

---

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ

---

## МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ И ЦЕХОВ

---

2

СПРАВОЧНИК



---

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ И ЦЕХОВ

---

СПРАВОЧНИК В 6 ТОМАХ

Под общей редакцией Е. С. Ямпольского

Редакционный совет: Е. С. Ямпольский (председатель),  
Б. И. Айзенберг, В. М. Шестопал, А. М. Мансуров, Э. И. Соловей,  
М. И. Храмой

---

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ И ЗАВОДОВ

---

ТОМ **2**

Редактор тома  
д-р техн. наук проф. В. М. Шестопа́л



П 79 . **Проектирование** машиностроительных заводов и цехов. Справочник. В шести томах. Под общей ред. Е. С. Ямпольского. Т. 2, Проектирование литейных цехов и заводов. Ред. В. М. Шестопал. М., «Машиностроение», 1974.

294 с. с ил.

На обороте тип. л. авт.: Ф. Х. Авербух, В. Е. Белогорский, Б. В. Кнорре (и др.).

Во втором томе приведены справочные сведения по проектированию технологического процесса и расчету оборудования плавильных, формовочно-заливочно-выбивных, стержневых, смесеприготовительных, термоочистных отделений, отделений подготовки шихты и формовочных материалов, складов, разделочных баз, транспорта, по планировке, расчету площадей и численности работающих

Книга предназначена для инженерно-технических работников проектных организаций и отделов капитального строительства.

П  $\frac{31204-615}{038(01)-74}$  подписное

6П4.1

**АВТОРЫ ТОМА 2:**

АВЕРБУХ Ф. Х., БЕЛОГОРСКИЙ В. Е., КНОРРЕ Б. В., КОСЯКИН И. С., МАТВЕЕВ Н. А., ПИВКО В. М., СТРУКОВ Н. А., ЧЕТВЕРУХИН С. И., ШЕВЛЯГИН А. К., ШПЕКТОР А. А., ЩЕРБАКОВ К. Л.

Рецензент М. М. Вышегорский

Глава 1. Общая часть (К. Л. Щербаков) . . . . .	7	Оборудование и его производительность (Б. В. Кнорре)	101
Классификация литейных цехов	7	Стержневые отделения для массового и крупносерийного производства (Н. А. Струков) . . .	106
Мощность и состав литейных цехов . . . . .	8	Стержневые отделения для мелкосерийного и единичного производства (Б. В. Кнорре) . . . .	114
Исходные данные для проектирования . . . . .	9	Примеры планировок (Б. В. Кнорре) . . . . .	117
Режимы работы и фонды времени	10	Смесеприготовительные отделения (С. И. Четверухин) . . . . .	120
Глава 2. Технологический процесс и расчет оборудования . . . . .	12	Смеси для изготовления форм и стержней . . . . .	120
Плавильное отделение (К. Л. Щербаков) . . . . .	12	Расход смесей . . . . .	120
Выбор плавильных агрегатов	12	Технологический процесс и оборудование . . . . .	123
Баланс металла и потребное количество плавильных печей	26	Основные положения по проектированию . . . . .	129
Удельный расход топлива, основных и вспомогательных материалов . . . . .	28	Примеры планировок . . . . .	130
Основные параметры зданий, транспортные средства, схемы установок плавильного оборудования . . . . .	30	Отделения термообработки и очистки (Ф. Х. Авербух) . . . . .	131
Примеры планировок . . . . .	37	Общая часть . . . . .	131
Формовочно-заливочно-выбивные отделения . . . . .	44	Технологический процесс. Оборудование и его производительность . . . . .	133
Общая часть (Б. В. Кнорре)	44	Примеры планировок . . . . .	145
Объем производства (Б. В. Кнорре) . . . . .	47	Глава 3. Специальные способы литья (Н. А. Матвеев) . . . . .	153
Изготовление, заливка и выбивка форм (Б. В. Кнорре)	48	Цехи литья по выплавляемым моделям . . . . .	153
Оборудование и его производительность (Б. В. Кнорре) . . .	52	Область применения . . . . .	153
Формовочно-заливочно-выбивные отделения для массового и крупносерийного производства (Н. А. Струков) . . .	68	Исходные данные для проектирования . . . . .	154
Формовочно-заливочно-выбивные отделения для серийного, мелкосерийного и единичного производства (Б. В. Кнорре) . . .	81	Приготовление модельного состава . . . . .	154
Примеры планировок (Б. В. Кнорре) . . . . .	92	Изготовление моделей, звеньев и блоков . . . . .	156
Стержневые отделения . . . . .	94	Приготовление огнеупорных покрытий и изготовление оболочек . . . . .	159
Классификация и технология изготовления стержней (Б. В. Кнорре) . . . . .	94	Изготовление форм, заливка и выбивка . . . . .	167
Объем производства (Б. В. Кнорре) . . . . .	94	Приготовление жидкого металла . . . . .	167
		Финишные операции . . . . .	173
		Примеры планировок . . . . .	173
		Цехи литья в оболочковые формы . . . . .	173

Область применения . . . . .	173	Вспомогательные службы (С. И. Четверухин) . . . . .	213
Исходные данные для проектирования . . . . .	174	Примеры проектных решений (С. И. Четверухин) . . . . .	216
Изготовление полуформ и стержней . . . . .	175		
Сборка форм . . . . .	176	<b>Глава 5. Механизированный конвейерный транспорт (А. К. Шевлягин, В. М. Пивко) . . . . .</b>	<b>222</b>
Примеры планировок . . . . .	176	Ленточные конвейеры . . . . .	222
Цехи центробежного литья . . . . .	176	Ковшовые ленточные элеваторы . . . . .	225
Область применения . . . . .	176	Конвейеры для транспортирования литейных форм . . . . .	226
Исходные данные для проектирования . . . . .	177	Пластинчатые конвейеры . . . . .	229
Выбор изложниц . . . . .	177	Винтовые конвейеры . . . . .	232
Машины для центробежного литья . . . . .	178	Подвесные конвейеры . . . . .	232
Варианты проектных решений . . . . .	180	Питатели . . . . .	237
Цехи литья в металлические формы (кокили) . . . . .	181	Специальные подъемники для загрузки вагранок . . . . .	241
Область применения . . . . .	181	Пневматический транспорт . . . . .	241
Исходные данные для проектирования . . . . .	181		
Машины для кокильного литья . . . . .	182	<b>Глава 6. Планировки цехов различного назначения (Н. А. Струков, С. И. Четверухин) . . . . .</b>	<b>245</b>
Примеры планировок . . . . .	182	Объемно-планировочные решения . . . . .	245
Цехи литья под давлением . . . . .	185	Компоновочные схемы . . . . .	246
Область применения . . . . .	185	Примеры планировок . . . . .	249
Исходные данные для проектирования . . . . .	185		
Машины для литья под давлением . . . . .	185	<b>Глава 7. Расчет рабочей силы и площадей, показатели (Н. А. Струков) . . . . .</b>	<b>266</b>
Подготовка пресс-форм . . . . .	187	Расчет рабочей силы . . . . .	266
Заливка металла . . . . .	187	Расчет площадей . . . . .	270
Финишные операции . . . . .	188	Промэнергетика . . . . .	272
Примеры планировок . . . . .	188	Технико-экономические показатели . . . . .	273
<b>Глава 4. Хранение и подготовка формовочных и шихтовых материалов. Вспомогательные службы . . . . .</b>	<b>190</b>	<b>Глава 8. Литейные заводы (И. С. Косякин, В. Е. Белогорский) . . . . .</b>	<b>275</b>
Материалы для изготовления форм (С. И. Четверухин) . . . . .	190	Классификация . . . . .	275
Материалы для плавки металлов (С. И. Четверухин) . . . . .	191	Область рационального использования . . . . .	275
Определение расхода материалов (С. И. Четверухин) . . . . .	191	Основные положения по проектированию . . . . .	276
Склады формовочных и шихтовых материалов (С. И. Четверухин) . . . . .	194	Типизация литейных заводов . . . . .	278
Отделения для подготовки формовочных материалов (С. И. Четверухин) . . . . .	203	Проектные решения и технико-экономические показатели . . . . .	279
Установки для регенерации песка (А. А. Шпектор) . . . . .	206	Список литературы . . . . .	288
Отделения для подготовки шихтовых материалов (С. И. Четверухин) . . . . .	210	Предметный указатель . . . . .	289

### КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Литейные цехи различают по роду литейного сплава, характеру (серийности) производства, по массе одной отливки, мощности цехов (годовому производству отливок), способам производства и отраслям промышленности, которую они обслуживают.

По каждому из этих признаков литейные цехи делятся на ряд категорий.

Литейные цехи по роду сплавов делят на чугунолитейные (серого чугуна, ковкого чугуна, высокопрочного чугуна и легированного чугуна), сталелитейные (углеродистых, низколегированных и высоколегированных сталей) и литейных цветных сплавов, в том числе цехи тяжелых цветных сплавов (бронзолатунные и цинковые) и цехи легких сплавов (алюминиевые и магниевые).

По серийности различают литейные цехи массового, крупносерийного, серийного, мелкосерийного и единичного производства отливок. Классификация литейных цехов черных сплавов по серийности производства приведена в табл. 1 В ней указывается при-

дования отливки первых трех групп можно отливать в одном цехе, но в самостоятельных поточных линиях. Цехи тяжелого и особо тяжелого литья рекомендуется проектировать с минимальной массой отливки более 1 т.

По объему производства различают литейные цехи малой, средней и большой мощности.

2. Классификация литейных цехов черных сплавов по массе одной отливки

Литье	Производство	
	Массовое и крупносерийное	Серийное, мелкосерийное и единичное
	Максимальная масса отливки, кг	
Мелкое . . . . .	10	100
Среднее . . . . .	50	1 000
Крупное . . . . .	500	5 000
Тяжелое . . . . .	>500	20 000
Особо тяжелое . . . . .	—	>20 000

1. Классификация литейных цехов черных сплавов по серийности производства

Группы отливок по массе, кг	Годовое количество отливок одного наименования при характере производства				
	массовом	крупносерийном	серийном	мелкосерийном	единичном, не более
Св. До 20	>200 000	35 000—200 000	3000—35 000	300—3000	300
20 до 100	>100 000	15 000—100 000	2000—15 000	150—2000	150
» 100 » 500	>40 000	6 000—40 000	1000—6 000	75—1000	75
» 500 » 1 000	>20 000	3 000—20 000	600—3 000	50—600	50
» 1000 » 5 000	>4 000	300—4 000	100—300	20—100	20
» 5000 » 10 000	>1 000	150—1 000	50—150	10—50	10
>10 000	—	>75	25—75	5—25	5

мерное годовое количество отливаемых деталей одного наименования применительно к весовым группам отливок.

По массе одной отливки литейные цехи делят на пять групп: цехи мелкого, среднего, крупного, тяжелого и особо тяжелого литья. Каждой группе цехов в зависимости от серийности производства соответствует своя максимальная штучная масса отливки (табл. 2). При достаточной загрузке оборо-

По способам производства литейные цехи делят на цехи, производящие отливки в объемные песчаные формы, и цехи, где отливки изготавливают специальными способами литья: в оболочковые формы, в металлические формы (кокили), под давлением, центробежным и др. Отдельную классификационную группу представляют литейные цехи, производящие специальные виды отливок: ванны купальные, изложницы, трубы кана-

лизационные и другие отливки, выходящие за пределы машиностроительного литья.

По отраслевому признаку литейные цехи характеризуются в должной мере своей принадлежностью и определяют с достаточной точностью характер и масштабы литейного производства, род сплава и массы отливки. Так, например, литейные цехи автомобильной промышленности являются цехами массового и крупносерийного характера производства, как правило, большой мощности, с выпуском мелких и средних отливок из черных и цветных сплавов.

### МОЩНОСТЬ И СОСТАВ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Под оптимальной мощностью литейного цеха понимают такой минимальный объем выпускаемой за год продукции в количественном и номенклатурном выражении, который позволяет сочетать наилучшие технико-экономические показатели, обусловленные применением прогрессивной технологии и комплексной механизации и автоматизации технологического процесса и транспортных операций с эффективным использованием капитальных вложений. Рекомендованные к применению нормы оптимальных мощностей литейных цехов машиностроительных заводов указаны в табл. 3. Приведенные мощ-

#### 3. Оптимальные мощности литейных цехов машиностроительного назначения

Сплавы	Назначение или процесс получения отливок	Масса отливки, кг не более	Мощность цеха, тыс. т/год
<b>Цехи, производящие отливки в объемные песчаные формы</b>			
<b>Цехи массового и крупносерийного производства</b>			
Чугун	Детали авто-тракторные и сельхозмашиностроения Коленчатые валы Поршневые кольца, маслоот	100	50—60
		200	80—100
		300	100—120
Ковкий чугун	Детали авто-тракторные и сельхозмашиностроения	25	30—40
		60	60—80
Сталь	Детали авто-тракторные, вагонные и др.	100	50—60
		200	80—100
		500	100—125

Продолжение табл. 3

Сплавы	Назначение или процесс получения отливок	Масса отливки, кг не более	Мощность цеха, тыс. т/год	
<b>Цехи серийного и мелкосерийного производства</b>				
Чугун	Детали станков, строительных машин, компрессоров, насосов и др.	100	15—25	
		1000 5000	20—30 25—35	
Сталь	Детали прессов, строительных машин, компрессоров, насосов и др.	1000	20—30	
		5000	30—35	
<b>Цехи мелкосерийного и единичного производства</b>				
Чугун	Детали станков, насосов, компрессоров, гидротурбин и др.	20 000	60—90	
		50 000	80—100	
Сталь	Детали прокатных станков, экскаваторов, бьюмигров, прессов, шаботы и др.	20 000	60—90	
		50 000	80—100	
<b>Цехи, производящие отливки специальными способами</b>				
Чугун	Оболочковые формы	20	5—7	
		20	10—15	
		50	20—30	
		60	60—120	
Сталь	Выплавленные модели	0,5	1—2	
		2,5	2—5	
Чугун	Металлические формы	50	20—25	
		100	40—80	
Сталь		30	60—80	
		Алюминий	5	5—6
Бронза			20	10—12
		30	25—30	
		2	10—15	
Цинк, бронза		Литье под давлением	1	2—3
			Цинк	5
Алюминий				5
	5		5—6	
	20		10—12	
	30		25—30	

ности уточняют соответственно конкретному назначению цеха и производительности принимаемых процессов и агрегатов. Допускается при определенном обосновании проектирование цехов с большей мощностью, чем предусматривается нормами, указанными в табл. 3. Оптимальные мощности чугунолитейных и сталелитейных цехов мелкосерийного и индивидуального производства указаны для блоков цехов.

**Состав литейных цехов.** В цехе выделяют производственные отделения, вспомогательные отделения (участки) и складские помещения.

К производственным отделениям относятся: плавильное, включая участок навески шихты; формовочно-заливочно-выбивное, включая сушильные установки и участок литых каркасов; стержневое, включая сушильные установки и склад стержней; смешеприготовительное для формовочных и стержневых смесей; термообрубное, включая участки гидроспытания и исправления дефектов литья и отделение грунтовки отливок.

К вспомогательным отделениям и участкам относят: смешеподготовительное отделение, состоящее из участков сушки и просева песка, размола глины и угля, приготовления глиняной суспензии, лакированного песка и подготовки маршалита; ковшовые, включающие участки приготовления огнеупорных материалов, ремонта ковшей, сводов, набивки тиглей и набора и сушки стопоров; цеховые лаборатории (экспресс-химические для обслуживания плавильных агрегатов, формовочных материалов и др.); ремонтно-механические и электромонтажные мастерские, мастерская ремонта модельно-опочной оснастки, участки приготовления проволочных каркасов и получения защитной газовой атмосферы; общецеховые пульты систем управления; силовые трансформаторные подстанции, вентиляционные установки, насосные станции и др.

В состав складских помещений включают склады: шихтовых материалов и кокса с разгрузочным устройством; формовочных мате-

риалов с разгрузочным устройством; флюсов; огнеупорных и вспомогательных материалов и крепежей; цеховые готовые отливок и слитков; опок и изложниц; цеховые модельной оснастки, стержневых ящиков, драйверов и плит; цехового механика, а также кладовые разных вспомогательных материалов.

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Основными исходными данными для проектирования являются: производственная программа (точная или проведенная<sup>1</sup>), чертежи, спецификации и технические условия на литые детали изделий, а также нормы технологического проектирования.

Для литейных цехов массового и крупносерийного производства, характерной особенностью которых является ограниченная номенклатура отливок с большой серийностью, производственную программу задают по форме 1 вытекающей из подетальной (развернутой) программы, составленной, в свою очередь, по форме 2.

ФОРМА 1

Программа цехов массового  
и крупносерийного производства

№ по пор.	Изделия	Годовой выпуск изделий (комплект), шт.	Масса комплекта отливок на одно изделие, кг	% запасных частей (по массе)	Годовой выпуск отливок, т		
					на основную программу	на запасные части	всего
Примечание. Заполнение формы производится отдельно по видам и маркам сплавов.							

ФОРМА 2.

Развернутая (подетальная) производственная программа

№ по пор.	№ детали	Изделие, узел, деталь	Материал и марка	Масса детали, кг		Количество на изделие	Годовая программа выпуска отливок										
				готовой детали	отливки		на основное изделие		на запасные части		всего						
							шт.	кг	шт.	т	шт.	т	шт.	т			
		Итого . . . . .															
Примечание. Форму заполняют отдельно по видам и маркам сплавов, изделий и узлов изделий (группам) в порядке возрастания номеров узлов и деталей																	

<sup>1</sup> См. гл. 9 т. 1.

ФОРМА 3

**Программа цехов мелкосерийного  
и единичного производства**

№ по пор.	Изделие и группы литья	Количество изделий на годовую программу	Масса обра- ботан- ных де- талей, т		Выпуск литых загото- вок, т	
			на изделие	на годовую программу		
1	Изделия основного производства (дается пере- чень)					
2						
3		Запасные части				
4		Литье для соб- ственных нужд Поставки на сторону по ко- операции				
	Итого					

**РЕЖИМЫ РАБОТЫ  
И ФОНДЫ ВРЕМЕНИ**

приводят общее количество наименований отливок, максимальный и минимальный го-  
довой выпуск отливок одного наименования  
и годовой выпуск наиболее характерных  
отливок или их групп в единицах массы.

Программу литейных цехов мелкосерий-  
ного и единичного производств задают по  
форме 3, а характеристику отливок по  
массе — по форме 4. Кроме того, в программе  
цеха должны быть указаны максимальная  
масса и наибольшие габаритные размеры  
отливок.

Основными режимами работ литейных це-  
хов являются параллельный (более эффек-  
тивный) и ступенчатый.

Параллельный режим предусматривает  
совмещение по времени и месту (отделению,  
участку) выполнение отдельных технологи-  
ческих операций производства литья.  
На параллельном режиме работают литей-  
ные цехи массового, крупносерийного и  
частично серийного производства. Цехи с па-  
раллельным режимом, как правило, работают  
в две смены. Третья смена предназначена  
для профилактического ремонта оборудова-  
ния.

Исключением из этого правила являются  
сталелитейные цехи массового и крупно-  
серийного производства (автотракторные).  
Эти цехи чаще проектируют на работу по  
трехсменному параллельному режиму. По  
этому же режиму работают обычно также  
цехи, оборудованные мартеновскими пе-  
чами.

Ступенчатый режим предусматривает раз-  
деление технологических операций по вре-  
мени и совмещение их по месту выполнения  
(отделения, участки). Например, плацевую  
или кессонную формовку осуществляют  
в первую смену, во вторую производят за-  
ливку форм и в третью — выбивку. По сту-  
пенчатому режиму работают литейные цехи  
индивидуального и реже мелкосерийного  
производства.

Литейные цехи, работающие по одному из  
указанных режимов, могут иметь отделения,  
участки или отдельные виды оборудования,  
работающие по режиму, отличному от основ-  
ного режима цеха. Например, в ремонтно-  
литейных цехах, кроме отделения плацевой  
формовки работающего по ступенчатому  
трехсменному режиму, могут быть отделения  
формовки с использованием конвейерной или  
рольганговой системы транспорта. Послед-  
ние, как правило, работают по двухсменному  
параллельному режиму.

Термические печи непрерывного действия  
и печи с длительным циклом работают в три  
смены независимо от основного режима ра-  
боты цеха, в котором они установлены.

Для расчета потребного количества обо-  
рудования, рабочих мест и числа рабочих  
пользуются действительными (расчетными)  
годовыми фондами времени (форма 5).

ФОРМА 4

**Характеристика отливок по массе**

№ по пор.	Группы по массе, кг	Количество на годовую программу			
		Всего по цеху		В том числе *	
		т/шт.	%	т/шт.	%
1	До 5				
2	Св. 5 до 20				
3	» 20 » 50				
4	» 50 » 100				
5	» 100 » 200				
6	» 200 » 500				
7	Св. 500				
8	до 1000				
	Св. 1000				
9	до 3000				
	Св. 3000				
10	до 5000				
	Св. 5000				
11	до 10 000				
	Св. 10 000				
12	до 50 000				
	» 50 000				
	Итого				

\* Дается по маркам сплавов.

На основании заполненных форм 1 и 2  
составляют сводные данные по производствен-  
ной программе литейного цеха, в которых

ФОРМА 6

Продолжение табл. 4

Режим работы и фонды времени.  
Продолжительность рабочей недели 41 ч.  
Количество праздничных дней в году 8.

№ по пор.	Наименование цехов, отделений, участков, групп и отдельных видов оборудования	Количество рабочих смен в сутки	Действительный годовой фонд времени, ч	
			оборудования	рабочих
Годовой фонд времени рабочих мест (без оборудования) . . . . .				

Методика определения действительных фондов времени приведена в гл. 9 т. 1. Действительные годовые фонды времени оборудования даны в табл. 4. Действительные годовые

4. Действительный (расчетный) годовой фонд времени работы оборудования, ч

Оборудование	Число смен работы		
	1	2	3
<b>Литейное</b>			
Цехи серийного и мелко-серийного производства . . . . .	2030	3975	5900
Цехи массового и крупно-серийного производства . . . . .	—	3935	5775
Сложное и крупное (механизированные дробебетные камеры, пескоструйные гидрокамеры, встряхивающие столы грузоподъемностью свыше 10 т и др.) . . . . .	—	3770	5525
Автоматизированные формовочные и стержневые линии . . . . .	—	3645	5340
Автоматизированные абразивные линии для очистки литья . . . . .	—	3725	5465
<b>Плавильные печи</b>			
Вагранки (блок из 2 шт. с учетом ежесдневного ремонта) . . . . .	2070	4140	6490

Оборудование	Число смен работы		
	1	2	3
Закрытые вагранки с подогревом дутья и очисткой газов (при одном подогревателе на две вагранки) . . . . .	2030	3890	5840
Дуговые электропечи для плавки стали и чугуна емкостью, т:			
0,5—1,5 . . . . .	1985	3890	—
3—6 . . . . .	—	3890	5840
12—25 . . . . .	—	3890	5775
св. 25 . . . . .	—	—	7620
Индукционные печи промышленной частоты для плавки или подогрева и раздачи чугуна емкостью, т:			
≤ 2,5 . . . . .	2010	3975	6100
≥ 2,5 . . . . .	—	3890	5840
Индукционные печи повышенной частоты для плавки стали емкостью, т:			
0,06—2,5 . . . . .	1985	3890	—
6,0—25 . . . . .	—	3850	5710
Печи плавильные для алюминиевых и других легких сплавов . . . . .	2010	3975	5840
Печи плавильные для медных сплавов . . . . .	1775	3510	5160
<b>Термические печи</b>			
С непрерывным режимом работы . . . . .	—	—	7800
С длительным циклом работы . . . . .	—	—	7710
С коротким циклом работы . . . . .	—	—	—
механизированные . . . . .	—	3890	5840
немеханизированные . . . . .	—	3975	5840
электрические элеваторного типа . . . . .	—	3935	5715
<b>Сушильные печи</b>			
Конвейерные . . . . .	—	3935	5775
Камерные . . . . .	2010	3975	5840
<b>Металлорежущее</b>			
(Для ремонтных мастерских) . . . . .	2030	4015	5960
Рабочие места (без оборудования) . . . . .	2070	4140	6210

фонды времени рабочих составляют 1860, 1840, 1820 и 1610 \* ч соответственно при продолжительности основного отпуска 15, 18 и 24 дней.

\* При 6-часовом рабочем дне.



**ПЛАВИЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ**

**Высор плавильных агрегатов**

Выбор типа и производительности плавильных агрегатов зависит от ряда факторов: вида и качества сплава отливок, топлива плавильных печей, объема производства, группы отливок по массе, режима работы плавильного отделения и др.

**Чугунное литье.** В чугунолитейном производстве универсальным плавильным агрегатом все еще остается вагранка или как самостоятельная плавильная печь, или вагранка в сочетании с электрической печью (дуплекс-процесс).

Конструкция вагранок за последнее десятилетие претерпела существенные изменения. Получают применение вагранки закрытого типа с горячим дутьем, коксогозовые и газовые вагранки, вагранки с основной футеровкой и вагранки с водяным охлаждением плавильного пояса.

Температура подогрева подаваемого в вагранку воздуха достигает 500—600° С и выше. Отходящие ваграночные газы очищаются от пыли в электрических осадителях, фильтрах мешочного типа, скрубберах и других устройствах. Угарный газ (СО) дожигается. Обеспыленные и очищенные отходящие газы рекомендуется выбрасывать в атмосферу через трубы, высота которых достигает 30 м и более.

Подогрев воздушного дутья с очисткой отходящих газов от пыли и СО улучшает санитарно-гигиенические условия труда, снижает расход литейного кокса и повышает температуру жидкого чугуна. При нагреве воздушного дутья до 400—500° С и при неизменном расходе кокса можно обеспечить повышение температуры перегрева жидкого чугуна на ~70° С. При сохранении прежней температуры металла снижается расход кокса на ~30%.

Одновременно с преимуществом конструкции закрытого типа вагранок с подогревом дутья следует указать на увеличение капитальных затрат в 2—3 раза и выше по сравнению с вагранками холодного дутья. Кроме того, повышаются эксплуатационные расходы. Повышение себестоимости жидкого чугуна

в вагранках горячего дутья за счет применения очистных сооружений составляет ~5% (по зарубежным данным). Учитывая, что улучшению санитарно-гигиенических условий труда придают большое значение, в проектах цехов следует использовать только вагранки закрытого типа с горячим дутьем вне зависимости от масштаба и характера производства.

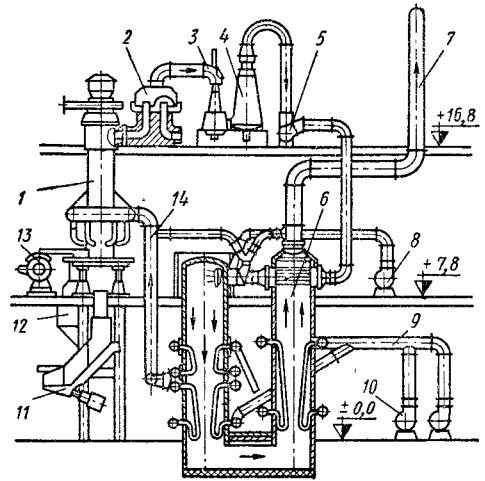


Рис. 1. Схема блока вагранок закрытого типа с подогревом дутья конструкции Гипростанок:

- 1 — вагранка; 2 — перекидной клапан с гидравлическим затвором; 3 — труба Вентури для очистки ваграночных газов от пыли; 4 — мокрый пылеотделитель; 5 — эксгаустер; 6 — радиационно-конвективный рекуператор; 7 — дымовая труба; 8 — вентилятор для подачи воздуха к горелкам; 9 — воздухопровод холодного воздуха; 10 — воздуходувка; 11 — короб для ваграночных отходов; 12 — грануляция шлака; 13 — поворотный копильник; 14 — воздухопровод горячего воздуха

Принципиальная схема блока вагранок закрытого типа с подогревом дутья конструкции Гипростанок показана на рис. 1. Вагранки разработаны производительностью 5—30 т/ч (см. табл. 1). Продольный разрез современной вагранки производительностью 50 т/ч, установленной в литейном цехе фирмы «Крайслер», показан на рис. 2.

1. Вагранки с подогревом дутья и очисткой газов

Внутренний диаметр шахты, мм	Производительность, т/ч	Емкость копильника с газовым подогревом, т	Характеристика скипового подъемника		Установленная мощность, кВт *	Расход топлива	
			Емкость бадьи, м <sup>3</sup>	Полезная грузоподъемность, т		кокеа, кг/ч	природного газа, м <sup>3</sup> /ч
850	5	2,5; 5	1,0	1,5	400	600	100
1100	8	5; 8		1,5	400	900	150
1350	12	5; 8; 12	1,3	2,5	400	1450	225
1700	20	8; 12; 16	2,5	4,5	1500	2200	325
2100	30	8; 12; 16		4,5	1500	3400	550

\* Учитывается мощность воздухоподогревателя и газоподогревателя оборудования, приводов механизмов вагранок и копильников.

Зависимость производительности вагранок от их диаметра шахты, а также рекомендуемая емкость копильников и грузоподъемность скиповых подъемников для загрузки шихты даны в табл. 1.

Емкость бадьи и грузоподъемность скипового подъемника в табл. 1 определены для совместной загрузки шихты, топлива и флюсов. При раздельной загрузке шихты и топлива с флюсом, что часто имеет место в практике, следует предусматривать меньшую емкость бадьи и соответственно грузоподъемность скипового подъемника.

Кроме скиповых подъемников, при которых легко автоматизируется загрузка шихты, допускается в отдельных случаях применение непрерывной загрузки вагранок пластинчатыми транспортерами или другими транспортными средствами. Для загрузки вагранок при реконструкции существующих цехов могут быть использованы монорельсовые тележки и шаржирные краны (существующие). При проектировании обязательно предусматривают грануляцию шлака и механизацию уборки отходов от вагранки.

Набор и взвешивание ваграночной шихты (шихтовку) осуществляют или магнитными кранами с регулируемой подъемной силой магнитной шайбы, или с помощью системы индивидуальных дозаторов с тензометрическими датчиками. В последнем случае для подачи металлических компонентов шихты в дозаторы в системе устанавливают встряхивающие бункера с траковыми или другого типа питателями. Взвешенные дозы каждой составляющей металлической шихты выдают на реверсивный пластинчатый конвейер, который подает шихту к воронке, расположенной над бадьей скипового подъемника.

При любой системе шихтовки металлических компонентов взвешенные в заданных количествах кокс и известняк загружают в бадью во время кратковременной остановки ее по пути следования шихтовых материалов в вагранку 1.

1 Планировку участков шихтовки и загрузки шихты в вагранки см. ниже.

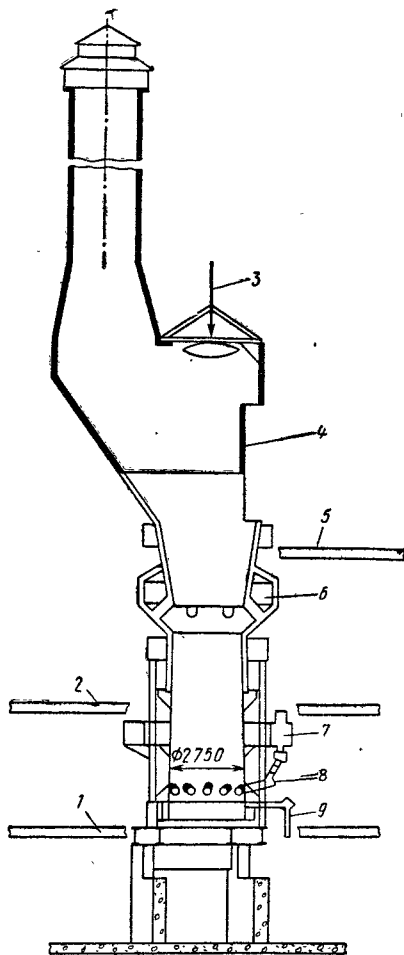


Рис. 2. Продольное сечение вагранки фирмы «Крайслер» производительностью 50 т/ч:

- 1, 2 — площадка обслуживания; 3 — тарельчатый затвор; 4 — загрузочное окно; 5 — загрузочная площадка; 6 — окно забора газа; 7 — воздушная воронка; 8 — фурмы; 9 — желоб

Для вагранок большой и средней производительности обычно шихтовку металлических компонентов выполняют магнитными кранами с регулируемой грузоподъемностью шайбы.

Охлаждение плавильного пояса вагранок применяют, как правило, при длительном периоде работы.

зическое и химическое тепло отсасываемых ваграночных газов. Температура подогрева дутьевого воздуха 400—450° С. Блок из двух вагранок (работающих попеременно 16 ч в сутки) оснащен установками для очистки от пыли и угарного газа, выбрасываемых в атмосферу. Ваграночный блок оборудован современными измерительными

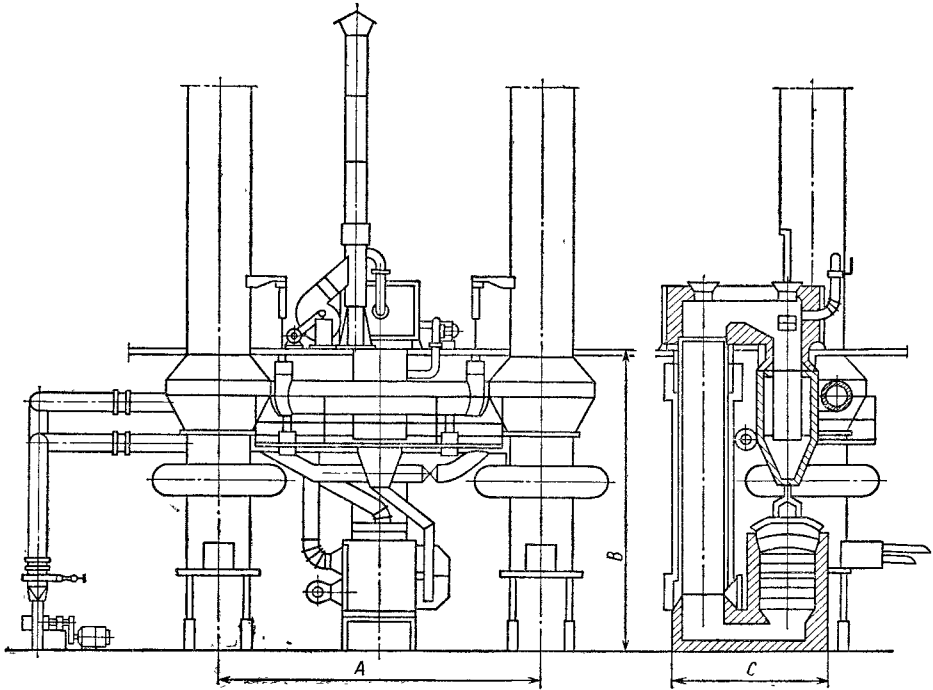


Рис. 3. Вагранки с подогревом дутья, изготавливаемые в ПНР

При применении в проектах вагранок польского изготовления следует иметь в виду, что фирма «Центрозап» поставляет вагранки с подогревом дутья малой (до 6 т/ч) и средней (7—20 т/ч) производительности. Вагранки оборудованы свободно стоящими двухступенчатыми радиационными конвекционными подогревателями, использующими фи-

приборами для контроля основных параметров работы вагранок и подогревателя, а также аппаратурой для дистанционного управления шихтовкой и загрузкой вагранок. Характеристика вагранок средней производительности приведена в табл. 2, а схема установки блока вагранок — на рис. 3.

2. Вагранки с подогревом дутья, изготавливаемые в ПНР (рис. 3)

Внутренний диаметр шахты, мм	Производительность, т/ч	Количество дутьевого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	Давление дутьевого воздуха, мм вод. ст.	Установочные размеры блока вагранок, мм		
				A	B	C
1000	7—8	110—125	1450—1550	7 000	7500	5000
1100	8—9	130—150	1450—1650	8 000	8000	5000
1200	10—12	160—180	1550—1700	8 000	8000	5000
1400	15	190	—	12 000	—	—
1550	20	240	—	12 000	—	—

Примечание. Размеры B и C для вагранок производительностью 15 и 20 т определяют в зависимости от конкретных условий плавильного отделения.

В выборе плавильных устройств следует учитывать, что при нагреве и расплавлении чугуна в вагранках тепловой коэффициент полезного действия печи (т. к. п. д.) достигает 45%, но при перегреве жидкого чугуна падает до 5%. Перегрев жидкого чугуна в электропечах происходит при т. к. п. д. порядка 55%, а нагрев до температуры плавления — при т. к. п. д., равном 20—30%. Следовательно, плавить чугун экономичнее в вагранках, а перегревать жидкий чугун до нужной температуры — в электрических печах. Поэтому дуплекс-процесс вагранка—электропечь получает все более широкое применение в чугунолитейном производстве.

Дуговые электропечи типа ДЧМ-10 используют при ваграночном дуплекс-

процессе для подогрева и доводки жидкого чугуна до заданных температуры и химического состава.

Печи типа ДЧМ-10 в современных проектах заменяют индукционными миксерами промышленной частоты тигельного или канального типа.

В Советском Союзе изготавливают тигельные индукционные миксеры ИЧТМ емкостью тигля 1—16 т. Техническая характеристика этих миксеров приведена в табл. 3, а конструкция показана на рис. 4. Запланировано изготовление девяти типов индукционных канальных миксеров типа ИЧКМ полезной емкостью 2,5—100 т (табл. 4). С энергетической точки зрения эти печи по сравнению с тигельными являются более экономичными, так как имеют более высокий т. к. п. д. Кроме

3. Индукционные тигельные миксеры промышленной частоты типа ИЧТМ для перегрева и выдержки расплавленного чугуна

Параметры	ИЧТМ-1М	ИЧТМ-2,5	ИЧТМ-6	ИЧТМ-10	ИЧТМ-16
Емкость тигля, т . . . .	1	2,5	6	10	16
Мощность питающего трансформатора, кВА . . .	200	400	400	1300	1300
Мощность миксера, кВА . . .	182	260	400	750	800
Рабочая температура перегрева металла, °С . . . .	1300—1400				
Производительность * при перегреве на 100° С, т/ч	$\frac{3}{2,1}$	$\frac{4}{2,8}$	$\frac{6,5}{4,5}$	$\frac{15}{10}$	$\frac{16}{11}$
Теоретический удельный расход электроэнергии при перегреве металла на 100° С, кВт·ч/т . . . . .	55	63	60	50	50
Мощность холостого хода (поддержание расплавленного металла в жидком состоянии), кВт . . . . .	54	162	173	244	226
Масса металлоконструкции миксера, т . . . . .	5,3	10,8	17	26,5	27
Общая масса миксера с расплавленным металлом, т	7,7	15,8	28	41,9	47
Тип питающего трансформатора . . . . .	ОА-200А	ЭПОМ-350/10	ЭОМНК-1000/10	ЭОМН-1500/10	ЭОМН-1500/10
Напряжение высокой стороны, кВ . . . . .	0,380	10	10	10	10

\* В числителе теоретическая, в знаменателе — действительная производительность

4. Индукционные канальные миксеры промышленной частоты типа ИЧКМ \*

Тип	Полезная, емкость, т	Мощность питающего трансформатора, кВА, исполнений		Намечаемая теоретическая производительность при перегреве чугуна на 100° С, т/ч, исполнений	
		I	II	I	II
ИЧКМ-2,5	2,5	400	—	7	—
ИЧКМ-4	4	630		1260	
ИЧКМ-6	6				
ИЧКМ-10	10				
ИЧКМ-16	16	1260	2520	30	60
ИЧКМ-25	25				
ИЧКМ-40	40	2000	4000	60	124
ИЧКМ-60	60				
ИЧКМ-100	100				

\* Миксеры находятся в стадии разработки

того, при наличии отъемных каналов появляется возможность заменять каналы с изношенной футеровкой новыми, заранее зафу-

Кроме ваграночного дуплекс-процесса применяют и другие виды дуплекс-процессов, в том числе: индукционную тигельную печь — индукционную канальную печь, дуговую печь — индукционную печь, дуговую печь — дуговую печь и др.

Техническая характеристика индукционных тигельных печей промышленной частоты

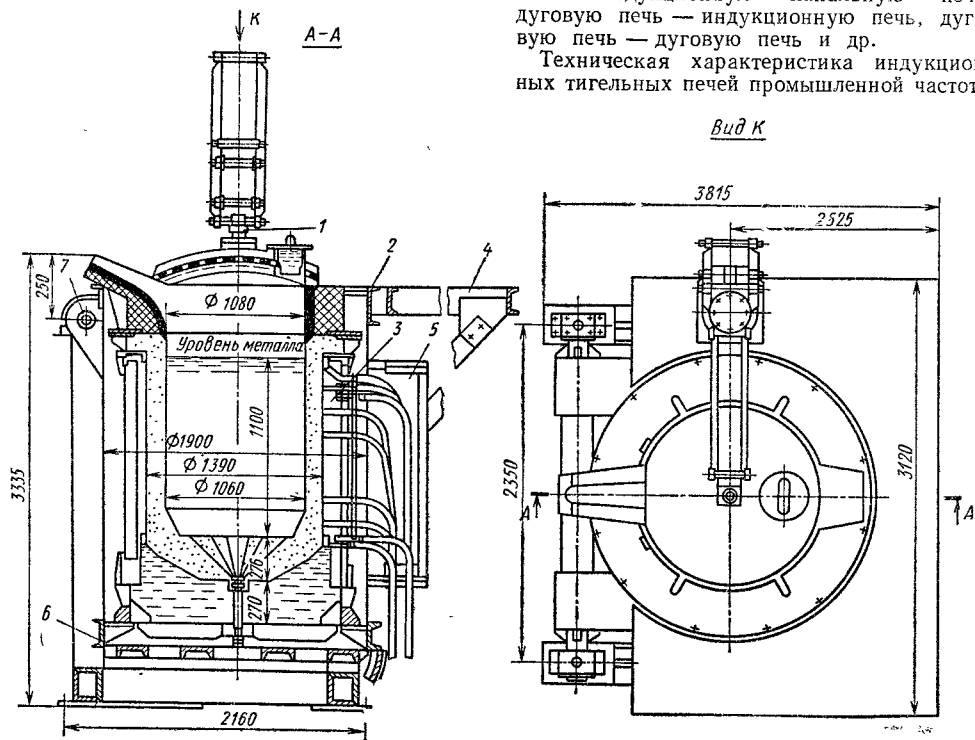


Рис. 4. Общий вид индукционных тигельных электропечей ИЧТ-6 и ИЧТМ-6:

1 — крышка с механизмом подъема; 2 — кожух; 3 — установка индуктора; 4 — рабочая площадка; 5 — кожух выводов; 6 — опорная рама; 7 — установка подшипника

терованными и просушенными, даже не опораживаемая печь.

ПНР поставляет индукционные канальные печи промышленной частоты для подогрева и выдержки жидкого чугуна емкостью 6—50 т. Техническая характеристика этих печей дана в табл. 5.

типа ИЧТ для плавки чугуна и их производительность по достигнутым практическим данным приведены в табл. 6 и 7 (конструкцию печи см. на рис. 4).

Действительная производительность печей типа ИЧТ, указанная в табл. 7, равна в среднем 70% теоретической (табл. 6). учи-

5. Индукционные канальные печи промышленной частоты для перегрева и выдержки расплавленного чугуна, изготовленные в ПНР

Параметры	Емкость печи, т							
	6	8	12	16	20	25	30	50
Мощность печи, кВт . . . . .	300	400	500	640	800	1000	1150	1800
Рабочая температура перегрева металла, °С . . . . .	1450—1550							
Теоретическая производительность при перегреве на 100° С, т/ч . . . . .	6,	8	12	17	22	29	35	57
Теоретический удельный расход электроэнергии при перегреве металла на 100° С, кВт·ч/т . . . . .	45	42	40	33	36	34	33	32
Теоретический удельный расход электроэнергии при холостом ходе (поддержание расплавленного металла в жидком состоянии), кВт·ч/т . . . . .	20	19	18	17	16	15	15	15
Удельный расход воды, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	—	—	15	—	23	—	—	—
Общая масса печи, т . . . . .	—	—	48	—	59	—	—	—

6. Индукционные тигельные печи промышленной частоты типа ИЧТ для плавки чугуна

Параметры	ИЧТ-1	ИЧТ-2,5	ИЧТ-6	ИЧТ-10	ИЧТ-25
Емкость тигля, т . . . . .	1	2,5	6	10	25
Мощность питающего трансформатора, кВА . . .	360	1300	1300	2500	6300
Мощность печи, кВт . . . . .	357	687	1190	2130	5800
Мощность холостого хода (поддержание расплавленного металла в жидком состоянии), кВт . . . . .	69	112	226	208	—
Рабочая температура жидкого металла, °С . . . . .	1400				
Теоретическая производительность по расплавлению твердой шихты, т/ч . . . . .	0,56	1,23	2,26	4,2	9,4
Теоретическая продолжительность плавки на твердой шихте, ч . . . . .	1,78	2,04	2,65	2,4	2,7
Теоретический удельный расход электроэнергии на расплавление и перегрев металла, кВт·ч/т . . . . .	638	585	547	542	546
Масса металлоконструкций электропечи, т . . . . .	4,8	11,5	17	—	42
Общая масса печи с расплавленным металлом, т . . . . .	7,3	17	28	41	82
Тип питающего трансформатора . . . . .	АО-360А <sub>3</sub>	ЭОМН-1500/10	ЭОМН-3500/10	ЭОМН-3500/10	ЭТМН-7000/10
Напряжение высокой стороны, кВ . . . . .	0,380	6 и 10	6 и 10	6 и 10	6 и 10

7. Производительность индукционных тигельных печей промышленной частоты типа ИЧТ для плавки чугуна

Параметры	ИЧТ-1	ИЧТ-2,5	ИЧТ-6	ИЧТ-10	ИЧТ-16	ИЧТ-25
Действительная производительность печи, т/ч . . . . .	0,39	0,86	1,58	2,94	3,15	6,44
Продолжительность полного цикла плавки на твердой шихте, ч . . . . .	2,56	2,91	3,8	3,4	5,08	3,88
Годовая производительность печи по жидкому чугуну (т) при числе смен:						
1 . . . . .	780	1730	—	—	—	—
2 . . . . .	1550	3420	6150	11 440	12 250	25 050

тывая время, потребное на загрузку шихты, выпуск металла из печи и подготовку тигля к плавке. В табл. 7 приведены данные о производительности установок, состоящих из двух (одного) тиглей и одного основного (плавильного) трансформатора. При установке трех (двух) тиглей и двух трансформаторов, из которых один плавильный, а другой — вспомогательный для миксерного режима, действительную производительность всей установки определяют с коэффициентом 1,3.

Работа печей ИЧТ с «болотом» изменяет продолжительность плавки и производительность печей пропорционально доли загружаемой в тигель твердой шихты.

Технические характеристики индукционных тигельных печей производства ПНР приведены в табл. 8.

Электропечи рассматриваемого типа с успехом используют при плавке легирован-

ных чугунов, высокопрочных чугунов, при выплавке синтетических чугунов и даже экономичны при производстве отливок из серого чугуна рядовых марок. В последнем случае применяют дешевую шихту: стружку россыпь, легковесную обрезь и т. д. в количествах, компенсирующих разницу между затратами на электроэнергию при индукционной плавке и стоимостью кокса при ваграночном процессе. Эта разница в среднем составляет около 10% себестоимости жидкого чугуна.

Поскольку стружка, как правило, сильно загрязнена маслом и влагой охлаждающих эмульсий, то при загрузке ее в плавильные печи выделяются черные клубы дыма, которые загрязняют атмосферу не только плавильного отделения, но и далеко за его пределами. Поэтому стружка, перед загрузкой ее в электрические плавильные печи, должна пройти предварительную обра-

## 8. Индукционные тигельные печи промышленной частоты для плавки чугуна, изготавливаемые в ПНР

Параметры	Емкость тигля, т							
	6	8	10	12	16	20	25	32
Мощность питающего трансформатора, кВА	1600	2500	2500	2500	3150	4000	5000	6300
Мощность печи (максимальная), кВт	1400	1800	2000	2300	2800	3300	4200	5200
Рабочая температура жидкого металла, °С	1450							
Максимальная температура перегрева, °С	1550							
Теоретическая производительность по расплавлению твердой шихты, т/ч	2,5	3,2	3,6	4,0	5,2	6,2	8,0	10,5
Теоретическая продолжительность плавки на твердой шихте, ч	2,4	2,5	2,8	3,0	3,1	3,2	3,1	3,0
Теоретический удельный расход электроэнергии на расплавление и перегрев металла, кВт·ч/т	570	560	560	550	540	530	520	500
Теоретический удельный расход электроэнергии при перегреве металла с 1450—1550° С, кВт·ч/т	47	45	43	42	40	38	36	35
Удельный расход воды, м <sup>3</sup> /ч	—	32—20	—	40—22	—	—	—	—
Общая масса печи, т	—	31	—	41	—	—	—	—

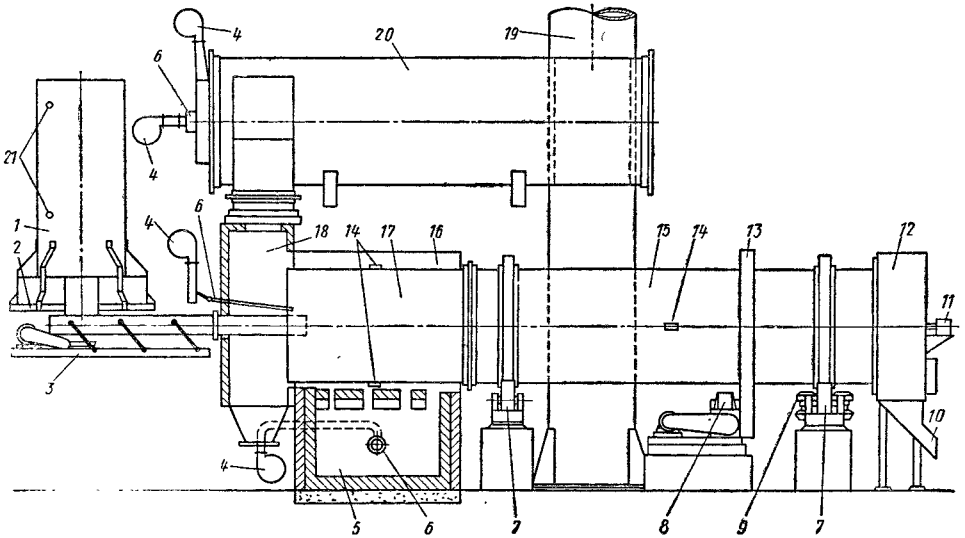


Рис. 5. Барабанная печь для испарительной обработки стружки:

1 — буферный бункер для хранения сырой стружки; 2 — тарельчатый питатель; 3 — вибрационный конвейер, подающий стружку в сушильный барабан; 4 — вентиляторы; 5 — нагревательная камера косвенного нагрева стружки с перфорированным сводом; 6 — горелки; 7 — опорные ролики сушильного вала; 8 — электродвигатель; 9 — установочные ролики барабана; 10 — направляющая воронка; 11 — разгрузочное устройство для сухой стружки; 12 — разгрузочный сектор барабана; 13 — цепная передача; 14 — терморы; 15 — охлаждающий сектор барабана; 16 — нагревательная камера; 17 — сушильный сектор барабана; 18 — вытяжной зонт; 19 — дымовая труба; 20 — камера дожигания несгоревших масляных паров; 21 — фиксаторы верхнего и нижнего уровня стружки в буферном бункере

ботку: удаление масла и влаги. Для этой цели используют вращающиеся барабанные печи. В барабане стружка обрабатывается в три стадии: косвенный и непосредственный нагрев стружки с дистилляцией масла и испарением влаги; сушка и предварительное охлаждение сухой стружки; окончательное охлаждение и выдача ее из барабанной печи (рис. 5).

Выплавка чугуна в индукционных печах заняла прочное место в чугунолитейном производстве и продолжает непрерывно расти. Однако в США наряду с ростом выплавки чугуна в индукционных печах развивается производство чугуна и в электродуговых печах. Некоторые фирмы при больших масштабах литейного производства отдают предпочтение последним. Так, в новом чугу-

нолитейном цехе «Форд Моторс» (США) установлено шесть плавильных электродуговых печей емкостью по 50 т.

Электродуговая плавка чугуна получит еще более высокие темпы развития при широком внедрении предварительного скоростного и высокотемпературного подогрева металлических компонентов шихтовых материалов. При этом имеет в виду использовать в подогревательных печах более дешевое топливо, чем электроэнергия, например природный газ.

Основные параметры подогревательных печей, а именно, температура нагрева шихты и ее продолжительность, оказывают непосредственное влияние на степень окисления шихты.

Зарубежной практикой эксплуатации печей этого типа установлено, что наиболее интенсивно процесс окисления протекает при температуре свыше 650° С. Поэтому оптимальной температурой подогрева шихты следует считать температуру не свыше 600—650° С.

Так как окисление шихты зависит от продолжительности нагрева, то эффективность работы печей для подогрева шихты определяется интенсивностью движения газов в печи. Рекомендуется проектировать для этой цели рециркуляционные печи, в которых тепло продуктов горения отдается полнее. В печь целесообразно подавать избыток воздуха для увеличения коэффициента теплопередачи.

Продолжительность подогрева шихты, при прочих равных условиях, зависит от ее температуры. При температуре нагрева до 500° С потребное время не превышает 4 мин, нагрев до 650° С требует уже 12 мин.

Предварительный нагрев шихты уменьшает продолжительность цикла плавки и тем самым увеличивает производительность плавильных агрегатов с одновременным снижением удельного расхода электроэнергии. В результате снижаются себестоимость жидкого металла и капитальные вложения

плавильного отделения. Кроме того, предварительный нагрев шихты обеспечивает удаление загрязнений ее влагой, маслом, примесями цветных металлов и др. При нагреве шихтовых материалов до 600—700° С производительность плавильных электродуговых печей увеличивается до 25—35% при одновременном снижении удельного расхода электроэнергии примерно на 15—20%.

Предварительный подогрев шихты, как правило, осуществляется на складе шихтовых материалов.

Для транспортировки и загрузки шихты в индукционные печи рекомендуется использовать пластинчатые (подогретая шихта) и ленточные (холодная шихта) конвейеры, а также направляющие желоба. Конвейеры и желоба позволяют контролировать скорость подачи материалов в печи и исключают возможность зависания шихты, которое имеет место при загрузке бадьями. Зависание шихты часто служит причиной преждевременного разрушения футеровки индукционных печей.

Загрузка шихты в электродуговые печи большой и средней емкости осуществляется бадьями с раскрывающимся дном с помощью мостовых кранов. Малые печи загружаются, как правило, вручную. Шихтовка производится с помощью магнитных кранов.

При производстве высокопрочного чугуна получили широкое применение герметические камеры с избыточным давлением воздуха (автоклавы), предназначенные для модифицирования жидкого чугуна магнием. Модифицирование в автоклавах обеспечивает высокое усвоение магния, равномерное распределение модификатора в расплаве и стабильную сфероидизацию графита. Техническая характеристика автоклавов приведена в табл. 9.

Получают распространение встряхивающие ковши для десульфурации и гомогенизации состава жидкого чугуна. Реже эти ковши используют и для сфероидизации

9. Автоклавы для модификации чугуна

Параметры и характеристика	В.111	В.80	В.137	В.92	В.107	КМ2	
Емкость ковша, т	≤0,3	0,3—0,8	≤2,0	5—7	10—15	0,65—0,75	
Производительность камеры, т/ч	≤3,5	≤6	≤10	≤15	≤30	6	
Давление воздуха, кгс/см <sup>2</sup>	3—6	3—6	3—6	3—6	3—6	≤8	
Расход магния, % к жидкому металлу	0,15—0,20	0,18—0,20	0,20—0,25	0,20—0,25	0,20—0,25	—	
Расход флюсов (крийолита), % к жидкому металлу	0,10—0,15	0,10—0,15	0,10—0,15	0,15—0,20	0,15—0,20	—	
Длительность реакции, мин	0,8—1,2	1,0—1,5	2—3	3,5—6	6—10	—	
Длительность цикла модифицирования, мин	4—5	5—6	10—12	15—20	20—25	5—6	
Привод установки	Пневматический	Электрогидравлический				—	
	Управление камер	Ручное с пульта	Автоматическое с пульта	Ручное с пульта		—	
Габаритные размеры, мм:	длина	2500	3200	3000	6500	9000	1700
	ширина	1400	1100	3000	4000	6700	1600
	высота	1550	1600	4000	3500	4000	2820
Масса, т	3,0	4,07	11,33	15,0	37,0	6,12	



графита при обработке жидкого металла на чугун с шаровидным графитом. Конструкция этих ковшей предусматривает создание в интервале нескольких секунд чередующегося изменения направления вращения жидкого металла в ковше. Во время такого вра-

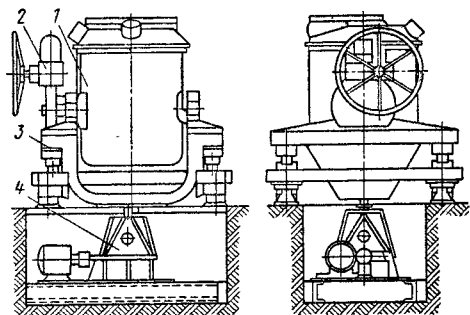


Рис. 6. Ковш для перемешивания жидкого чугуна:

1 — ковш; 2 — привод поворота ковша; 3 — вращательный механизм; 4 — электромеханический привод

щения жидкий металл и вводимые в ковш компоненты быстро и по всему объему перемешиваются, что способствует ускорению реакций между ними, обеспечивая, по зарубежным данным, обессеривание чугуна на 80—90%.

Общий вид встряхивающего ковша показан на рис. 6. Характеристика ковшей разной емкости, поставляемых ПНР, дана в табл. 10.

10. Встряхивающие ковши для десульфурации чугуна

Параметры	МСМ-2	МСМ-5	МСМ-7	МСМ-10
Номинальная емкость, т	2	5	7	10
Рабочая емкость, т	1,5—2	4—5	6—7	8—10
Мощность ковша, кВт	8	15	20	35
Время перемешивания, мин	5—7	5—7	7—10	7—10
Масса огнеупорной кладки, т	7	9,5	11,5	15,0
Количество десульфураторов на 1 операцию, кг:				
извести обожженной в порошке	20—40	60—100	90—140	120—200
карбида кальция гранулированного	6—12	16—23	24—42	32—60
Цикл скачивания шлака при обессеривании:	После каждой операции			
известью	После каждой третьей операции		После каждой второй операции	
карбидом кальция	После каждой третьей операции		После каждой второй операции	

**Стальное литье.** В фасонносталелитейном производстве в качестве плавильных агрегатов используют главным образом электрические плавильные печи, в том числе дуговые СДП и ДСН и индукционные тигельные печи повышенной частоты типа ИСТ. Технические характеристики этих печей приведены в табл. 11 и 12.

Продолжительность полного цикла плавки дуговых печей и их производительность для основного и кислотог процессов даны в табл. 13. При этом следует иметь в виду, что при плавке легированных сталей указанную производительность печей емкостью

до 6 т уменьшают на 20%, выше 6 т — на 10%. Печь типа ДС-5МТ приравнивают по мощности к печи типа ДСП-6.

Применение кислорода при плавке стали в дуговых печах позволяет повысить производительность их на 10—20% по сравнению с данными табл. 13. Использование кислорода только в окислительный период плавки увеличивает производительность печей на 10—12%, в период расплавления шихты кислород или кислород совместно с природным газом (водоохлаждаемые кислородно-газовые горелки) повышают производительность печей в пределах 7—12%.

В табл. 14 указана производительность сталеплавильных индукционных тигельных печей типа ИСТ. Печи с тиглями малой емкости (ИСТ-0,16 до ИСТ-0,4) широко применяют при производстве отливок по выплавляемым моделям.

Приведенные в табл. 14 данные относятся к выплавке стали по кислому процессу, при основном процессе производительность печи снижается на 15—20%. Указанная в табл. 14 действительная производительность печи принята в среднем 70% теоретической, учитывая время, потребное на загрузку шихты, выпуск металла из печи и подготовку тигля к плавке.

В некоторых зарубежных странах в фасонносталелитейных цехах, выпускающих тяжелые отливки, развивается кислородно-конверторный процесс (LD-процесс). Сущность этого процесса, как известно, заключается в продувке кислородом очень высо-

кой чистоты (99,5%) зеркала ванны конвертора, в результате чего происходит выгорание в регулируемых количествах химических элементов металла.

Применяют кислородные конверторы емкостью 2—20 т преимущественно в дулекс-процессе: вагранки горячего (реже холодного) дутья — кислородный конвертор. Емкость ковертора определяется из расчета 1 м<sup>3</sup> на 1 т жидкого металла.

Кислород для продувки чугуна подается в конвертор специальной трубкой с водоохлаждаемой фурмой. С помощью этой трубки корректируют количество подаваемого

## 11. Дуговые сталеплавильные печи

Параметры	ДСН-3	ДСП-6	СДП-12	ДСП-25	СДП-50
Номинальная емкость, т . . . . .	3	6	12	25	50
Мощность питающего трансформатора, кВт . . . . .	2000	4000	8000	12 500	25 000
Теоретический удельный расход электроэнергии на расплавление твердой завадки, кВт·ч/т . . . . .	500	500	470	460	440
Диаметр графитированного электрода, мм . . . . .	200	300	350	400	500
Диаметр распора электродов, мм . . . . .	700	1000	1000	1250	1600
Внутренний диаметр кожуха печи, мм . . . . .	2764	3190—	3760—	4450—	5800—
Диаметр ванны на уровне откосов, мм . . . . .	—	3500	4260	4950	6050
Глубина ванны от уровня порога, мм . . . . .	400	425	555	775	890
Высота плавильного пространства от порога до пят свода, мм . . . . .	1050	1110	1365	1500	1950
Размер рабочего окна, мм . . . . .	650×500	750×500	980×680	1000×800	1200×97
Углы, градусы:					
поворота свода в сторону желоба наклона печи в сторону желоба . . . . .	—	61	70	75	70
наклона печи в сторону завалочного окна . . . . .	—	40	45	45	45
поворота ванны от нейтрального положения в ту и другую стороны . . . . .	—	15	15	15	15
Масса металлоконструкций печи, т . . . . .	35,5	45	80	140	235
Мощность электродвигателей, кВт: механизма подъема заслонки рабочего окна . . . . .	—	1,0	—	—	—
масляного насоса . . . . .	—	10×4	10×4	10×4	10×4
механизма поворота ванны . . . . .	—	—	—	2,2	3,5

Примечания: 1. Приводы механизмов перемещения электродов, наклона печи, подъема и поворота свода выполнены гидравлическими с питанием от насосно-аккумуляторной станции.  
2. Электроды емкостью 25 и 50 т могут быть оборудованы устройствами для электромагнитного перемешивания жидкой стали.

## 12. Индукционные тигельные печи повышенной частоты для плавки стали

Параметры	ИСТ-0,06	ИСТ-0,16	ИСТ-0,25	ИСТ-0,4	ИСТ-1	ИСТ-2,5	ИСТ-6М1	ИСТ-10
Емкость тигля печи, т . . . . .	0,06	0,16	0,25	0,4	1,0	2,5	6	10
Мощность питающего агрегата: приводного электродвигателя, кВт . . . . .	70	125	290	350	630	2000	2500	2000×2
генератора повышенной частоты, кВт . . . . .	50	100	250	250	500	1500	2520	1500×2
Частота тока генератора, Гц . . . . .	2400	2400	2400	2400	1000	500	500	500
Мощность печи, кВт . . . . .	43	83	222	250	480	1456	1977	2730
Мощность конденсатора батареи, кВт . . . . .	1000	2090	4400	6160	8960	18 900	37 060	40 250
Рабочая температура металла, °С . . . . .	1600							
Мощность, необходимая для поддержания металла при рабочей температуре, кВт . . . . .	14	24	60	—	40	96	360	215
Теоретическое время расплавления и перегрева металла, ч . . . . .	1,0	1,3	0,7	1,2	1,1	1,0	1,7	2,0
Теоретическая удельная производительность по расплавлению и перегреву, т/ч . . . . .	0,06	0,12	0,35	0,36	0,8	2,5	3,5	5,0
Теоретический удельный расход электроэнергии на расплавление и перегрев металла, кВт·ч/т . . . . .	1000	900	820	890	705	655	635	640
Масса металлоконструкций печи, т . . . . .	0,27	0,3	2,9	3,2	4,0	10,5	15,0	29,4
Общая масса печи с тиглем и расплавленным металлом, т . . . . .	0,5	0,75	—	—	6,5	15,4	25,0	46,0

## 13. Производительность электрических дуговых сталеплавильных печей

Параметры	ДСН-0,5	ДСН-1,5	ДСН-3	ДСП-6	ДСП-12	ДСП-25	ДСП-50
Продолжительность полного цикла плавки, ч:							
основного процесса . . . . .	1,8	2,1	2,5	3,2	4,0	5,2	6,3
кислого процесса . . . . .	1,5	1,7	1,9	2,3	—	—	—
Годовая производительность, т при числе смен:							
основной процесс:							
1 . . . . .	550	1400	—	—	—	—	—
2 . . . . .	1100	2800	4700	7 300	—	—	—
3 . . . . .	—	—	7000	10 900	17 300	27 800	60 500
кислый процесс:							
1 . . . . .	660	1800	—	—	—	—	—
2 . . . . .	1300	3400	6200	10 200	—	—	—
3 . . . . .	—	—	9200	15 900	—	—	—

## 14. Производительность индукционных тигельных печей повышенной частоты для плавки стали

Параметры	ИСТ-0,06	ИСТ-0,16	ИСТ-0,4	ИСТ-1	ИСТ-2,5	ИСТ-6М1	ИСТ-10
Действительная производительность печи, т/ч . . . . .	0,05	0,10	0,26	0,57	1,75	3,0	3,5
Продолжительность полного цикла плавки, ч	1,2	1,55	1,56	1,76	1,43	2,0	2,86
Годовая производительность печи, т (кислый процесс) при числе смен:							
1 . . . . .	100	200	510	1125	3475	—	—
2 . . . . .	195	400	1000	2210	6810	11 600	13 500
3 . . . . .	—	—	—	—	—	17 200	20 000

## 15. Индукционные печи промышленной частоты для плавки алюминия и его сплавов

Параметры	ИАТ-0,4	ИАТ-1,0	ИАТ-2,5	ИАТ-6М
Емкость тигля, т . . . . .	0,4	1,0	2,5	6,0
Мощность питающего трансформатора, кВА	180	400	1300	1300
Мощность печи, кВт . . . . .	158	321	765	1030
Рабочая температура металла, °С . . . . .	750			
Теоретическое время расплавления и перегрева, ч . . . . .	1,7	1,8	1,9	3,0
Теоретическая производительность по расплавлению и перегреву, т/ч . . . . .	0,2	0,6	1,3	2,0
Теоретический удельный расход электроэнергии на расплавление и перегрев, кВт·ч/т . . . . .	725	610	578	557
Мощность холостого хода (поддержание расплавленного металла в жидком состоянии), кВт	40	70	120	147
Масса металлоконструкции печи, т . . . . .	4,2	10,5	19,4	21,6
Общая масса печи с расплавленным металлом, т . . . . .	6,2	14,0	24,5	39,6
Тип питающего трансформатора . . . . .	АНО-10В3	ЭОМНК-1000/10 6 и 10	ЭОМН-1500/10	
Напряжение высокой стороны, кВ . . . . .	0,380		6 и 10	

кислорода в фурму в различные стадии продувки металла.

По данным зарубежных фирм, заводская себестоимость 1 т жидкой стали, выплавляемой в кислородном конвертере, в ~1,5 раза ниже себестоимости электростали.

**Цветное литье.** В действующих цехах цветного литья наряду с электрическими плавильными печами широко используют топливные (газовые и мазутные) тигельные и отражательные печи поворотного и стационарного типа.

При проектировании новых цехов цветного литья предпочтение отдается электри-

ческим плавильным печам, особенно индукционным тигельного и канального типа промышленной частоты (рис. 7, 8). Печи этого типа применяют для плавки алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов и сплавов на медной основе. Технические характеристики плавильных индукционных тигельных и канальных печей и их производительность приведены в табл. 15—21.

Действительная производительность индукционных плавильных печей принята в среднем 70% теоретической, учитывая время, потребное на загрузку шихты, вы-

16. Производительность индукционных печей промышленной частоты для плавки алюминия и его сплавов

Параметры	ИАТ-04	ИАТ-1,0	ИАТ-2,5	ИАТ-6М	ИАК-0,4	ИАК-1,0	ИАК-6
Действительная производительность печи, т/ч	0,16	0,4	0,9	1,4	0,17	0,36	1,2
Продолжительность полного цикла плавки, ч	2,44	2,35	2,71	4,28	2,35	2,75	5,04
Годовая производительность печи, т, при числе смен:							
1	330	795	1850	2815	340	730	3290
2	640	1550	3620	5480	670	1425	4660
3	960	2310	5400	8180	990	2125	6950

17. Индукционные тигельные печи промышленной частоты для плавки магниевых сплавов

Параметры	ИГТ-0,25	ИГТ-0,6	ИГТ-1,6	ИГТ-4
Емкость тигля, т	0,25	0,6	1,6	4
Мощность питающего трансформатора, кВА	—	—	1300	1300
Мощность печи, кВт	100	250	560	1000
Рабочая температура металла, °С	750			
Теоретическая производительность по расплавлению и перегреву, т/ч	0,15	0,4	1,4	2,5
Теоретический удельный расход электроэнергии на расплавление и перегрев кВт·ч/т	—	—	400	395
Мощность холостого хода (поддержание расплавленного металла в жидком состоянии), кВт	—	—	93	150
Масса металлоконструкции печи, т	—	—	17	27
Общая масса печи с расплавленным металлом, т	—	—	23	38
Тип питающего трансформатора	—	—	ЭОМН-1500/10	
Напряжение высокой стороны, кВ	—	—	6 и 10	

18. Производительность индукционных печей промышленной частоты для плавки магниевых сплавов

Параметры	ИГТ-0,25	ИГТ-0,6	ИГТ-1,6
Действительная производительность печи, т/ч	0,11	0,28	0,98
Продолжительность полного цикла плавки, ч	2,38	2,14	1,53
Годовая производительность печи (т) при числе смен:			
1	210	565	1970
2	410	1100	3840
3	615	1635	5725

пуск металла из печей и подготовку печей к плавке.

При частой смене марок алюминиевых сплавов, периодической работе плавильных печей, а также при использовании в качестве шихты вторичного алюминия в качестве содержащим стружки, вызывающей интенсивное зарастание плавильных каналов, рекомендуется принимать к установке печи тигельного типа (ИАТ).

Тигельные печи для плавки магния (ИГТ) имеют стальной тигель. Вследствие этого нагрев и расплавление шихты происходят не только благодаря выделению мощности в самом расплавленном металле, но и передаче тепла от стального тигля, в котором индуктируется ток.

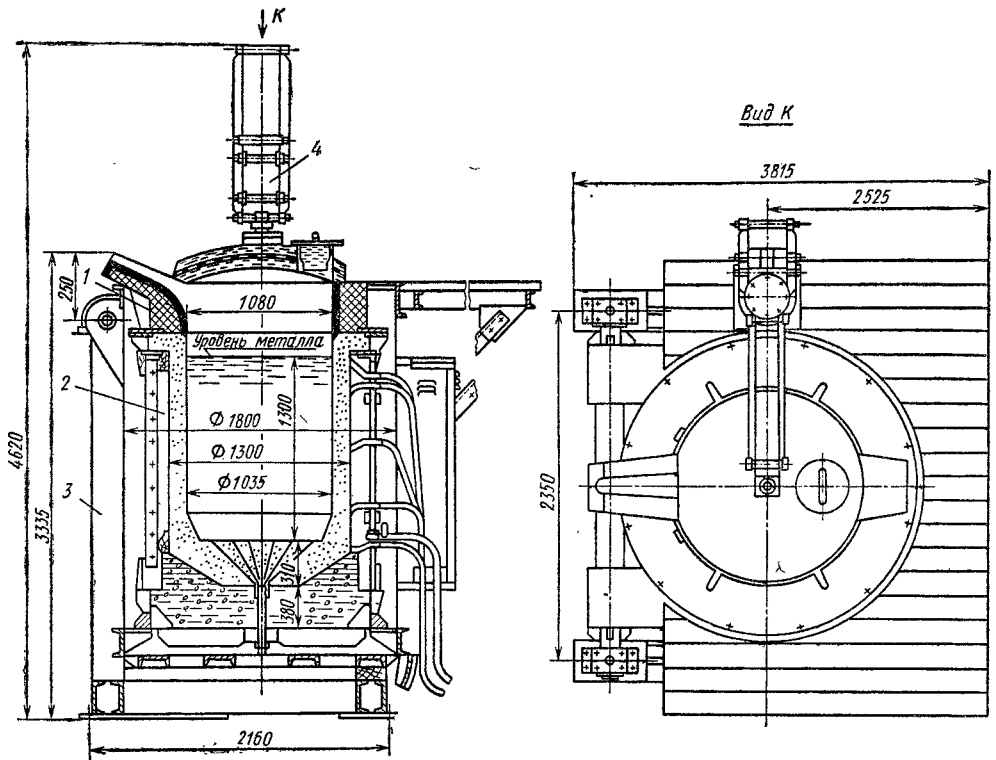


Рис. 7. Индукционная тигельная электропечь ИАТ-2;5:

1 — кожух; 2 — установка индуктора; 3 — рама; 4 — крышка с механизмом подъема

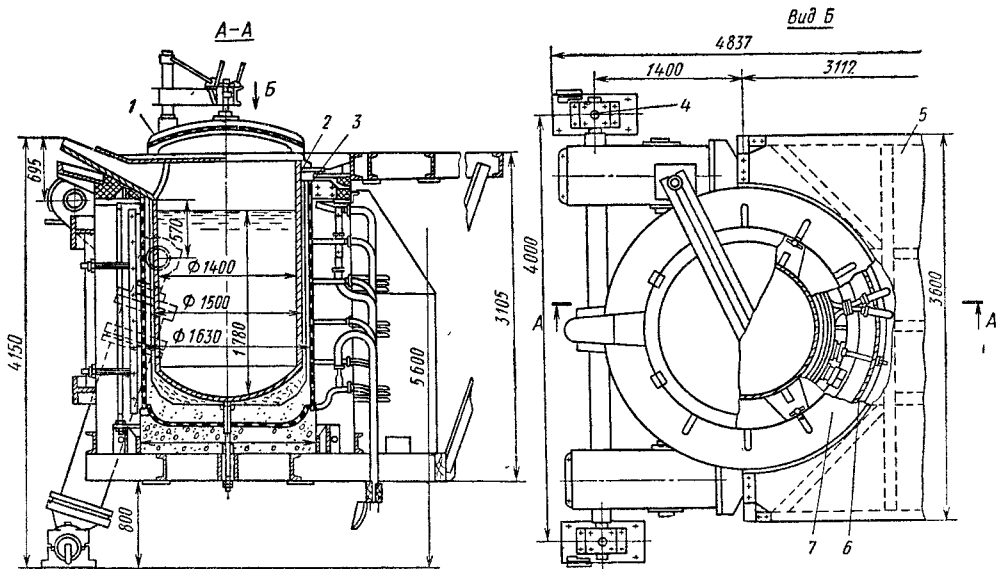


Рис. 8. Индукционная тигельная электропечь ИГТ-4:

1 — крышка с механизмом поворота; 2 — стальной тигель; 3 — установка индуктора; 4 — под-  
шипник; 5 — рабочая площадка; 6 — магнитопровод; 7 — каркас

19. Индукционные тигельные печи промышленной частоты для плавки сплавов на медной основе

Параметры	ИЛТ-1М	ИЛТ-2,5	ИЛТ-10	ИЛТ-25
Емкость тигля, т . . . . .		2,5	10	25
Мощность питающего трансформатора, кВА . . . . .	400	1300	1300	6300
Мощность печи, кВт . . . . .	308	720	1180	2910
Рабочая температура металла, °С	1200			
Теоретическое время расплавления и перегрева, ч . . . . .	1,17	1,23	2,68	2,9
Теоретическая производительность по расплавлению и перегреву, т/ч . . . . .	0,85	2,0	3,0	9,4
Теоретический удельный расход электроэнергии на расплавление и перегрев, кВт·ч/т . . . . .	382	355	348	336
Мощность холостого хода (поддержание расплавленного металла в жидком состоянии), кВт . . . . .	67	100	240	212
Масса металлоконструкций печи, т . . . . .	4,2	10,5	31	42
Общая масса печи с расплавленным металлом, т . . . . .	6,7	15,5	47	87
Тип питающего трансформатора	ЭОМНК-1000/10	ЭОМН-1500/10	ЭОМН-3500/10	ЭОМН-7000/10
Напряжение высокой стороны, кВ	6 и 10	6 и 10	6 и 10	—

20. Индукционные канальные печи промышленной частоты для плавки сплавов на медной основе

Параметры	ИЛК-0,6	ИЛК-1,6	ИЛК-2,5	ИЛК-6	ИЛК-16
Емкость печи, т:					
полезная . . . . .	0,6	1,6	2,5	6	16
общая . . . . .	0,9	2,6	4,5	9	21
Мощность питающего трансформатора, кВА . . . . .	400	1000	1000	1000	400×6=2400
Рабочая температура, °С . . . . .	1200—1400				
Продолжительность плавки, мин	34	24	50	60	90
Удельный расход электроэнергии на расплавление и перегрев, кВт·ч/т:					
латунь и бронзы . . . . .	210—300				
медноникелевые сплавы . . . . .	310—400				
никелевые сплавы . . . . .	600				
Мощность холостого хода (поддержание расплавленного металла в жидком состоянии), кВт . . . . .	25	55	80	100	200
Примечание. Продолжительность плавки дана для сплава Л63 при круглосуточной работе печи.					

21. Производительность индукционных печей промышленной частоты для плавки сплавов на медной основе

Параметры	ИЛТ-1	ИЛТ-2,5	ИЛК-0,6	ИЛК-1,6	ИЛК-2,5	ИЛК-6
Действительная производительность печи, т/ч . . . . .	0,82	0,86	0,88	2,66	2,48	4,75
Продолжительность цикла плавки, ч	1,2	2,9	0,7	0,6	1,0	1,26
Годовая производительность печи (т) при числе смен:						
1 . . . . .	1460	1530	1560	4 720	4 400	8 430
2 . . . . .	2880	3020	3090	9 340	8 700	16 670
3 . . . . .	4230	4440	4540	13 730	12 800	24 510

22. Дуговые печи для плавки сплавов на медной основе

Параметры	ДМБ-0,25	ДМБ-0,5	ДМБ-1
Емкость печи, т	0,25	0,5	1,0
Мощность питающего трансформатора, кВт	250	400	400
Продолжительность плавки, мин.			
оловянные бронзы	35—45	40—50	60
латуни	27—35	30—40	40—50
Расход электроэнергии на плавку, кВт·ч/т			
оловянные бронзы	300—360	250—320	230—290
латуни	250—270	200—240	190—230
Диаметр электрода, мм	100	125	100
Внутренние размеры печи, мм			
диаметр	550	600	800
длина	680	870	1140
Габаритные размеры печи, м	2,56 × 1,74 × 1,82	2,86 × 2,08 × 1,75	4,52 × 1,8 × 1,62
Стоимость футеровки (число плавок)	400	500	500

Ввиду высокой активности магния шихта, загружаемая в печь, должна быть абсолютной сухой и свободной от каких-либо загрязнений, особенно калия, натрия и кальция, снижающих коррозионную стойкость готового сплава. Поэтому шихта должна храниться в сухом и теплом помещении, исключаящем ее загрязнения.

В действующих цехах цветного литья для электроплавки латунных и бронзовых сплавов в основном установлены дуговые печи типа ДМБ, техническая характеристика которых приведена в табл. 22, а для алюми-

ниевых и цинковых сплавов — печи сопротивления типа САТ, САК и САН (табл. 23).

При проектировании реконструкции этих цехов следует иметь в виду, что в дуговых печах ДМБ наибольшее количество тепла передается тому участку металла и футеровки, который наиболее близко расположен к вольтовой дуге. Это вызывает высокий местный перегрев металла, а значит, повышенный его угар, газонасыщение и износ футеровки. Печи сопротивления в основном предназначены для плавки или поддержания в расплавленном состоянии алюминиевых сплавов. Основной недостаток их — малая стойкость никромовых или хромалевых нагревательных элементов.

Индукционные каналные и тигельные печи являются более прогрессивным оборудованием для получения цветных сплавов по сравнению с дуговыми печами и печами сопротивления и рекомендуются к установке при проектировании новых и реконструируемых цехов с высокими требованиями к качеству металла.

#### Баланс металла и потребное количество плавильных печей

При расчете оборудования плавильных отделений прежде всего составляется баланс металла (форма 1) с учетом распределения отливок по отдельным участкам и поточным линиям. При отсутствии детальной технологии для составления баланса рекомендуется пользоваться удельными (ориентировочными) показателями выхода годного, угара и потерь в процентах от металлической завадки (табл. 24).

23. Печи сопротивления для плавки и выдержки алюминиевых и цинковых сплавов

Тип	Емкость, кг		Мощность питающего трансформатора, кВА	Расход электроэнергии на плавку, кВт·ч/т
	алюминиевые сплавы	цинковые сплавы		
САТ 0,15А	150	400	40	200
САТ 0,25А	250	650	60	
САТ 0,5А	500	1300	80	180
САТ 0,15Б	150	400	40	200
САТ 0,25Б	250	650	60	
САТ 0,5Б	500	1300	80	180
САТ 0,15В	150	400	30	200
САТ 0,25В	250	650	40	
САК 0,15	150	400	40	180
САК 0,25	250	650	80	
САН 0,3	300	800	90	180
САН 0,5	500	1300	120	
САН 1,5	1000	2600	180	180
САН 1,5	1500	3900	240	
САН 2,0	2000	5200	300	180
САН 3,0	3000	7900	400	

Баланс металла

ФОРМА 1

Участки и поточные линии цеха	Годные отливки		Литники, слив и брак		Жидкий металл		Угар и потери		Металлическая завадка		
	%	т/год	%	т/год	%	т/год	%	т/год	%	т/год	т/ч

24. Ориентировочный выход годного, угар и потери в процентах от металлической шихты при плавке металлов

Сплав	Плавильные агрегаты	Выход годного	Угар и потери
<i>Мелкие отливки</i>			
Серый чугун	ИЧТ-ИЧТМ (ИЧКМ)	50—60	4—5
Ковкий чугун	ИЧТ-ИЧТМ (ИЧКМ)	45—50	5—6
Сталь	ИСТ, ДСП	40—50	6—7
Чугун с шаровидным графитом	ИЧТ-ИЧТМ (ИЧКМ)	35—45	6—7
<i>Средние и крупные отливки</i>			
Серый чугун	ВГД*	60—70	5—7
	ВГД-ИЧТМ (ИЧКМ)		5—6
Ковкий чугун	ИЧТ-ИЧТМ (ИЧКМ)	50—60	4—5
	ДСП-ИЧТМ (ИЧКМ, ДСП)		
Чугун с шаровидным графитом	ИЧТ-ИЧТМ (ИЧКМ)	45—55	5—6
	ИЧТ-ДСП (ДЧМ**)		
Сталь	СДП	50—60	

*Крупные, тяжелые и особо тяжелые отливки*

Серый чугун	ВГД	65—75	5—6
	ВГД-ИЧТМ (ИЧКМ)		
Чугун с шаровидным графитом	ИЧТ-ИЧТМ (ИЧКМ)	50—60	5—6
	ДСП-ИЧТМ (ИЧКМ, ДСП)		
Сталь	ДСП	55—65	

\* ВГД — вагранки горячего дутья.  
\*\* ДЧМ — с применением основной футеровки.

**Примечание.** Деление отливок по массе примерно соответствует следующему.  
*Мелкие отливки.* Детали измерительных приборов, счетно-аналитических и пишущих машин, радио- и электроаппаратуры, фитинги, мелкие детали тормозов, автомобилей, тракторов, текстильных, сельскохозяйственных, швейных и других машин.

*Средние и крупные отливки.* Детали автомобилей, тракторов, текстильных и сельскохозяйственных и других машин, железнодорожных вагонов, прицепов и других транспортных средств.

*Крупные, тяжелые и особо тяжелые отливки.* Детали компрессоров, дизелей, насосов, станков, тепловозов, кранов, строительных машин, гидротурбин, машин химического производства, кузнечно-прессового оборудования, тяжелого оборудования заводов черных и цветных сплавов и других

Для расчета количества и часовой производительности вагранок рекомендуется форма 2, а электрических плавильных печей — форма 3. При расчете часовой произ-

Расчет вагранок

ФОРМА 2

Участки и точные линии цеха	Марка металла	Металлическая завалка, т/ч	Принятые вагранки	
			Производительность, т/ч	Количество пар

Расчет электропечей

ФОРМА 3

Участки и поточные линии цеха	Марка металла	Потребное количество жидкого металла	Тип печи	Емкость печи, т	Продолжительность цикла плавки, ч	Среднесовокупная производительность, т/ч	Количество электропечей	
							потребное	принятое
								Коэффициент загрузки печи $K_3$

водительности плавильных печей учитывают коэффициент неравномерности загрузки оборудования ( $K_H$ ). Для вагранок и электропечей значение  $K_H$  определяется характером производства цеха. При индивидуальном и мелкосерийном производствах  $K_H$  принимают 1,2—1,4; при серийном  $K_H = 1,1 \div 1,3$ ; при крупносерийном и массовом  $K_H = 1,0 \div 1,2$ .

Коэффициент загрузки  $K_3$  принятого к установке основного оборудования плавильных отделений (вагранок и электрических плавильных печей) должен быть в пределах 0,7—0,85, но не превышать коэффициента загрузки формовочного оборудования. Для укрупненного расчета потребного количества электрических плавильных печей можно пользоваться их годовой производительностью, указанной в табл. 7, 13, 14, 16, 18 и 21.

При пользовании ориентировочными показателями табл. 24 необходимо учитывать не только номенклатуру изделий, вид и марки сплава, но и тип плавильного агрегата и, главное, принятую технологию. Так, например, выход годных автотракторных поршневых колец, отливаемых индивидуально в песчаные формы, составляет около 27% металлической завалки. Поршневые кольца судовых двигателей, при той же технологии изготовления, имеют выход годных, близких к 50%. Использование для судовых колец центробежного метода отливки маслота увеличивает выход годных, в зависимости от размеров колец, до 70—85%.



### Удельный расход топлива, основных и вспомогательных материалов

Удельный расход технологической электроэнергии, электродов для плавки и выдержки сплавов в электропечах и раздаточных миксерах и воды на их охлаждение указан в табл. 25. Ориентировочный удельный

#### 25. Удельный расход технологической электроэнергии, электродов и воды в электрических плавильных и раздаточных печах при плавке черных сплавов

Тип печи	Расход на 1 т жидкого металла		Расход воды, м <sup>3</sup> /ч
	электроэнергия, кВт	электродов графитированных, кг	
<b>Чугунное литье</b>			
ИЧТ-1	650—700	—	5
ИЧТ-2,5			10
ИЧТ-6			15
ИЧТ-10			30
ИЧТ-16			40
ИЧТ-25	600—650	—	50
ИЧТМ-1М			5
ИЧТМ-2,5			6
ИЧТМ-6			8
ИЧТМ-10			10
ИЧТМ-16	60—80	—	13
ДЧМ-3			10
ДЧМ-10			15
<b>Стальное литье</b>			
<i>Основной процесс</i>			
ДСН-3	850—900	19—21	10
ДСП-6	800—850	18—20	20
ДСП-12	750—800	17—19	30
ДСП-25		16—18	35
ДСП-50		15—17	40
<i>Кислый процесс</i>			
ДСН-3	700—750	16—18	10
ДСП-6	650—700	15—17	20
ДСП-12			30

Примечания 1. Удельные расходы электроэнергии и воды по печам типа ИСТ см. гл. 3.

2. Расход электроэнергии и электродов не учитывает предварительный скоростной нагрев шихты

расход металлической шихты, флюсов, огнеупорных материалов и топлива для плавки черных сплавов следующий.

#### Серый чугун Вагранка горячего дутья Металлическая шихта (кг/т металлической шихты)

Чушковый литейный чугун . . . . .	300—350
Лом чугунный . . . . .	250—300
» стальной . . . . .	100—150
Возвраты собственного производства . . . . .	Из баланса металла

Чугун зеркальный . . . . .	25—30
Ферросилиций доменный . . . . .	15—20
Флюсы, известняк . . . . .	30—40
Добавки (ферросилиций 75%-ный, хромосодержащие материалы, ферромolibден, никель гранулированный и другие (кг/т жидкого металла) . . . . .	3—5

#### Огнеупорные материалы (кг/т жидкого металла)

Кирпич шамотный . . . . .	20—25
Глина огнеупорная . . . . .	6—7
Песок кварцевый . . . . .	4—5
Порошок шамотный . . . . .	4—5

#### Топливо

Кокс для плавки чугуна (процентом металлической шихты) . . . . .	10—12
Природный газ (м <sup>3</sup> /т жидкого металла, теплотворная способность газа 8000 ккал/м <sup>3</sup> при нормальных условиях): радиационно-конвективный рекуператор для подогрева воздуха . . . . .	20—30
стенды для сушки и подогрева ковшей . . . . .	5—10

#### Дуплекс-процесс: индукционная тигельная — индукционная тигельная электропечи

#### Металлическая шихта (кг/т металлической шихты)

Лом чугунный . . . . .	150—200
» стальной . . . . .	100—150
Стружка . . . . .	300—400
Возвраты собственного производства . . . . .	Из баланса металла
Ферросилиций . . . . .	25—35
Ферромарганец . . . . .	5—7
Феррохром . . . . .	2—3

#### Добавки (кг/т жидкого металла)

Электродный бой . . . . .	13—16
Ферросилиций 75%-ный . . . . .	3—5
Жидкое стекло . . . . .	0,6—1,0

#### Огнеупорные материалы (кг/т жидкого металла)

Кварц молотый . . . . .	30—40
Борная кислота . . . . .	1,0—1,5
Кирпич шамотный . . . . .	20—30
Глина огнеупорная . . . . .	14—18
Асбестовый лист . . . . .	0,5—1,0

#### Топливо

Электроэнергия на плавку, доводку и подогрев металла . . . . .	См. табл. 25
Природный газ * Подогрев металлической шихты (м <sup>3</sup> /т металлической шихты) . . . . .	30—50
Стенды для сушки и подогрева ковшей (м <sup>3</sup> /т жидкого металла) . . . . .	5—10

#### Ковкий чугун

#### Дуплекс-процесс: индукционная тигельная — индукционная канальная электропечи

#### Металлическая шихта (кг/т металлической шихты)

Лом чугунный . . . . .	100—150
» стальной . . . . .	400—500
Стальные пакеты . . . . .	50—100
Возвраты собственного производства . . . . .	Из баланса металла

\* Теплотворную способность см. выше.

Ферросилиций . . . . .	15—25
Ферромарганец . . . . .	25—30
Феррохром . . . . .	2=3

подогрев металлической шихты (м <sup>3</sup> /т металлической шихты) . . . . .	30—50
--	-------

*Добавки*  
(кг/т жидкого металла)

Электродный бой . . . . .	15—20
Алюминий . . . . .	0,2—0,3
Жидкое стекло . . . . .	0,6—1,0

*Огнеупорные материалы*

Кварц молотый . . . . .	25—30
Борная кислота . . . . .	0,7—1,0
Высокоглиноземистые огнеупоры . . . . .	0,8—1,2
Кирпич шамотный . . . . .	20—30
Глина огнеупорная . . . . .	14—18
Асбестовый лист . . . . .	0,5—1,0

*Топливо*

Электроэнергия на плавку, доводку и подогрев металла . . . . . См. табл. 25

Природный газ *:	
подогрев металлической шихты (м <sup>3</sup> /т металлической шихты) . . . . .	30—50
стенды для сушки и подогрева ковшей (м <sup>3</sup> /т жидкого металла) . . . . .	5—10

**Чугун с шаровидным графитом**

Дуплекс-процесс:  
индукционная тигельная —  
дуговая электропечи  
(основная футеровка) \*1

*Металлическая шихта*  
(кг/т металлической шихты)

Стальной лом . . . . .	200—300
Чугунная стружка . . . . .	100—150
Чушковый чурун . . . . .	100—150
Возвраты собственного производства . . . . .	Из баланса металла
Ферросилиций . . . . .	15—20
Ферромарганец . . . . .	6—8
Феррохром . . . . .	1—1,5

*Флюсующие и науглероживающие материалы*  
(кг/т жидкого металла)

Известь . . . . .	25—30
Плавленый шпат . . . . .	3—5
Древесный уголь . . . . .	2—3
Графитированный коксик . . . . .	4—6

*Модифицирующие материалы*  
(кг/т жидкого металла)

Ферросилиций 75%-ный . . . . .	4—5
Металлический магний . . . . .	1,5—2,5
Криолит . . . . .	0,2—0,3

*Огнеупорные материалы*  
(кг/т жидкого металла)

Молотый кварц . . . . .	25—30
Кварцевый песок и маршалит **	30—40
Борная кислота . . . . .	0,7—1,0
Шамотный кирпич . . . . .	25—30
Динасовый кирпич . . . . .	4—5
Магнезитовый кирпич . . . . .	4—5
Лещадка . . . . .	5—6
Магнезитовый порошок . . . . .	20—25

*Топливо*

Электроэнергия на плавку, доводку и подогрев металла . . . . . См. табл. 25

Природный газ *:	
стенды для сушки и подогрева ковшей (м <sup>3</sup> /т жидкого металла) . . . . .	5—10

**Стальное литье**

Дуговая электропечь  
типа ДСП. Основной процесс

*Металлическая шихта*  
(кг/т металлической шихты)

Лом стальной . . . . .	600—700
Возвраты собственного производства . . . . .	Из баланса металла
Чушковый предельный чурун . . . . .	80—90
Ферромарганец доменный . . . . .	8—10
Ферросилиций 45%-ный . . . . .	8—10
Добавки и раскислители в ковш (алюминий, силикомарганец, силикокалий и другие) (кг/т жидкого металла) . . . . .	2—3

*Флюсующие материалы*  
(кг/т жидкого металла)

Руда железная . . . . .	30—43
> марганцовая . . . . .	4—6
Известь . . . . .	90—110
Плавленый шпат . . . . .	4—6

*Огнеупорные и заправочные материалы*  
(кг/т жидкого металла)

Кирпич шамотный . . . . .	30—35
> динасовый . . . . .	7—9
> магнезитовый . . . . .	9—11
> хромомагнезитовый . . . . .	9—11
Порошок магнезитовый . . . . .	20—30
Доломит обожженный . . . . .	9—11
Порошок шамотный . . . . .	4—6
Глина огнеупорная . . . . .	9—11
Песок кварцевый . . . . .	0,5—1,5
Асбест листовой . . . . .	0,5—1,0

*Топливо*

Электроэнергия на плавку . . . . . См. табл. 25

Природный газ:	
стенды для сушки и подогрева ковшей и печи для прокалики руды (м <sup>3</sup> /т жидкого металла) . . . . .	10—15
устройства для подогрева шихты (м <sup>3</sup> /т металлической шихты) . . . . .	30—50

Дуговая электропечь ДСП.  
Кислый процесс

*Металлическая шихта*  
(кг/т металлической шихты)

Лом стальной . . . . .	650—700
Возвраты собственного производства . . . . .	Из баланса металла
Ферромарганец доменный . . . . .	15—20
Ферросилиций 45%-ный . . . . .	8—10
Добавки и раскислители (алюминий и др.) . . . . .	2—3

*Флюсующие материалы*  
(кг/т жидкого металла)

Кварцевый песок . . . . .	25—30
Руда железная . . . . .	25—30
Известь . . . . .	20—25

*Огнеупорные и заправочные материалы*  
(кг/т жидкого металла)

Кирпич шамотный . . . . .	25—30
> динасовый . . . . .	15—20
Порошок динасовый . . . . .	10—15
Глина огнеупорная . . . . .	8—10
Кварцевый песок . . . . .	2—3
Шамот молотый . . . . .	10—15
Асбест листовой . . . . .	0,5—1,0

\* Теплотворную способность см. выше.  
\*1 Производство автомобильных коленчатых валов.  
\*\* Вместо молотого кварца.

## Топливо

Электроэнергия на плавку . . . . См. табл. 25

Природный газ:

стенды для сушки и подогрева ковшей и печи для прокатки руды (м <sup>3</sup> /т жидкого металла) . . . . .	10—15
устройства для подогрева шихты (м <sup>3</sup> /т металлической шихты) . . . . .	30—50

Удельный расход материалов по печам типа ИСТ приведен в гл. 3.

Данные удельного расхода материалов уточняют и приводят в соответствие с принятыми технологическими процессами плавки и типами плавильных агрегатов. Например, при получении высококачественных автомобильных гильз из синтетического чугуна, шихта которого состоит только из стружки, количество науглероживающих, флюсующих и легирующих материалов будет резко отличаться от приведенного выше.

### Основные параметры зданий, транспортные средства, схемы установок плавильного оборудования

Рекомендуемые ниже объемно-строительные параметры зданий плавильных отделений приведены для одноэтажных и двухэтажных литейных цехов. В таблицах даны минимально необходимые размеры плавильных пролетов, которые могут быть скорректированы с учетом объемно-строительного решения

здания литейного цеха в целом. Кроме того, при разработке рабочих чертежей некоторые параметры здания уточняют, что связано главным образом с изменением габаритных размеров и конструкций приобретаемого плавильного и транспортного оборудования в сравнении с ранее выпускаемым.

Ширину плавильных пролетов принимают 18, 24, 30 и 36 м. Последние две цифры относятся к пролетам, оснащенным высокопроизводительным оборудованием для дуплекс-процесса. Рекомендуются следующие отметки пола второго этажа: 7,2; 7,8 и 8,4 м. Сетка колонн на первом этаже двухэтажных плавильных пролетов зависит от их ширины и должна быть равной 6×9, 6×12, 12×12 м и, как исключение, 6×15 м; по второму этажу — соответственно 12×24, 12×30 и 6×36 м. По технологическим соображениям желательно иметь наибольший шаг колонн. Однако в этом случае резко повышаются нагрузка и стоимость конструкций перекрытий второго этажа. Поэтому окончательное решение о шаге колонн здания литейного цеха принимают технологи совместно со строителями.

Размеры ваграночных пролетов (табл. 26 и рис. 9) позволяют устанавливать вагранки горячего дутья с диаметром шахты до 2100 мм (производительность до 30 т/ч). Эти вагранки оборудованы системой очистки ваграночных газов и отдельно стоящими или встроенными рекуператорами. В табл. 27 и на рис. 10

26. Размеры ваграночных пролетов (рис. 9)  
Размеры в м

Внутренний диаметр шахты вагранки, мм	Минимальное расстояние между осями вагранок, м	$B_1$	$B$	$t$	$h$	$H_1$	$H_2$
850	6	12	18; 24	6; 12	7,2	14,4	7,8; 8,4
1100	6; 9				7,2; 7,8; 8,4		
1350	9; 12	12; 18 18	24; 30	12	7,8; 8,4	19,8; 21,6 21,6	8,4; 9,0 10,2; 10,8
1700					8,4		
2100					8,4		

Обозначения:  $t$  — шаг колонн.

27. Размеры плавильных пролетов, оборудованных индукционными тигельными печами типа ИЧТ (рис. 10)  
Размеры в м

Емкость тигля, т	$h_1$	$B$	$t$	$h$	$H_1$	$H_2$ (min)
1	1,5	24	6; 12	7,8	10,8	8,15
2,5						
6	1,5; 2,5	24; 30	6; 12	7,8; 8,4	12,6; 14,4	9,65; 11,45
10						
16						
25	2,5	24; 30	6; 12	7,8; 8,4	16,2	12,65
40						

Обозначения:  $t$  — шаг колонн.

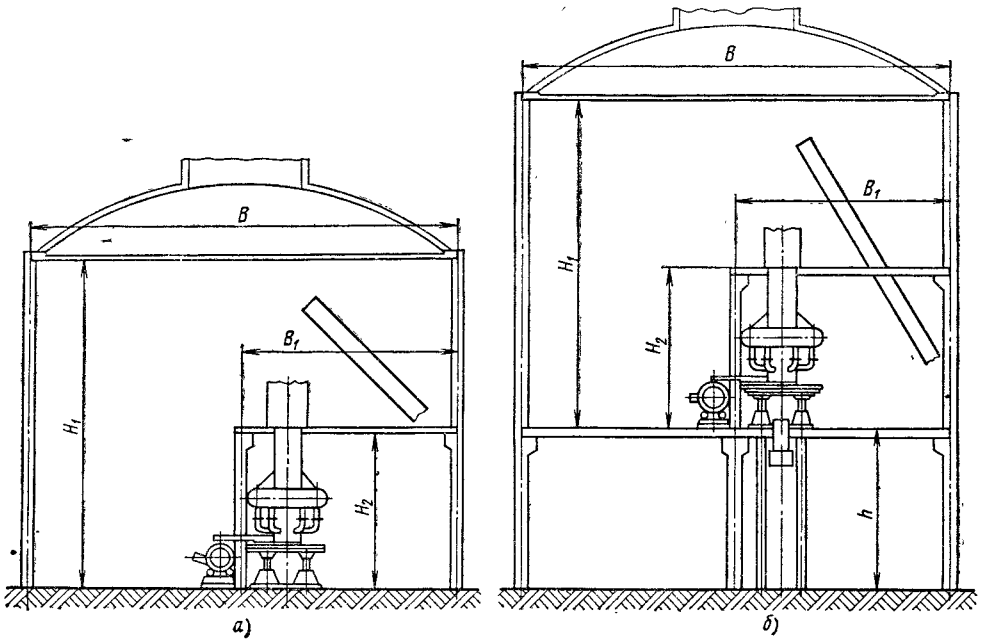


Рис. 9. Размеры ваграночных пролетов:  
а — одноэтажных; б — двухэтажных

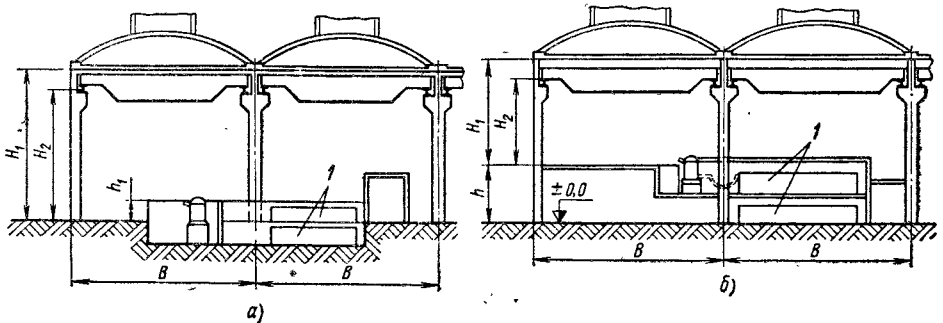


Рис. 10. Размеры плавильных пролетов, оборудованных индукционными тигельными печами типа ИЧТ:  
а — одноэтажных; б — двухэтажных; 1 — конденсаторы

28. Размеры плавильных пролетов, оборудованных вагранками и индукционными канальными миксерами типа ИЧКМ; дуплекс-процесс (рис. 11)  
Размеры в м

Внутренний диаметр шахты вагранки, мм	Емкость миксера, т	L	B	B <sub>1</sub>	t	h	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>
850	6; 10	6	18; 24	8	6; 12	7,8; 8,4	14,4	7,8
1100	16; 25		24					8,4
1350	25	6; 12	24; 30	10	12	8,4	16,2	9,0
1700	40	12	30; 36				19,8; 21,6	10,2
2100	60			21,6	10,2			

Обозначения: L — минимальное расстояние между осями вагранок; t — шар колонн.

приведены размеры плавильных пролетов, оборудованных для плавки чугуна индукционными тигельными печами типа ИЧТ емкостью 1—40 т.

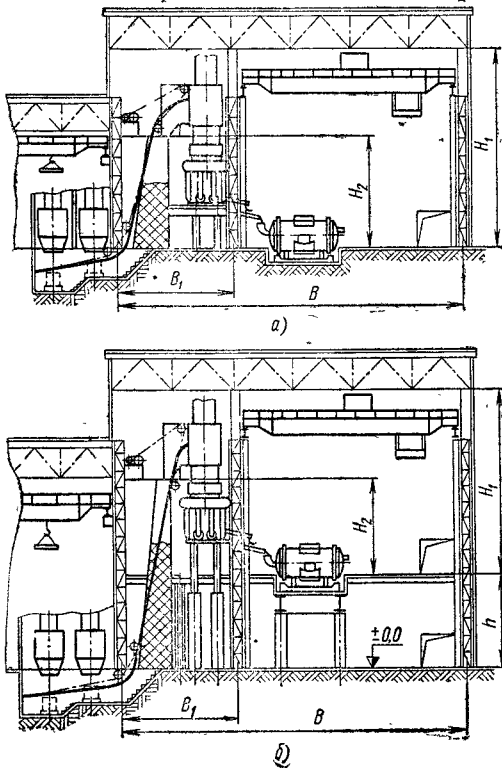


Рис. 11. Размеры плавильных пролетов, оборудованных вагранками и индукционными канальными миксерами типа ИЧКМ; дуплекс-процесс:

*a* — одноэтажных; *b* — двухэтажных

Строительные параметры плавильных пролетов, оснащенных оборудованием для плавки чугуна дуплекс-процессом, даны в табл. 28—30 и на рис. 11—14.

Электромиксеры рекомендуется располагать рядом с плавильными печами, обеспечивая непосредственную подачу жидкого чугуна из печей в миксеры по желобам

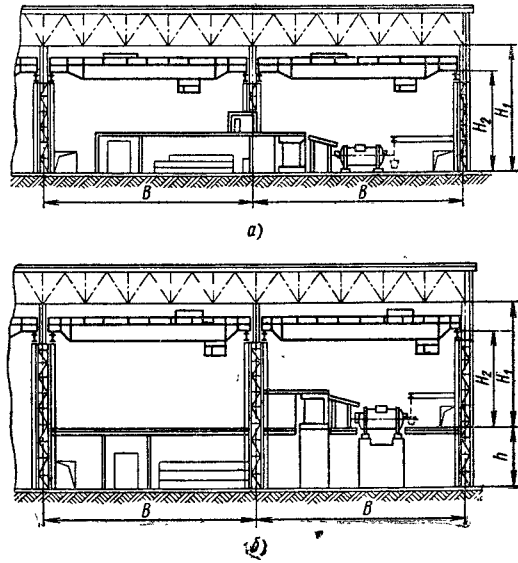


Рис. 12. Размеры плавильных пролетов, оборудованных индукционными тигельными печами типа ИЧТ и индукционными канальными миксерами типа ИЧКМ; дуплекс-процесс:

*a* — одноэтажных; *b* — двухэтажных

(см. рис. 11, 12). В этом случае исключается задолженность мостовых кранов, крановщиков и рабочих по обслуживанию перелива металла из плавильных печей в миксеры. И, что особенно важно, такое размещение плавильных и раздаточных агрегатов исключает дополнительное загрязнение жидкого чугуна неметаллическими включениями. Электромиксеры желательно устанавливать емкостью не менее двухчасовой производительности плавильных агрегатов. При этих условиях обеспечивается усредненное по-

29. Размеры плавильных пролетов, оборудованных индукционными тигельными печами типа ИЧТ и индукционными канальными миксерами типа ИЧКМ; дуплекс-процесс (рис. 12)  
Размеры в м

Емкость, т		<i>B</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>H</i> <sub>1</sub>	<i>H</i> <sub>2</sub>	
печи	миксера						
1	1	24	6; 12	7,8; 8,4	10,8	8,15	
2,5	2,5						
6	6; 10			24; 30	8,4	12,6	9,65
10	10; 16	30	6; 12	14,4			
16	16; 25				16,2	12,65	
25	25; 40						18,0
40	40; 60						

Обозначения: *t* — шаг колонн

30. Размеры плавильных пролетов, оборудованных дугowymi печами типа ДСП и индукционными канальными миксерами типа ИЧКМ; дуплекс-процесс (рис. 13, 14)  
Размеры в м

Емкость, т		$h_1$	$B$	$t$	$h$	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$H_4$
печи	миксера								
<i>Расположение печей по схеме на рис. 13</i>									
3	6	4,0	24	6; 12	7,8; 8,4	10,8	8,15	—	—
6	16	4,5				12,6	9,65	—	—
12	25	5,0				14,4	11,45	19,8	16,25
25	60	5,5	36			16,2	12,55	21,6	18,05
50	100	6,5				19,8	15,15	27,0	21,65
<i>Расположение печей по схеме на рис. 14</i>									
12	25	5,0	24	18; 24	7,8; 8,4	14,4	11,45	19,8	16,25
25	60	5,5				16,2	12,55	21,6	18,05
50	100	6,5				24	19,8	15,15	27,0

Обозначения:  $t$  — шаг колонн;  $h_1$  — высота рабочей площадки дуговой электропечи.

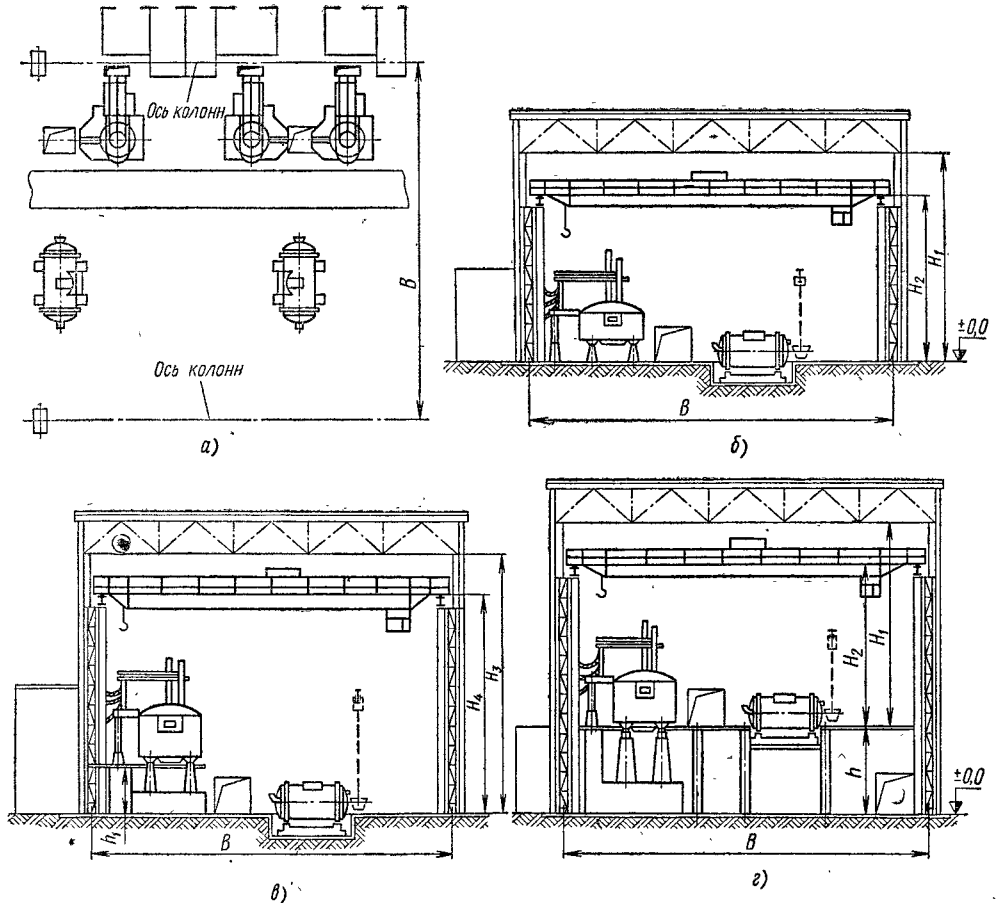


Рис. 13. Размеры плавильных пролетов, оборудованных дугowymi печами типа ДСП и индукционными канальными миксерами типа ИЧКМ; дуплекс-процесс:

*a* — планировка плавильных электропечей и электромиксеров; *б* — одноэтажный плавильный пролет с размещением плавильных печей на заводском полу; *б<sub>1</sub>* — одноэтажный плавильный пролет с размещением плавильных печей на рабочей площадке; *б<sub>2</sub>* — двухэтажный плавильный пролет

стоянство химического состава и температуры металла, выдаваемого на заливку. Рекомендуется монтировать индукционные миксеры на весовые датчики, что позволяет непрерывно регистрировать количество поступающего в миксер и выдаваемого им на заливку жидкого чугуна.

Для плавильных пролетов сталелитейных цехов, оборудованных сталеплавильными ду-

ных индукционными электропечами типа ИСТ емкостью 0,06—10 т, основные размеры плавильных пролетов приведены в табл. 31.

Рекомендуемая грузоподъемность мостовых загрузочно-заливочных кранов для плавильных пролетов, оборудованных дугowymi и индукционными электропечами, указана в табл. 32. Удельная нагрузка основных и уборочных мостовых кранов (крано-часы

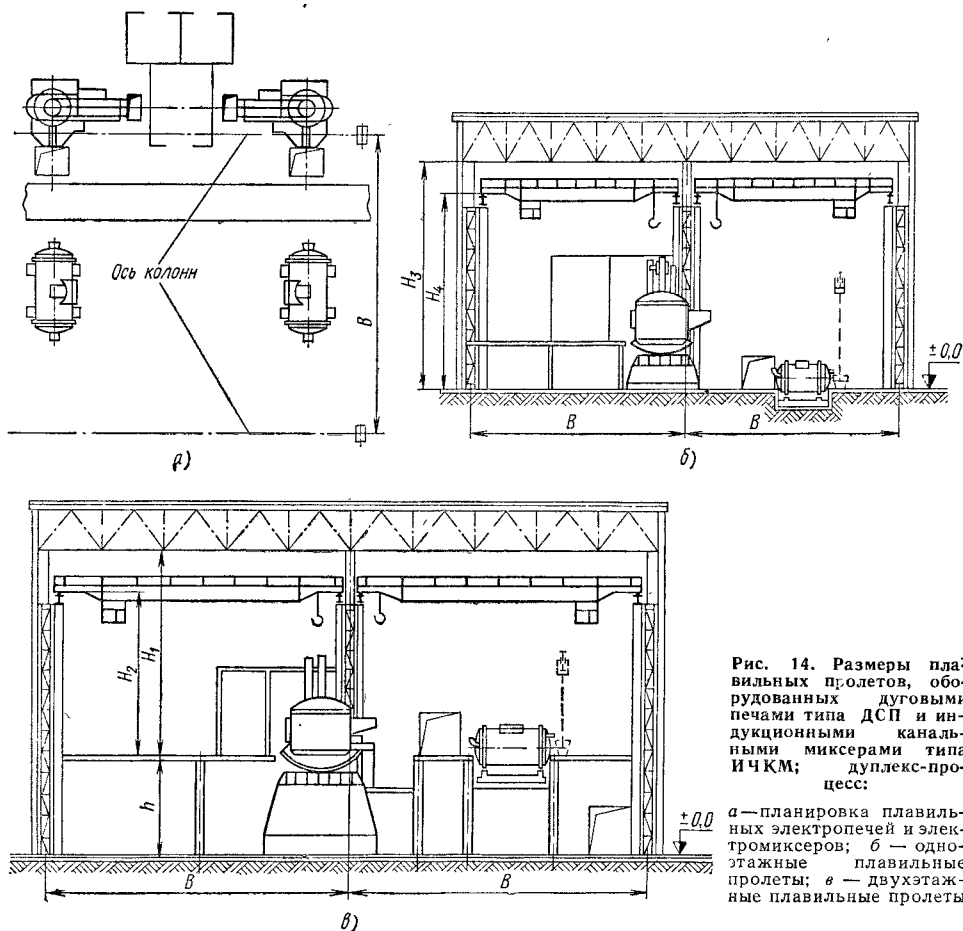


Рис. 14. Размеры плавильных пролетов, оборудованных дугowymi печами типа ДСП и индукционными канальными миксерами типа ИЧКМ;  $\pm 0,0$  — дулекс-процесс:

а — планировка плавильных электропечей и электромиксеров; б — одноэтажные плавильные пролеты; в — двухэтажные плавильные пролеты

говыми электропечами типа ДСП, рекомендуется использовать размерные данные, приведенные в табл. 30. При этом необходимо скорректировать размеры ширины пролетов, обусловленные в табл. 30 установкой миксерных печей ИЧКМ и исключаемые в сталелитейных цехах. При схеме расположения плавильных электропечей, показанной на рис. 13, следует принимать следующие размеры ширины плавильных пролетов: для печей ДСП и ДСП емкостью 3 и 6 т — 18 или 24 м; для ДСП-12 — 24 м и ДСП-25 и 50 т — 24 или 30 м. При схеме расположения ДСП, показанной на рис. 14, ширина пролетов остается без изменения, равной 24 м. Для сталелитейных цехов, оборудован-

на 1 т жидкого металла) для плавильных электропечей дана в табл. 33. Расчет потребного количества мостовых кранов по их удельной загрузке ведут по смене с максимальным выпуском жидкого металла. Для двух и более печей емкостью выше 6 т при одном расчетном основном кране дополнительно устанавливают резервный кран той же характеристики. Коэффициент загрузки ( $K_3$ ) мостовых кранов рекомендуется принимать 0,7—0,85. Укрупненным поверочным расчетом принятого количества мостовых кранов может служить норма обслуживания краном длины плавильного отделения, которая соответствует 30—50 м.

В табл. 34, 35 и на рис. 15—17 даны габаритные размеры подстанций электрооборудования индукционных тигельных печей промышленной частоты для черных и цветных сплавов, изготавливаемых в СССР, и индукционных печей для плавки и подогрева чугуна, поставляемых ПНР. Привязочные размеры дуговых электродов типа ДСП приведены в табл. 36 и на рис. 18, 19. По

31. Размеры плавильных пролетов, оборудованных индукционными тигельными печами типа ИСТ  
Размеры в м

Емкость тигля, т	$h_1$	$B$	$t$	$h$	$H_1$	$H_2$
0,06; 0,16 0,4 1,0 2,5 6 10	0,45 0,9 1,5	18; 24 24; 30	6; 12	7,8 7,8; 8,4	10,8 12,6	8,15 9,65

Обозначения см. в табл. 27 и на рис. 10.

32. Техническая характеристика основных транспортных средств плавильных пролетов, оборудованных дуговыми и индукционными электродными

Емкость печи, т	Тип	Максимальная грузоподъемность, т	Минимальное расстояние крюка главного подъема от оси подкранового пути, м	
<b>Дуговые плавильные печи</b>				
3	Мостовой электрический кран	10	1,2	
6		15/3; 20/5	1,15	
12		30/5	1,6	
25		50/10	1,8	
50		100/20	1,9	
1		Мостовой электрический кран	5	—
2,5	10		—	
6	15/3		—	
10	20/5		—	
16	30/5		—	
25	50/10		—	
40	75/15	—		
<b>Индукционные стационарные плавильные печи</b>				
0,06 0,16 0,4	Подвесной транспорт	1	—	
1,0 2,5 6 10		Мостовой электрический кран	1	—
			3	—
	5		—	
	10		—	
	15/3	—		
	20/5	—		

33. Удельная загрузка мостовых кранов плавильных пролетов, оборудованных дуговыми и индукционными электродными

Емкость электродов, т	Назначение мостового крана	Количество крано-часов на 1 т выплавки жидкого металла			
		всего	в том числе		
		загрузка печи	шхтоя	выдача жидкого металла из печи	
<b>Дуговые плавильные печи</b>					
3	Основной	0,190	0,028	0,038	
6		0,182	0,024	0,030	
12		0,064	0,012	0,017	
25	Уборочный	0,040	—	—	
50	Основной	0,062	0,010	0,017	
	Уборочный	0,025	—	—	
50	Основной	0,032	0,005	0,008	
	Уборочный	0,018	—	—	
<b>Индукционные плавильные печи</b>					
2,5	Основной	0,100	0,028	0,034	
6		0,057	0,024	0,022	
10		0,042	0,015	0,015	
16	Уборочный	0,025	—	—	
	Основной	0,037	0,012	0,010	
25	Уборочный	0,022	—	—	
	Основной	0,020	0,010	0,008	
25	Уборочный	0,010	—	—	

34. Габаритные размеры (мм) подстанции электрооборудования индукционных тигельных печей промышленной частоты для черных и цветных сплавов (рис. 15)

Тип печи	A	B	B	Г
ИЧТ-1	10 000	5000	1580	3770
ИЧТ-2,5	11 000		2610	5550
ИЧТ-6	12 000	6000	3125	6500
ИЧТ-10			5045	7100
ИЧТМ-1	10 000	5000	1580	3770
ИЧТМ-2,5	11 000		2610	5550
ИЧТМ-6	12 000	6000	3125	6500
ИЧТМ-10			5045	7100
ИАТ-0,4	10 000	4500	1580	3770
ИАТ-1		5000	2610	5550
ИАТ-2,5	11 000	5500	3125	6500
ИАТ-6	12 000	6000	3450	8000
ИГТ-0,25	10 000	4500	1580	3770
ИГТ-0,6		5000	2610	5550
ИГТ-1,6	11 000	5500	3125	6500
ИГТ-4	12 000	6000	3450	8000
ИЛТ-1	10 000	4500	1580	3770
ИЛТ-2,5		5000	2610	5550
ИЛТ-6	11 000	5500	3125	6500
ИЛТ-10	12 000	6000	3450	8000

Примечание. Габаритные размеры уточняют при рабочем проектировании по документации заводов-изготовителей.



35. Габаритные размеры (мм) подстанций электрооборудования индукционных печей промышленной частоты (ПНР)

Емкость печи, т	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	Б	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	В	В <sub>1</sub>
<i>Тигельные печи для плавки чугуна (рис. 16)</i>									
8	14 500	5000	5000	3500	13 500	3000	3000	6000	—
12	15 300	5800	5000	3500	15 000	3000	3500	6500	—
<i>Канальные печи для подогрева чугуна (рис. 17)</i>									
12	7000	3000	3000	3600	6000	8500	—	5000	2000
20	7500	3500	3000	4600	6000	9300	—	5000	2500

36. Привязочные размеры дуговых электродов типа ДСП, м

Емкость печи, т	Д	Д <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
<i>Расположения печей по схеме на рис. 18</i>							
3	5,7	—	13,8	14,5	9,5	10,3	—
6	5,5	—	15,0	14,0—18,0	11,6	15,0	—
12	6,8	—	14,6—17,6	15,8—18,2	14,3—17,8	15,9—17,5	—
25	7,5	—	16,7—19,2	17,1—19,8	16,0—19,4	17,8—19,2	—
50	9,5	—	20,3—23,5	19,2—22,4	20,4—24,4	19,0—21,3	—
<i>Расположения печей по схеме на рис. 19</i>							
12	6,8	2,9	10,9	29,6	11,6	—	6,0
25	7,5	3,0	11,14	33,0	12,25	—	6,0
50	9,5	3,9	14,20	—	13,5	—	6,0

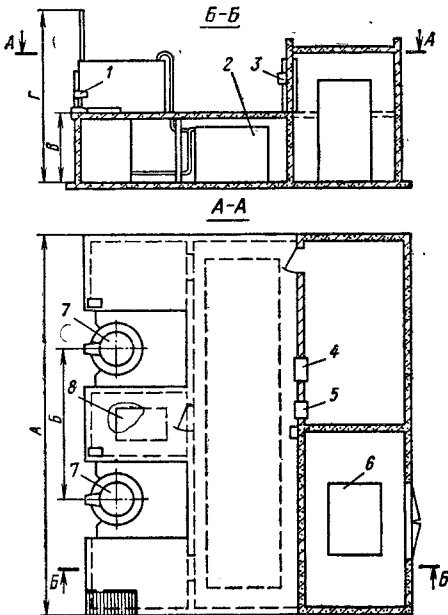


Рис. 15. Габаритные размеры подстанций электрооборудования индукционных тигельных печей промышленной частоты для черных и цветных сплавов:

1 — пульт управления наклоном печи; 2 — блоки конденсаторов; 3 — сигнализатор проедания тигля; 4 — автоматический регулятор электрического режима; 5 — щит управления; 6 — трансформатор; 7 — индукционная электропечь; 8 — маслонапорная установка

схеме на рис. 18 дуговые электроды и печные трансформаторные подстанции размещают в смежных пролетах; по схеме на рис. 19 печи и печные подстанции размещают в одном пролете, с выдчей жидкого металла в смежный пролет. При первом варианте шихту в печи загружают в плавильном пролете, при втором — на складе шихты или во вспомогательном пролете.

При проектировании плавильных отделений не следует забывать о площадях, потребных для размещения вспомогательного (стенды для сушки и ремонта ковшей и др.) и сопутствующего оборудования, которое является составной частью плавильных агрегатов. К такому оборудованию относят, например, шихтовальное устройство при ваграночном процессе, печные трансформаторные подстанции дуговых электродов, помещения для конденсаторных батарей индукционных печей и т. д. Это оборудование часто занимает площади, равнозначные площадям, отведенным для собственно плавильных пролетов. Например, плавильное отделение чугунолитейного цеха (см. рис. 20 и 21) занимает два 24-метровых пролета, из которых один предназначен для плавильных агрегатов со вспомогательным оборудованием, а второй — для шихтовальных устройств. В сталелитейном цехе (см. рис. 26 и 27) дуговые электроды установлены в 30-метровом пролете, а трансформаторные подстанции и насосные аккумуляторные станции к ним занимают 24-метровый пролет.

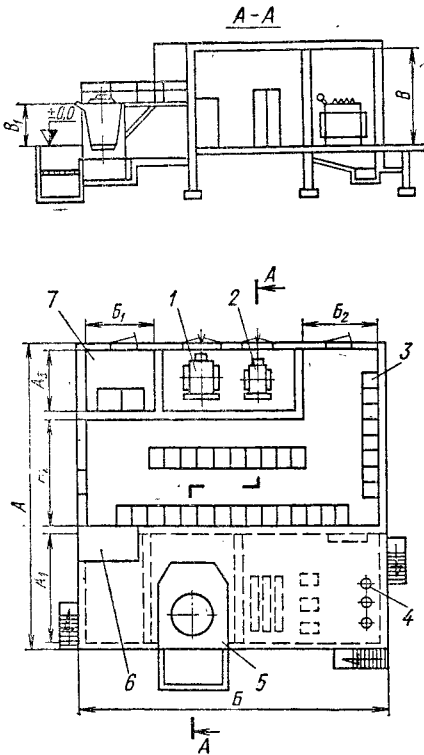


Рис. 16. Габаритные размеры подстанций электрооборудования индукционных печей промышленной частоты (ПНР):

1 — трансформатор; 2 — дроссель; 3 — конденсаторы; 4 — насосная станция; 5 — индукционная печь; 6 — пульт управления; 7 — установка высокого напряжения

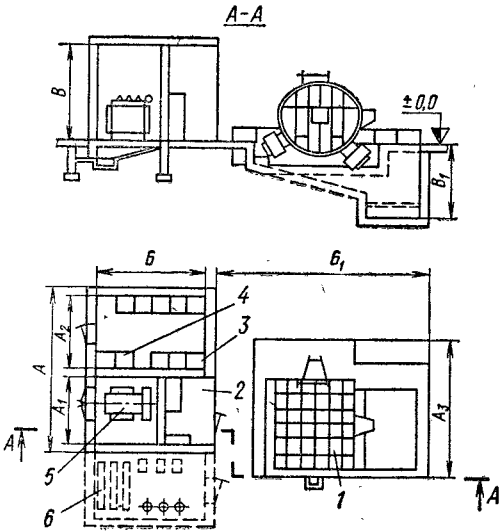


Рис. 17. Габаритные размеры подстанций электрооборудования индукционных печей промышленной частоты (ПНР):

1 — индукционная печь; 2 — пульт управления; 3 — конденсаторы; 4 — установка высокого напряжения; 5 — трансформатор; 6 — насосная станция

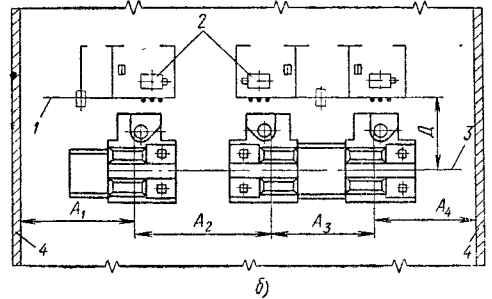
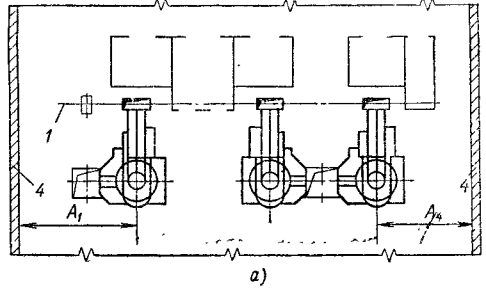


Рис. 18. Привязочные размеры дуговых электропечей типа ДСП:

а — план установки (2-й этаж); б — план фундаментов (1-й этаж); 1 — ось колонн цеха; 2 — трансформаторная подстанция; 3 — ось печи; 4 — стена здания цеха

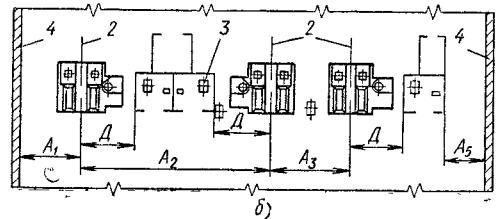
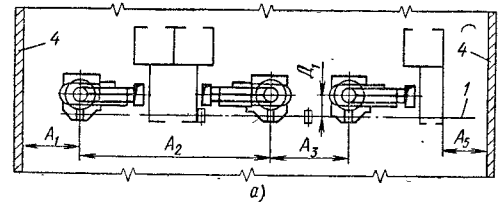


Рис. 19. Привязочные размеры дуговых электропечей типа ДСП:

а — план установки (2-й этаж); б — план фундаментов (1-й этаж); 1 — ось колонн; 2 — ось печи; 3 — трансформаторная подстанция; 4 — стена здания цеха

Примеры планировок

Примеры планировок плавильных отделений советских и зарубежных чугуно- и сталелитейных цехов разных масштабов и серийности производства, оборудованных различными плавильными агрегатами, показаны на рис. 20—29.

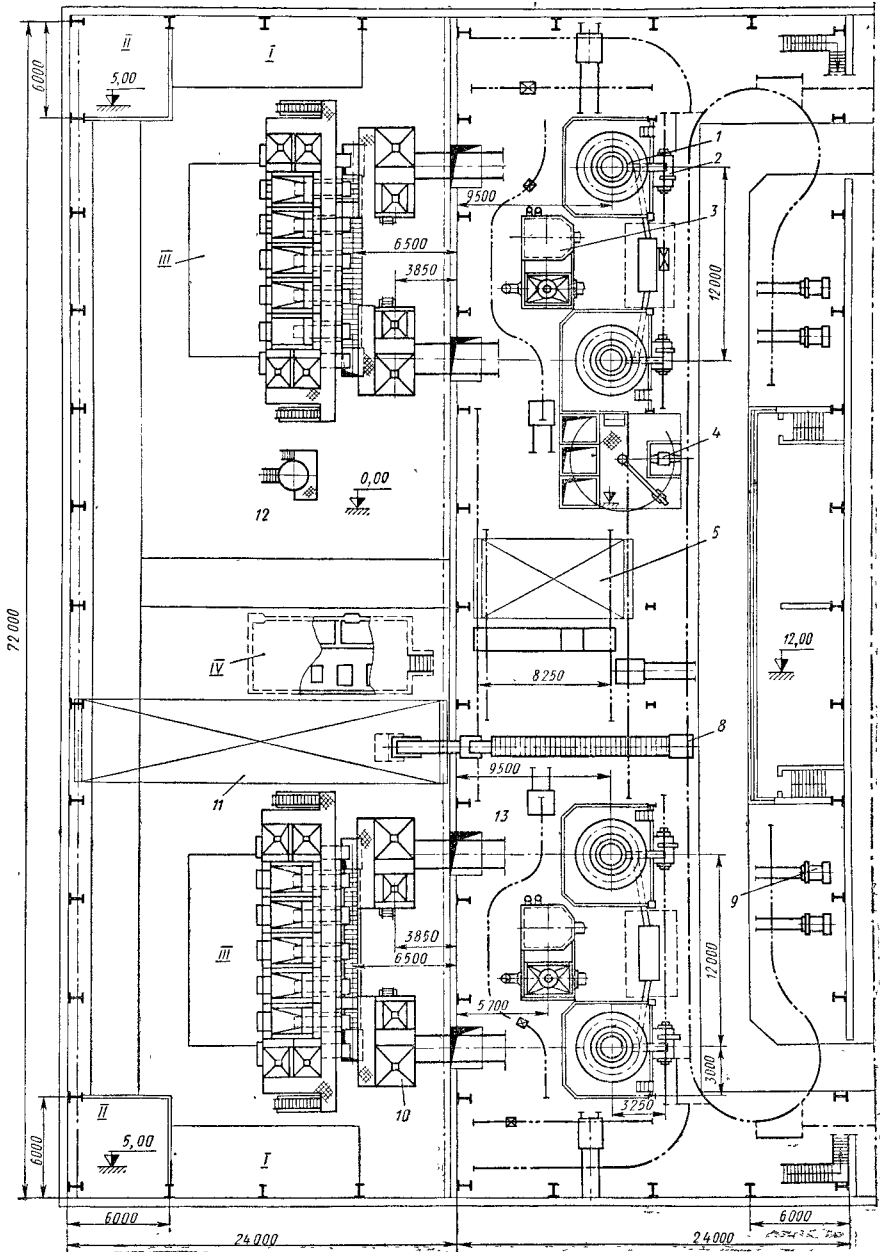


Рис. 20. Планировка ваграночного и шихтового пролетов (см. рис. 21):

*I* — место хранения шамотного кирпича и глины; *II* — вентиляционная площадка; *III* — место хранения контейнеров; *IV* — насосная станция грануляции шлака и охлаждения вагранок; 1 — блок из двух вагранок производительностью 5—6 т/ч, диаметр шахты 900 мм; 2 — поворотный копильник емкостью 5 т; 3 — радиационно-конвективный рекуператор для подогрева воздуха до 500—600° С; 4 — установка индукционной тигельной печи типа ИЧТ-1 для плавки модификаторов и раскислителей; 5 — мостовой электрический кран грузоподъемностью 5 т; 6 — установка для грануляции шлака емкостью 15 м<sup>3</sup>; 7 — устройство для удаления отходов из-под вагранок; 8 — машина для слива остатков металла; 9 — стенд для сушки ковшей; 10 — установка бункерной эстакады для кокса и известняка; 11 — магнитно-грейферный мостовой электрический кран со съемным магнитом и грейфером грузоподъемностью 15/3 т; 12 — установка смешивающих бункеров без приготовления футеровочных масс; 13 — скиповый подъемник с бадей емкостью 1 м<sup>3</sup>; 14 — установка бункерной эстакады для шихты и добавок (весовые дозаторы, траповые и ленточные питатели, встряхивающие бункера, пластинчатый конвейер)

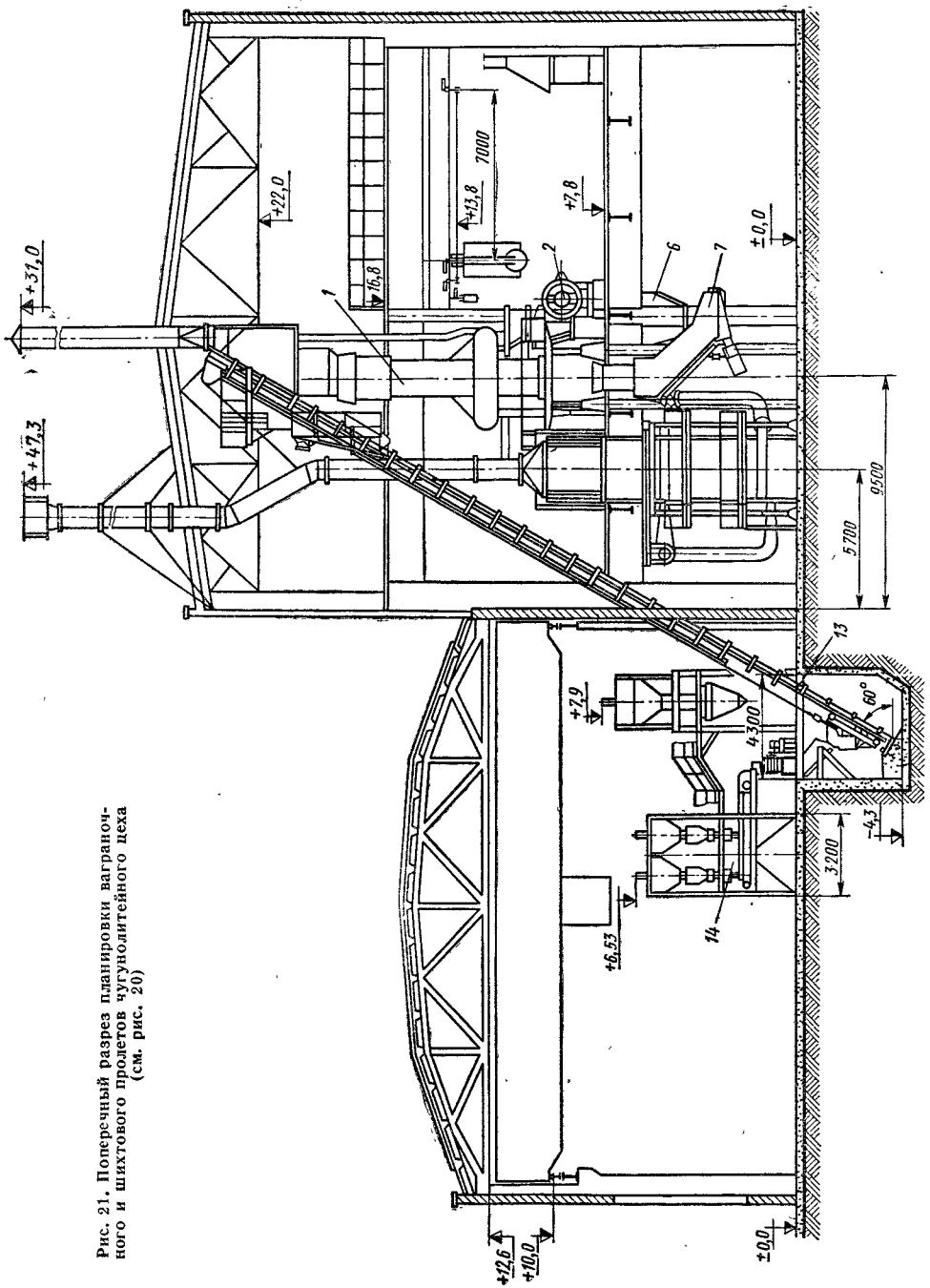


Рис. 21. Поперечный разрез плавильки ваграночного и шихтового пролетов чугунолитейного цеха (см. рис. 20)

На рис. 20, 21 показаны план и разрез ваграночного и шихтового пролетов чугунолитейного цеха мощностью 25—30 тыс. т в год. Цех оборудован двумя парами вагранок закрытого типа с подогревом дутья и во-

рого чугуна ведут дуплекс-процессом: в вагранках горячего дутья и индукционных канальных печах. Для производства отливок из чугуна с шаровидным графитом установлена индукционная канальная печь, рабо-

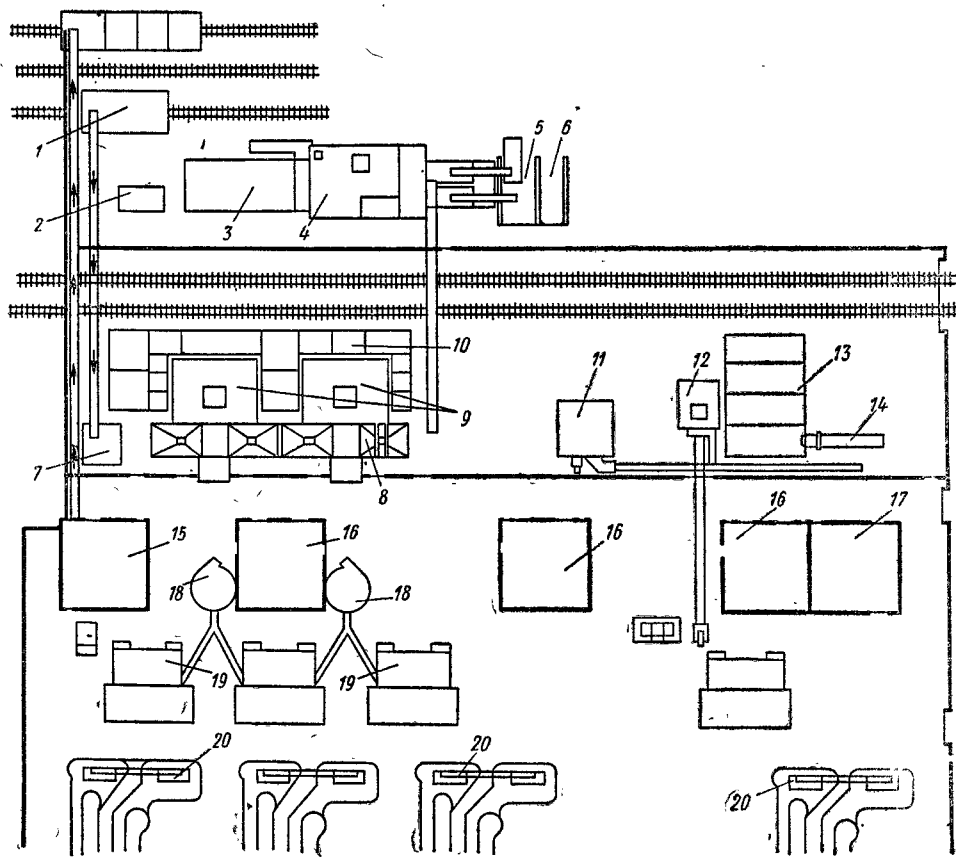


Рис. 22. Схема планировки плавильного отделения и склада шихтовых материалов автомобильного чугунолитейного цеха:

1 — участок разгрузки кокса, известняка и плавикового шпата; 2 — склад сменных индукторов индукционных печей; 3 — система водяного охлаждения вагранок; 4 — насосная станция; 5 — закрыватель шлака; 6 — закрыватель отхода кокса; 7 — приемник для контейнера с шихтовыми материалами; 8 — бункер для кокса, известняка и плавикового шпата; 9 — бункерные весы; 10 — бункер для металлических компонентов шихты серого чугуна; 11 — закрыватель собственных отходов цеха (литники, брак и скрап серого чугуна); 12 — бункерные весы; 13 — закрыватель для металлических компонентов шихты чугуна с шаровидным графитом; 14 — очистной барабан для отходов из чугуна с шаровидным графитом; 15 — мотор-генератор; 16 — кабина управления плавильными печами; 17 — помещение для ремонта индукторов индукционных печей; 18 — вагранка закрытого типа с подогревом дутья и охлаждением плавильного пояса производительностью 50 т/ч; 19 — индукционные печи промышленной частоты емкостью 127 т (печь, работающая на твердой завалке, имеет производительность 10 т/ч); 20 — участки заливки

дяным охлаждением плавильного пояса. Вагранки загружают скиповыми подъемниками, шихтовку выполняет специальная автоматизированная установка.

Схема планировки плавильного отделения и склада шихтовых материалов чугунолитейного цеха для производства автомобильных отливок из серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом фирмы «Крайслер» показана на рис. 22. Общая годовая продукция цеха 200—250 тыс. т. Плавку металла се-

тающая на твердой шихте. Дуплекс-процесс предусматривает непосредственную подачу жидкого чугуна из вагранок по желобам в каналные миксеры.

Планировка плавильного отделения и склада шихтовых материалов чугунолитейного цеха одного из автомобильных заводов показана на рис. 23. Годовая мощность цеха около 100 тыс. т отливок из серого и ковкого чугуна. Установлены следующие агрегаты для плавки металла дуплекс-процессом: дуго-

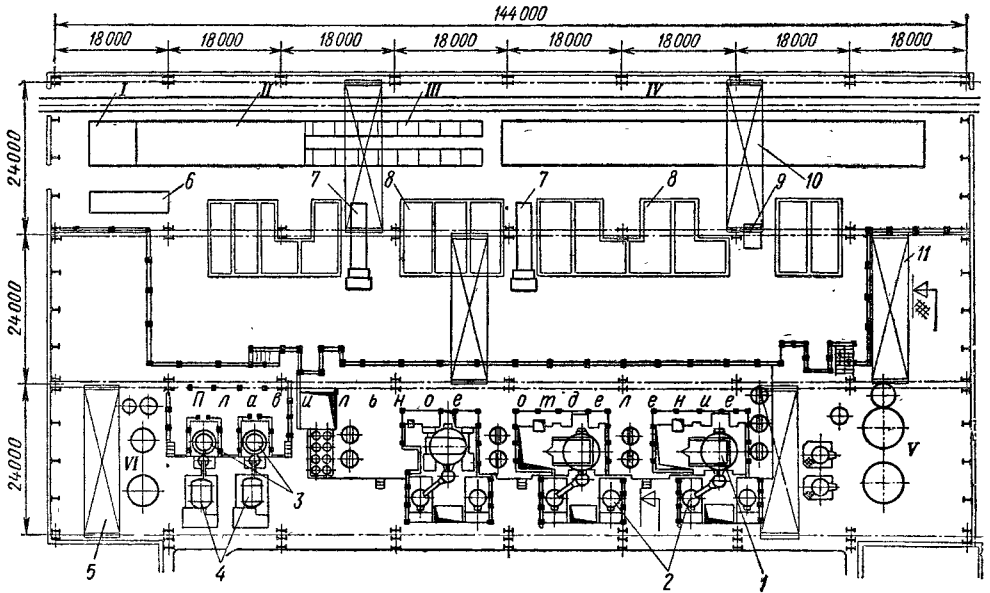


Рис. 23. Схема планировки плавильного отделения и склада шихтовых материалов автомобильного чугунолитейного цеха:

1 — дуговые плавильные электропечи емкостью 40 т; 2 — индукционные тигельные миксеры емкостью 20 т; 3 — индукционные тигельные плавильные печи емкостью 25 т; 4 — индукционные каналные миксеры емкостью 57 т; 5 — мостовой кран грузоподъемностью 50/10 т; 6 — установка для подготовки стружки; 7 — очистные барабаны для литников; 8 — суточные закрома для шихтовых материалов; 9 — весовая тележка; 10 — мостовой кран грузоподъемностью 10/2 т; 11 — мостовой кран грузоподъемностью 10 т; I — склад стружки; II — склад пакетов листового металла; III — склад ферросплавов; IV — склад штыкового чугуна; V — участок ремонта печей и ковшей; VI — участок

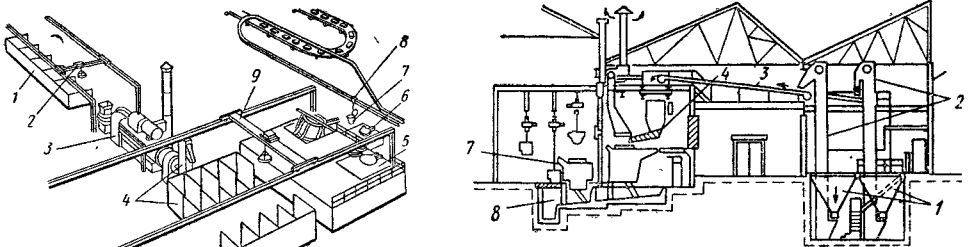
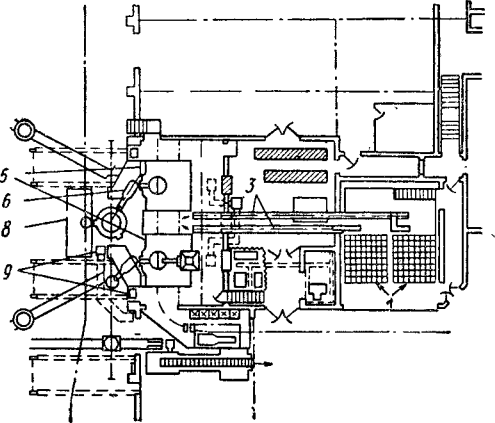


Рис. 24. Аксонометрическая схема плавильного и шихтового отделов цеха литья направляющих втулок и клапанов автомобильных двигателей: 1 — закрома для сырой стружки; 2 — магнитный мостовой электрический кран грузоподъемностью 1,5 т, обслуживающий печь для обработки стружки; 3 — печь для испарительной обработки стружки; 4 — элеватор и закрома для складирования сухой стружки; 5 — индукционная тигельная печь промышленной частоты емкостью 6 т; 6 — индукционный тигельный миксер емкостью 1,5 т; 7 — разливочный ковш; 8 — разливочное устройство с электрифицированным подъемом; 9 — магнитный мостовой электрический кран для загрузки индукционных тигельных печей

Рис. 25. Схематическая планировка плавильного отделения и склада шихтовых материалов небольшого чугунолитейного цеха:

1 — буферные бункера для стружки, размещенные в приямке; 2 — ковшовые элеваторы; 3 — ленточные конвейеры для транспортировки стружки; 4 — передвижные бункер-весы, с помощью которых стружка выгружается в плавильные печи; 5 — индукционные тигельные электропечи емкостью 6 т; 6 — поворотные желоба; 7 — разливочная тигельная электропечь емкостью 4 т; 8 — приямок для ковшей; 9 — пульт управления тигельной электропечью



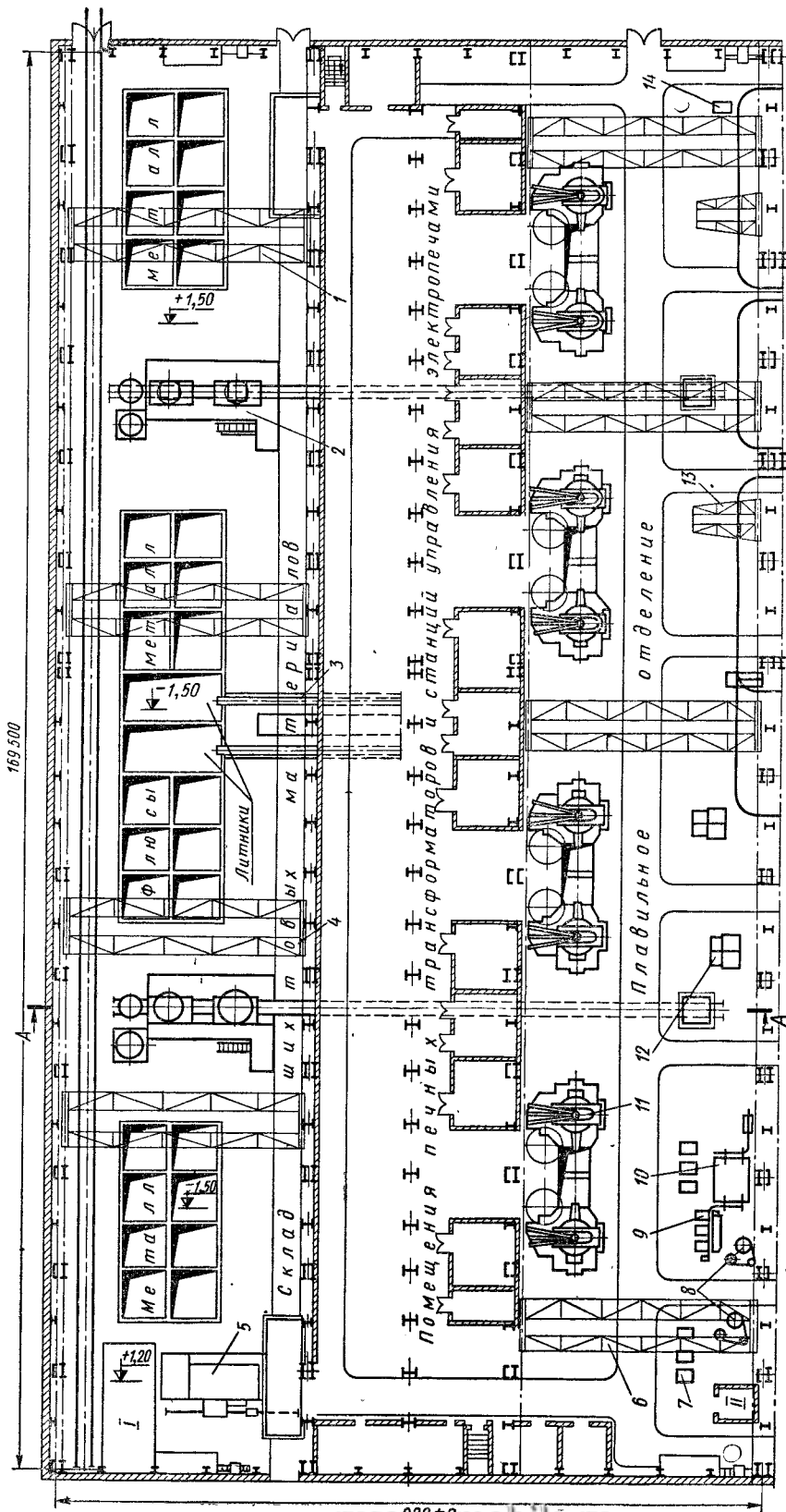


Рис. 26. Планировка плавильного отделения и склада шихтовых материалов автомобильного сталелитейного цеха (см. рис. 28):

1 — магнитно-грейферный мостовой электрический кран со съемным магнитом и грейфером грузоподъемностью 10/10 т (оборудован электронно-тензометрическими весами); 2 — установка для быстрого нагрева и транспортировки металлической шихты к плавильным печам; 3 — ленточный желобчатый конвейер для подачи литников в закрома склада шихтовых материалов; 4 — магнитный мостовой электрический кран грузоподъемностью 20/5 т; 5 — установка для приготовления огнеупорных футеровочных масс (щелевая дробилка, размалывающие и смешивающие бегуны и соответствующие транспортные средства); 6 — мостовой электрический кран тяжелого режима работы грузоподъемностью 30/5 т; 7 — стел架 для ремонта ковшей в горизонтальном положении; 8 — стел架 для сушки раздаточных ковшей; 9 — стел架 для ремонта ковшей в вертикальном положении; 10 — печь для сушки ступор; 11 — дуговая сталеплавильная электропечь ДСП-12; 12 — печь для сушки мелких ковшей; 13 — передвижной консольный кран грузоподъемностью 10 т; 14 — стел架 для разогрева мелких ковшей перед заливкой; 1 — рампа; 11 — грузовой лифт; грузоподъемностью 10 т.

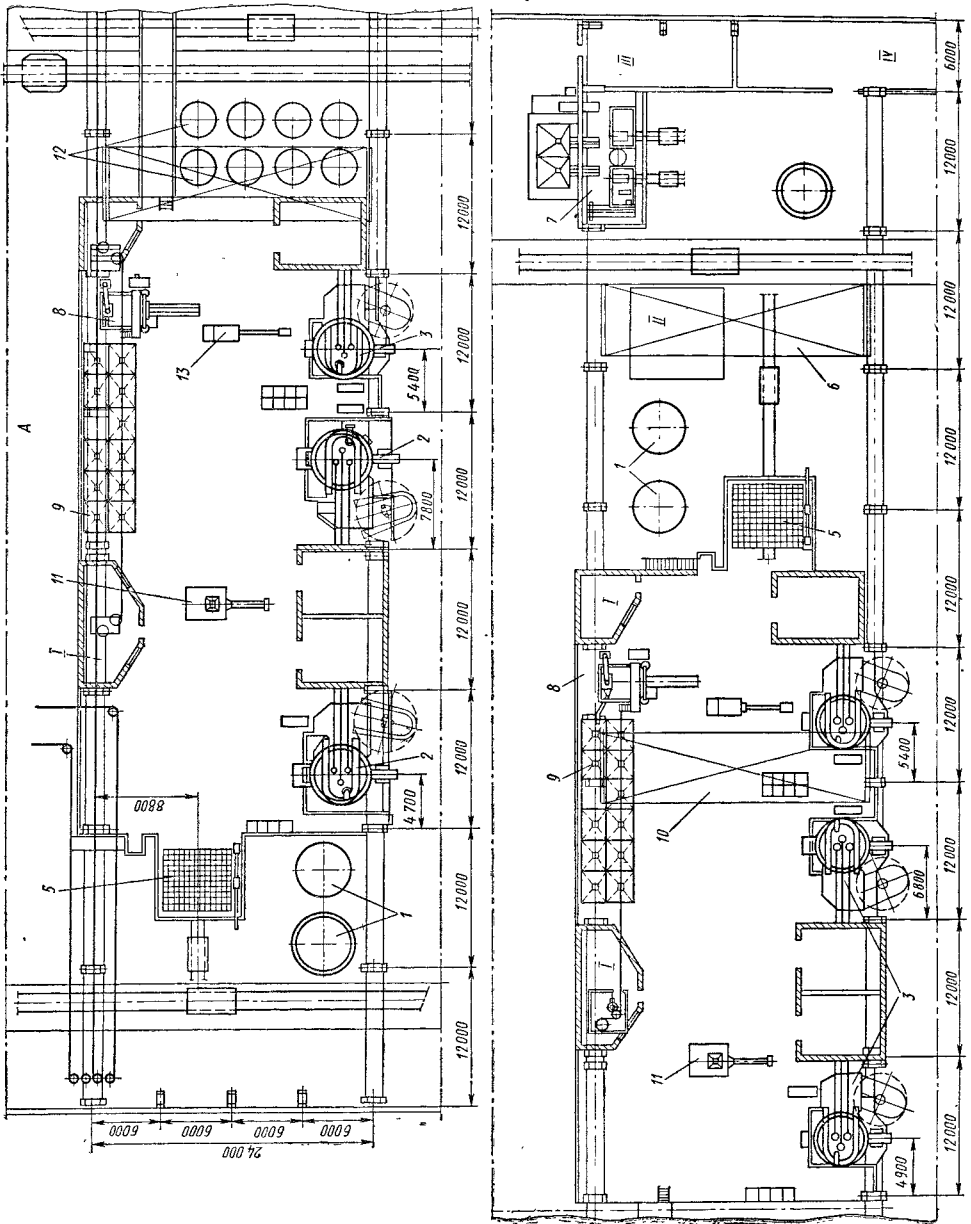


Рис. 27. Планировка плавильного пролета сталелитейного цеха среднего, крупного и тяжелого литей (см. рис. 25):

- 1 — стенд для набора сводов;
- 2 — дуговая сталеплавильная электростанция ДСП-25; 3 — дуговая сталеплавильная электростанция ДСП-12;
- 4 — стенд для установки для выработки сводов электростанций;
- 5 — мостовой электрический кран среднего режима работы грузоподъемностью 10 т; 6 — смоловарочная установка; 7 — печь для обжига руды и ферросплавов; 8 — установка для хранения добавок;
- 9 — мостовой электрический кран тяжелого режима работы грузоподъемностью 50/10 т, кабина с кондиционированием воздуха; 10 — машина для загрузки в электропечи сыпучих материалов и скандия шлака; 11 — машина для загрузки мультисагрузочная машина; 12 — корзин для шихты; 13 — мульдозаручная машина; 14 — место хранения огнетушителей; 15 — пульт управления; 16 — ремонтно-кладовая; 17 — механическая мастерская



вая электропечь + индукционный тигельный миксер и индукционная тигельная плавильная печь + индукционный каналный миксер. Металл из плавильных агрегатов передается в миксеры по поворотным желобам.

Аксонметрическая схема плавильного и шихтового пролетов чугунолитейного цеха,

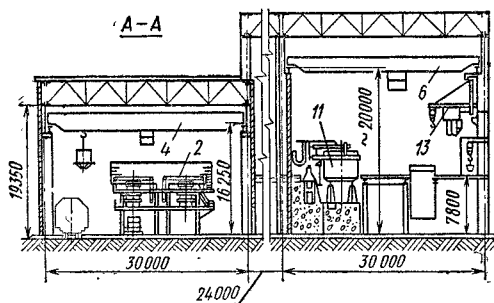


Рис. 28. Разрез по А—А планировки плавильного отделения и склада шихтовых материалов автомобильного сталелитейного цеха (см. рис. 26)

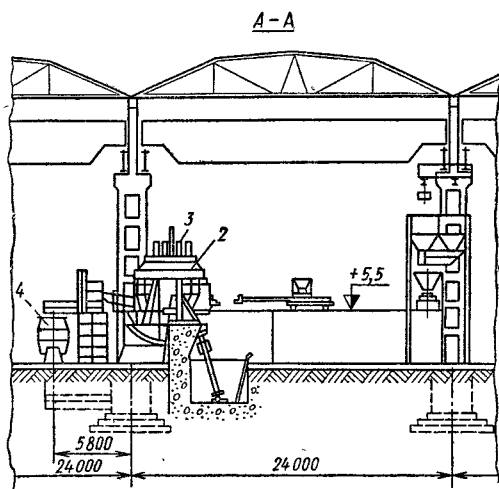


Рис. 29. Разрез А—А планировки плавильного отделения сталелитейного цеха среднего, крупного и тяжелого литья (см. рис. 28)

предназначенного для литья направляющих втулок клапанов и толкателей автомобильных двигателей из закаляющегося чугуна, показана на рис. 24. Годовой выпуск цеха — свыше 100 млн. отливок. Плавильное отделение оборудовано индукционными тигельными электропечами, работающими дуплекс-процессом с использованием стружки, обработанной на складе шихтовых материалов. Загрузка металлической шихты, в том числе стружки, в индукционные печи осуществляется магнитной шайбой мостового крана. Жидкий металл передается из плавильных печей в раздаточную по желобу.

В планировке плавильного отделения и склада шихтовых материалов, изображенной на рис. 25, плавка металла ведется,

как и в предыдущей схеме, дуплекс-процессом: индукционные плавильные и раздаточная электропечи. Жидкий металл также непосредственно из плавильных печей выдается по поворотным желобам в раздаточную печь. Основной шихтой является стружка. Загрузка обработанной стружки в тигельные электропечи вместо магнитного мостового крана ведется с помощью непрерывного транспорта (элеваторов и ленточных транспортеров).

На рис. 26 показан план плавильного отделения и склада шихтовых материалов сталелитейного цеха массового и крупносерийного производства годовой мощностью 90—100 тыс. т. Цех оборудован дугowymi электропечами типа ДСП-12, расположенными на втором этаже здания сталелитейного цеха, с отметкой +7,8 м.

Планировка плавильного отделения сталелитейного цеха серийного, мелкосерийного и индивидуального литья показана на рис. 27. Цех предназначен для производства средних, крупных и тяжелых отливок. Максимальная масса отливки 50 т. Плавильное отделение оборудовано дугowymi электропечами типа ДСП-25 и ДСП-12. Здание цеха — одноэтажное, но плавильные печи размещены на площадке с отметкой +5,5 м. Разрезы описанных цехов даны на рис. 28 и 29.

## ФОРМОВОЧНО-ЗАЛИВЧНО-ВЫБИВНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ

### Общая часть

Литейные формы подразделяют на разовые и многократно используемые. Разовые формы, в свою очередь, делят на объемные и оболочковые (тонкостенные).

Многократно используемые и оболочковые формы применяют в основном при специальных способах изготовления отливок (см. гл. 3). Для изготовления машиностроительных отливок наиболее распространены разовые объемные формы.

Прогресс способов уплотнения сырых форм с созданием соответствующего автоматического оборудования позволил значительно повысить размерную точность изготавливаемых отливок и снизить их трудоемкость.

Точность отливок, изготавливаемых в прочных формах, возрастает при использовании самотвердеющих смесей. Применение наливных самотвердеющих форм перспективно, особенно для крупных отливок массой более 1 т.

Для изготовления и заливки форм используют модельную и литейную оснастку. Уменьшение серийности отливок и увеличение их массы ведет к увеличению грузопотока оснастки. Основные параметры наиболее употребительных прямоугольных стандартных опок и форм, которые в них изготавливают, приведены в табл. 37. При транспортировке собранных форм рекомендуется центрировать опки на «штырь и втулку». Параметры крановых и монорельсовых ковшей даны в табл. 38 и 39.

37. Основные параметры стандартных прямоугольных опок и форм, которые в них изготавливают

ГОСТ	Опока						Максимальная масса смеси в опоке, кг	Масса полуформы, кг	Расчетная масса фасонных отливок в форме, кг	Масса залитой формы, кг		
	Индекс	Размер в свету, мм	Высота (верх/низ), мм	Габаритные размеры в плане, мм	Материал	Масса, кг						
14975—69	0262-0041	500×400	150/150	760×480	Сталь	23,0	50	73	20	173		
14977—69	0262-0052	500×400	200/200	780×480		36,0	67	103	27	242		
14979—69	0272-0003	600×500	200/200	900×620	Сталь	64,0	100	164	40	379		
	0272-0005	600×500	300/300	900×620		78,0	150	228	60	533		
	0272-0020	800×700	250/250	1120×820		94	232	326	92	770		
	0272-0022	800×700	350/350	1120×820		112	323	435	129	1 035		
	0272-0026	900×600	250/250	1220×720		94	224	318	90	751		
14981—69	0272-0028	900×600	350/350	1220×720	Сталь	112	313	425	125	1 010		
	0272-0081	1000×800	300/300	1370×950		164	398	562	159	1 318		
	0272-0085	1000×800	400/400	1370×950		195	530	726	212	1 708		
14982—69	0272-0103	1200×800	350/350	1570×950	Сталь	196	554	750	222	1 771		
	0272-0125	1200×800	450/450	1570×950		250	712	962	285	2 271		
	14985—69	0272-0159	1200×1000	400/400		1640×1300	487	792	1 279	317	2 944	
	14986—69	0272-0187	1200×1000	500/500		1640×1300	552	990	1 542	396	3 569	
	14985—69	0272-0169	1400×1000	400/400		1880×1300	500	926	1 426	370	3 282	
	14986—69	0272-0191	1400×1000	500/500		1880×1300	600	1155	1 755	462	4 072	
	14987—69	0272-0219	1600×1000	400/400		2080×1300	566	1050	1 616	420	3 727	
	14988—69	0272-0273	1600×1000	500/500		2080×1300	680	1320	2 000	528	4 621	
	14987—69	0272-0229	1600×1200	400/400		2080×1500	600	1270	1 870	508	4 330	
	14988—69	0272-0277	1600×1200	500/500		2080×1500	720	1580	2 300	632	5 335	
	14992—69	0272-0359	2000×1600	500/500		2680×1960	1325	2640	3 965	1056	9 125	
	14992—69	0272-0361	2000×1600	600/600		2680×1960	1430	3168	4 598	1267	10 636	
	14995—69	0272-0519	2500×2000	700/700		3220×2360	2380	5775	8 155	2310	18 850	
	15018—69	0270-0519	2500×2000	700/700		3320×2360	Чугун	3380	5775	9 155	2310	20 850
	14995—69	0272-0523	2600×1600	700/700		3320×1960	Сталь	2260	4800	7 060	1920	16 230
	15018—69	0270-0523	2600×1600	700/700		3420×1960	Чугун	3340	4800	8 140	1920	18 390
	14995—69	0272-0541	3000×1800	800/800		3720×2160	Сталь	2605	7120	9 725	2848	22 515
	15018—69	0270-0541	3000×1800	800/800		3820×2160	Чугун	3715	7120	10 835	2848	24 635
	14995—69	0272-0545	3000×2000	800/800		3720×2360	Сталь	2830	7920	10 750	3168	24 930
	15018—69	0270-0545	3000×2000	800/800		3820×2360	Чугун	3990	7920	11 910	3168	27 250

Примечания: 1. Приведенные в таблице данные относятся к формам, изготовленным с уплотнением встряхиванием с подпрессовкой, имеющим объемную массу уплотненной смеси 1650 кг/дм<sup>3</sup>.

2. Расчетная масса фасонных отливок в форме определена для черных сплавов исходя из максимального полезного объема формы равного 0,5 общего объема.

3. При выдаче заданий на средства непрерывного транспорта (литейный конвейер и т. п.) массу залитой формы следует определять исходя из максимальной массы отливок согласно заданной номенклатуре.

4. Для обеспечения надежности работы средств непрерывного транспорта рекомендуется расчетные данные возможной нагрузки на 1 позицию (платформу, подвеску) увеличивать примерно в 1,5 раза, имея в виду возможные непредвиденные дополнительные нагрузки (вследствие отливки сплошных тел, установки литниковых чаш, крепежных деталей, использования более тяжелых опок и т. п.).

38. Крановые ковши

Обозначение* по МН — 5182 — 63 — МН 5193 — 63	Емкость, т	Масса с траверсой, механизмом поворота и футеровкой, т	Высота, м	Длина, м	Диаметр, м	Габарит в наклонном положении, м
<i>Конические</i>						
0101	1	1,0	1,91	1,68	0,71	1,14
0102	2	1,33	2,10	1,84	0,86	1,34
0103	3	1,73	2,24	1,95	0,97	1,54
0104	4	2,19	2,50	2,11	1,06	1,65
0105	5	2,44	2,58	2,24	1,14	1,75
0106	6	3,32	2,80	2,35	1,28	2,04
0121	8	4,29	3,10	2,65	1,39	2,14
0122	10	5,65	3,22	2,81	1,55	2,36
0123	12	6,60	3,22	2,89	1,63	2,54
0141	16	7,51	3,89	3,00	1,78	2,74
0142	20	9,06	4,03	3,13	1,90	2,92
0161	25	15,31	5,14	3,29	2,03	3,10
0162	30	19,20	5,30	3,38	2,11	3,28
0163	40	31,88	5,52	3,88	2,61	3,80
0181	50	35,50	6,43	4,46	2,57	3,94
0201	70	43,92	6,98	4,78	2,82	4,34

Продолжение табл. 38

Обозначение * по МН 5182 — 63 — МН 5193 — 63	Емкость, т	Масса с траверсой, механизмом поворота и футеровкой, т	Высота, м	Длина, м	Диаметр, м	Габарит в наклонном положении, м
<i>Стопорные</i>						
0221	1	1,10	1,91	1,51	0,76	—
0222	2	1,48	2,08	1,68	0,91	—
0223	3	2,03	2,21	1,78	1,02	—
0224	4	3,05	2,55	2,02	1,19	—
0225	5	3,40	2,63	2,07	1,26	—
0226	6	3,89	2,80	2,13	1,34	—
0241	8	4,84	3,12	2,33	1,45	—
0242	10	6,21	3,23	2,48	1,60	—
0243	12	7,28	3,36	2,56	1,68	—
0261	16	8,39	3,54	2,67	1,82	—
0262	20	10,15	3,68	2,79	1,94	—
0281	25	10,41	3,91	3,23	2,06	—
0282	30	13,78	4,09	3,33	2,16	—
0283	40	17,46	4,30	3,55	2,38	—
0301	50	25,17	6,40	3,74	2,56	—
0302	70	31,60	7,02	4,02	2,84	—
<i>Барабанные</i>						
0321	1	1,05	1,53	1,47	0,80	1,28
0322	2	1,50	1,90	1,65	0,95	1,46
0323	3	1,90	2,03	1,77	1,07	1,67
0324	4	2,50	2,23	2,02	1,21	1,88
0325	5	2,90	2,44	2,07	1,26	1,97

\* Полное обозначение ковша состоит из приведенных знаков с добавлением: 0151, например 0151-0101.

## 39. Монорельсовые ковши

Обозначение* по МН 5106 — 63 — МН 5110 — 63	Емкость, кг	Масса с траверсой, механизмом поворота и футеровкой, кг	Высота, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Высота от низа конструкции ковша до оси поворота, мм	Расстояние (радиус) от носка ковша до оси поворота, мм
<i>Конические</i>							
0011	100	85	1055	1400	460	225	280
0012	160	94	1105	1440	520	275	315
0013	250	115	1145	1445	610	315	363
0021	400	190	1010	1370	730	395	435
<i>Конические с механизмом поворота</i>							
0022	500	220	1085	1410	770	440	455
0031	630	245	1130	1445	810	460	485
0032	800	310	1300	1495	860	485	528
<i>Чайниковые</i>							
0041	100	87	1055	1400	440	225	314
0042	160	100	1105	1440	480	275	343
0043	250	122	1145	1510	550	315	390
<i>Барабанные</i>							
0051	400	290	1040	1480	630	345	345
0052	500	470	1200	1570	790	425	425
0053	630	535	1270	1600	870	460	460
0054	800	585	1310	1720	910	480	480

\* Полное обозначение ковшей состоит из приведенных знаков с добавлением 0151, например: 0151-0011.

**Объем производства**

Производство мелких и средних отливок в машиностроении предусматривают в групповых потоках, специализированных по детальному признаку или по общности технологического процесса в формах преимущественно одного размера. Размеры разовых объемных форм для наиболее распространенных групповых потоков приведены в табл. 40.

мого технологического оборудования. Имеется тенденция к увеличению размеров форм. Количество отливок в форме принимают из технологических карт (при массовом и крупносерийном производствах) или из технологических разработок и технологических ведомостей при меньшей серийности производства. Подлежащую изготовлению номенклатуру проектной программы распределяют по ви-

**40. Средняя металлоемкость форм для наиболее распространенных групповых потоков производства машиностроительных отливок**

Группы отливок по массе, кг	Внутренний размер опок (длина X ширина X высота — верх/низ), мм	Средняя металлоемкость формы по массе годных отливок, кг	Минимальный годово́й выпуск отливок (тыс. т/год) для организации потока
<i>Крупносерийное и массовое производства</i>			
≤8	500 X 400 X 150/100	8	4,0
	900 X 600 X 150/125	15	6,0
≤20	900 X 600 X 200/200	25	8,0
≤50	800 X 700 X 200/200	27	8,0
	1000 X 800 X 300/300	35	8,0
20—100	1200 X 1000 X 400/400	110	9,0
50—250	1400 X 1000 X 400/400	200	12,0
100—500	1600 X 1200 X 500/500	400	12,0
<i>Серийное, мелкосерийное и единичное производства</i>			
≤20	500 X 400 X 150/150	10	3,0
20—100	800 X 700 X 300/300	50	6,0
50—250	1200 X 1000 X 400/400	160	6,0
100—500	1400 X 1000 X 500/500	250	8,0
100—1000	1600 X 1200 X 600/600	400	9,0
500—1000	2000 X 1600 X 600/600	700	9,0
1000—2000	2500 X 2000 X 600/600 (или 3000 X 1700)	1250	9,0
1000—5000	2500 X 2500 X 700/700 4000 X 2500 X 700/700	1500 2500	10,0 10,0

Производство тем эффективнее, чем меньше интервал по массе и габаритным размерам отливок.

Оптимальные размеры форм выбирают с учетом технической и экономической эффективности, имеющегося производственного опыта и уточняют исходя из параметров принимае-

дам сплавов с нарастающим характеристик отливок по массе. Количество разовых объемных форм, изготавливаемых в течение года для выполнения проектной (приведенной) программы выпуска отливок, получают при заполнении формы 4. Форму заполняют с учетом распределения отливок по поточным

**ФОРМА 4**

**Определение годового количества форм**

№ детали	Деталь (представитель)	Марка металла	Количество деталей в год	Масса заготовок кг		Внутренний размер опок (длина X ширина X высота), мм	Количество деталей в форме	Масса отливок в форме	Количество форм в год	Объем форм, м³	
				одной	на годовую программу					одной формы	на годовую программу
	Поточная линия, конвейер № 1										
	Поточная линия, конвейер № 2 и т. д.										

**Примечания:** 1. Перечисление деталей ведут с учетом их распределения по поточным линиям (конвейерам, участкам).  
2. Для учета брака форм и отливок к полученным итогам по каждому потоку, участку рекомендуется добавлять 4—6% от годового количества форм данного размера.  
3. Графа «Объем форм, м³» — дополнительная, используемая для получения исходных данных при проектировании смесеприготовительного отделения.

линиям, конвейерам, участкам того или иного специализированного литейного цеха. Для возмещения потерь от брака форм и отливок рекомендуется к полученным итогам по каждой поточной линии (конвейеру), участку добавлять 4—6% от расчетного годового количества форм.

В тех случаях, когда в условиях мелкосерийного и единичного производств вместо конкретной номенклатуры задают разбивку отливок проектной программы на группы по массе, годовое количество форм рассчитывают определением средней металлоемкости форм для каждого потока или участка. Минимальный годовой выпуск, при котором целесообразна организация поточного производства отливок из черных сплавов, приведен в табл. 40.

Годовое количество форм, их размеры и металлоемкость являются основными исходными параметрами проекта литейного цеха в целом. На основе этих данных определяют ритм поточного производства и проектируют не только формовочное отделение, но и все остальные производственные отделения, которые его обслуживают. Расчет годового количества форм хранят в архивных материалах проектного института. В проекте приводят итоги по форме 5.

изготавливаемых отливок. Убыстрение темпа изготовления форм в потоке (12 с и менее) в условиях массового и крупносерийного производства делает необходимой автоматическую заливку. Установки для автоматической заливки выпускают за рубежом с применением: электромагнитного насоса, дозирующего разливочного ковша с индукционным подогревом, промежуточного стопорного, барабанного ковша с дозированием массы металла и др.

Для механизированной заливки используют электрифицированные тележки с кабиной для оператора и дистанционным управлением передвижением и поворотом ковша.

При определении проектной продолжительности основных операций формовки, отделки, сборки и заливки используют общемашиностроительные нормативы времени, отчетные данные передовых действующих предприятий и паспортные данные применяемого основного и смежного оборудования с учетом серийности и намечаемого уровня механизации и автоматизации производства.

Расчетный ритм заливки, выбивки, движения литейного конвейера (на 1 шаг) и возврата опок от выбивной решетки в зависимости от суммарной расчетной производительности формовочного оборудования

ФОРМА 5

Сводка количества форм

Поточная линия, конвейер или участок	Группа отливок по массе, кг	Размер опок в свету (длина × ширина × верх/низ)	Годовой выпуск		Средне-часовое количество форм
			отливок, т	форм, шт.	
Литейный конвейер с автоматами 22821 . . . . .	<20	500 × 400 × 150/150	12 000	1 270 000	350
Литейный конвейер с автоматами АЛ91265СМ . . . . .	20—100	800 × 700 × 300/300	18 000	380 000	104

### Изготовление, заливка и выбивка форм

Типовые технологические процессы изготовления форм с указанием достигаемой точности размеров отливок и чистоты их поверхности приведены в табл. 41.

В техническом проекте в разделе «Технологический процесс, новая техника, механизация и автоматизация технологических процессов» приводят краткое описание принятых технологических процессов на участках формовки, сборки, заливки и т. д. Выпуск отливок (т/год) по отдельным видам технологического процесса формовки (в сырые формы, в формы с поверхностной подсушкой, с применением пластических самотвердеющих смесей ЦСС и т. п.) приводят в указанном разделе в таблице «Сводные данные технологического процесса изготовления отливок» (по всем переделам).

В этой же таблице приводят выпуск (т/год) по поточным линиям, литейным конвейерам или участкам с указанием массы

приведен в табл. 42. Продолжительность цикла подсушки и сушки форм дана в табл. 43 и 44.

Расчетное время отбора жидкой углеродистой стали из раздаточных ковшей рекомендуется принимать:

Емкость ковша, т . . . . .	4	6—8	16
Время отбора, мин . . . . .	12	17	23

Расчетное количество жидкого металла, подлежащего отбору из раздаточных ковшей, берут в зависимости от емкости дуговых сталеплавильных печей.

Нормы продолжительности выдержки чугунных и стальных отливок в формах после заливки до выбивки (при естественном охлаждении) приведены в табл. 45—47. При выдавливании из опоки пакета (кома) смеси с отливкой (без его разрушения) продолжительность выдержки отливок в формах определяется как суммарное время остывания до выдавливания пакета смеси плюс время остывания отливки в коме смеси до его разрушения на разделительной решетке.

41. Типовые технологические процессы изготовления разовых объемных форм

Тип производства	Группа отливок по массе (для черных сплавов), кг	Вид и конструкция форм	Способ изготовления форм	Оснастка		Точность отливок по ГОСТ 2689-54 *	Класс шероховатости поверхности отливков по ГОСТ 2789-73
				рекомендуемая модельная	литая (размеры форм в плане, мм)		
Массовое и крупносерийное (поточное)	≤20	Сырье, песчано-бentonитовые, безопочные, стопочные с вертикальным разъемом	Пескоструйно-прессовый, прессовый	Металлическая	500 X 400; 600 X 500	Точность отливок по ГОСТ 2689-54 *	Класс шероховатости поверхности отливков по ГОСТ 2789-73
	≤100	Сырье песчано-бentonитовые, безопочные с горизонтальным разъемом	Прессование эластичной диафрагмой и др.		Жакеты: 500 X 400; 600 X 500; 800 X 700; 1000 X 800; 1200 X 1000		
	≤250	Сырье, песчано-бentonитовые, опочные	Дифференциальное прессование, прессование жесткой соломкой или эластичной диафрагмой и др.		600 X 500 800 X 700 900 X 800 1000 X 800 1200 X 1000 1400 X 1000 1600 X 1000 Опорки повышенной прочности		
	≤500	Сырье, песчано-бentonитовые, опочные	Безударное встряхивание в сочетании с одновременным или последующим дифференциальным прессованием		500 X 400 600 X 750 800 X 700 900 X 600 1000 X 800 1200 X 1000 1400 X 1000 1600 X 1200	7-9	Давление прессования 8-40 кгс/см <sup>2</sup> , сырая прочность единой смеси на сжатие > 1,3 кгс/см <sup>2</sup> ; безопочные формы с вертикальным разъемом рациональны для мало- или бесстержневых отливок
							Давление прессования 8-40 кгс/см <sup>2</sup> и выше. Сырая прочность единой смеси на сжатие > 1,1 (1,5) кгс/см <sup>2</sup>
							Давление прессования 10-20 кгс/см <sup>2</sup> . Сырая прочность смеси на сжатие 1,1-2,5 кгс/см <sup>2</sup> . Универсальный способ изготовления сырых форм

Продолжение табл. 41

Тип производства	Группа отливок по массе (для черных стливок), кг	Вид и конструкция форм	Способ изготовления форм	Оснастка		Обособенности технологического процесса	Точность отливок по ГОСТ 2689-64 *	Класс шероховатости отливки по ГОСТ 2789-73
				рекомендуемая модельная	литейная (размеры форм в плане, мм)			
Серийное и крупносерийное	≤500	Сырые, песчано-глинистые смеси, опочные	Безударное встраивание с пескометный	Пластмассовая, металлическая	500 X 400 600 X 500 800 X 700 900 X 600 1000 X 800 1200 X 1000 1400 X 1000 1600 X 1200	Давление допрессовки 2—6 кгс/см <sup>2</sup> . Для отливок массой 50—500 кг применяется общепочная смесь	8—10	
	≤100				Пластмассовая или деревянная на быстротемпных вкладышах			
Серийное, мелкосерийное и единичное (точное)	100—2000	Подсушиваемые, песчано-глинистые быстротвердеющие, химически-твердеющие, самоотвердеющие	Безударное встраивание с допрессовкой	Пластмассовая или деревянная или скользящая. Сыстроменная и др.	1200 X 1000 1400 X 1000 1600 X 1200 2000 X 1600 2500 X 2000 3000 X 1800	Давление допрессовки 2—6 кгс/см <sup>2</sup> ; облицовочная самоотвердеющая смесь выдается из смеси в опоку. Покрытие обычно годной краской	9—11	
					Пластмассовая или деревянная			
Серийное, мелкосерийное и частично единичное (точное); преимущественно для чугуна	100—2000	Самоотвердеющие (без подсушки), опочные	Безударное встраивание с допрессовкой	Пластмассовая или деревянная				

Продолжение табл. 41

Тип производства	Группа отливок по массе (для черных сплавов), кг	Вид и конструкция форм	Способ изготовления форм	Оснастка		Точность отливок по ГОСТ 2689-54*	Класс шероховатости поверхности отливок по ГОСТ 2789-73
				рекомендуемая модельная	литейная (размеры форм в плане, мм)		
Серийное и мелкосерийное (заливка на плиту)	1000 — 5000	Сухие, песчаноглиняные, быстротвердеющие, опочные	Пескометный или безударным встряхиванием с доуплотнением	Пластмассовая, металлическая или деревянная; скользящая быстросменная и др.	2500 X 2000 3000 X 1800 4000 X 2500 и др.	10 — 12	1 — 2
Серийное, мелкосерийное и единичное (заливка на плиту); преимущественно серый чугун		Сухие, песчаноглиняные, быстротвердеющие, опочные	Пескометный или безударным встряхиванием с доуплотнением				
Серийное, мелкосерийное и единичное (заливка в кессонах)	>5000	Сухие, песчано-глиняные и другие кессонные формы	Пескометный	Деревянная	Верхние полуформы: 4000 X 2500 5000 X 3000 6000 X 4000	10 — 13	
Единичное (заливка на плиту)	500 — 5000	Самотвердеющие из жидких смесей	Налывка	Пенополистироловые заготовки	1200 X 1000 1400 X 1000 1600 X 1200 2000 X 1600 2500 X 2000 3000 X 1800	9 — 12	1
Серийное (заливка преимущественно на плиту)	>1000	Самотвердеющие из жидких смесей; преимущественно подсушиваемые и без подсушки	Налывка	Деревянная	Жакеты, специальные опоки или кессоны по конфигурации модели	10 — 13	



Искусственные методы ускорения охлаждения отливок правомерно сохранять как некоторый резерв производства при изготовлении отдельных подходящих по конструкции деталей.

42. Расчетный ритм заливки, выбивки, движения литейного конвейера (на 1 шаг) и транспортного устройства для возврата опок от выбивной решетки

Количество форм, выглаемых на литейном конвейере формовочной линии, автоматами, форм/ч	Расчетный ритм заливки, выбивки и основных транспортных средств, с	Количество форм, выглаемых на литейном конвейере формовочной линии, форм/ч	Расчетный ритм заливки, выбивки и основных транспортных средств, с
10	360	190	19
20	180	200	18
30	120	210	17,1
40	90	220	16,4
50	72	230	15,7
60	60	240	15
70	52	250	14,4
80	45	260	13,9
90	40	270	13,4
100	36	280	12,9
110	32,8	290	12,4
120	30	300	12
130	27,7	310	11,6
140	25,7	320	11,2
150	24	330	10,9
160	22,5	340	10,6
170	21,2	350	10,3
180	20	360	10

Примечание. Количество форм определяется суммарной паспортной производительностью автоматического формовочного оборудования.

Для изготовления форм из жидких самотвердеющих смесей наиболее подходящей является установка мод. 19415. Формовочные блок-линии 22821 и АЛ91265СМ устанавливаются, как правило, по несколько единиц (2—3) к общему литейному конвейеру. Они предназначены для изготовления меняющейся номенклатуры отливок в условиях серийного и мелкосерийного производства.

Наличие у конвейера нескольких формовочных агрегатов позволяет производить их переналадку на новые модели, не нарушая его работы в целом и работу других отделений (плавильного и т. п.). Оборудование для выбивки форм, выпускаемое промышленностью, приведено в табл. 49. Из выбивных решеток комплектуют четырех-, шести- и т. д. секционные выбивные решетки с накатными укрытиями для крупных форм. При поточном (конвейерном) производстве отливок массой до 1000 кг устанавливаются автоматические выбивные установки различных конструкций, отлаженные в действующих литейных цехах.

Основным направлением повышения производительности труда и улучшения качества отливок, изготавливаемых в разовых объемных формах, является применение автоматических линий. Для сокращения срока окупаемости формовочных линий их следует интенсивно использовать; линии должны обладать необходимой технической и технологической надежностью и ремонтпригодностью.

Для обеспечения гибких связей между отдельными агрегатами линии предусматривают соответствующие накопители для опок, готовых форм и т. п. При комбинированных способах уплотнения процессы формообразо-

43. Нормы продолжительности цикла подсушки в зависимости от типа облицовочных смесей и размера форм

Внутренние размеры опок, мм	Тип облицовочной смеси рабочей поверхности формы					
	Песчано-глинистая		С органическим крепителем		С жидким стеклом	
	t, °C	τ, мин	t, °C	τ, мин	t, °C	τ, мин
1200×1000×400; 1400×1000×500; 1600×1200×600; 2000×1600×600; 2500×2000×600 (3000×1700×600)	380—400	45—60	250—350	30—45	230—280	25—35
		60—90		45—60		30—45

Обозначения: t — максимальная температура просушки; τ — продолжительность полного цикла.

Примечания: 1. Поверхностная подсушка форм рекомендуется для поточного производства с заливкой форм не позднее 2—3 ч после сборки.  
2. Перед поверхностной подсушкой формы должны предварительно окрашиваться.

### Оборудование и его производительность

Основные характеристики формовочного оборудования, выпускаемого промышленностью, приведены в табл. 48.

вания на линии должны быть отработаны и отлажены.

Для обеспечения протяжки моделей без разрушения полуформ применяют вибрацию, подогрев моделей и т. п. На некоторых зару-

бежных автоматических линиях для обеспечения качественной протяжки сложных моделей применяют подачу сжатого воздуха в полость разема.

К смесям предъявляют повышенные требования, и многие формовочные автоматические линии поставляют совместно со смесеприготовительными участками.

Формовочные автоматы могут изготавливать поочередно верхние и нижние полуформы. По другой системе на одном автомате изготавливают нижние полуформы, на другом — верхние.

Схемы различных компоновок современных формовочных автоматических линий приведены в табл. 50. Их классификация построена в зависимости от раздельного или совместного изготовления на автоматах верхних и нижних полуформ и от взаимовязки формовочных агрегатов с основными транспортными средствами.

Использование в качестве транспортных средств приводных рольгангов (накопителей) имеет ряд преимуществ, но связано с использованием подопочных щитков (поддонов).

От выбора рациональной схемы линии в значительной мере зависит ее технологическая и техническая надежность в работе.

Литейные конвейеры, установки для выбивки опок, конвейеры для охлаждения отливок рассчитывают по максимальной расчетной производительности формовочного оборудования. Рекомендуемая расчетная производительность формовочных машин приведена в табл. 51.

Паспортная производительность линий, автоматов должна гарантироваться поставщиком оборудования при обеспечении соответствующего технического обслуживания. Расчетную цикловую производительность формовочных линий можно принимать в пределах указанного в паспорте интервала с учетом серийности, номенклатуры отливок, высоты опок и т. п. С принятой расчетной производительностью формовочной линии должны быть увязаны работа других отделений цеха и ритм обслуживания транспортных систем.

Основные параметры, коэффициенты для расчета производительности и оценки формовочного автоматического оборудования (линий, автоматов) приведены в табл. 52. Эти материалы необходимы для проектных и фактических данных, которые выводят по отношению к номинальному времени эксплуатации автоматического оборудования (рис. 30).

Расчет необходимого количества формовочных автоматов и автоматических линий выполняют по форме 6. При определении количества автоматических линий в массовом и крупносерийном производствах коэффициент из загрузки следует принимать не ниже 70% и не выше 80%.

Сводные данные по формовочному отделению приводят в форме 7.

При определении потребного времени на охлаждение форм от заливки до выбивки надлежит руководствоваться фактическими

44. Нормы продолжительности цикла сушки форм в камерных сушилках в зависимости от типа облицовочных смесей и размера форм

Внутренние размеры опок, мм	Тип облицовочных смесей рабочей поверхности формы															
	Песчано-глинистая				С органическими крепителями				С жидким стеклом				С хромангнетитом или хромистым железняком			
	$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{ч}$	$\tau_1, \text{ч}$	$k$	$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{ч}$	$\tau_1, \text{ч}$	$k$	$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{ч}$	$\tau_1, \text{ч}$	$k$	$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{ч}$	$\tau_1, \text{ч}$	$k$
1200 X 1000 X 400	8—9	6—7	0,16	4—5	250—330	6—7	4—5	0,16	250—300	5—6	3—4	0,16	400—420	10—11	8—9	0,16
1400 X 1000 X 500																
1600 X 1200 X 600																
2000 X 1600 X 600	9—10	7—8	0,18	5—6	250—330	7—8	5—6	0,18	230—330	6—7	4—5	0,18	11—12	9—10	0,18	
2500 X 2000 X 600																
(3000 X 1700)	12—15	10—13	0,20	8—10	250—350	10—12	8—10	0,20	230—330	9—10	7—8	0,20	420—450	15—18	13—16	0,20
2500 X 2500 X 900																
4000 X 2500 X 900																
(5000 X 3000 X 600)																

Обозначения:  $t$  — максимальная температура;  $\tau$  — продолжительность полного цикла;  $\tau_1$  — время работы топки;  $k$  — коэффициент заполнения сушила. При определении количества сушила необходимо учесть время на загрузку и выгрузку сушила, ориентировочно равное 2 ч.

## 45. Нормы выдержки (ч) отливок в формах после заливки на конвейере до выбивки (при естественном охлаждении)

Размер опок в свету, мм	Группа отливок по массе, кг	Расчетный интервал температур выбивки отливок из форм, °С	Выдержка (ч) при толщине стенки (мм), определяющей охлаждение отливок для крупносерийного и массового производства (толщины в скобках — для серийного и мелкосерийного)	
			≤20 (30)	≤30 (50)
<b>Чурунные отливки</b> <i>Крупносерийное и массовое производство</i>				
500×400, 900×600	≤8	600—500 (400)	0,15—0,22 (0,38)	0,27—0,4 (0,6)
600×500, 900×600	≤20	600—500 (400)	0,21—0,31 (0,57)	0,38—0,57 (1,0)
800×700, 1000×800	≤50	600—500 (400)	0,33—0,49 (0,88)	0,6—0,9 (1,6)
1200×1000	20—100	600—500 (400)	0,47—0,7 (1,3)	0,84—1,27 (2,4)
1400×1000	50—250	600—500 (400)	0,77—1,23 (2,0)	1,4—2,23 (3,8)
1600×1200	100—500	600—500 (400)	1,0—1,6 (2,8)	1,78—2,84 (5,1)
<i>Серийное и мелкосерийное производство</i>				
500×400	≤20	600—500 (400)	0,38—0,57 (1,0)	0,51—0,75 (1,4)
800×700	20—100	600—500 (400)	0,84—1,27 (2,4)	1,13—1,7 (3,1)
1200×1000	50—250	600—500 (400)	1,4—2,23 (3,8)	1,8—3,0 (5,5)
1400—1000	100—500	600—500 (400)	1,78—2,84 (5,1)	2,5—3,9 (7,1)
1600—1200	100—1000	500—400 (300)	4,1—7,4 (12,5)	5,5—10,0 (17,0)
2000×1600	500—1000	500—400 (300)	4,1—7,4 (12,5)	5,5—10,0 (17,0)
2500×2000, 3000×1700	1000—2000	400—300 (200)	8,84—16,8 (28,3)	10,4—22,4 (38,0)
<b>Отливки из ковкого чуруна</b> <i>Крупносерийное и массовое производство</i>				
500×400, 900×600	≤8	700—600 (500)	0,15—0,2 (0,27)	0,22—0,27 (0,42)
600×500, 900×600	≤20	700—600 (500)	0,20—0,27 (0,39)	0,33—0,42 (0,70)
800×700, 1000×800	≤50	700—600 (500)	0,33—0,42 (0,66)	0,53—0,66 (1,0)
1200×1000	20—100	700—600 (500)	0,50—0,70 (1,0)	0,84—1,0 (1,5)
1400×1000	50—250	600—500 (400)	0,90—1,40 (2,5)	1,60—2,60 (4,7)
<b>Отливки из углеродистой стали</b> <i>Крупносерийное и массовое производство</i>				
500×400, 900×600	≤8	700—600 (500)	0,15—0,22 (0,33)	0,28—0,42 (0,62)
600×500, 900×600	≤20	700—600 (500)	0,23—0,35 (0,52)	0,42—0,53 (0,95)
800×700, 1000×800	≤50	700—600 (500)	0,37—0,55 (0,82)	0,67—1,0 (1,5)
1200×1000	20—100	700—600 (500)	0,5—0,75 (1,2)	0,95—1,4 (2,1)
1400×1000	50—250	650—550 (450)	1,0—1,6 (2,6)	1,9—2,9 (4,7)
1600×1200	100—500	650—550 (450)	1,4—2,2 (3,7)	2,4—4,0 (7,4)
<i>Серийное и мелкосерийное производство</i>				
500×400	≤20	700—600 (500)	0,42—0,63 (0,95)	0,57—0,85 (1,6)
800×700	20—100	700—600 (500)	0,95—1,4 (2,1)	1,2—1,8 (3,0)
1200×1000	50—250	650—550 (450)	1,9—2,9 (4,7)	2,4—3,7 (6,4)
1400×1000	100—500	650—550 (450)	2,4—4,0 (7,4)	3,4—5,3 (9,2)
1600×1200	100—1000	600—550 (450)	4,6—7,0 (11)	6,2—9,0 (13)
2000×1600	500—1000	600—550 (450)	4,5—7,0 (11)	6,2—9,0 (13)
2500×2000, 3000×1700	1000—2000	550—500 (450)	8,0—11,0 (17)	10,0—13,0 (20,0)
<b>Отливки из легированных сталей</b> <i>Крупносерийное и массовое производство</i>				
500×400, 900×500	≤8	650—550 (450)	0,18—0,28 (0,45)	0,35—0,52 (0,85)
600×500, 900×600	≤20	650—550 (450)	0,29—0,43 (0,72)	0,52—0,79 (1,3)
800×700, 1000×800	≤50	650—550 (450)	0,46—0,68 (1,2)	0,83—1,25 (2,1)
1200×1000	20—100	600—500 (400)	0,76—1,2 (2,0)	1,4—2,1 (3,0)
1400×1000	50—250	550—450 (400)	1,5—2,6 (3,0)	2,8—4,9 (5,6)
1600×1200	100—500	550—450 (400)	2,7—3,5 (4,5)	4,7—6,2 (8,5)
<i>Серийное и мелкосерийное производство</i>				
500×400	≤20	650—550 (450)	0,52—0,79 (1,3)	0,7—1,25 (2,3)
800×700	20—100	600—500 (400)	1,4—2,1 (3,8)	1,8—3,0 (5,3)
1200×1000	50—250	550—450 (400)	2,8—4,9 (5,6)	3,8—6,0 (8,2)
1400×1000	100—500	550—450 (400)	4,7—6,2 (8,5)	6,5—9,2 (12)
1600×1200	100—1000	550—450 (400)	8,0—16,0 (20)	11,0—18,0 (28)
2000×1600	500—1000	550—450 (400)	8,0—16,0 (20)	14,0—18,0 (28)
2500×2000, 3000×1700	1000—2000	500—400 (300)	11,0—24,0 (34)	14,0—30,0 (45)

Примечания: 1. В таблице приведены данные для полых отливок со стержнями. При прочих равных условиях отливки без стержней и болванок остывают быстрее.

2. За толщину стенки, определяющей охлаждение отливки в форме, принимают толщину наиболее массивных ее частей, достаточных размеров, которые остывают медленнее, чем более тонкие стенки.

3. Выдержку устанавливают в зависимости от конфигурации отливок в пределах интервала нормы времени (две первые цифры в двух последних графах). Время выдержки, заключенное в скобках, применяют только для отдельных сложных отливок, склонных к образованию трещин

## 46. Нормы выдержки отливок из серого чугуна в опочных и кесонных формах после заливки до выбивки (при естественном охлаждении)

## Отливки массой до 10 т

Толщина основного элемента, мм	Температура выбивки, °С	Выдержка (ч) при массе отливки, т								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
21—30	400	8,9	10,7	—	—	—	—	—	—	—
	300	16,8	20,4	23,8	26,2	28,8	31,1	—	—	—
	200	(28,3)	(35)	(40)	(45)	(49)	(53)	—	—	—
31—50	400	10,4	12,8	14,7	16,8	18,0	19,5	20,8	22,1	23,2
	300	22,4	27,4	31,8	35,3	38,8	41,8	44,8	47,6	50
	200	(38)	(47)	(54)	(60)	(66)	(71)	(76)	(81)	(85)
51—80	400	15,2	18,6	21,4	23,8	26,2	28,2	30,2	32,2	33,7
	300	30	36,4	42,3	47,0	51,7	55,9	59,9	63,6	67
	200	(51)	(62)	(72)	(80)	(88)	(95)	(102)	(108)	(114)
81—125	400	22,9	27,8	32,2	35,7	39,4	42,6	45,9	47,5	51,4
	300	39,1	47,5	55,2	61,7	67	73,0	79,2	83,6	87
	200	(65)	(81)	(94)	(105)	(114)	(124)	(133)	(142)	(148)

## Тяжелые отливки

Толщина основного элемента, мм	Температура выбивки, °С	Выдержка (ч) при массе отливки, т								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
31—50	400	45	55	—	—	—	—	—	—	—
	300	71	87	101	113	—	—	—	—	—
	200	(120)	(148)	(171)	(192)	—	—	—	—	—
51—80	400	44,3	54,5	53	71	77	84	89	94	99
	300	94,5	116	134	150	164	177	189	200	212
	200	(161)	(197)	(227)	(255)	(279)	(301)	(322)	(341)	(360)
81—125	400	65,3	80	92	104	114	122	131	139	153
	300	124	152	175	196	214	232	247	262	277
	200	(210)	(258)	(298)	(333)	(354)	(394)	(420)	(445)	(470)
126—200	400	95,7	117,5	136	152	166	180	192	203	214
	300	158	193	224	250	274	294	317	336	354
	200	(268)	(328)	(380)	(424)	(466)	(500)	(538)	(570)	(600)

Примечания: 1. В таблице приведены данные для отливок полых, со стержнями. При прочих равных условиях отливки без стержней остывают быстрее.

2. За толщину основного элемента отливки, определяющего ее охлаждение в форме, принимают толщину наиболее массивных ее частей, достаточных размеров, которые остывают медленнее, чем более тонкие стенки, хотя и обкладываются обычно холодильниками (например, направляющие станин, стоек и т. п.).

3. Для проектных расчетов при мелкосерийном и единичном производствах рекомендуется принимать выдержку отливок в форме по данным для средней температуры выбивки при 300° С.

4. Выдержку в форме до 400° С допускается для серийных отливок, технология изготовления и конструкция которых могут обрабатываться.

5. Выдержку в форме до 200° С (цифры в скобках) принимают для отдельных сложных отливок, склонных к образованию трещин, для отливок точных станков и для отливок из чугуна с шаровидным графитом.

## 47. Нормы выдержки стальных отливок в опочных и кессонных формах после заливки до выбивки (при естественном охлаждении)

Отливки массой до 10 т из углеродистой и легированной стали										
Преобладающая толщина стенки, мм	Температура выбивки, °С	Выдержка (ч) при массе отливки, т								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Отливки из углеродистых сталей</i>										
21—30	550	8	11	14	15	18	20	22	23	24
	500	11	15	19	23	26	30	34	37	40
	450	(17)	(22)	(27)	(32)	(36)	(40)	(44)	(46)	(50)
31—50	550	10	13	16	18	20	22	23	24,5	25
	500	13	17,5	22	26	30	34	37	41	43
	450	(20)	(26)	(31)	(36)	(41)	(45)	(49)	(52)	(55)
51—80	600	12	16	19	20	22	24	25	26	27
	550	15	20	25	29	33	37	41	43	46
	500	(24)	(32)	(39)	(45)	(50)	(55)	(58)	(63)	(66)
81—125	600	14	17	20	22	24	26	28	29	30
	550	18	22	27	31	35	39	42	45	48
	500	(30)	(40)	(47)	(54)	(60)	(66)	(70)	(73)	(77)
<i>Отливки из легированных сталей</i>										
21—30	500	11	15	17	20	22	24	26	27	29
	400	24	33	39	45	50	55	59	63	66
	300	(34)	(48)	(59)	(70)	(78)	(86)	(90)	(94)	(96)
31—50	500	14	17	19	22	24	25	28	30	32
	400	30	40	47	54	60	65	70	74	77
	350	(45)	(59)	(69)	(78)	(88)	(98)	(105)	(112)	(116)
51—80	550	16	20	23	25	26	29	31	32	34
	400	34	48	59	70	78	86	90	94	96
	350	(54)	(72)	(86)	(97)	(108)	(120)	(130)	(136)	(146)
81—125	550	20	24	28	32	36	40	43	45	48
	400	45	59	69	78	88	98	105	112	116
	350	(70)	(89)	(105)	(119)	(129)	(144)	(155)	(165)	(173)
Тяжелые отливки из углеродистой стали										
Преобладающая толщина стенки, мм	Температура выбивки, °С	Выдержка (ч) при массе отливки, т								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
31—50	550	32	40	47	53	60	65	71	77	90
	450	55	67	81	94	105	116	128	138	148
	400	(74)	(92)	(110)	(123)	(140)	(157)	(170)	(184)	(194)
51—80	550	35	44	52	60	66	75	81	89	96
	450	61	73	88	100	114	128	140	152	162
	400	(92)	(120)	(142)	(165)	(185)	(208)	(229)	(250)	(272)
81—125	550	41	52	62	72	80	90	98	107	115
	500	66	80	95	109	124	137	151	164	177
	400	(110)	(144)	(168)	(192)	(216)	(240)	(254)	(288)	(312)
126—200	550	47	60	72	84	93	104	115	125	135
	500	74	92	110	125	140	157	170	184	194
	400	(158)	(215)	(250)	(308)	(344)	(385)	(416)	(448)	(480)
<p>Примечания 1. В таблицах приведены данные для полых отливок со стержнями. При прочих равных условиях отливки без стержней остывают быстрее.</p> <p>2. При мелкосерийном и единичном производстве для проектных расчетов рекомендуется принимать выдержку отливок по данным для средней температуры выбивки.</p> <p>3. Выдержка и выбивка из форм при более высоких температурах допускаются для серийных отливок, технология и конструкция которых могут обрабатываться.</p> <p>4. Выдержку в форме до более низких температур (цифры в скобках) принимают для отдельных сложных отливок, склонных к короблению и образованию трещин.</p>										

48. Формовочное оборудование

Характеристика	Модель	Назначение и область применения	Размеры опоки (длина X ширина X высота), мм	Производительность (максимальная) *1	Грузоподъемность, кгс	Удельное давление, кгс/см <sup>2</sup>	Число встраиваний в минуту	Габаритные размеры (длина X ширина X высота), мм	Масса, кг	Завод-изготовитель
<i>Формовочные машины пневматические встраиваемые</i>										
Полуавтоматическая с депрессивной и штифтовым стержнем	91271БМ	Для верхних и нижних полуформ	500 X 400 X 200	100	150	6250	210	1660 X 1060 X X 1550	1260	Усманский завод литейного оборудования
			800 X 700 X 300	45	600	13 000	150	2885 X 1200 X X 2830	4000	Волковский завод литейного оборудования
С депрессивной и поворотным столом	254М	Для нижних опок Возможна формовка верхних опок с последующей кантовкой	1000 X 800 X 350	40	1200	16 500	110—120	2600 X 1350 X X 3320	6500	
	255М		600 X 500 X 250	50	400	9 400	—	1600 X (1200—2750) X 2600	2800	
С депрессивной и протяжной рамкой	266М	Для верхних опок	800 X 700 X 300	50	600	18 500	130	1690 X 1325 X X 2460	4600	Комсомольский на Амуре завод «Амурлитмаш»
	2М265		1000 X 800 X 350	45	1200	30 000	105	2600 X 1750 X X 2900	7000	
	267М		1000 X 600 X 250	40	900	9000	130	2000 X 1650 X X 1900	2900	
С депрессивной и штифтовым стержнем	703М	Для нижних и верхних опок	1000 X 600 X 250	40	900	9000	130	2000 X 1650 X X 1900	2900	Павлоградский завод «Литмаш»
С перекидным столом и вытяжным механизмом	232М	Для нижних опок и стержней	800 X 700 X 450	40	600	—	150	2500 X 2000 X X 2400	4 000	Новосибирский завод
	233М		1000 X 800 X 400	20	1320	—	—	3680 X 2100 X X 3110	7 000	
	234М		1600 X 1200 X 600	17	3200	—	150	4365 X 3115 X X 3300	13 800	
	235М		2000 X 1600 X 700	10	5000	—	75	4145 X 3450 X X 3700	21 300	
	235С		2500 X 1600 X 700	10	6000	—	45	4940 X 4405 X X 4820	30 400	

Продолжение табл. 48

Характеристика	Модель	Назначение и область применения	Размеры олоки (длина X ширина X высота), мм	Производительность (максимальная) *1	Грузоподъемность, кг	Удельные Pressования, кг/мин	Число встраиваний в минуту	Габаритные размеры (длина X ширина X высота), мм	Масса, кг	Завод-изготовитель
Вибропрессовая шрифтовым съемом	226	Для верхних и нижних опок	500 X 400 X 200	100	150	6250	—	1200 X 1040 X X 1550	1000	Усманский завод литейного оборудования
	91226Б		500 X 400 X 200					1450 X 1080 X X 1550		
Полуавтоматическая встраивающе-прессовая с поворотом полуформ	H2143Б	Для изготовления литейных полуформ	1600 X 1200 X X (300—600)	40	5000	—	16 **	8000 X 5000	100 000	Новосибирский завод «Сиблитмаш»
<i>Пескометы формовочные</i>										
Стационарный	2Б93	Для набивки опок, стержней	6000 X 1200; 3000 X 2400 и др.	12,5	4600 **2	24,4 **2	—	5585 X 1200 X X 2830	6000	То же
			296М2	Для набивки опок	25	—	—	10 200 X 4250 X X 4820	11 756	Завод «Станколит» (г. Москва)
Подвесной	ПН40	Для набивки опок изложниц и т. п. То же	Площадь обслуживаемого участка 3000 X 3000	40	7500 **2	42,4 **2	—	10 165 X 9890 X X 7130	1 680	Новосибирский завод «Сиблитмаш»
								2ПН40	10 160 X 16 960 X X 7130	45 000
<i>Автоматические формовочные линии</i>										
Пескодувно-прессовая	АЛ-2002	Безопочная формовка стоек с вертикальным разъемом	600 X 450 X X 150—200	300—500	—	—	—	—	—	Московский опытный завод «Красная Пресня» опытный образец

Продолжение табл. 48

Характеристика	Модель	Назначение и область применения	Размеры опоки (длина X ширина X высота), мм	Производительность (максимальная) <sup>*1</sup>	Грузоподъемность, кгс	Усадка пескозаванта, кгс	Число встраиваний в минуту	Габаритные размеры (длина X ширина X высота), мм	Масса, кг	Завод-изготовитель
Блок-линия с уплотнением форм встраиванием с допрессовкой	АЛ-91265см	Одновременная формовка и сборка верхних и нижних полуформ	800 X 700 X 300	50	—	—	—	14 500 X 8000 X X 4300	3600	Московский опытный завод «Красная Пресня», опытный образец
Прессовая линия (на базе автоматов 5833)	5840	Изготовление отливок в прессованных полуформах	900 X 600 X X 150—200	180	—	200 000	40 <sup>**</sup>	78 000 X 9300 X X 4650	211 000	
Прессовая линия	НЛ141	Для изготовления литейных форм	1200 X 1000 X X 250—500	60	—	—	—	62 000 X 15 000	500 000	Новосибирский завод «Сиблитмаш»
			2000 X 1600 X 400	12	—	—	—	67 500 X 12 000	300 000	
Прессовая линия (на базе установок Н2145Б)	ЛН267									

Периодическое действие	19113	19114	19115	19413	19415
Размеры опоки (длина X ширина X высота), мм	300 <sup>**3</sup>	600 <sup>**5</sup>	1200 <sup>**5</sup>	—	1400 <sup>**5</sup>
Производительность (максимальная) <sup>*1</sup>	3	6	12	5—10	10—30
Грузоподъемность, кгс	—	—	—	—	—
Усадка пескозаванта, кгс	18,8 <sup>**3</sup>	36,7 <sup>**2</sup>	71,2 <sup>**3</sup>	29,9 <sup>**2</sup>	46,0 <sup>**2</sup>
Число встраиваний в минуту	6 <sup>**6</sup>	—	—	—	—
Габаритные размеры (длина X ширина X высота), мм	5700 X 5100 X X 6450	5700 X 5100 X X 6450	9395 X 5020 X X 6410	5100 X 3820 X X (4300—5200)	5100 X 3830 X X 3195
Масса, кг	15 000	15 000	25 000	14 700	22 000
Завод-изготовитель			Павлоградский завод «Литмаш»		

\*1 Производительность указана в следующих единицах: для формовочных машин — опок/ч; для пескометов формовочных — м³/ч; для автоматических формовочных линий — форм/ч; для установок раздачи и приготовления жидких самотвердеющих смесей — т/ч.  
 \*\* Выход рукавов, мм.  
 \*\*3 Мощность электродвигателей, кВт.  
 \*\*4 Удельное давление прессования, кгс/см².  
 \*\*5 Емкость смесителя, кг.  
 \*\*6 Цикл одного замеса, мин.



## 49. Оборудование для выбивки форм

Наименование	Модель	Назначение	Грузоподъемность, тс	Размер полотна решетки, мм	Пределы наклона решетки, градусы	Мощность электродвигателей, кВт	Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	Масса, кг	Завод-изготовитель
Решетка эксцентриковая	421	Выбивка форм и стержней из отливок	1,0	1250 × 1000	0—6	2,8	1875 × 1440 × 615	880	Тбилисский завод литейного оборудования им. Каллинина
	422м		1,6	1600 × 1250	0—6	4,5	2260 × 1900 × 800	1 200	
	423		2,5	2000 × 1600	—	7,5	2430 × 2220 × 1020	3 900	
	424		4,0	2240 × 1800	—	14	2820 × 2375 × 820	3 400	
Решетка инерционная	426V *1	10	1800 × 1800	—	7,5	2910 × 1800 × 1180	3 850		
	427V	16	1800 × 1800	—	10	2910 × 1800 × 1180	3 888		
	428С	25	3500 × 2500	—	75	4000 × 3940 × 1730	18 600		

\*1 Ударная.

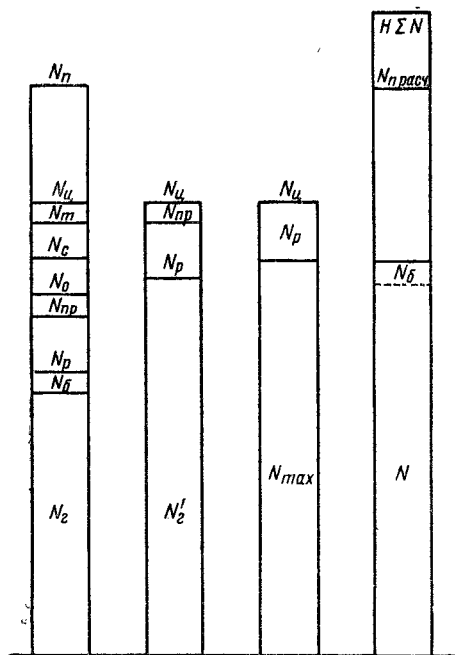


Рис. 30. Диаграмма сопоставления различных видов (наименований) производительности автоматического оборудования (линий, автоматов):

$N_{\Gamma}$  — фактическая средняя производительность к номинальному фонду времени;  $N'_{\Gamma}$  — техническая производительность к номинальному фонду времени;  $N_{\max}$  — достигнутая максимально возможная производительность к номинальному фонду времени;  $N$  — проектная средняя расчетная производительность к действительному фонду времени;  $N_{\Pi}$  — паспортная производительность;  $N_{\text{расч}}$  — цикловая расчетная производительность к действительному фонду времени;  $N_{\text{ц}}$  — средняя цикловая производительность к номиналь-

## ФОРМА 6

## Количество формовочных автоматов

№ формовочной линии	Наименование отливка или групп литья	Размер форм в свету, мм	Среднечасовое количество форм	Модель или тип формовочных автоматов	Производительность формовочных автоматов или линий	Количество формовочных автоматов или линий		Коэффициент загрузки
						потребное	принятое	

данными. В случае отсутствия аналогов это время можно принимать по табл. 45.
























Численность производственных рабочих, обслуживающих формовочную автоматическую линию, определяют по рабочим местам. При определении количества рабочих на отделке формы и укладке стержней следует учитывать намечаемые операции, тре-

ному фонду времени;  $N_p$  — потери в производительности из-за внецикловых случайных простоев линии;  $N_{\text{пр}}$  — потери в производительности из-за перестройки, проведения плано-предупредительных ремонтов в рабочее время;  $N_o$  — потери в производительности из-за простоев по организационным причинам;  $N_c$  — потери в производительности из-за простоев смежного оборудования;  $N_t$  — потери в производительности из-за простоев по технологическим причинам;  $N_b$  — потери в производительности из-за изготовления дефектных форм и отливок;  $H\Sigma N$  — потери в производительности в период суммарного времени нормативных простоев

50. Схемы компоновок автоматических формовочных линий

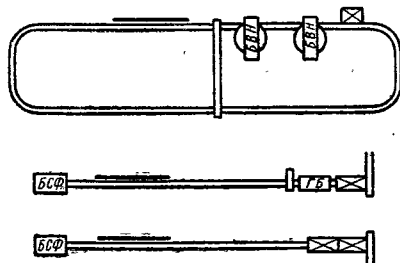
Продолжение табл. 50

Условные обозначения

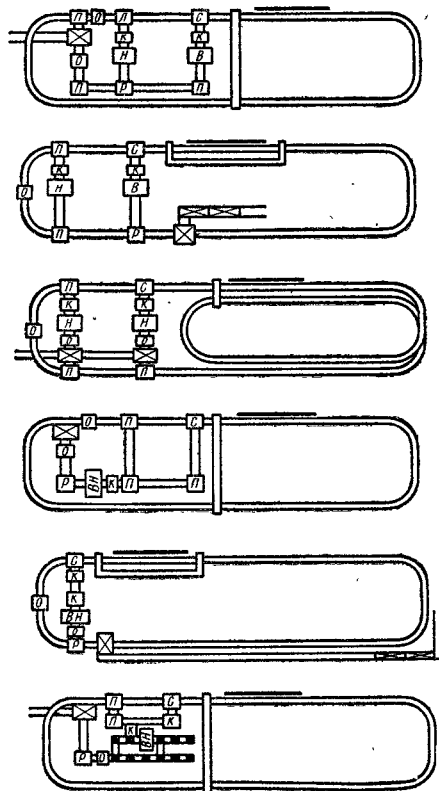
-  — автомат безопасной формовки верхних и нижних полуформ;
-  — автомат безопасной стопочной формовки;
-  — автомат для нижних полуформ;
-  — автомат для верхних полуформ;
-  — автоматы для верхних и нижних полуформ;
-  — автоматы для верхних и нижних полуформ;
-  — карусельные автоматы для верхних полуформ;
-  — карусельный автомат для нижних полуформ;
-  — кантователь;
-  — распаровщик опок;
-  — установка очистки опок или конвейера;
-  — перестановщик или толкатель;
-  — сборщик форм;
-  — установка для выбивки;
-  — перекладка подопочных плит;
-  — линии скользящей оснастки;
-  — поверхностная подсушка форм;
-  — барабан для разрушения стопок;
-  — устройство для прорезки литников;
-  — участок заливки;
-  — грузоукладчик;
-  — траверсные тележки
-  — траверсные тележки

Схемы

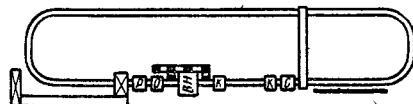
Линии безопасной формовки



Линии с расположением формовочных автоматов между ветвями литейного конвейера



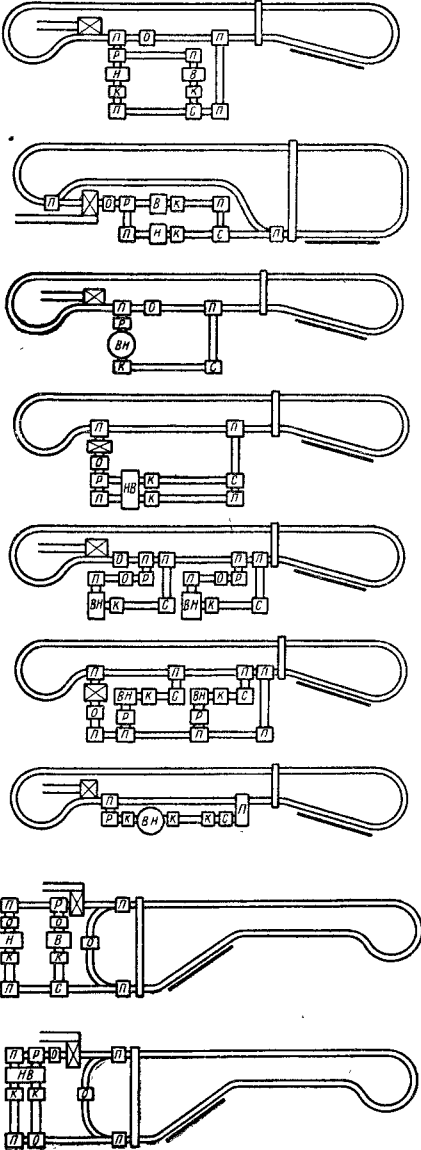
Линия с расположением формовочного автомата над литейным конвейером



Продолжение табл. 50

## Схемы

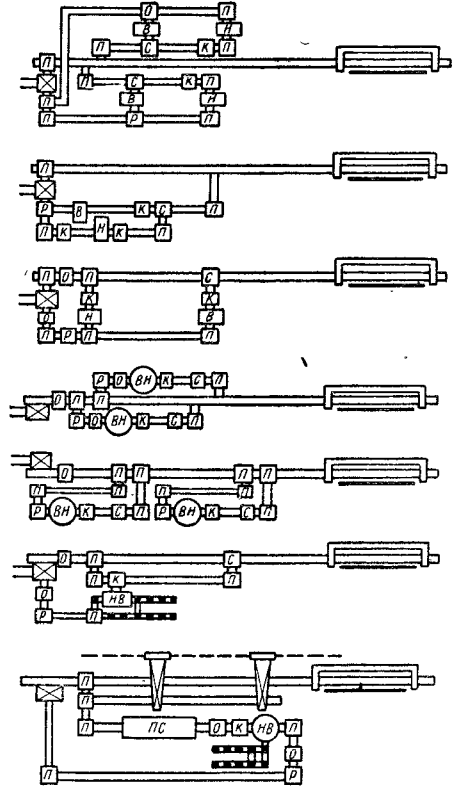
Линия с размещением формовочных автоматов сбоку литейного горизонтально-замкнутого конвейера



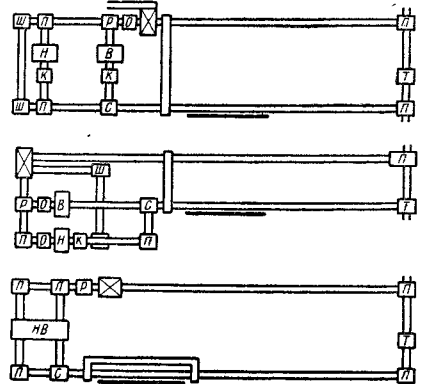
Продолжение табл. 50

## Схемы

Линия с размещением формовочных автоматов у вертикально-замкнутого конвейера



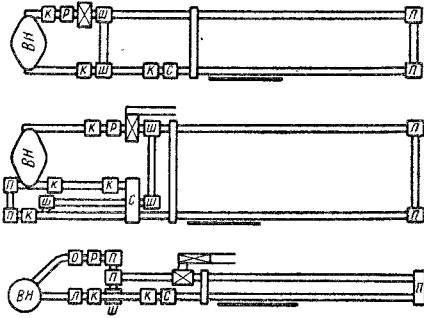
Линии с автоматами, имеющими двухветвевую систему приводных ролягангов



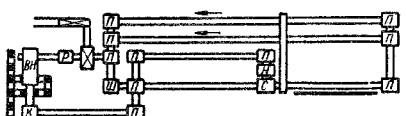
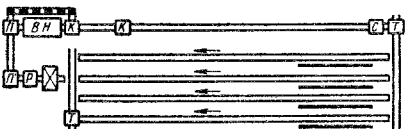
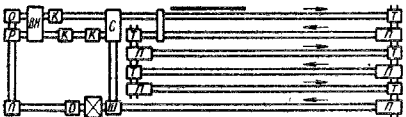
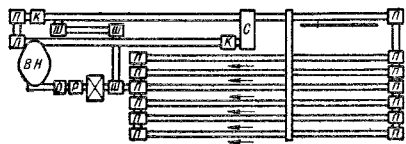
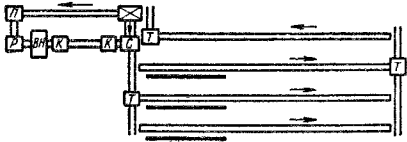
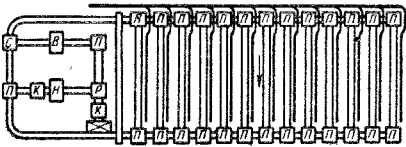
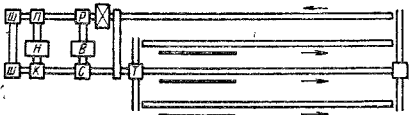
Продолжение табл. 50

Продолжение табл. 50

Схемы

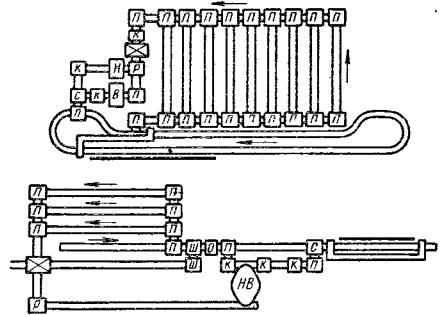


Линии с многоветвевой системой приводных ролягангов

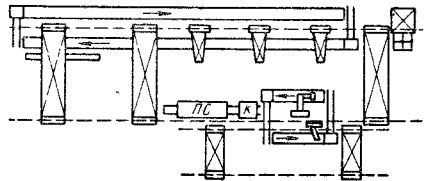
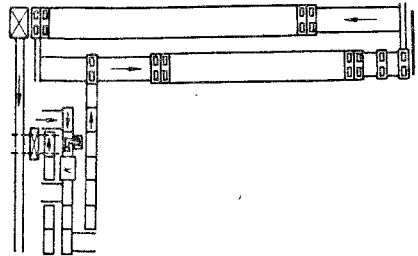


Схемы

Линии с литейными конвейерами (горизонтально- или вертикально-замкнутыми) и системой многоветвевых ролягангов накопителей



Линии пескочетной формовки



бующие ручного труда или наблюдения оператора, сложность и количество укладываемых стержней и возможную механизацию этой операции, а также принятую производительность линии.

Действительная производительность формовочных линий в значительной мере определяется их надежностью и бесперебойным обслуживанием плавильным, смесеприготовительным и стержневым отделениями. Потери времени (простои) в работе линии делят на цикловые и внецикловые. Первые явля-

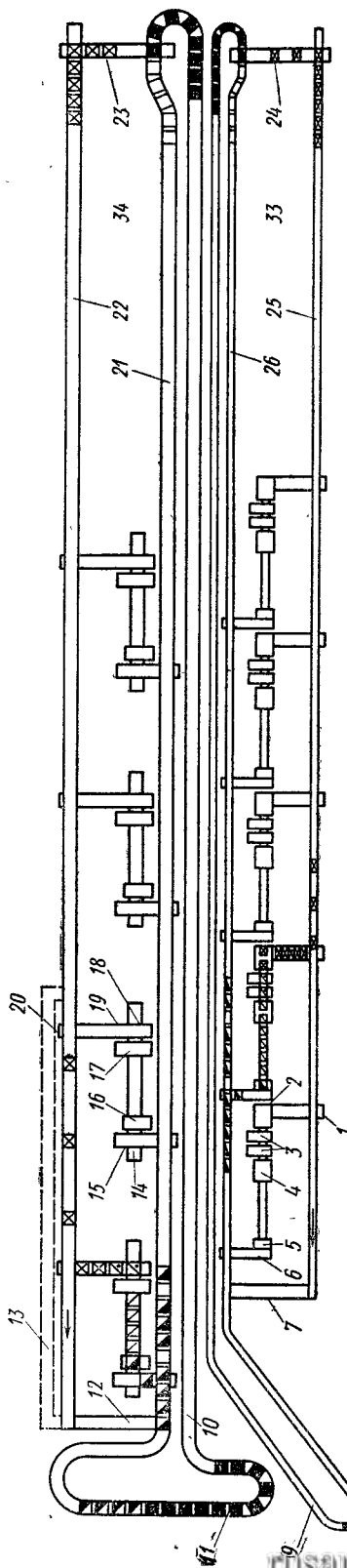


Рис. 31. Схема формовочного отделения с расположением нескольких автоматов у двух литейных конвейеров для изготовления 30 тыс. т чугуных отливок в сырых формах с опоками размером в свету  $500 \times 400 \times 200/200$  мм и  $800 \times 700 \times 300$  мм:

1 — стелкаватель выбитого комплекта опок к формовочному автомату; 2 — распаровщик опок; 3 — двоясвенный формовочный автомат для опок с размерами в свету  $500 \times 400 \times 200/200$  мм с одновременным уплотнением верхней и нижней полуформ производительною 70—80 форм/ч; 4 — кантователь для одновременного поворота верхней и нижней полуформ; 5 — сборщик форм; 6 — толкатель для выдачи собранной формы на позицию ожидания свободной платформы литейного конвейера; 7 — обводной канал для накопления и передачи на литейный конвейер неиспользованных выбитых комплектов опок; 8 — участок заливки собранной формы; 9 — охлаждающая ветвь литейного конвейера для форм с опоками размером в свету  $800 \times 700 \times 300/300$  мм; 10 — охлаждающая ветвь литейного конвейера для форм с опоками размером в свету  $500 \times 400 \times 200/200$  мм; 11 — участок заливки собранной формы; 12 — обводной канал для накопления и передачи на литейный конвейер неиспользованных выбитых комплектов опок; 13 — уплотнительный вариант устройства обводного канала с возвратом неиспользованных комплектов на транспортер для выбитых опок; 14 — вертикально-замкнутый конвейер формовочного автомата с поддонами для сборки форм; 15 — кантователь и устройство для вытаски и устройство для вытаски модели из полуформ; 16 — кантователь и устройство для вытаски модели из полуформ; 17 — кантователь и устройство для вытаски модели из полуформ; 18 — проходной формовочный автомат для опок с размерами в свету  $800 \times 700 \times 300/300$  мм для верхних и нижних полуформ производительною 35—40 форм/ч; 19 — распаровщик опок; 20 — стелкаватель выбитого комплекта опок к формовочному автомату; 21 — большой литейный конвейер для подачи выбитых комплектов опок к формовочным автоматам; 22 — выбивная установка для форм с опоками  $800 \times 700 \times 300/300$  мм; 23 — транспортно-накопитель для подачи выбитых комплектов опок к формовочным автоматам; 24 — выбивная установка для форм с опоками  $500 \times 400 \times 200/200$  мм (опоки без крестовин); 25 — транспортно-накопитель для подачи выбитых комплектов опок к формовочным автоматам; 26 — малый литейный конвейер на выпуск 12 тыс. т чугуных отливок в год для форм с размерами в свету  $500 \times 400 \times 200/200$  мм; 27 — выбитый комплект опок; 28 — распаровщик опок; 29 — залитые формы; 30 — собранные формы; 31 — полуформы; 32 — свободные места на транспортных средствах; 33 — место размещения бункеров-отстойников с готовой формовочной смесью для автоматов малого литейного конвейера; 34 — то же для автоматов большого литейного конвейера

51. Производительность формовочных машин в зависимости от серийности производства с учетом потерь времени на смену оснастки

Модель формовочной машины	Размер опок в свету, мм	Производительность одной пары формовочных машин, форм/ч		
		Паспортная цикловая	Расчетная	
			Крупно-серийное и массовое производство	Серийное и мелкосерийное производство
91271Б	500×400×200	100	60—90	50—60
226	500×400×150	100	70—100	50—70
266М	600×500×250	50	40—50	25—35
2М265	800×700×300	50	35—45	20—30
254М	800×700×300	45	35—45	20—30
232М	800×700×450	40	20—30	15—20
703М	1000×600×250	40	30—40	20—25
267М	1000×800×350	45	25—35	15—20
255М	1000×800×350	40	25—35	15—20
233М	1000×800×400	20	15—20	8—12
234М	1600×1200×600	17	10—15	6—8
235М	2000×1600×700	10	6—10	3—6
235С	2500×1600×700	10	5—8	2—4

Загрузка формовочных линий

№ по пор.	Параметры	Единица измерения	Номера формовочных линий			
			1	2	3	4
1	Группы литья	—				
2	Годовой выпуск литья	т				
3	Размер форм	мм				
4	Количество форм в час: среднечасовое на программу при полной отдаче формовочных автоматов	шт.				
5	Шаг литейного конвейера	мм				
6	Количество форм на площадке конвейера	шт.				
7	Скорость конвейера: при среднечасовом выпуске форм	м/мин				
	при полной отдаче формовочных автоматов	м/мин				
8	Длина охлаждающей зоны конвейера	м				
9	Продолжительность охлаждения залитых форм: при среднечасовом выпуске форм	мин				
	при полной отдаче формовочных автоматов	мин				

ются скрытыми, так как составляют потери времени, связанные с отклонением фактического цикла работы линии (автомата) от паспортного. Внецикловые простои, вызванные случайными отказами отдельных механизмов линии, автомата, являются явными, их учитывают при проведении хронометражных наблюдений за работой линии.

Надежность автоматических линий, автоматов принято оценивать коэффициентом готовности  $K_r$  (см. табл. 52), который обычно определяют статистически, по хронометражным данным. Пример сопоставления двух компоновочных схем формовочных линий с использованием математического анализа путем оценки их надежности с учетом коэффициента готовности ( $K_r$ ) отдельных агрегатов приведен в табл. 53.

Для сопоставительных расчетов по выбору оптимальных вариантов схем формовочных линий можно принимать следующие усредненные значения коэффициентов готовности отдельных агрегатов по результатам статистической обработки хронометражных данных:

Формовочные автоматы . . . . .	0,96
Распоровщики . . . . .	0,99
Сборщики форм . . . . .	0,98
Выбывные установщики . . . . .	0,96
Литейные конвейеры . . . . .	0,98

Расчеты, приведенные в табл. 53, показывают, что вторая схема является предпочтительным вариантом компоновки линии с установкой нескольких формовочных автоматов у литейного конвейера.

Схема формовочного отделения цеха мелкого чугунолитейного производства мощностью 30 тыс. т в год, выполненная по варианту второй схемы в табл. 53 (серийное и мелкосерийное производство), показана на рис. 31.

В качестве примера расчета количества печного оборудования (камерных сушил) для упрочняемых форм в условиях серийного, мелкосерийного и единичного производства приведем формулу

$$n_p = \frac{Wmk}{T_d V s}$$

где  $W$  — объем форм, которые должны быть просушены в течение года, м<sup>3</sup>;  $V$  — внутренний объем камерного сушила, м<sup>3</sup>;  $s = 0,16 \div 0,20$  — коэффициент использования объема сушила;  $m$  — продолжительность цикла сушки форм с учетом времени разгрузки и загрузки сушила ( $m = \tau + 2$ , см. табл. 44);  $k$  — коэф-

52. Параметры и коэффициенты для расчета  
производительности и оценки формовочного автоматического оборудования  
(линий, автоматов и др.)

Наименование и определение параметров и коэффициентов	Обозначение	Формулы
<i>Применяемые в проектных расчетах относительно действительного годового фонда времени (<math>\Phi_D</math>)</i>		
Паспортная производительность линии, автомата — количество форм, изготавливаемых в единицу времени, которое гарантируется поставщиком оборудования при работе в оптимальном режиме . . . . .	$N_{\Pi}$	$N_{\Pi} = \frac{1}{t_{\Pi}}$
В технической документации можно указывать интервал цикловой производительности в зависимости от высоты формы, сложности изготавливаемых отливок и т. п.	$N_{\Pi_1} - N_{\Pi_2}$	—
Цикловая расчетная производительность; принимают в пределах указанного интервала . . . . .	$N_{\Pi_{расч}}$	const
Продолжительность цикла (ритм) работы линии, автомата, с которой должны взаимосвязываться работа других отделений цеха и ритм обслуживающих транспортных систем . . . . .	$t_{\Pi}$ $t_{\Pi_1} - t_{\Pi_2}$	$t_{\Pi} = \frac{1}{N_{\Pi}}$ ; $t_{\Pi_{расч}} = \text{const}$ $t_{\Pi_1} \geq t_{\Pi_{расч}} \geq t_{\Pi_2}$
Количество единиц оборудования, которое должно быть установлено согласно расчетам . . . . .	$P_1$	$\frac{n_r + n_d}{N_{\Pi_{расч}} \Phi_D}$
Годовое количество форм, которые должны быть изготовлены для выполнения проектной программы (годные + дефектные) с учетом брака отливок . . . . .	$n_r + n_d$	—
Принятое в проекте количество единиц оборудования с учетом надежности линий, автоматов, их компоновочной схемы, серийности производства и т. п. . . . .	$P_2$	$P_2 > P_1$
Коэффициент загрузки линии, автомата в пределах интервала, установленного нормами технологического проектирования . . . . .	$K_3$	$\frac{P_1}{P_2}$ ; ( $K_3 = 0,7 \div 0,85$ )
Средняя производительность линии, автомата в проектных расчетах . . . . .	$N$	$K_3 N_{\Pi_{расч}}$
<i>Применяемые для оценки работающего оборудования относительно номинального фонда времени (<math>\Phi_N</math>)</i>		
Средняя цикловая производительность линии, автомата с учетом внутрицикловых потерь . . . . .	$N_{\Pi}$	$\frac{1}{t_{\Pi}}$
Средняя фактическая продолжительность цикла работы линии, автомата, которую определяют статистически, по хронометражным данным; она связана с выбранной компоновочной схемой линии, с изменениями в продолжительности цикла отдельных агрегатов при их взаимодействии с транспортными системами, с различными системами управления и т. п. . . . .	$t_{\Pi}$	$\frac{\sum T_{\Phi}}{N_{\Phi}}$
Количество форм, изготовленных при непрерывной работе линии, автомата и при средней фактической продолжительности цикла $t_{\Pi}$ за время $\sum T_{\Phi}$ . . . . .	$N_{\Phi}$	—

Наименование и определение параметров и коэффициентов	Обозначение	Формулы
<p>Суммарное время внецикловых простоев за выбранный период номинального времени:</p> <p>линии, автомата . . . . .</p> <p>при техническом обслуживании линий, автоматов (ППР в рабочее время, переналадка и т. п.)</p> <p>простоев смежного оборудования, не входящего в комплекс линии, автомата . . . . .</p> <p>по организационным причинам . . . . .</p> <p>» технологическим причинам . . . . .</p> <p>всех перечисленных потерь . . . . .</p>	$\sum T_p$ $\sum T_{пр}$ $\sum T_c$ $\sum T_o$ $\sum T_T$ $\sum T_{\Sigma п}$	<p>Количество форм, которые могли быть изготовлены за время этих простоев при <math>t_{ц}</math></p> $N_p$ $N_{пр}$ $N_c$ $N_o$ $N_T$ $\sum N_{\Sigma п}$
<p>Количество годных и дефектных форм, изготовленных за суммарное время работы линии, автомата <math>\sum T_{\Sigma п}</math> за тот же выбранный период номинального времени (при цикле <math>t_{ц}</math>) . . . . .</p>	$N_d + N_b^*$	<p>—</p>
<p>Коэффициент использования линии, автомата (при цикле <math>t_{ц}</math>) . . . . .</p>	$K_{и}$	$\frac{N_d}{N_d + \sum N_{\Sigma п} + N_b}$ <p>или</p> $\frac{\sum T_{н}}{\sum T_{н} + \sum T_p + \sum T_{пр} + \sum T_o + \sum T_c + \sum T_T}$
<p>Фактическая средняя производительность линии, автомата при цикле <math>t_{ц}</math> и с учетом всех потерь времени на внутри- и внецикловые простоя, на изготовление дефектных форм . . . . .</p>	$N_{г}$	$N_{г} = K_{и} N_{ц}$
<p>Коэффициент технического использования линии, автомата с учетом внецикловых потерь, вызванных только <math>\sum T_p</math> и <math>\sum T_{пр}</math> (при цикле <math>t_{ц}</math>) . . . . .</p>	$K_{ти}$	$\frac{\sum T_{н}}{\sum T_{н} + \sum T_p + \sum T_{пр}}$
<p>Техническая производительность линии, автомата (при цикле <math>t_{ц}</math>) . . . . .</p>	$N'_{г}$	$N'_{г} = K_{ти} N_{ц}$
<p>Коэффициент готовности линии, автомата с учетом внецикловых потерь, вызванных только <math>\sum T_p</math> (при цикле <math>t_{ц}</math>), характеризует надежность оборудования. Определяется статистически, по хронометражным данным и используется для выбора оптимальных схем компоновок линий, автоматов в зависимости от коэффициента готовности отдельных агрегатов . . . . .</p>	$K_{р}$	$\frac{\sum T_{н}}{\sum T_{н} + \sum T_p}$
<p>Достигнутая максимально возможная производительность линии, автомата при цикле <math>t_{ц}</math> . . . . .</p>	$N_{max}$	$N_{max} = K_{г} N_{ц}$
<p>Сопоставительный коэффициент для перевода параметров А, относящихся к действительному фонду времени (<math>\Phi_{д}</math>), в параметры Б, относящиеся к номинальному фонду времени (<math>\Phi_{н}</math>) . . . . .</p>	$K_2$	$\frac{\Phi_{д}}{\Phi_{н}}; AK_2 = Б$

\* Количество бракованных форм.



## 53. Пример выбора компоновочной схемы автоматической формовочной линии

Характеристика линии	Схема	Формула
Линия с несколькими формовочными блоками и подачей выбитых опок литейным конвейером		$K_r = \frac{1}{1 + p \sum_{j=1}^q \frac{1 - K_{rj}}{K_{rj}} + \sum_{i=1}^p \frac{1 - K_{r\delta_i}}{K_{r\delta_i}}}$
Линия с несколькими формовочными блоками, обводным каналом и подачей выбитых опок специальным транспортером		$K_r = \frac{1}{1 + p \sum_{j=1}^q \frac{1 - K_{rj}}{K_{rj}} + \frac{1 - K_{r\phi y}}{K_{r\phi y}}}$ $K_{r\phi y} = \prod_{i=1}^p K_{r\delta_i} (1 - K_{ок}) + \frac{\sum_{i=1}^p K_{r\delta_i}}{p} + K_{ок}$
<p><b>Обозначения:</b>  A — формовочные автоматы;  P — распоровщик опок;  C — сборщик форм;  У — установщик форм на литейный конвейер;  B — выбивная установка;  OK — обводной канал;  <math>K_{rj}</math> — коэффициент готовности <math>j</math>-го последовательного агрегата (конвейер, выбивная установка и др.);  <math>q</math> — количество последовательных агрегатов в конвейерной линии;  <math>K_{r\delta_i}</math> — коэффициент готовности <math>i</math>-го формовочного блока (включая распоровщик, автоматы сборщик форм);  <math>p</math> — количество формовочных блоков;  <math>K_{ок}</math> — коэффициент готовности обводного канала;  <math>K_{r\phi y}</math> — коэффициент готовности системы формовочных блоков с обводным каналом.</p>		

коэффициент неравномерности, для серийного и мелкосерийного производства  $k = 1,1 \div 1,2$ ; для мелкосерийного и единичного производства  $k = 1,2 \div 1,3$ ;  $T_d$  — действительный годовой фонд времени работы сушила;  $n_p$  — расчетное количество сушил.

Отношение расчетного количества камерных сушил  $n_p$  к принятому в проекте ( $n$ ) определяет коэффициент загрузки печного оборудования.

Необходимую длину и количество сушил для поверхностной подсушки определяют в зависимости от принятой продолжительности цикла подсушки полуформ (см. табл. 43) и ритма работы формовочного оборудования.

Нормы для определения количества мостовых и консольных кранов для обслуживания формовочно-сборочно-заливочно-выбивных участков в зависимости от групп отливок по массе приведены в табл. 54. Результаты расчетов необходимого количества кранов проверяют по табл. 55 в зависимости от

длины участка (пролета), обслуживаемого одним краном. При необходимости длину пролета формовочного отделения уточняют.

#### Формовочно-заливочно-выбивные отделения для массового и крупносерийного производства

Технические характеристики наиболее часто используемых в проектах отечественных и зарубежных автоматических формовочных линий приведены в табл. 56.

Ниже приведены схемы и основные данные отечественных и зарубежных автоматических формовочных линий, наиболее распространенных в крупносерийном и массовом производствах.

Автоматическая линия «Кюнкель—Вагнер» размещенная в двухэтажном цехе, показана на рис. 32. Основные данные линии приведены в табл. 56.

54. Нормы для определения количества мостовых и консольных кранов, обслуживающих формовочно-сборочно-заливочно-выбывные участки

Операция	Количество крано-часов на 1 т годного литья по группам отливок по часам, кг					
	50—250	100—500	100—1000	500—1000	1000—2000	1000—5000
	Размеры опок в свету, мм					
	1200×1000		1400×1000		1600×1200	
	2500×2000 (4000×2500)		2500×2000 (3000×1700)		2500×2000 (4000×2500)	
	Средняя масса годного литья в форме, кг					
	160	250	400	700	1250	1500—2000
Формовка, сборка:						
на конвейере . . .	1,05—1,15	1,00—1,10	1,00—1,10	0,95—1,05	1,20—1,30	—
» плацу . . . . .	1,25—1,40	1,25—1,40	1,25—1,40	1,20—1,35	1,45—1,65	1,30—1,50
Заливка крановая:						
на конвейере . . .	0,15—0,20	0,15—0,20	0,15—0,20	0,10—0,15	0,08—0,10	—
» плацу . . . . .	0,20—0,25	0,20—0,25	0,15—0,20	0,15—0,20	0,08—0,10	0,08—0,10
Выбивка литья из форм:						
конвейерного . . .	0,30—0,35	0,30—0,35	0,25—0,30	0,25—0,30	0,20—0,25	—
плацевого . . . . .	0,35—0,40	0,35—0,40	0,25—0,30	0,30—0,35	0,25—0,30	0,30—0,35

Примечания: 1. Выбывку опок во всех случаях производят на механических выбывных решетках, кассоны очищают от земли мостовым краном с граблей.

2. Потребное количество мостовых и консольных кранов рассчитывают по максимально загруженной смене.

3. В формовочно-сборочных отделениях количество консольно-передвижных кранов составляет 30—50% общего количества кранов; его уточняют по количеству рабочих мест сборки форм.

4. Пример расчета потребного количества кранов для участка на выпуск 15 тыс. т/год годных отливок массой 500—1000 кг при плацевой формовке, сборке, заливке и выбивке, при двухсменном параллельном режиме работы с годовым фондом 3975 ч приведен ниже.

Согласно нормам общей затраты времени работы крана на 1 т годного литья составляет  $1,35 + 0,20 + 0,35 = 1,90$  крано-часа, или на выпуск 15 тыс. т литья в год необходимое количество мостовых и консольно-передвижных кранов будет  $1,9 \times 15 \text{ 000} : 3975 = 7,2$  крана. Всего принимаем 9 кранов с коэффициентом загрузки 80%. Из них 4 крана консольно-передвижных, или 44% от общего количества кранов. По табл. 55 проверяем возможность нормального использования кранов по длине зоны обслуживания и в случае несоответствия данным табл. 55 производим уточнение длины и количества пролетов, а также количества и соотношения консольных и мостовых кранов.

5. Допускается уточнение количества кранов с учетом степени механизации технологического процесса и при наличии хронометражных данных для проектируемого типа производства. Коэффициент загрузки кранов рекомендуется  $0,80—0,85$ .

55. Нормы для определения количества мостовых и консольно-передвижных кранов по длине обслуживаемого участка

Отделение или участок	Длина участка (м), обслуживаемого одним краном	
	Мостовым	Консоль-ным
Плавильное отделение	30—50	—
Формовочно-сборочно-заливочно-выбывное отделение	20—30	20—30
Формовочно-сборочное отделение	20—35	—
Заливочный участок	30—40	—

Примечание. Количество кранов, полученное по данной таблице, составляют с данными, полученными по табл. 54.

56. Техническая характеристика автоматических формовочных линий

Организация, завод, фирма	Тип линии и способ уплотнения форм	Размеры опок в свету, мм	Длина линии, м	Ширина линии, м	Тип линейного конвейера	Производительность линии, форм/ч	Скорость перемены форм (скорость конвейера), м/мин	Время охлаждения форм, мин	Тип формовочного автомата	Количество формовочных автоматов	
НИИТракторсельхозмаш	Прессование под высоким давлением	900 X 600 X 150/150; 175/175, 200/200	75—80	9,3	Приводные ролянтги	180	4,0—10,0	15—30	Проходной однопозиционный	1 1	
		1200 X 1000, высота 250/250 до 450/450	85,0	12,5		120	3,0—9,0	24			Проходной четырехпозиционный
		1600 X 1000 X 600/600	115,0	13,2 *1		40	—	60—90			То же со скользящей оснасткой
	Прессовая безопочная, модель В145	370 X 340, высота 130—155	13,75	1,85	Лоток	240—300	—	—	Четырехпозиционный	1	
Прессовая безопочная	600 X 500 X 200	21,0	2,8	Лоток и ленточный конвейер	200	—	—				
НИИТАвтопром	Прессование под высоким давлением (12 кгс/см <sup>2</sup> )	1000 X 750 X 250/250	100,0	В пролете шириной 18 м	Тележечный литый конвейер, шаг 1,6	240	6,4	24	Карусельный четырехпозиционный, верх и низ формируются одновременно	2	
		Ø 635 X 250/150	65,0	9,0	Тележечный с панцирным покрытием, шаг 1,25 м	400	6,25	15			Три блока по два автомата
	Прессовая для тормозных барабанов	600 X 500 X 150/150	60 *3	12 *2	Тележечный, шаг 1,25 м	300	6,25	12	Проходной двухпозиционный для низа и верха	3	
Горьковский автозавод	Диафрагменное прессование, давление 6,25 кгс/см <sup>2</sup>	700 X 540 X 150/250	56,5 *1	12 *2	Тележечный с панцирным покрытием, шаг 1,25 м	300	6,25	10	Проходной	2 2	
		900 X 575 X 200/200	63,35 *1	3,0 *1	Тележечный, шаг 1,6 м	180	3,0	30			Карусельный, четырехпозиционный

Продолжение табл. 56

Организация, завод, фирма	Тип линии и способ уплотнения форм	Размеры опок в свету, мм	Длина линии, м	Ширина линии, м	Тип литейного конвейера	Производительность линии, форм/ч	Скорость перемотки форм (конвейера), м/мин	Время охлаждения дня, мин	Тип формовочного автомата	Количество формочных автоматов
«Кюнкель-Вагнер» (ФРГ)	Для блоков цилиндров. Встряхивание с одновременным пресованием	1400 X 1050 X 400/400	57,6	—	Специальный с двумя лифтами, шаг 1,8 м	110	3,0	32,7	Целочный трехпозиционный	1
	Встряхивание с одновременным пресованием (см. рис. 32)	1100 X 750 X 285/285	79,7 *1	9,5 *1	Тележечный пульсирующий с гидроприводом, шаг 1,575 м	240	5,8	45 мин		
	Встряхивание с одновременным пресованием	1200 X 1000 X 250/250	141,6 *1	9,6 *1	Тележечный пульсирующий с гидроприводом, шаг 1,9 м	240	7,0	15		
		750 X 750 X 150/150	39,65 *1	14,0 *1	Тележечный пульсирующий с гидроприводом	150	—	45		
		1320 X 915 X 255/255	62,48 *1	15,0 *1	—	133	—	40		
	Встряхивание с подпрессовкой	500 X 500 X 50	33,3 *1	6,0 *1	Тележечный	600	0,73	75		
«Генрих-Вагнер» (ФРГ)	Для поршневых колец. Прессование	400 X 400 X 30; 500 X 500 X 50	15,75 *1	1,95 *	Рельсовые пути с тележками	—	—	—	Подмодельные плиты смонтированы на пластинчатом пульсирующем конвейере	1
	Для блоков цилиндров	900 X 700 X 362/362	98,7 *1	19,5 *1	Тележечный	140	—	—		
		Встряхивание и пресование	800 X 700 X 260/260	—		10,0				
«Стоматик» (США)	Встряхивание и пресование	1370 X 940 X 280/280	—	12,15					SPO-400SS	

Продолжение табл. 56

Организация, завод, фирма	Тип линии и способ уплотнения форм	Размеры опок в свету, мм	Длина линии, м	Ширина линии, м	Тип линейного конвейера	Производительность линии, форм/ч	Скорость перемены форм (скорость конвейера), м/мин	Время охлаждения форм, мин	Тип формовочного автомата	Кодичество формовочных автоматов
«Сломатик» (США)	Встраивание и прессование многопудунжерной головкой	1120 X 1120 X X 178/178	59,7	15,85	Тележечный, шаг тележек 1727 мм	—	—	—	SPO-400H S S	1
		1070 X 865 X X 280/280	11,45	11,25	Тележечный				SPO-150H S S	2
		1065 X 1065 X X 200/300							SPO-44 S	2
		1065 X 915 X X 280/280	10,5	—	Рольганговая система				SPO-150H S S	1
		1020 X 965 X X 330/330	—						SPO-150H S S	1
Для блоков цилиндров	900 X 700 X X 362/362	—	19,6 *1	Тележечный	—	SPO-44 S	1			
Встраивание и прессование	875 X 515 X X 200/175 X 700 X X 260/260 X 800 X 700 X X 260/260	10,1	—			140	SPO-36-S SPO-44-S	2		
Для тормозных барабанов	1100 X 750 X X 300/300			17,2	—	Тележечный, шаг 1,7 м	15	Проходной фирмы «Осборн»	1	
Пескоструйно-прессовая	600 X 480 X 300	—	—			Лоток для передвижения форм	—	«Дизаматик», модель 2013	1	

Продолжение табл. 56

Организация, завод, фирма	Тип линии и способ уплотнения форм	Размеры опок в свету, мм	Длина линии, м	Ширина линии, м	Тип линейного конвейера	Производительность линии, форм/ч	Скорость перемены форм (скорость конвейера), м/мин	Время охлаждения форм, мин	Тип формовочного автомата	Количество формовочных автоматов		
«Балдиче Манчестер Фабрик» (ФРГ)	Встряхивание с одновременным прессованием	500 X 450 X X 160/160	—	—	Рольганговая система	280			Прохладной. Низ и верх уплотняются одновременно	1		
		600 X 500 X X 130/130			Пульсирующий	220						
«Рафоматик» (ФРГ)	—	От 400 X 300 до 900 X 600	14,25	—	Рольганговая система	—			Ряд паляющих трамбовок	1		
		900 X 700			Тележечный пульсирующий Тележечный непрерывный	120 90 240 180						
«Циммерманн» (ФРГ)	Встряхивание и прессование	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
											«Мултоматик», размер 20	160
											Встряхивание и прессование: модель F FM » F FM » FM	180 280
«Гизат» (ГДР)	Встряхивание и прессование	630 X 500 X X 125/160/200/250	5,44	—	Тележечный пульсирующий, шаг тележек 1000 мм	140 240	—	—	Однопозиционный, модель F.Y.R.P. Трехпозиционный, модель F.Y.P. Четырехпозиционный, модель F.Y.R.P.-4	1		
											«Мултоматик», размер 30	140
											Встряхивание и прессование	240
«Мултоматик», размер 40	Встряхивание и прессование	800 X 630 X X 125/160/200/250/320	6,88	—	Тележечный пульсирующий, шаг тележек 1250 мм	110 125 200	—	—	Однопозиционный, модель F.Y.R.P. Четырехпозиционный, модель F.Y.R.P.-4	1		
											«Мултоматик», размер 40	110
											Встряхивание и прессование: модель F.Y.P.	125
«Мултоматик», размер 40	Встряхивание и прессование	1000 X 800 X 125/160/200/250/320/400	8,72	—	Тележечный пульсирующий, шаг тележек 1600 мм	200	—	—	Однопозиционный, модель F.Y.R.P. Трехпозиционный, модель F.Y.P. Четырехпозиционный, модель F.Y.R.P.-4	1		
											«Мултоматик», размер 40	110
											Встряхивание и прессование: модель F.Y.P.	125
«Мултоматик», размер 40	Встряхивание и прессование	1000 X 800 X 125/160/200/250/320/400	8,72	—	Тележечный пульсирующий, шаг тележек 1600 мм	200	—	—	Однопозиционный, модель F.Y.R.P. Трехпозиционный, модель F.Y.P. Четырехпозиционный, модель F.Y.R.P.-4	1		
											«Мултоматик», размер 40	110
											Встряхивание и прессование: модель F.Y.P.	125

\*1 Между осями конвейера.  
\*2 Ширина пролета здания  
\*3 Длина конвейера.



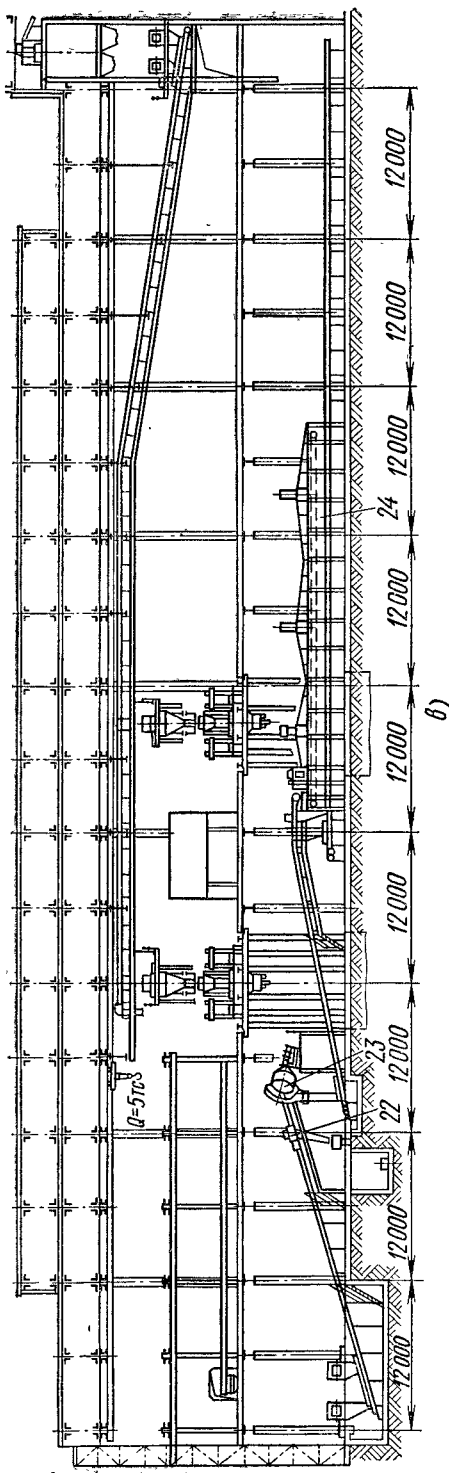


Рис. 32. Автоматическая линия фирмы «Конкель—Вагнер» для форм размером 1100 × 750 × 300/300 мм, размещенная в двухэтажном цехе:  
 а — план на отметке ± 8,4 м; б — план на отметке ± 0,0 м; в — разрез по линии; 1 — автоматизированная заливочная машина с индукционным подогревом; 2 — устройство для перекачивания грузов; 3 — пульсирующий литейный конвейер с гидравлическим приводом; 4 — трехпозиционная автоматическая формовочная машина для верхних опок; 5 — устройство для сборки опок; 6 — контрольно-поворотное устройство для верхних опок; 7 — роликовый транспортер для возврата порожних опок; 8 — пульс управления линией; 9 — устройство с кондуктором для сборки и постановки стержней; 10 — устройство для установки нижних опок на литейный конвейер; 11 — поворотное устройство для нижних опок; 12 — трехпозиционная автоматическая формовочная машина для нижних опок; 13 — устройство для распаривания опок; 14 — устройство для передачи залитых опок на выбывку; 15 — выбивное устройство для выдвигания пакета земли с отливкой; 16 — устройство для очистки опок и штырей; 17 — устройство для передачи порожних опок к формовочным конвейерам; 18 — пластинчатый конвейер для дополнительного охлаждения пакетов земли с отливками; 19 — бункерная эстакада смешивающего отделения; 20 — разрыхлитель готовой смеси; 21 — вибрационный грохот мелкого просева; 22 — магнитный сепаратор; 23 — гомогенизирующий и увлажняющий барабан; 24 — камера охлаждения земли продуваемой воздухом; 25 — разрыхлитель комьев горелой земли; 26 — вибрационный грохот крупного просева; 27 — распределительная вибрационная решетка для отделения земли от отливков; 28 — гидростанция линии



Формовочная машина фирмы «Кюнкель—Вагнер», оборудованная двумя безударными встряхивателями, работающими пневматически, изображена на рис. 33. Уплотнение земли может производиться четырьмя методами: встряхиванием с последующей подпрессовкой; одновременным встряхиванием и прессованием; предварительным встряхиванием с последующим встряхиванием и прессованием; прессованием без встряхивания. Прессование производят многоплунжерной головкой. Формовочная машина — проходная, трехпозиционная челночного типа.

Каждый из двух устанавливаемых на линии четырехпозиционных автоматов предназначен для одновременной формовки нижних и верхних полуформ и сборки форм. Назначение позиций формовочного автомата следующее:

- первая — установка пустых опок низа или верха и выдача заформованных опок;
- вторая — обдув и опрыскивание модельного комплекта;
- третья — заполнение опок формовочной смесью;
- четвертая — прессование и протяжка.

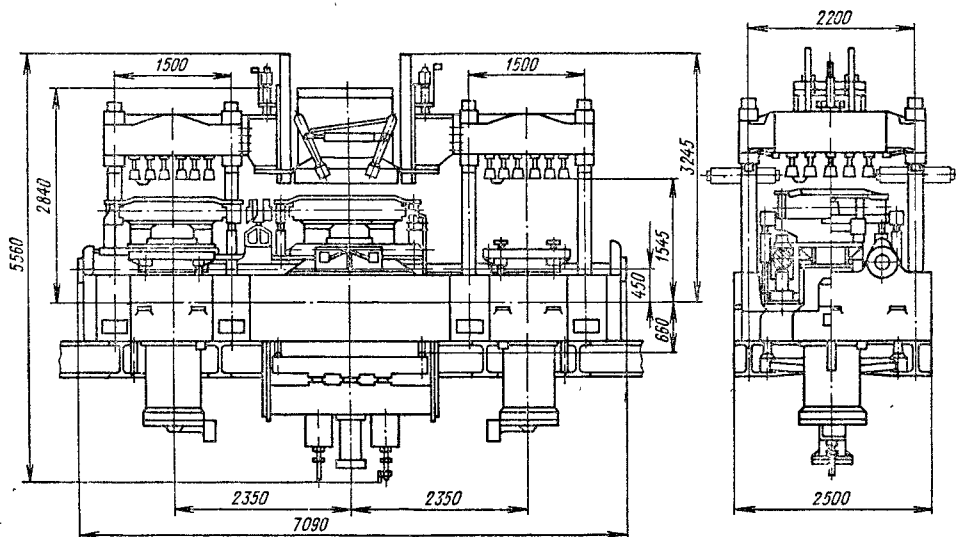


Рис. 33. Трехпозиционная челночная автоматическая формовочная машина фирмы «Кюнкель—Вагнер»

Автоматизированная заливочная установка состоит из подвижной рамы, на которой установлены два ковша. Из ковша металл переливается в дозировочный ковш, в котором имеются отверстия для выдачи металла в форму. В зависимости от нужной скорости заливки выбирают размер этих отверстий. Количество металла, подаваемого в дозировочный ковш, может регулироваться реле времени. В раздаточном ковше металл подогревается индуктором. Установкой управляет оператор.

Выбивка форм осуществляется в следующем порядке. Из комплекта опок снизу выдавливается пакет земли с заключенными в нем отливками и сталкиваются толкателями на специальный пластинчатый транспортер для дополнительного охлаждения в один, два или три ряда. После охлаждения пакеты земли с отливками сталкиваются на вибрационную разделительную решетку.

Автоматическая формовочная линия конструкции НИИТАвтопрома, мод. 7007, предназначенная для изготовления форм размером  $1000 \times 750 \times 250/250$  мм, показана на рис. 34. Уплотнение форм предусмотрено методом прессования под давлением до  $15 \text{ кгс/см}^2$ .

Описанная линия — чисто прессовая и вследствие этого рекомендуется для отливок, конфигурация которых соответствует данному способу уплотнения (модели I и II класса сложности).

Автоматическая формовочная линия конструкции НИИТракторосельхозмаша мод. 5840 для форм размером  $900 \times 600 \times 175/175$  или  $150/150$  мм изображена на рис. 35.

Уплотнение форм на линии предусмотрено методом прессования под высоким (до  $40 \text{ кгс/см}^2$ ) давлением. Привод технологического оборудования пневматический, наиболее надежный для работы в литейном производстве.

Линии отлажены и работают устойчиво, их цикловая производительность — 180 съемов в час; среднечасовая производительность около 120 съемов.

Автоматическая формовочная линия «Спوماتик», используемая при изготовлении блоков цилиндров автомобильных двигателей для форм размером  $900 \times 700 \times 362/362$  мм, показана на рис. 36. Уплотнение форм на линии производится безударным встряхиванием с одновременным прессованием многоплунжерной головкой.

Формовочные автоматы проходные, однопозиционные. Из двух автоматов один —



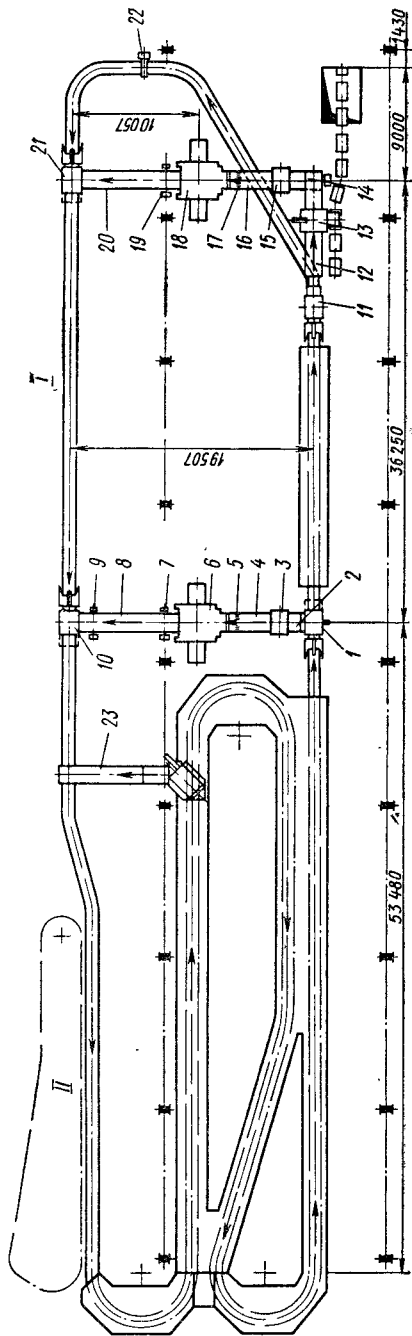


Рис. 36. Автоматическая формовочная линия «Сломатик» для форм размером 900 X 700 X 362/362 мм:

*I* — зона установки стержней; *II* — зона заливки; 1 — механизм для съема верхней опок; 2, 4, 12, 16, 20 — приводные роляганги; 3 — установка для выбивки верхней опок; 5 — приспособление для очистки опок от земли; 6 — формовочный автомат для очистки опок от земли; 7 — кантователь; 8 — контроль формы; 9 — кантователь; 10 — механизм для накрытия форм; 11 — механизм для снятия нижней опок; 13 — выемка отливки; 14 — кантователь; 15 — установка для выбивки нижней опок; 17 — приспособление для очистки опок; 18 — формовочный автомат для очистки опок; 19 — кантователь; 21 — механизм для установки нижней полуформы на литейный конвейер; 22 — приспособление для очистки тележек конвейера от земли; 23 — устройство для переключения грузов

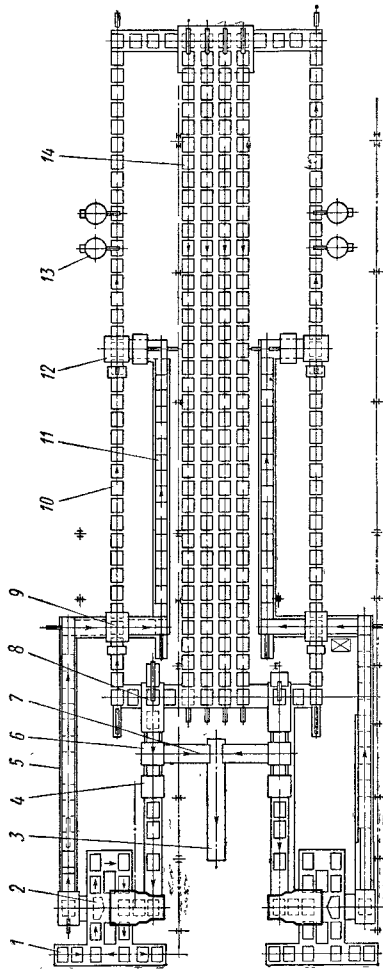


Рис. 37. Автоматическая формовочная линия «Сломатик» для форм размером 1020 X 965 X 330/330 мм:

1 — система ролягангов для циркуляции моделей; 2 — формовочный автомат; 3 — конвейер для отливки; 4 — распариватель опок; 5 — зона окраски и подсушки полуформ; 6 — установка для выбивки форм; 7 — вибрационная разделительная решетка; 8 — передача опок на выбивку; 9 — механизм установки нижней полуформы; 10 — зона продвижения стержней; 11 — зона продвижения верхней полуформы; 12 — механизм для накрытия опок; 13 — зона заливки; 14 — охлаждение форм

«Плавающая» оснастка позволяет применить линию не только в крупносерийном и массовом производствах, но и в серийном и даже мелкосерийном производствах.

Совершенно особой по своему принципу автоматическая формовочная линия безопочной формовки «Дизаматик» для форм размером  $600 \times 480 \times 300$  мм показана на рис. 38.

Линия состоит из формовочного автомата, механизма для укладывания стержней, автоматической заливки, охлаждающего выбивного и смесеприготовительного участков.

Принцип работы формовочного автомата — пескоструйное заполнение формы и горизонтальное прессование.

Прессующий механизм служит также для протяжки и выталкивания готовой формы из автомата на лоток. Дальнейшее продвижение всего ряда форм осуществляется пневмоцилиндром с боковыми зажимами.

Линии типа «Дизаматик» применяют в случаях, когда требуется изготовлять мелкие, простые отливки (бесстержневые и стержневые).

Линии «Дизаматик» на одну и ту же производительность требуют в 4—5 раз меньшую площадь, чем опочные линии, не требуют опок, что дает большую экономию средств.

Проектируя формовочное отделение для массового и крупносерийного производства, формовочные линии следует размещать в пролете по одной, оставляя проезд вдоль фронта линии нормальной ширины, желательно с обеих сторон.

Ширина пролета, в зависимости от размера изготавливаемой на линии формы, может быть 18, 24 или 30 м.

Длина пролета для размещения линии без смесеприготовительного участка должна быть 108—120 м.

В каждой линии следует предусмотреть свою отдельную смесеприготовительную установку, которую целесообразно располагать в одном пролете с линией как ее продолжение. При таком размещении, при наличии нескольких линий, формовочное отделение komponуется наиболее стройно и экономно по площади.

Для каждого проектируемого объекта нужно стремиться к минимальному количеству типоразмеров линий. Это облегчит обслуживание линий, службу ремонта, а также позволит обеспечить взаимозаменяемость линий.

Современные автоматические формовочные линии при производительности 200—240 форм/ч требуют охлаждающей зоны большой длины, доходящей до 300—400 м. При этом прямолинейные двухветвевые конфигурации литейного конвейера не всегда пригодны, так как потребовали бы для своего размещения участки длиной 200—250 м.

Возможны два варианта размещения литейного конвейера: первый — конвейеру придать дополнительные петли в горизонтальной плоскости, что требует увеличения ширины участка и, следовательно, лишней площади; второй — применяют конвейер с двухшар-

нирной цепью, позволяющей изгибать его трассу в горизонтальной и вертикальной плоскостях и давать дополнительные петли в двух, а иногда и в трех ярусах. Этот вариант не требует дополнительной площади.

Для проверки и отладки модельной оснастки и отработки запроектированного технологического процесса целесообразно в крупных цехах, оборудованных автоматическими линиями, создавать экспериментальные участки.

В современных линиях опоки скрепляют между собой грузами. Перекладки грузов с охлаждающей зоны конвейера на зону сборки осуществляются автоматически. Для упрощения конструкции линии вместо применения грузов для скрепления опок искусственно утяжеляют верхнюю опоку.

Жидкий металл подают на участок заливки с помощью автопогрузчиков или монорельсовыми тележками с верхним управлением.

Преимущество применения автопогрузчиков заключается в отсутствии каких-либо дополнительных сооружений, большей скорости подачи металла от любого плавильного агрегата. Однако этот вид транспорта требует отличного состояния пола цеха. При нем труднее обеспечить условия техники безопасности.

Транспортирование жидкого металла монорельсовыми тележками свободно от этих недостатков, но имеет другие: более медленная подача, трудности забора металла от нескольких плавильных агрегатов, загромождение плавильного отделения конструкциями монорельсовых путей.

При выбивке форм с проваливанием земли и отливок на раздельную решетку последняя должна иметь достаточную длину. При современной производительности линий и повышенной сырой прочности смеси длина такой решетки должна быть не менее 6 м, а в отдельных случаях следует ставить две такие решетки последовательно.

Разработаны и надежно действуют схемы автоматической выбивки опок с крестовинами. Сущность одной из схем: выбивка верхней опоки производится отдельно манипулятором навесу. Затем через некоторый промежуток времени нижняя опока с отливкой снимается с конвейера и поступает на выбивное устройство. Поднимающиеся снизу между крестовинами толкатели поднимают куст отливок с литниками выше разъема опоки. В пространство между опокой и поднятыми отливками входит площадка с прорезами для толкателей, на которую укладываются отливки при опускании толкателей. Наконец, горизонтальный толкатель сталкивает с площадки куст отливок на льюлку подвесного конвейера толкающего типа, которая к этому времени должна быть наготове. Подача отливок от выбивки в термообрубочное отделение сочетается с охлаждением отливок. Наиболее просто осуществить подачу отливок позволяют пластинчатые конвейеры. Однако при современных формовочных линиях с производительностью 200—240 форм/ч потребная длина пластинчатых конвейеров полу-

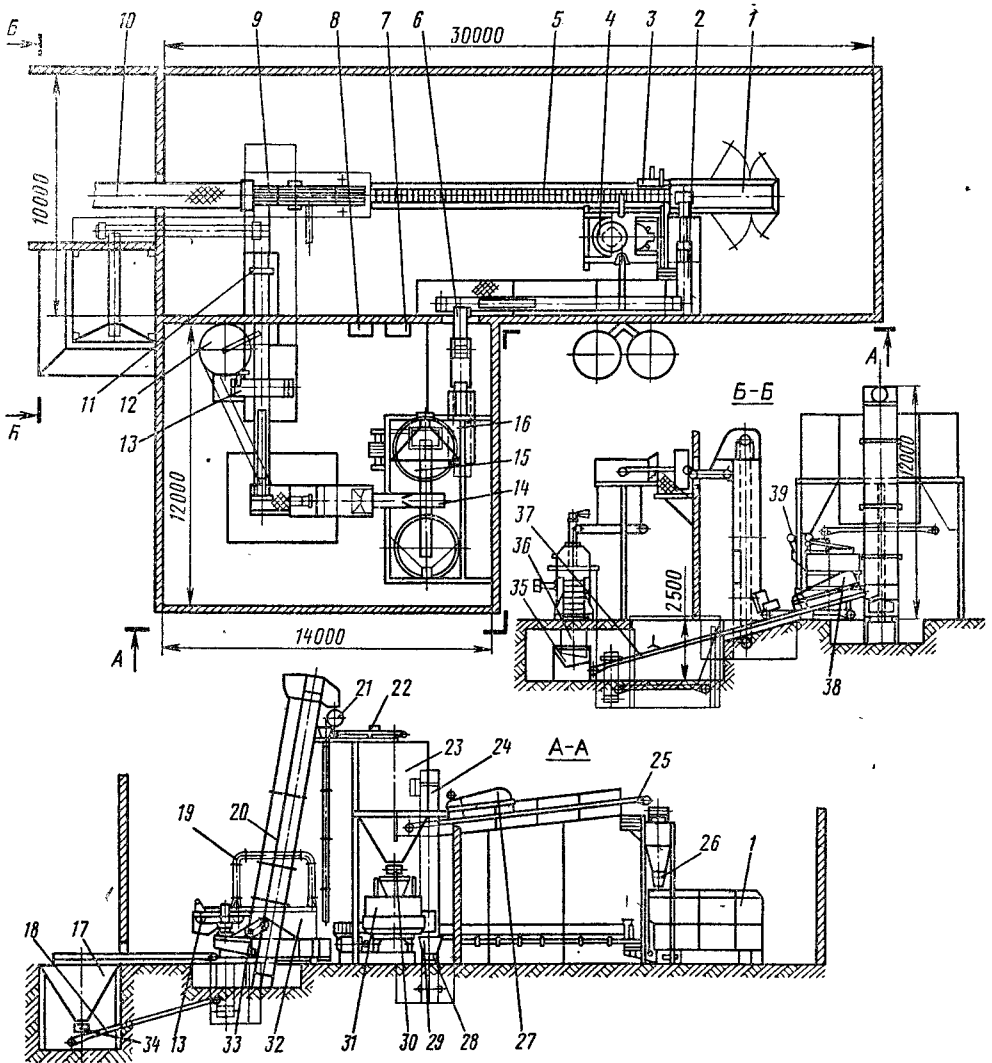


Рис. 38. Автоматическая формовочная линия безопочной формовки «Дизаматик» для форм размером  $600 \times 480 \times 300$  мм:

1 — формовочный автомат «Дизаматик» мод. 2013; 2 — ленточный конвейер для готовой смеси; 3 — устройство для установки стержней; 4 — автоматическая заливочная установка емкостью 2 т; 5 — заливочная зона и зона охлаждения форм; 6 — ленточный конвейер для готовой смеси; 7 — панель управления; 8 — пульт автоматического контроля; 9 — вибрационная решетка; 10 — металлоточный конвейер для отливок длиной 10 м и шириной 1 м; 11 — установка для увлажнения земли; 12 — вытяжная система; 13 — магнитный сепаратор; 14 — ленточный конвейер для отработанной земли; 15 — бункер для добавок 9 м<sup>3</sup>; 16 — бункер для добавок 9 м<sup>3</sup>; 17 — бункер для свежего песка объемом 22 м<sup>3</sup>; 18 — ленточный конвейер для свежего песка; 19 — вытяжная система; 20 — устройство для охлаждения земли производительностью 35 т/ч; 21 — магнитный сепаратор, барабанный; 22 — плужок двойной; 23 — бункер для отработанной смеси 40 м<sup>3</sup>; 24 — ковшевый элеватор для готовой смеси; 25 — ленточный конвейер для готовой смеси; 26 — бункер над формовочными автоматами; 27 — аэратор; 28 — ленточный конвейер готовой смеси; 29 — воронка; 30 — ленточный конвейер; 31 — смеситель «Спидмюллер 80» производительностью 30 т/ч; 32 — кожух для отсоса от выбивной установки; 33 — вибрационное сито; 34 — ленточный конвейер для свежего песка; 35 — вибропитатель; 36 — бункер для горелой земли; 37 — ленточный конвейер для горелой земли; 38 — аэратор; 39 — питатель для добавок

чается чрезмерно большой (250—300 м). Такой конвейер трудно осуществить и, кроме того, он требует отрыва термообрубного отделения от формовочного. Поэтому конвейер приходится разбивать на два, что нельзя считать удачным решением.

Обычные подвесные цепные конвейеры для охлаждения следует применять в том случае, если нет возможности применить пластинчатые конвейеры. При обычном подвесном конвейере нет возможности автоматизировать его загрузку, и на этой тяжелой операции необходимо применение ручного труда.

Подвесные толкающие конвейеры для охлаждения отливок являются универсальным типом оборудования, пригодным в любых случаях, позволяющим автоматизировать загрузку и разгрузку конвейеров и создать охлаждающую зону любой длины.

При охлаждении отливок на подвесных конвейерах любого типа во избежание просыпания земли вдоль его трассы целесообразно применять люлечные подвески со сплошным дном.

При наличии в цехе нескольких формовочных линий необходимо каждую линию оборудовать своим автономным охлаждающим конвейером.

(или 400 или 500) мм показано на рис. 40. Максимальная допускаемая высота полуформы с болваном 700 мм. Температура газов, производящих подсушку форм, 350—400° С. Цикл подсушки 22,5 мин. Производительность сушила 8 полуформ в час. Расход газа теплотворной способностью  $Q_H = 8000$  ккал/м<sup>3</sup> составляет 32 м<sup>3</sup>/ч (при нормальных условиях).

Количество рециркуляционных газов, идущих на подсушку, 3150 м<sup>3</sup>/ч; количество от-

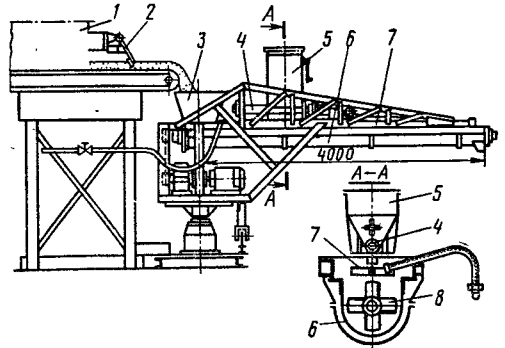


Рис. 39. Шнековый смеситель непрерывного действия модели СТС-2 производительностью 10 т/ч для приготовления облицовочных пластических самотвердеющих смесей (ПСС):

1 — бункер для базовой смеси с ленточным питателем; 2 — регулирующая заслонка; 3 — приемная воронка; 4 — шнековый дозатор для феррохромового шлака; 5 — контейнер для феррохромового шлака; 6 — корыто смесителя; 7 — труба для подачи пара для периодической очистки смесителя; 8 — лопастной вал

#### Формовочно-заливочно-выбивные отделения для серийного, мелкосерийного и единичного производства

Для серийного, мелкосерийного и единичного производства характерно применение в значительных объемах различного вида упрочняемых форм при изготовлении средних и крупных отливок.

Для самотвердеющих форм окончательное приготовление смеси производят в формовочном отделении перед выдачей ее в опоку. На рис. 39 показан шнековый смеситель непрерывного действия модели СТС-2 (завода «Станколит») производительностью 10 т/ч для приготовления облицовочных пластических самотвердеющих смесей (ПСС).

Смеситель СТС-2 предназначен для работы в паре с пескометом, которым уплотняется наполнительная смесь.

Применение наливных самотвердеющих форм может быть рекомендовано при соответствующем технико-экономическом обосновании, поскольку 1 м<sup>3</sup> жидкой самотвердеющей смеси обходится значительно дороже обычных. Для чугунных отливок предпочтительнее наливные смеси, не содержащие жидкого стекла. Они хорошо выбиваются и допускают регенерацию песка.

За счет использования жидких самотвердеющих смесей трудоемкость формовочных работ снижается. Для теплового упрочнения форм и подсушки водной краски используют различного вида сушила. Для упрочняемых форм при поточном производстве получили распространение газовые сушила.

Трехместное проходное сушило для форм с размерами опок в свету 1500×1000×300

ходящих газов 1500 м<sup>3</sup>/ч. Внутренние размеры сушила в плане 5,48×2,2 м. Шаг роликового транспортера для опок 1800 мм. Сушило предназначено для подсушки упрочняемых форм, изготавливаемых на формовочных машинах 234М в условиях серийного и мелкосерийного производства.

При плацевой и кессонной формовке сушка опочных форм осуществляется обычно в камерных сушилах, работающих на естественном газе или мазуте. Пример установки тупиковых камерных сдвоенных сушил для форм крупных отливок с внутренними размерами 7,5×3,83×3,57 м (100 м<sup>3</sup>) с выкатной тележкой показан на рис. 41. Время работы топков (2×1,8 = 3,6 м<sup>3</sup>) 7 ч. Расход топлива за цикл сушки 700 м<sup>3</sup> природного газа ( $Q_H = 8000$  ккал/м<sup>3</sup>). Температура сушки 350—400° С. Продолжительность полного цикла сушки 10—16 ч. Количество отходящих газов 2650 м<sup>3</sup>/ч. Грузоподъемность выкатной тележки 60 т. При установке нескольких тупиковых сушил применяют трансбордерные электрифицированные тележки, движущиеся вдоль фронта дверей камер.

При проектировании производства средних и особенно крупных отливок в упрочняемых формах в потоке последний обычно

комплекуют из отдельных агрегатов и нестандартного оборудования. При этом рекомендуется соблюдать следующие положения:

формовочное и выбивное оборудование и межагрегатные транспортные средства располагают у литейного конвейера так, чтобы в потоке не происходило разобинения комплекта и вращения опок вокруг вертикальной оси: опки укладывают на модельные плиты и при

тись на поддонах, возврат которых должен быть учтен в схеме грузопотоков линии. Перестановка собранных форм с использованием грузоподъемных средств не рекомендуется. В сталелитейных цехах при периодической выдаче жидкого металла из дуговых электропечей различных марок на заливочных участках следует предусматривать транспортные средства для накопления и за-

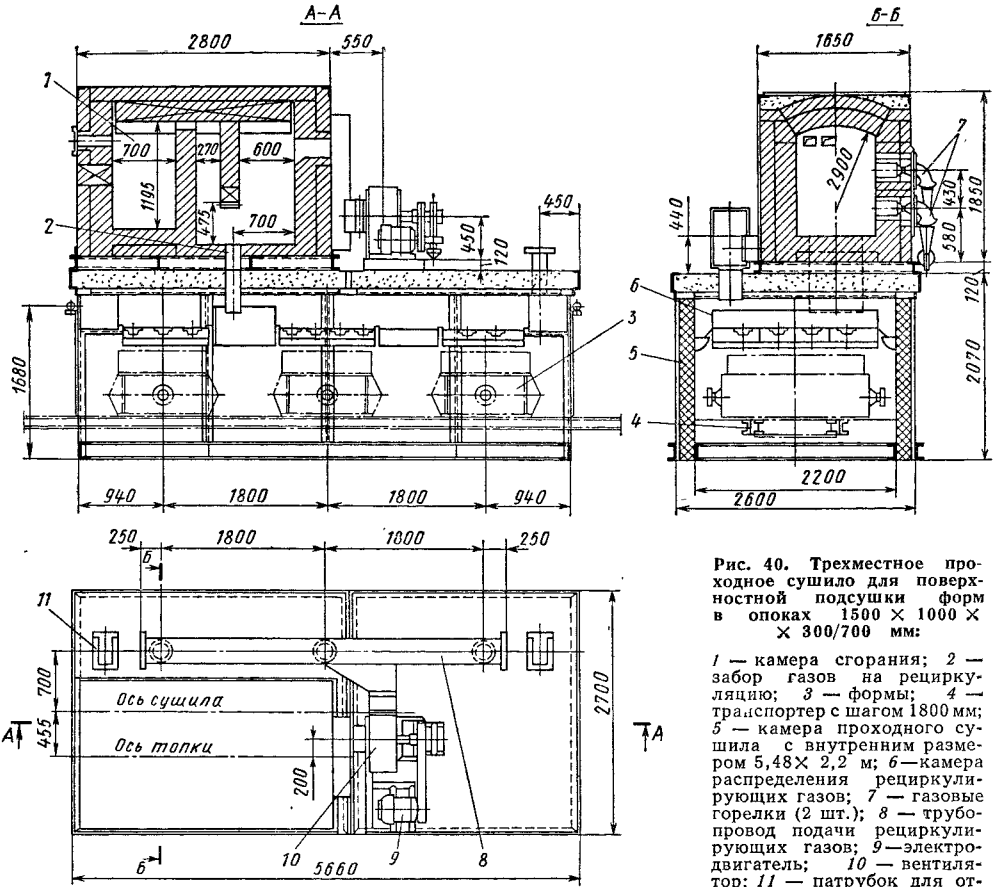


Рис. 40. Трехместное проходное сушило для поверхностной подсушки форм в опоках  $1500 \times 1000 \times 300/700$  мм:

- 1 — камера сгорания; 2 — забор газов на рециркуляцию; 3 — формы; 4 — транспортер с шагом 1800 мм; 5 — камера проходного сушила с внутренним размером  $5,48 \times 2,2$  м; 6 — камера распределения рециркулирующих газов; 7 — газовые горелки (2 шт.); 8 — трубопровод подачи рециркулирующих газов; 9 — электродвигатель; 10 — вентилятор; 11 — патрубок для отвода отходящих газов

сборке форм каждый раз в одинаковом положении. Поэтому, в зависимости от расположения форм вдоль или поперек оси литейного конвейера, формовочное оборудование и межагрегатные транспортные средства располагают различно (с поворотом на  $90^\circ$ ). Емкость раздаточных бункеров должна обеспечивать бесперебойную работу формовочного оборудования при случайных перебоях в подаче смесей в течение 1,5—0,2 ч. Сборку форм производят на специальных транспортных устройствах или непосредственно на литейном конвейере. В последнем случае ее ритм следует рассчитывать с учетом наиболее сложных отливок и ритма заливочных и выбивных операций. При использовании приводных рольгангов сборка форм должна вес-

ливки форм для двух очередных плавков. Надлежит, как правило, предусматривать изоляцию заливочных и выбивных участков от формовочных.

Следует задавать разработку накатных или с раздвижным верхом звукопоглощающих камер для выбивных установок и кабин для операторов с двойным остеклением и приточной вентиляцией. Необходимо обеспечение механизированной уборки просыпанной смеси от формовочного, выбивного и другого оборудования. В составе поточных формовочных отделений рекомендуется предусматривать участки для изготовления опытных отливок.

Цехи тяжелого литья следует размещать на площадках с низким уровнем грунтовых

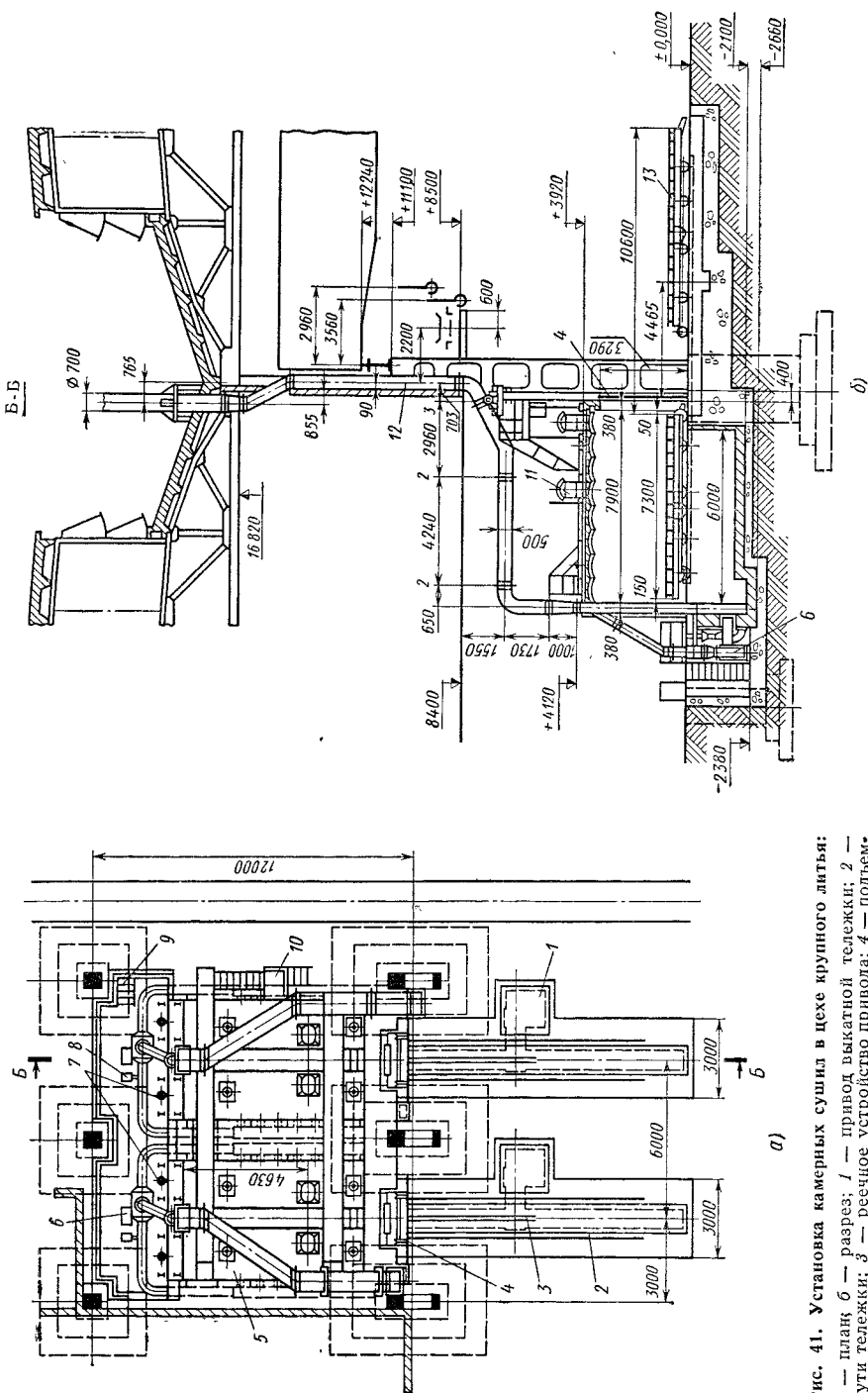


Рис. 41. Установка камерных сушил в цехе крупного литья:  
 а — план; б — разрез; 1 — привод выкатной тележки; 2 — пути тележки; 3 — реечное устройство привода; 4 — подъемная дверь; 5 — камерное сушило с внутренним размером 7,5 × 3,83 × 3,57 м; 6 — вентилятор центробежный пылевой ЦПА-40, № 8; 7 — газовые горелки ИИП-7 института «Теплопроект»; 8 — электродвигатель АОБЗ-6, 15 кВт, 980 об/мин; 9 — лестница в приямок сушила; 10 — лестница на площадку над сводом сушила; 11 — предохранительные клапаны; 12 — трубопровод для дымовых газов; 13 — выкатная тележка



Расчет количества и размеров кессонов

Номера кессонов	Группы по массе отливок, т	Годовое количество отливок		Средняя масса одной отливки	Габаритные размеры отливок, м		Среднее количество форм в строении с учетом брака, шт. (А)	Средний полезный объем отливок в сутках (В)	Расчетное количество мест в цехе с учетом неравномерности (А × В × К = В)	Средняя площадь занятой одной формой, м <sup>2</sup> (Г)	Расчетная площадь кессона, м <sup>2</sup> (В × Г = Д)	Принятые размеры кессона, м	Принятая площадь кессона, м <sup>2</sup> (Е)	Коэффициент использования кессона (Д/Е)
		Тыс. т	шт.		Средние	Максимальные								
1	6—10	3,57	398	9	4 × 1,2 × 1	6 × 3 × 2	1,60	5	8,0 × 1,2 = 9,6	16	9,6 × 16 = 154	(19+42) × 5 × 4	155	0,99
2	10—20	2,40	134	18	6 × 2 × 2	7 × 4 × 3	0,54	8	4,33 × 1,2 = 5,2	28	5,2 × 28 = 146	24 × 5 × 4	120	0,92
3	20—80	2,03	45	45	8 × 3 × 3	15 × 5 × 4	0,182	12	2,18 × 1,2 = 2,6	58	2,6 × 58 = 151	29 × 7 × 5	203	0,92
Всего	—	8,00	577	—	—	—	2,322	—	7,1	—	451	—	478	0,94

Примечание. При определении полного цикла изготовления одной отливки в сутки следует: длительность формовки, сборки, принимать с учетом одно- или двухсменной работы; оставлять залитых форм, сушку (упрощение) рассчитывать на три смены; извешение отливки и очистку кессона на одну смену учитывать время на межоперационные ожидания (заливки, оставшиеся форм после сушки и т. п.). Для отделки верхних подуформ, для хранения выбитых опок, для склада стержней, поданных на сборку, для хранения моделей и т. п. предусматривают дополнительную площадь (нетто), примерно равную площади кессонов.

и весенних вод (не менее 5—6 м ниже нулевой отметки).

При выдаче задания на проектирование строительной части кессона необходима гидроизоляция.

Расчет количества и размеров кессонов выполняются путем заполнения формы 8. В расчет закладываются средний полный цикл изготовления отливок в сутки, который принимают на основе производственного опыта по изготовлению аналогичных литых деталей. В форме 8 приведен пример расчета кессонов для отливок из серого чугуна различной массы, а на рис. 42 показана технологическая планировка соответствующего формовочного отделения. При кессонной формовке площадь участка для одной формы остается постоянной в период проведения всех операций. При плацевой формовке комплект одной формы перемещается и в зависимости от вида технологической операции занимает на различных участках различные размеры производственной площади. Для правильной размерной компоновки всех этих участков расчет необходимой полезной площади (нетто) для плацевой формовки, сборки, заливки, выбивки опок после остывания производят путем заполнения формы 9, где приведен пример расчета участков плацевого литья в случае применения пластических самотвердеющих смесей (ПСС) с использованием передвижных шнековых смесителей и пескометов.

При плацевой сборке много времени затрачивают на ожидание заливки как в течение сборочной смены, так и во время самой заливки.

Для обеспечения нормальных условий труда заливку на плацевых участках следует производить после завершения смены сборки. Указанное положение позволяет предусмотреть 1—2 заливки форм, собранных на плацевом участке каждой сборочной смены. Вторая заливка значительно (почти вдвое) увеличивает отдачу участка. Общую полезную площадь плацевого отделения определяют как сумму площадей, полученных в результате расчетов для каждого размера форм.

Для определения общей площади формовочно-сборочно-заливочно-выбивного отделения (брутто) к принятой полезной площади добавляют согласно технологической планировке площади, занятые формовочным, сушильным, выбивным и другим оборудованием с необходимыми проходами для его обслуживания и проездами соответственно нормам технологического проектирования, а также площади, не обслуживаемые грузоподъемными средствами (по 1—1,5 м вдоль каждого ряда колонн и по 2—3 м по его торцам).

Рекомендации по выбору размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств формовочно-сборочно-заливочных отделений фасонного стального и чугунного литья в одноэтажных и двухэтажных зданиях при формовке в опоках и в кессонах приведены в табл. 57.

В составе литейных цехов предусматривают промежуточные склады оснастки в непосред-

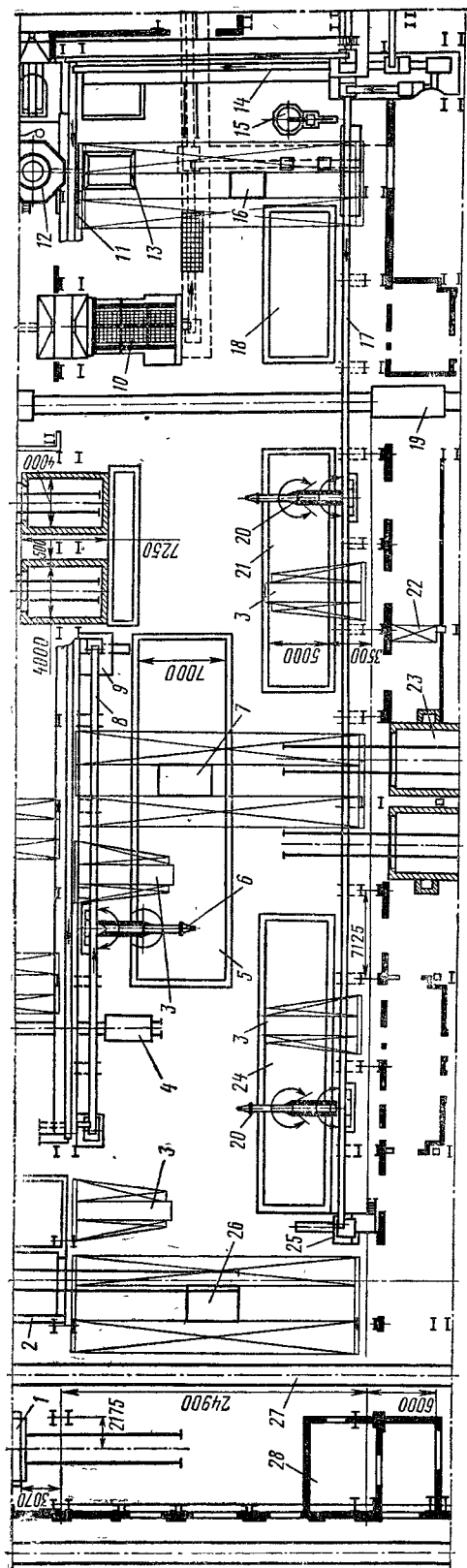


Рис. 42. Кессонное формовочное отделение цеха литейного для выпуска 8000 г/год чугуных отливок массой до 80 т.

1 — камерное сушило для верхних форм; 2 — гидрокамера с двумя тележками грузоподъемностью по 100 т и пропускной способностью 2,5 — 3 т/ч; 3 — консольные краны грузоподъемностью 3 т и рабочим вылетом формы 8 м; 4 — электрифицированная тележка для подачи верхней головки; 5 — кессон для наиболее крупноабаритных отливок размером 29 X 7 X 4,5 м; 6 — пескомет 296М2 с увеличенным вылетом пескометной головки; 7 — мостовой кран грузоподъемностью 50/10 т; 8, 11, 14, 17 — ленточные транспортеры для подачи формовочной смеси к пескометам; 9, 25 — конечные бункера; 10 — выбивная установка с накатным укрытием грузоподъемностью 45 т; 12 — вагранка пропускной способностью 20 т/ч; 13 — приямок для установки ковшей емкостью до 70 т; 15 — место для газовой сушки ковшей; 16 — мостовой кран грузоподъемностью 75/15 т; 18 — кессон размером 12 X 5 X 3,5 м; 19 — электрифицированная тележка для транспортировки олов и для подачи ковшей с жидким металлом грузоподъемностью 60 т; 20 — пескомет 296М2; 21 — кессон размером 19 X 5 X 3,5 м; 22 — кран-балка грузоподъемностью 3 т на ремонтном участке; 23 — два камерных сушила для сушки верхних форм; 24 — кессон размером 24 X 5 X 3,5 м; 26 — мостовой кран грузоподъемностью 150/50 т; 27 — железнодорожный путь для передачи отливок в обрубное отделение после промывки в гидрокамере; 28 — инструментальная кладовая

**Расчет необходимой полезной площади (нетто)  
для плацевой формовки-сборки-заливки и выбивки опок после остывания**

Расчетные параметры	Единица измерения	Группы отливок по массе			Всего
		0,1—0,5	0,5—1,0	1,0—5,0	
		Размеры опок в свету $A \times B \times B_1/B_2$ , м			
		$1,5 \times 1,0 \times \times 0,3/0,5$	$2,0 \times 1,6 \times \times 0,4/0,5$	$3,0 \times 2,0 \times \times 0,4/0,7$	
Выпуск отливок . . . . .	т/год	10 000	10 000	10 000	30 000
Средняя масса отливки в одной форме . . . . .	т	0,25	0,75	2,5	—
Количество форм с учетом брака . . . . .	шт./год	40 800	13 570	4080	58 450
Среднее количество форм . . . . .	шт./сутки	163	55	16,5	234,5
Расчетное количество форм с учетом возможности формовочного оборудования ( $H$ ) . . . . .	шт./сутки	196	66	20	282
Изготовление форм ( $M_1 \times \Phi_1 = \Pi_1$ ) . . . . .	м <sup>2</sup>	58	62	58	178
Площадь ( $\Phi_1$ ) изготовления одной формы . . . . .	м <sup>2</sup>	11,8	22,2	36,5	—
Среднее время ( $T_1$ ) изготовления Количество участков . . . . .	ч	0,4	0,67	1,3	—
$\left[ M_1 = \frac{H \times T_1}{2C \text{ (или } C)} \right]$ . . . . .	—	4,9	2,8	1,6	—
Упрочнение форм и ожидание ( $M_2 \times \times \Phi_2 = \Pi_2$ ) . . . . .	м <sup>2</sup>	87	73	73	233
Площадь ( $\Phi_2$ ) для упрочнения и ожидания . . . . .	м <sup>2</sup>	4,7	8,8	14,6	—
Среднее время ( $T_2$ ) упрочнения и ожидания на одну форму . . . . .	ч	1,5	2,0	4,0	—
Количество участков . . . . .	—	18,3	8,3	5,0	—
$\left[ M_2 = \frac{H \times T_2}{2C \text{ (или } C)} \right]$ . . . . .	—	18,3	8,3	5,0	—
Выбивка и ожидание использования выбитых опок ( $M_3 \times \Phi_3 = \Pi_3$ ) . . . . .	м <sup>2</sup>	74	47	32	153
Площадь ( $\Phi_3$ ) для комплекта выбитых опок . . . . .	м <sup>2</sup>	4,0	7,5	12,6	—
Среднее время ( $T_3$ ) выбивки и ожидания . . . . .	ч	1,5	1,5	2,0	—
Количество участков . . . . .	—	18,3	6,2	2,5	—
$\left[ M_3 = \frac{H \times T_3}{2C \text{ (или } C)} \right]$ . . . . .	—	18,3	6,2	2,5	—
Оперативное хранение моделей ( $2M_4 \times \Phi_4 = \Pi_4$ ) . . . . .	м <sup>2</sup>	60	40	72	172
Средняя площадь ( $\Phi_4$ ) для комплекта модельной оснастки . . . . .	м <sup>2</sup>	3	5	9	—
Суточное количество модельной оснастки . . . . .	шт.	10	4	4	—
Формовочный участок ( $\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 + \Pi_4 = \Pi_\Phi$ ) . . . . .	м <sup>2</sup>	279	222	235	736
Сборка форм ( $M_5 \times \Phi_5 = \Pi_5$ ) . . . . .	м <sup>2</sup>	146	138	138	422
Площадь ( $\Phi_5$ ) для сборки одной формы . . . . .	м <sup>2</sup>	11,8	22,2	36,5	—
Среднее время ( $T_5$ ) сборки одной формы . . . . .	ч	1,0	1,5	3,0	—
Количество участков . . . . .	—	12,3	6,2	3,75	—
$\left[ M_5 = \frac{H \times T_5}{2C \text{ (или } C)} \right]$ . . . . .	—	12,3	6,2	3,75	—

Продолжение формы 9

Расчетные параметры	Единица измерения	Группы отливок по массе			Всего
		0,1—0,5	0,5—1,0	1,0—5,0	
		Размеры опок в свету $A \times B \times B_1/B_2$ , м			
		1,5×1,0× ×0,3/0,5	2,0×1,6× ×0,4/0,5	3,0×2,0× ×0,4/0,7	
Ожидания и заливка форм ( $M_6 \times \Phi_6 = P_6$ ) . . . . .	м <sup>2</sup>	405	237	92	734
Площадь ( $\Phi_6$ ) для ожидания и заливки одной формы . . . . .	м <sup>2</sup>	4,7	8,8	14,6	—
Количество участков ( $M_6 = \frac{H}{n} - M_6$ ; $n$ — число заливок) $M_6 > M_6$ . . . . .	—	86	27	6,25	—
Остывание отливок в формах ( $M_7 \times \Phi_7 = P_7$ ) . . . . .	м <sup>2</sup>	183	229	346	758
Площадь ( $\Phi_7$ ) для остывания отливок в форме . . . . .	м <sup>2</sup>	4,0	7,5	12,6	—
Среднее время ( $T_7$ ) остывания отливок в форме . . . . .	Суток	0,21	0,42	1,25	—
Количество участков ( $M_7 = P \times H \times T_7$ ; $P$ — коэффициент выбивки) . . . . .	—	45,5	30,5	27,5	—
Участок сборки-заливки-остывания ( $P_5 + P_6 + P_7 = P_0$ ) . . . . .	м <sup>2</sup>	734	604	576	1914
Общая полезная площадь отделения ( $P_5 + P_6 = P_0$ ) . . . . .	м <sup>2</sup>	1013	824	811	2650
Принятая полезная площадь отделения ( $P$ ) . . . . .	м <sup>2</sup>	—	—	—	2800
Коэффициент использования полезной площади плацевого участка . . . . .	—	—	—	—	0,95

Примечания: 1. Площадь для формовки ( $\Phi_1$ ) или сборки ( $\Phi_5$ ) одной формы принимают как произведение габаритной площади опоки (с добавлением с каждой стороны по 0,4 м) на коэффициент 2,5 (с учетом двух раскрытых полуформ и места для модели или комплекта стержней).

2. Площадь для ожидания и заливки формы ( $\Phi_6$ ) или для упрочнения форм и ожидания ( $\Phi_2$ ) принимают по вышеуказанной габаритной площади на одну опоку (с добавлением с каждой стороны по 0,4 м).

3. Площадь для комплекта пустых опок ( $\Phi_3$ ) или для остывания отливок в форме ( $\Phi_7$ ) принимают аналогично предыдущему случаю с умножением на коэффициент 0,85.

4. При определении количества участков ( $M$ ) в знаменателе дроби указывают продолжительность двух или одной рабочей смены в часах в зависимости от принятого режима работы.

5. Количество участков для ожидания и заливки форм не может быть меньше количества участков для сборки.

6. При определении количества участков для остывания отливок в форме среднее время остывания ( $T_7$ ) указывают в сутках; коэффициент выбивки ( $P$ ) устанавливают в зависимости от режима работы выбивных установок с учетом потребного времени для высвобождения площадей от форм с уже остывшими отливками (обычно в пределах 1,05—1,20).

7. Допускается применение упрощенных расчетов; площади для оперативного хранения моделей, например, можно принимать в размере 5—10% от остальной полезной площади всего отделения.

8. Рекомендуется для отливок массой до 2 т формовочный участок располагать в другом пролете, отдельно от плацевого участка для сборки, заливки, остывания и выбивки.

9. Сборочные работы следует отделять от заливочных операций по времени.

57. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств формовочно-сборочно-заливочных отделений фасонного стального и чугуного литья для одноэтажных и двухэтажных зданий (при формовке в опоках и в кессонах)

Наибольшая масса отливки, т	Транспортные средства и их максимальная грузоподъемность, т		Ширина пролета одноэтажного здания $B$	Ширина пролета двухэтажного здания	Размеры в м		Высота уровня пола второго этажа $H_2$	Высота до головки подкранового рельса от $\pm 0,0$ в одноэтажном здании		Высота до головки подкранового рельса от отметки пола второго этажа в двухэтажном здании		Высота до низа конструкций покрытия от $\pm 0,0$	
	Мостовые краны	передвижные консольные краны			основного пролета $B$	пролета perpendicularного этажа		Мостовые краны	консольные краны	Мостовые краны	консольные краны	в одноэтажном здании $H$ от $\pm 0,0$	в двухэтажном здании $H$ от отметки пола первого этажа
0,5	5	—	18,24	9,12	6,12	7,8	8,15	—	8,15	—	10,8	10,8	
1	10	1	18,24	9,12	6,12	7,8	9,65	4,0	9,65	4,0	12,6	12,6	
2	20/5	3	18,24	9,12	6,12	7,8	9,65	4,0	9,65	4,0	12,6	12,6	
3	30/5	3	24	12	6,12	8,4	9,65	4,0	9,65	4,0	12,6	12,6	
5	50/10	3	24	12	6,12	8,4	12,65	6,0	12,65	6,0	16,2	16,2	
10	80/20	3	24	—	6,12	—	12,65	6,0	—	—	18,0	—	
20	80/20	3	24,30	—	6,12	—	12,65	6,0	—	—	18,0	—	
30	100/20	3	24,30	—	6,12	—	12,65	6,0	—	—	18,0	—	

Фасонные стальные опалки

Продолжение табл. 57

Наибольшая масса бетона, кг, $\gamma$	Транспортные средства и их максимальная грузоподъемность, т		Ширина пролета одного этажа		Ширина пролета двухэтажного здания		Высота уровня пола второго этажа $H_2$		Высота до головки подкранового рельса от отметки пола второго этажа в двухэтажном здании		Высота до низа конструктивной обшивки от $\pm 0,0$	
	Мостовые краны	Перекидные краны	Основного пролета $B$	Пролета первого этажа	Основного пролета $B$	Пролета первого этажа	Мостовые краны	Консольные краны	Мостовые краны	Консольные краны	в одноэтажном здании	в двухэтажном здании
0,5	5	—	18,24	9,12	6,12	7,8	8,15	—	8,15	—	10,8	10,8
1	10	1	18,24	9,12	6,12	7,8	9,65	4,0	9,65	4,0	12,6	12,6
2	15/3	3	18,24	9,12	6,12	7,8	9,65	4,0	9,65	4,0	12,6	12,6
3	20/5	3	24	12	6,12	8,4	9,65	4,0	9,65	4,0	12,6	12,6
5	30/5	3	24	12	6,12	8,4	9,65; 11,45	4,0; 5,0	9,65; 11,45	4,0; 5,0	12,6; 14,4	12,6; 14,4
10	50/10	3	24	—	6,12	—	12,65	6,0	—	—	16,2	—
20	50/10	3	24,30	—	6,12	—	12,65	6,0	—	—	16,2	—
30	80/20	3	24,30	—	6,12	—	12,65	6,0	—	—	18,0	—
50	125/20	5	24,30	—	6,12	—	12,65	6,0	—	—	18,0	—

Формовые чулковые отливки

Примечания: 1. Для производства отливок массой до 0,5 т рекомендуется применять подвесные конвейеры, пневмоподъемники, электротали на монорельсах и кран-балки с максимальной грузоподъемностью до 5 т.  
 2. Высота до низа конструкции покрытия  $H$  приведена минимальная, ее уточняют при общей компоновке литейного цеха.  
 3. Расстояние от нижней габаритной точки крана до расположенного в зоне его действия оборудования предусматривают не менее 400 мм, а расстояние до рабочих площадок — не менее 2000 мм.  
 4. Максимальная ширина корпусов литейных цехов, имеющих плачевую или кессонную формовку, допускается 96 м (24 X 4).  
 5. Двухэтажное исполнение цеха является предпочтительным при производстве отливок массой до 1 т в случае развитых транспортных средств, расположенных ниже уровня пола основных производственных отделений. При наличии высокого уровня грунтовых вод допускается проектирование двухэтажных цехов и для отливок большого размера. Первый этаж используют для размещения вспомогательных служб, цехов складов, вентиляционных установок, трансформаторных подстанций и т. п.  
 6. При выдаче жидкой стали в сборочно-заливочный пролет ковшами, емкость которых превышает массу металла на максимальную отливку, грузоподъемность заливаемого крана определяют в соответствии с емкостью печи.  
 7. В некрановых пролетах, имеющих сложное оборудование (формовочные автоматы и т. п.), предусматривают грузоподъемные средства для ремонтных целей.  
 8. Отметка пола второго этажа 8,4 м допускается при производстве крупных отливок с применением металлоконструкций при соответствующем обосновании в проекте.  
 9. Грузоподъемность мостовых кранов указана с учетом формовки отливок массой более 5 т в кессонах. Для транспортировки и выбивки залитых форм для чулковых отливок массой 2 т следует предусматривать мостовые краны грузоподъемностью 20/5 т, для 3- и 5-тонных отливок — 30/5 и 50/10 т соответственно.

ственной близости от обслуживаемых отделений.

При поточном производстве мелкосерийных и единичных отливок с использованием скользящей быстротенной модельной оснастки участки формовочных линий для смены этой

оснастки целесообразно располагать рядом или непосредственно в помещении склада модельных плит, вкладышей и т. п.

В двухэтажных зданиях литейных цехов размещение склада модельной и литейной оснастки предусматривают в первом вспомо-

**58. Нормы для расчета оперативных (промежуточных) складов моделей и стержневых ящиков в литейном цехе**

Назначение склада	Система хранения	Нормы запаса хранения в календарных днях при характере производства			Нормы грузонапряженности полезной площади (т/м <sup>2</sup> ) для складов		Коэффициент использования полезной площади для складов	
		единичном и мелкосерийном	серийном и мелкосерийном	крупносерийном и массовом	с малой механизацией	с большой механизацией	с малой механизацией	с большой механизацией
Хранение крупных моделей и ящиков к ним	На полу, в штабелях	8—10	8—10	—	1,0—3,0	—	0,35—0,4	—
Хранение средних и мелких моделей и ящиков к ним	На полу, в стеллажах	15—20	15—20	8—10	1,0—2,0	2,0—3,0	0,35—0,4	0,4—0,45

Примечание. Размеры поддонов должны соответствовать выпускаемым промышленностью электрогрузчикам грузоподъемностью от 2 т и выше (размеры поддонов 1200×800 мм. 1600×1200 мм).

**59. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности кранов для складов опок**

Литье	Наибольшая масса опоки, т	Характеристика крана		
		Грузоподъемность, т	Пролет, м	Высота до подкрановых путей, м
<i>Мостовые краны для закрытых складов</i>				
Мелкое	0,5	5	22,5	8,15
Среднее	3,0	15	22,5	8,15
Крупное	15,0	20/5	22,5	11,45
Тяжелое и особо тяжелое	20,0	30/5	22,5	12,65
Литье	Наибольшая масса опоки, т	Характеристика козлового крана		
		Грузоподъемность, т	Пролет, м	Высота подъема, м
<i>Козловые краны для открытых складов</i>				
Крупное	15,0	20	20	8,9
Тяжелое и особо тяжелое	20,0	20	20	8,9

Примечание. В случае хранения на складе совместно опок и отливок грузоподъемность кранов соответственно уточняют.

гательном этаже, под обслуживаемыми ими отделениями.

Склады модельной оснастки оборудуют подъемными средствами, стеллажами, этажерками, позволяющими хранить модели, стержневые ящики, модельные плиты в несколько ярусов.

Нормы для расчета оперативных складов моделей и стержневых ящиков приведены в табл. 58.

Для хранения крупных опок и другой литейной оснастки при серийном, мелкосерийном и единичном производствах предусматривают открытые эстакады. Опоки для конвейерного производства хранят в закрытых складах (табл. 59). Склады опок размещают в непосредственной близости к формовочным отделениям, особенно при производстве крупных и тяжелых отливок. Нормальные условия труда в литейном цехе обеспечивают за счет применения технологических процессов, не связанных с выделением вредных газов, использования автоматического оборудования с низким уровнем шума, механизации уборочных работ, решений вопросов пылеуборки, рациональной системы приточно-вытяжной вентиляции, хорошего общего и местного освещения, создания приятного для работающих производственного интерьера и т. п.

В процессе проектирования и при выдаче проектантами-технологами заданий на разработку остальных частей проекта формовочно-заливочно-выбивных отделений следует обязательно учитывать мероприятия, направленные на облегчение и улучшение условий труда, обеспечение правил техники безопасности, промышленной санитарии, взрыво- и пожаробезопасности.

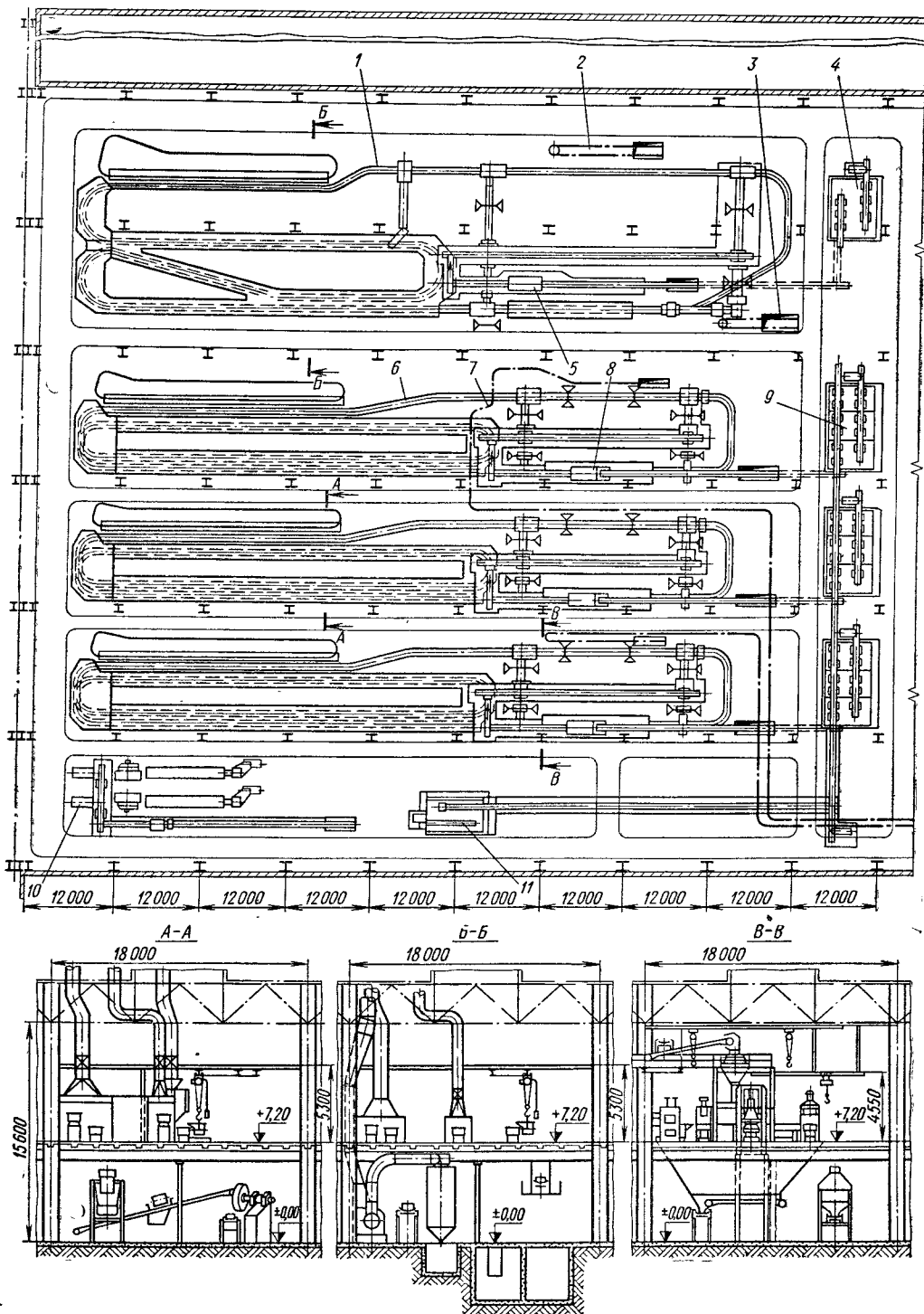


Рис. 43. План формовочного отделения на отметке +7,2 м:

1 — автоматическая формовочная линия фирмы «Споматик» с размерами опок 900 × 700 мм для блоков цилиндров; 2, 7 — подвесные конвейеры для подачи стержней; 3 — подвесной охлаждающий конвейер для отливок; 4, 9, 11 — смешеприготовительные установки; 5, 8 — аэраторы; 6 — автоматическая формовочная линия фирмы «Споматик» для средних отливок с размерами опок 800 × 700 мм; 10 — автоматическая формовочная линия для мелких отливок «Дизаматик»



При определении объемов тепловыделений и выделения вредных веществ следует исходить из максимальной производительности устанавливаемого оборудования.

Необходимо учитывать, что занижение высоты производственных помещений приводит к тому, что «душная» зона опускается ниже высоты человеческого роста и условия труда в этом случае ухудшаются.

томобилей показан на рис. 43 и 44. Отделение состоит из шести параллельных пролетов. Седьмой пролет предназначен для размещения приточных вентиляционных установок, электроподстанций, а также бытовых устройств и контор.

Жидкий металл из плавильного отделения подает на заливочный участок автопогрузчиками в ковшах емкостью 1000 кг. Заливку

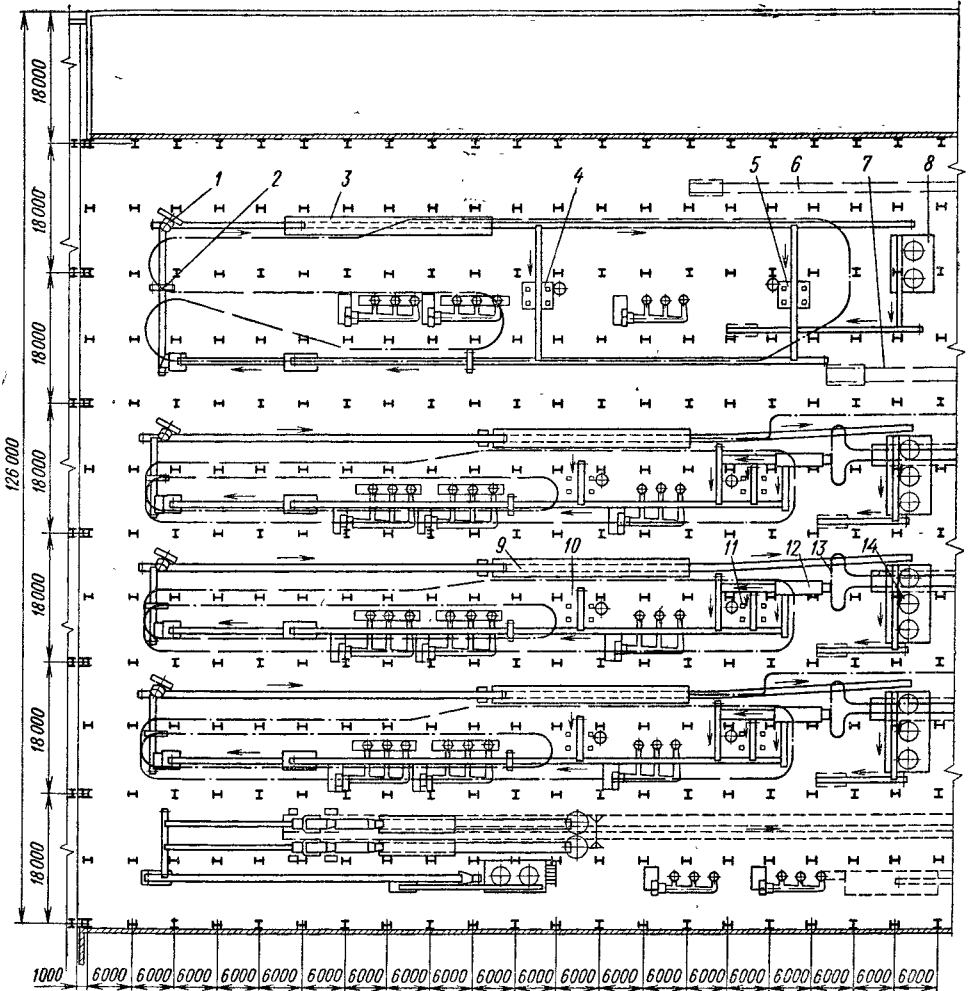


Рис. 44. План формовочного отделения на отметке  $\pm 0,000$ :

1 — барабан для гомогенизации и увлажнения горелой земли; 2 — магнитный сепаратор; 3, 9 — охладитель горелой земли; 4, 10 — фундамент под формовочный автомат для верхних опок; 5, 11 — фундамент под формовочный автомат для нижних опок; 6 — подвесной конвейер для подачи стержней; 7 — подвесной охладительный конвейер; 8, 14 — смесеприготовительная установка; 12 — вибрационный грохот для отделения земли от отливок; 13 — подвесной охладительный конвейер для отливок

### Примеры планировок

Пример проектного решения планировки формовочно-заливочно-выбивного отделения цеха для производства серого, ковкого и модифицированного чугуна для легковых ав-

томобилей производит рабочий из этих же ковшей, однако ковш при этом передвигается механически со скоростью, равной скорости литейного конвейера.

Каждая формовочная линия оборудована собственной смесеприготовительной уста-

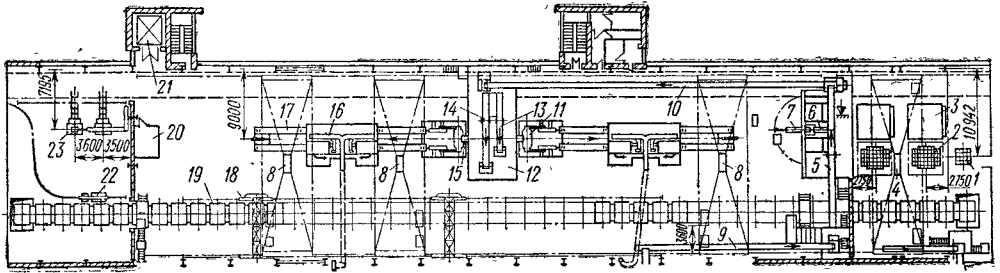


Рис. 45. Конвейерное формовочное отделение на выпуск 15 тыс. т/год среднего чугуна литья в двухэтажном цехе. План расположения оборудования на отметке +7,8 м:

1 — уборочная решетка; 2 — две инерционные сдвоенные выбивные решетки грузоподъемностью по 15 т; 3 — накатное укрытие выбивной решетки; 4 — мостовой кран грузоподъемностью 15 т; 5, 9, 10, 13, 14 — система ленточных конвейеров для подачи формовочных смесей; 6 — раздаточный бункер; 7 — пескомет мод. 2Б93 для изготовления форм для единичных и экспериментальных отливок; 8 — три мостовых крана грузоподъемностью 5 т; 11 — формовочные машины мод. 235; 12 — четыре раздаточных бункера для облицовочной и наполнительной смеси; 15 — ленточные питатели для подачи облицовочной или наполнительной смеси в опоку; 16 — газовая печь для поверхностной подсушки полуформ; 17 — приводные роляганги для полуформ; 18 — полукозловые краны грузоподъемностью 3 т для установки стержней; 19 — вертикально-замкнутый конвейер на выпуск 15 тыс. т/год отливок массой 500—1000 кг; грузоподъемность 12 т; размер платформы 2500 × 2000 мм; шаг 2,4 м; 20 — контора мастера; 21 — грузовой лифт для подачи подмодельных плит со склада оснастки, расположенного на первом вспомогательном этаже; 22 — монорельсовое заливочное устройство с барабанным ковшом емкостью 3 т, управление дистанционное оператором из передвижной кабины; 23 — сдвоенная установка для сушки ковшей

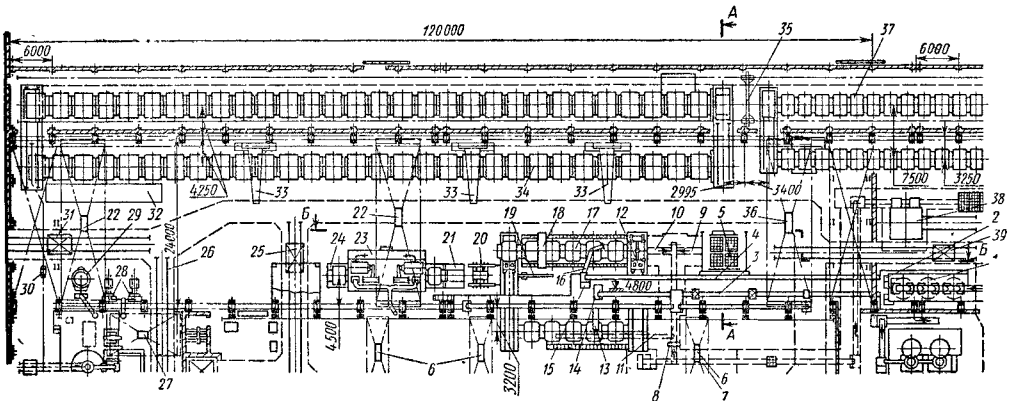
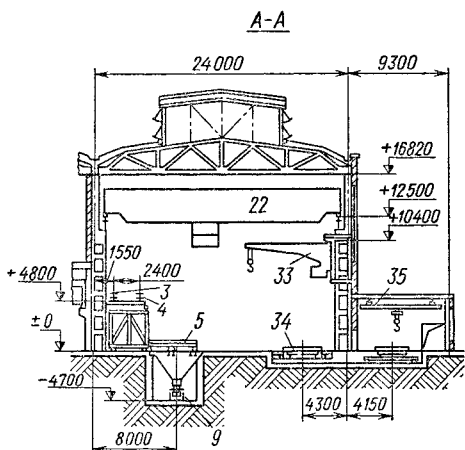


Рис. 46. Формовочно-заливочно-выбивное отделение цеха крупного чугуна литья на выпуск 12 500 т/год. План расположения оборудования:

1 — бункер-отстойники для формовочной смеси; 2 — аэраторы модели 1А32; 3, 4 — ленточные транспортеры для подачи наполнительной и облицовочной (базовой) смеси к пескомету и шнековому смесителю; 5 — четырехсекционная выбивная решетка грузоподъемностью 30 т с накатным укрытием; 6 — мостовые краны грузоподъемностью 5 т; 7—11 — ленточные транспортеры для уборки отработанной и просыпанвшейся земли; 12 — трансбордер; 13 — шнековый смеситель модели СТС-2 для приготовления облицовочной смеси (ПСС); 14 — бункер для базовой смеси ПСС; 15 — осадитель для феррохромового шлака; 16 — пескомет стационарный модели 2Б96; 17 — механизированная формовочная пескометная линия для опок размером в свету 2500 × 2000 × 350/600 мм или 3000 × 1700 × 350/600 мм с производительностью 3 формы/ч; 18 — устройство для срезки излишков формовочной смеси; 19 — речный толкатель для подачи подмодельных плит с заформованной опокой в кантователь; 20 — кантователь; 21 — подъемный роляганговый стол; 22 — мостовые краны (2 шт.) грузоподъемностью по 15 т/3 т; 23 — четырехстоечное сушило для поверхностной подсушки водной краски; 24 — приводной роляганг; 25, 31 — электрифицированные тележки для подачи стержней, вывозки литников и т. п. грузоподъемностью 15 т; 26 — пути для передачи ковшей с металлом из плавильного отделения и обратно; 27 — мостовой кран грузоподъемностью 30/5 т в плавильном отделении; 28, 29 — стенды для сушки ковшей; 30 — тельфер для вывозки отходов из плавильного отделения и обслуживания ремонтных работ на участке литейного конвейера, находящегося под вентиляционной плещадкой; 32 — заливочная плещадка; 33 — консольные краны (3 шт.) грузоподъемностью по 3 т и рабочим вылетом фермы 8 м; 34 — литейный конвейер с размером платформ 3,5 × 2,5 м, шагом 3,2 м и грузоподъемностью 20,0 т; 35 — кран-балка грузоподъемностью 5 т; 36 — мостовой кран грузоподъемностью 20/5 т; 37 — конвейер для остывания отливок, выбитых из опок; 38 — гидравлическая камера модели ЛН-409; 39 — электрифицированная тележка грузоподъемностью 20,0 т

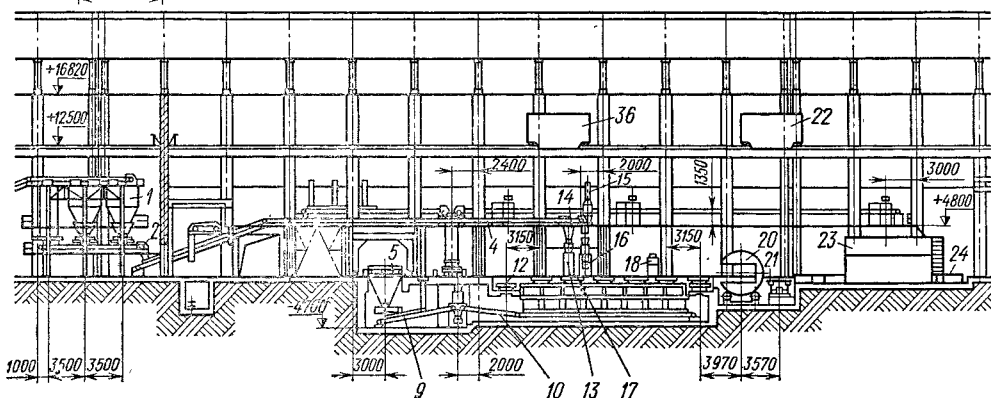


сушка водной краски в четырехместном сушиле.

Сборка и заливка форм производится на трансбордерном тележечном конвейере грузоподъемностью 20 т. Охлаждение залитых форм на конвейере предусматривается в специальной пристройке в течение 24 ч.

Рис. 47. Поперечный (А — А) и продольный (Б — Б) разрезы отделения цеха (позиции см. на рис. 46)

Б-Б



новкой. Отливки после выбивки автоматически погружаются на люльки подвесных толкающих конвейеров для охлаждения и подачи в очистное отделение. Каждая формовочная линия имеет свой охлаждающий конвейер.

План расположения оборудования в конвейерном формовочно-заливочно-выбивном отделении с выпуском 15 тыс. т/год среднего разносерийного чугуна литья в двухэтажном цехе показан на рис. 45.

Сборка и заливка форм размером в свету  $2000 \times 1600$  мм — на вертикально-замкнутом конвейере с грузоподъемностью тележки 12 т. Для изготовления форм предусмотрены две формовочные машины модели 235М. Экспериментальные и единичные отливки изготавливают с помощью пескомета 2Б93. Время остывания залитых форм до выбивки около 10 ч.

План расположения оборудования формовочно-заливочно-выбивного отделения цеха крупного чугунолитейного завода с выпуском — 12 500 т/год показан на рис. 46 и 47. Формы изготавливают на механизированной пескометной линии со скользящей оснасткой в опоках с размерами в свету  $2500 \times 2000$  мм и  $3000 \times 1700$  мм и с применением облицовочных пластических самотвердеющих смесей (ПСС). Предусмотрена поверхностная под-

## СТЕРЖНЕВЫЕ ОТДЕЛИЯ

### Классификация и технология изготовления стержней

Выбор смесей и способов получения различного вида стержней в значительной мере определяется их размерами, сложностью и серийностью производства.

Классификация стержней приведена в табл. 60. Точность стержней увеличивается при их отверждении в стержневых ящиках.

Рекомендации по применению различного вида стержней для разовых объемных форм на основе прогрессивных и наиболее распространенных технологических процессов их изготовления даны в табл. 61.

### Объем производства

Номенклатуру, количество, размеры и другие технические параметры стержней, подлежащих изготовлению на проектную программу отливок в условиях массового и крупносерийного производства, определяют по технологическим картам. Данные технологических карт используют для составления формы 10.

При серийном, мелкосерийном и единичном производствах размеры и другие параметры



61. Технологические процессы изготовления стержней

Тип производства	Масса отливки (для черных сплавов), кг	Вид стержней	Виды форм	Масса стержней, кг	Способ изготовления стержней	Оснастка	Основные особенности технологического процесса	Точность отливки по ГОСТ 2689-64*	Класс шероховатости отливки по ГОСТ 2789-73
Массовое и крупносерийное	≤500	Изготавливаемые в горячих ящиках из влажных смесей на синтетических смолах	Сырые песчано-бен-тонитовые (глинистые)	≤100	Пескоструельный; пескоструевый	Металлическая с обогревом	Отверждение стержней в ящиках, имеющих электрический или газовый обогрев при температуре 240—300° С. При изготовлении отливок, имеющих массивные стенки, стержни окрашивают	6—9	3—4
	≤500	Оболочковые, изготавливаемые в горячих ящиках из сухого плакированного песка с лупульвербакели-том		≤100	Пескоструельный, пескоструевый и центробежный и др.	Металлическая с обогревом	Стержни изготавливаются полыми с толщиной стенки 5—20 мм. После надува ящика твердения и удаления избытка смеси из внутренней полости, спекания и вытязки вставок производится выдача готового стержня	7—10	2—4
Массовое крупносерийное**	≤500	Быстровсыхающие, изготавливаемые из смесей с масляными красителями или с их заменителями		≤250	Пескоструельный, пескоструевый	Металлическая, пластмассовая	Стержни сушат с использованием Дрейера в сушилках, при изготовлении отливок, имеющих массивные стенки, окрашивают (при необходимости дважды), после чего обычно подсушивают		

Продолжение табл. 61

Тип производства	Масса отливки (для черных сплавов), кг	Вид стержней	Виды форм	Масса стержней, кг	Способ изготовления стержней	Осложка	Основные особенности технологического процесса	Точность отливки по ГОСТ 2693-54	Класс шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73
Серийное и крупносерийное	≤100	Быстрозастывающие в холодных ящиках, изготавливаемые из смесей с синтетическими смолами	Сырые песчано-бентонитовые (глинистые)	≤4	Пескодувный или пескоструйный со специальным смесителем. Температура помещения 20—23°С	Металлическая, пластмассовая	Одни из компонентов смеси вводят в смеситель стержневой машиной, выдают в пескодувную (пескоструйную головку). После надутья в холодный стержневой ящик смесь быстро (15—40 с) застывает	6—8	3—4
Серийное, мелкосерийное, единичное	100—2000	Самозастывающие в холодных ящиках из смесей на синтетических смолах	Упрочняемые (подсушиваемые) песчано-глинистые, быстрозастывающие и др., а также самозастывающие на синтетических смолах	≤600	Выдача смеси в ящик шнековым смесителем с уплотнением вращающимися вращающимися, температурой помещения 20—23°С	Деревянная, окрашенная эпоксидными или масляными красками; пластмассовая; металлическая, покрытая уретановой смолой	Приготовление смеси непосредственно перед выдчей в стержневой ящик. Время самозастывания смеси в ящике после выгрузки — 30—60 мин. Окраска стержней при изготовлении отливок, имеющих массивные стенки (толщиной более 40 мм), производят водными красками (для чугуновых литых заготовок обычными графитовыми, для стальных — шпоровыми) с последующей подсушкой (или провяливанием)	7—10	2—4
Серийное, мелкосерийное, единичное		Быстрозастывающие из смесей на крепителях СБ, КТ, СП и др.	Подсушиваемые самозастывающие (ПСС) и др.	≤600	Уплотнение вращением с последующей сушкой	Деревянная, окрашенная шеллаковыми красками и др.	Окраска водными красками с последующей сушкой в печах при различных температурах в зависимости от применяемого крепителя	9—12	1—3

Продолжение табл. 61

Тип производства	Масса отливки (для черных сплавов), кг	Вид стержней	Виды форм	Масса стержней, кг	Способ изготовления стержней	Оснастка	Основные особенности технологического процесса	Точность отливки по ГОСТ 2789-73	Класс шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73
Серийное, мелко-серийное, единичное	100—2000	Химически твердеющие с продувкой в ящиках газом $CO_2$ *1	Химически твердеющие с продувкой в опоках газом $CO_2$ , самотвердеющие (ПСС) и др.	≤600	Уплотнение пескодувным способом, встряхиванием и др., с продувкой стержней в ящиках газом $CO_2$	Деревянная, пластмассовая, металлическая разборная с увеличенными углами	При изготовлении средних и крупных стержней с продувкой мощностью коллектора: производительность продувки зависит от глубины наковал. Давление газа 2,5—3 кгс/см <sup>2</sup> . После окраски стержни подсушивают	9—12	1—3
	1000—5000 и выше	Самотвердеющие из жидких смесей на неорганических связующих **	Самотвердеющие из жидких смесей на неорганических связующих из ПСС и др.	40—2500 и более	Приготовление жидкой смеси, заполнение ящика и самотвердение смеси	Деревянная с разделительным покрытием лаком ХСП-1	Покрывать ящики разделительным составом, заливка жидкой смесью, твердение в ящике 30—50 мин; двойная окраска стержней водной краской с подсушкой *3	9—13	1—2
Мелкосерийное, единичное	Сухие песчано-глинистые	Сухие песчано-глинистые, быстротвердеющие и др.			Уплотнение встряхиванием и уплотнение сухой	Деревянная, пластмассовая (металлическая)	Для массивных стальных отливок применяют облицовку стержней самсами с хромистым железняком (хромомagneзитом)	10—13	1—2

\*1 Преимущественно для стальных отливок.

\*2 Для черных сплавов.

\*3 Применение самовысыхающих красок возможно, но для проектных решений не рекомендуется.

\*4 Можно проектировать при реконструкции действующих цехов или при изготовлении массивных стержней.

62. Нормы расчетного количества стержней на 1 т годового чугунного и стального литья для серийного, мелкосерийного и единичного производства

Группа стержней, кг (в скобках дм <sup>3</sup> )		Норма шт. (в скобках дм <sup>3</sup> смеси) для групп отливок по массе, кг								
Пределы	Средняя величина	0—20	20—100	100—500	500—1000	1000—2000	2000—5000	5000—10 000	10 000—20 000	Св. 20 000
≤1,0 (≤0,5)	0,5 (0,3)	31,0 (9,3)	11,0 (3,3)	5,0 (1,5)	4,5 (1,3)	1,7 (0,5)	1,7 (0,5)	1,7 (0,5)	1,3 (0,4)	1,3 (0,4)
1,0—2,5 (0,6—1,5)	1,75 (1,05)	16,0 (16,7)	4,5 (4,7)	4,5 (4,7)	3,5 (3,7)	1,4 (1,5)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,2 (0,2)
2,5—6,0 (1,5—3,5)	4,25 (2,50)	12 (30,6)	11 (28,0)	3,7 (9,5)	2,0 (5,1)	1,8 (4,6)	1,2 (3,0)	0,6 (1,5)	0,1 (0,3)	0,1 (0,3)
6,0—10,0 (3,5—6,0)	8,0 (4,75)	1,5 (7,0)	4,4 (21,0)	4,3 (20,0)	3,3 (16,0)	1,1 (5,3)	1,0 (4,8)	0,8 (3,8)	3,2 (1,0)	0,2 (1,0)
10,0—16,7 (6,0—10,0)	13,35 (8,0)	0,4 (3,2)	2,1 (16,2)	2,7 (21,6)	1,9 (15,2)	1,8 (14,4)	0,4 (3,2)	0,2 (1,6)	0,1 (1,6)	0,2 (1,6)
16,7—25,0 (10,0—15,0)	20,85 (12,5)	0,4 (5,0)	1,1 (13,8)	1,5 (18,8)	2,2 (27,5)	3,5 (44,0)	1,6 (20,0)	1,5 (18,8)	0,5 (6,3)	0,5 (6,3)
25,0—40,0 (15,0—24,0)	32,5 (19,5)	0,3 (5,9)	2,3 (45,0)	2,7 (52,0)	1,4 (27,3)	1,2 (23,4)	1,1 (21,4)	0,7 (13,7)	0,6 (11,6)	0,6 (11,6)
40,0—60,0 (24,0—36,0)	50,0 (30,0)	—	0,5 (15,0)	2,1 (62,0)	1,8 (54,0)	1,0 (30,0)	0,7 (21,0)	1,7 (51,0)	1,2 (36,0)	1,2 (36,0)
60,0—100,0 (36,0—60,0)	80,0 (48,0)	—	0,3 (14,4)	1,5 (72,0)	2,2 (106,0)	2,3 (110,0)	2,7 (130,0)	1,0 (48,0)	0,2 (9,6)	0,2 (9,6)
100—250 (60—150)	175 (105)	—	0,1 (10,5)	0,5 (52,5)	1,2 (126,0)	1,4 (147,0)	1,4 (147,0)	0,5 (52,5)	0,4 (42,0)	0,4 (42,0)
250—600 (150—360)	425 (255)	—	0,1 (25,5)	0,1 (25,5)	0,4 (102,0)	0,4 (102,0)	0,6 (153,0)	0,4 (102,0)	0,3 (76,5)	0,3 (76,5)
600—1000 (360—600)	800 (480)	—	—	0,1 (48,0)	0,2 (96,0)	0,3 (144,0)	0,3 (144,0)	0,3 (144,0)	0,3 (144,0)	0,2 (96,0)
1000—1600 (600—1000)	1355 (800)	—	—	—	0,1 (80)	0,1 (80)	0,1 (80)	0,2 (160)	0,3 (240)	0,3 (240)
1600—2500 (1000—1500)	2085 (1250)	—	—	—	—	—	0,1 (125)	0,1 (125)	0,1 (125)	0,1 (125)
Общее количество стержней		61,6	37,4	28,7	24,5	18,0	13,5	10,3	6,3	5,8
Общий объем стержней, дм <sup>3</sup>		77,7	197,4	388,7	660,0	106,7	853,5	722,0	694,9	646,5
В том числе: общий объем стержневой смеси, м <sup>3</sup>		0,078	0,185	0,344	0,539	0,574	0,662	0,540	0,499	0,462
Общий объем наполнителя, м <sup>3</sup>		—	0,012	0,045	0,121	0,133	0,192	0,183	0,196	0,185

Примечания: 1. Нормы применяют при отсутствии номенклатуры и чертежей отливок на проектную программу или ее часть.

2. В случае применения наполнителя принимают следующее его количество: для стержней со средним объемом 30—105 дм<sup>3</sup> 15%; 255—480 дм<sup>3</sup> — 25%; 800 — 1250 дм<sup>3</sup> — 35%.

3. Плотность смеси и стержней из ЖСС 1,3—1,4 кг/дм<sup>3</sup>, плотность обычной стержневой смеси в разрыхленном состоянии 1,25 кг/дм<sup>3</sup>, в уплотненном — 1,65 кг/дм<sup>3</sup>.

4. Общий расход стержневых смесей указан без потерь.

5. Для стального литья, в зависимости от сложности, количество смесей может быть увеличено до 15%.



размеров, применяемых стержневых смесей и температуры сушки даны в табл. 64. Для массового и крупносерийного производства режимы уточняют в зависимости от конкретной номенклатуры стержней, крепежей и типов сушил непрерывного действия.

ФОРМА 11  
Распределение стержней по группам и способам изготовления

Группа стержней по массе, кг	Средняя масса стержня, кг	Способ изготовления	Количество стержней, шт./т				
			в год	на поточной линии	на поточной линии	на машине модели	на машине модели
Итого							

Примечание. Распределение стержней по группам проводят на основании данных подетального технологического процесса изготовления отливок (см. форму 10) или по нормативным данным (см. табл. 62).

63. Коэффициент неравномерности загрузки оборудования, учитываемый при расчете его количества

Оборудование	Коэффициент неравномерности * загрузки оборудования по типам производства		
	Единичное и мелкосерийное	Серийное и мелкосерийное	Крупносерийное и массовое
Стержневое . . . . .	1,2—1,3	1,1—1,2	1,0—1,1
Печи для сушки или подсушки стержней и форм . . . . .	1,2—1,3	1,1—1,2	1,0—1,1

\* При наличии склада стержней. Примечание. Коэффициент загрузки сушильных печей не должен превышать коэффициент загрузки стержневого оборудования. Коэффициент загрузки стержневого оборудования не должен превышать коэффициент загрузки формовочного оборудования.

64. Нормы продолжительности цикла сушки и подсушки стержней

Стержневые смеси и объем стержней, дм <sup>3</sup>	Максимальная температура сушки, °С	Полный цикл сушки без учета времени загрузки и выгрузки сушила, ч	В числе полного цикла сушки время работы топки, ч	Коэффициент заполнения объема сушила
Песчано-глинистые смеси: мелкие, 6,0 » 6,0—24,0	320—350	2,5—3,0	2,0—2,5	0,06
		3,0—4,0	2,5—3,0	0,08
средние, 24—150,0 крупные, 150,0—600,0 особо крупные, > 600,0	350—380	5,0—7,0	4,0—6,0	0,12
		7,0—9,0	6,0—8,0	0,14
Смеси на органически связующих: мелкие, 6,0 » 6,0—24,0	220—250	2,0—2,5	1,5—2,0	0,06
		2,5—3,0	2,0—2,5	0,08
средние, 24,0—150,0 крупные, 150—600,0 особо крупные, > 600,0	220—330	4,0—5,0	3,5—4,5	0,12
		5,0—7,0	4,0—6,0	0,14
Жидкостекольные смеси: мелкие, ≤ 6,0 » 6,0—24,0	220—250	8,0—10,0	6,5—8,5	0,14
		3,0—4,0	2,5—3,5	0,06
средние, 24,0—150,0 крупные, 150,0—600,0 особо крупные, > 600,0	250—300	4,0—5,0	3,5—4,5	0,08
		5,0—6,0	4,0—5,0	0,12
Смеси с хромагнетитом или хромистым железняком: мелкие, ≤ 6,0 » 6,0—24,0	—	6,0—8,0	5,0—7,0	0,14
		8,0—10,0	6,5—8,5	0,14
средние, 24,0—150,0 крупные, 150,0—600,0 особо крупные, > 600,0	400—420	12,0—14,0	11,0—13,0	0,12
		14,0—16,0	13,0—15,0	0,14
особо крупные, > 600,0	420—450	16,0—18,0	14,5—16,5	0,14

Примечания: 1. Нормы сушки стержней применяют в случае отсутствия технологических данных по номенклатуре отливок проектной программы.

2. Подсушка стержней предусматривается в проходном сушиле в соответствии с технологическим процессом:

после склеивания стержней при температуре 250—280° С в течение 30 мин;  
после окраски сухих стержней водной краской при температуре 250—280° С в течение 15—30 мин.

3. Режимы, указанные в таблице, даны для серийного, мелкосерийного и единичного производства. Для массового и крупносерийного производства режимы корректируют в зависимости от выбранных типов специализированных сушил непрерывного действия и принятых крепежей.

4. Оптимальные температуры сушки стержней на крепеже КВС 180—200° С; на крепеже КО 220—240° С. Стержни на связующих из смесей с крепежем КВС твердеют в 2 раза быстрее по сравнению со смесями на крепеже П.

## Оборудование и его производительность

Для изготовления быстровысыхающих стержней из смесей с малой прочностью промышленность выпускает пескоструйно-пескострельные машины мод. 348, 2Б83, 9128Б5, 9128Б7, 310, 9128Б9, на которых можно изготовлять стержни массой до 100 кг. Для кантовки и вытяжки стержней из стержневых ящиков пескострельные полуавтоматы 9128Б5, 9128Б7, 9128Б9 комплектуют поворотными-вытяжными машинами 28П6М, 28П8М и 28П9 соответственно.

Для изготовления стержней в горячих ящиках выпускаются машины и автоматы на основе пескоструйных машин мод. 4554Б2, 4532Б, 4701, 4509А, 4544А, на которых можно производить стержни массой до 10 кг.

Для изготовления средних (40—150 кг) и крупных (>150 кг) стержней можно применять встряхивающие формовочные машины мод. 232М, 233М, 234М, 235М и др. На этих машинах в условиях серийного и мелкосерийного производства можно производить стержни массой до 2500 кг из смесей с высокой сырой прочностью. Для изготовления стержней из жидких самотвердеющих смесей в промышленном порядке выпускают установки периодического действия мод. 1913, 1914 и 1915 с производительностью 3; 6 и 12 т/ч соответственно.

Стержни из жидких самотвердеющих смесей целесообразно применять при мелкосерийном и единичном производстве отливок массой более 1—2 т, при размерах партий менее 1000—1500 шт./год. При проектировании механизированных участков изготовления стержней из ЖСС следует предусматривать уборку отходов смеси от позиции наливки ящиков, срезки излишков смеси, кантовки стержней и т. п.

Жидкую композицию получают в отдельном стоящем агрегате с перекачиванием ее к установке для приготовления ЖСС насосом по трубам. Песок транспортируют в установку ленточным конвейером или пневмотранспортом.

Транспорт отвердителя — феррохромового шлака целесообразно осуществлять также пневмотранспортом с соответствующими осадителями. Подобную механизированную линию для изготовления стержней из ЖСС массой 600—1500 кг модели 83 600 выпускает промышленность.

Основные технологические характеристики оборудования для изготовления стержней, выпускаемого заводами литейного машиностроения, приведены в табл. 65.

Дополнительные сведения по оборудованию для массового и крупносерийного производства приведены ниже.

Для приготовления стержневых смесей на основе синтетических смол, с отверждением в холодных ящиках, комбинат «Гизаг» (ГДР) выпускает шнековые двухрукавные смесители производительностью 6 и 15 т/ч (мод. АМД-6 и АМД-15). Смеситель АМД-15 для изготовления крупных стержней в холодных ящиках из самотвердеющих смесей

показан на рис. 48. Радиус действия смесителя 4,45 м. Дозировка жидких составляющих производится насосом.

Для изготовления быстросамотвердеющих стержней из смесей на основе синтетических смол в холодных ящиках комбинат «Гизаг» выпускает специальные пескоструйные машины со встроенными скоростными смесителями. Основные технические характеристики такого оборудования приведены в табл. 66. Смоляной связующий компонент вводится в смесь сжатым воздухом из емкости электромагнитным дозировочным насосом. Время перемешивания смеси 5—10 с.

Стационарная установка непрерывного действия для приготовления ЖСС мод. АСМ-12 (ПНР) показана на рис. 49. Производительность установки 5—12,5 т/ч, радиус действия 4,0 м. Установки рекомендуется применять совместно с вибростолом и кантователем.

При расчете количества стержневых машин и автоматов не следует смешивать так называемую паспортную цикловую производительность с проектной — расчетной. Так, например, при изготовлении стержней на обычных пескоструйно-пескострельных машинах заполнение и уплотнение (надув) ящика занимает доли секунды. Однако ручные операции по извлечению стержня из ящика, удаление его и подготовка ящика к следующему надуву в несколько раз превосходят машинное время. Процесс изготовления стержней в горячих ящиках позволил создать автоматы, механизрующие кантовку, извлечение готового стержня и выдачу его на цеховые транспортеры. Поэтому при применении автоматического оборудования в массовом и меньше в крупносерийном производстве проектная—расчетная производительность приближается и может быть одинаковой с паспортной цикловой производительностью.

В условиях серийного и особенно мелкосерийного и единичного производства значительные потери времени связаны с частой сменой оснастки, переналадкой оборудования и с соответствующей пониженной производительностью, пока стерженщик не приспособится к изготовлению нового стержня.

Данные о фактической производительности ряда стержневых машин, составленные на основе опыта передовых отечественных заводов, приведены в табл. 67. Они могут приниматься как расчетные.

Количество стержневого оборудования определяют по формуле

$$n_1 = \frac{AK}{\Phi P},$$

где  $A$  — годовое количество съемов с учетом брака, числа гнезд в ящике или деления стержня на две части и более;  
 $K$  — коэффициент неравномерности потребления стержней;  
 $\Phi$  — годовой действительный фонд времени работы оборудования;  
 $P$  — расчетная часовая производительность стержневого оборудования.

65. Оборудование для изготовления стержней

Оборудование	Модель	Назначение и область применения	Наболташная масса стержня, кг	Производительность, пикля/ч	Размер стержневой ящичка, мм	Продолжительность цикла, с	Емкость рабочего резервуара, л	Мощность электродвигателя, кВт	Габаритные размеры (Длин. X ширина X высота), мм	Масса, кг	Завод-изготовитель
Полуавтоматическая настольная стержневая машина	348	Изготовление стержней в ящичках с горизонтальной и вертикальной плоскостью разреза	2,5	360	300 X 250 X X 300	—	2,8	—	920 X 650 X X 1470	420	Усманский завод литейного оборудования
	2Б83		6,0	400	400 X 300 X X 400	—	8,5	—	940 X 725 X X 2045	1300	
Пескодувный стержневой полуавтомат	9128Б5	Для изготовления песчаных стержней	16	—	630 X 500 X X 450	18	—	3,6	1600 X 1200 X X 3100	4260	Павлоградский завод «Литмаш»
	9128Б7		40	—	800 X 630 X X (320—495)	23	—	6,6	1985 X 1520 X X 3590	6350	
	9128Б9		100	—	1000 X 800 X X 560	30	—	4,6	2400 X 1700 X X 3950	6200	
Машина стержневая пескодувная с поворотным-вытяжным механизмом	310	Изготовление песчаных стержней	40	—	(600—900) X X 200 X 450	36	—	0,4	2124 X 1417 X X 2722	5000	То же

Продолжение табл. 65

Оборудование	Модель	Назначение и область применения	Навесная масса стержня, кг	Производительность, пикл/ч	Размер стержневой ящика, мм	Продолжительность ношения пикла, с	Емкость резервуара, л	Мощность электродвигателя, кВт	Размеры (длина × ширина × высота), мм	Масса, кг	Завод-изготовитель
Полуавтоматическая стержневая пескоструйная двухпозиционная машина	4554Б2	Изготовление стержней в горячих ящиках с вертикальной плоскостью разреза	—	40—60	220×150××200	120—180	—	7,2	2385×1660××1367	1970	Уманский завод литейного оборудования
Автомат для изготовления стержней в горячих ящиках	4532Б	Изготовление стержней в ящиках с вертикальной плоскостью разреза	1	240	200×40/40××110	—	3	30	2330×2300××2195	5800	Павлоградский завод «Литмаш»
Стержневой восьмипозиционный автомат	4701	Изготовление объемных стержней путем пескоструйного заполнения горячего ящика смесью	2,5	120—160	330×80/80××220	3500 *1	240—400*2	56	3600×3600××2200	8945	
Автомат для изготовления стержней в горячих ящиках	4509А	Изготовление стержней в ящиках с вертикальной плоскостью разреза	5	150	400×300××100/100	23	25	140	4010×3170××2800	13 000	
Полуавтомат для изготовления стержней в горячих ящиках	4544А	Для изготовления цилиндрических оболочковых стержней	16	20—35	600×480××435	—	16	32	2185×1952××2660	6800	Волковосский завод литейного оборудования
Машина стержневая встряхивающая с перекладным столом и вытяжным механизмом	2М284	Изготовление стержней	—	50	600×400××300	120 *3	250 **	—	1475×1440××1650	980	

Продолжение табл. 65

Оборудование	Модель	Назначение и область применения	Наболышая масса стержня, кг	Производительность, циклы/ч	Размер стержневой ящика, мм	Продолжительность, с	Емкость рабочего резервуара, л	Мощность электродвигателя, кВт	Габаритные размеры (Длина × ширина × высота), мм	Масса, кг	Завод-изготовитель
Стержневая поворотно-вытяжная машина	28П6М	Вытяжка стержней из стержневых ящиков, а также наложение сушилных плит на заформованные ящики	16	≤15 * <sup>5</sup>	600 × 500 * <sup>6</sup>	280 * <sup>3</sup>	675 * <sup>7</sup>	4,5	2000 × 1960 × 2476	4020	Павлоградский завод «Литмаш»
	28П8М		40	≤24 * <sup>5</sup>	800 × 630 * <sup>6</sup>	500 * <sup>3</sup>	680 * <sup>7</sup>	7,0	2090 × 2110 × 2560	5285	
	28П9		100	30 * <sup>5</sup>	1000 × 800 * <sup>6</sup>	800 * <sup>3</sup>	—	8,5	2400 × 2300 × 2900	6200	
Комплексная линия изготовления стержней	1КЛ9128Б7	Изготовление стержней массой до 40 кг	40	30—45 * <sup>5</sup>	800 × 630 × (320—495)	—	—	112,6	40 000 × 13 300 × 3800	153 000	Павлоградский завод «Литмаш»
	1КЛ9128Б9		100	60	1000 × 800 × (380/550)	—	4,5 * <sup>8</sup>	43,8	13 700 × 9700	44 000	
Линия изготовления стержней из ЖСС	86 500	Изготовление стержней из жидких самотвердеющих смесей	600—1500	3 * <sup>9</sup>	2000 × 1500 × 1000	—	—	—	190 * <sup>10</sup>	43 600	Павлоградский завод «Литмаш»

\*1 Диаметр карусели, мм.

\*2 Температура ящика, °С.

\*3 Грузоподъемность, кг.

\*4 Ход вытяжки, мм.

\*5 Продолжительность цикла, с.

\*6 Размеры кронштейна, мм.

\*7 Ход подвижного кронштейна, мм.

\*8 Расход воздуха, м<sup>3</sup>/двигл.

\*9 Для стержней массой 1000 кг.

\*10 В м<sup>2</sup>.

Примечание. Данные об установках приготовления и расдачи жидких самотвердеющих смесей, встраиваемых машинных с передвижным столом для изготовления крупных стержней в условиях серийного производства (модели 283М, 284М, 285М) см. табл. 48

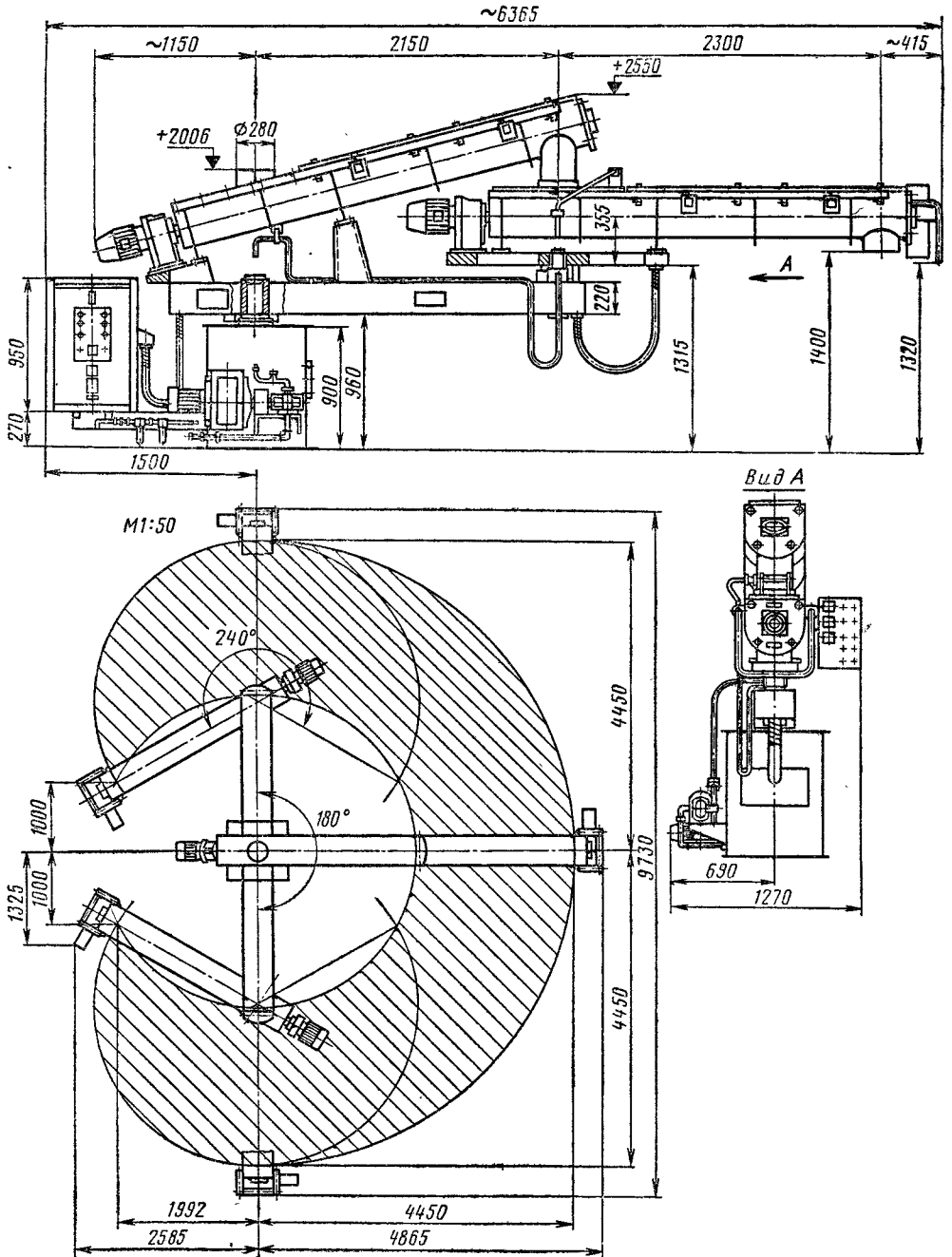


Рис. 48. Двухрукавный шнековый смеситель АМД-15 комбината «Гизаг» (ГДР) для изготовления крупных стержней в холодных ящиках из самотвердеющих смесей производительностью 15 т/ч

66. Техническая характеристика пескоструйно-пескострельных машин для изготовления быстросамотвердеющих стержней

Параметры	Единица измерения	КСБС-12,1	КСБС-20
Размеры стержневого ящика	мм	400 × 355 × 300	630 × 560 × 400
То же, с заполнительной плитой и зажимным устройством	мм	800 × 400 × 375	1250 × 630 × 600
Объем стержня	дм <sup>3</sup>	0,5—4,0	5—20
Производительность	шт./ч	100	100
Габаритные размеры машины	мм	1770 × 1000 × 3075	2200 × 1600 × 3850
пульта управления		800 × 420 × 1600	800 × 420 × 1600
Масса (нетто)	кг	1860	4500

В условиях массового и крупносерийного производства при устойчивой номенклатуре изготавливаемых отливок коэффициент неравномерности ( $K$ ) можно не учитывать. Согласно табл. 63 для данного типа производства  $K = 1,0 + 1,1$ .

Если вместо  $n_1$  принято  $n_2$  единиц стержневого оборудования, то коэффициент его загрузки  $\eta_c = \frac{n_1}{n_2}$ . Последний должен быть

меньше или равен коэффициенту загрузки формовочного оборудования ( $\eta_c \leq \eta_f$ ). В этом случае стержневое отделение не будет сдерживать работу формовочного оборудования. Аналогично коэффициент загрузки сушильного оборудования не должен превышать коэффициент загрузки стержневого оборудования.

Для стержневых отделений массового и крупносерийного производства расчет загрузки оборудования по изготовлению стержней производится по форме 12, на основании которой составляют форму 13, где показывают общую характеристику технологии стержневого отделения и общие показатели.

Расчет количества стержневых машин выполняют по форме 14, причем их загрузку принимают в пределах 70—85%.

При изготовлении стержней методом тепловой сушки расчеты производят по формам 15—18.

Режимы сушки следует принимать по практическим данным с учетом намечаемых в проекте видов связующих.

Коэффициент заполнения объема камерных сушил принимают:

Объем стержня, дм <sup>3</sup>	До 150	Св. 150 до 1000	Св. 1000
Коэффициент заполнения	0,12	0,14	0,18

Необходимое количество мостовых кранов для стержневого отделения в условиях серийного, мелкосерийного, и единичного производства преимущественно крупных отливок определяют по нормам табл. 68.

Мостовые краны принимают для среднего режима работы.

### Стержневые отделения для массового и крупносерийного производства

При назначении технологического процесса и выборе оборудования для изготовления стержней в условиях массового и крупносерийного производства рекомендуется руководствоваться следующими положениями:

технологический процесс изготовления стержней назначать с отверждением их в горячей или холодной оснастке;

поточные линии выполнять комплексными, включая в их состав оборудование как для изготовления, так и для операций отделки и сборки стержней;

сводить к необходимому минимуму количество типоразмеров стержневых машин; при изготовлении стержней по горячим ящикам для повышения производительности

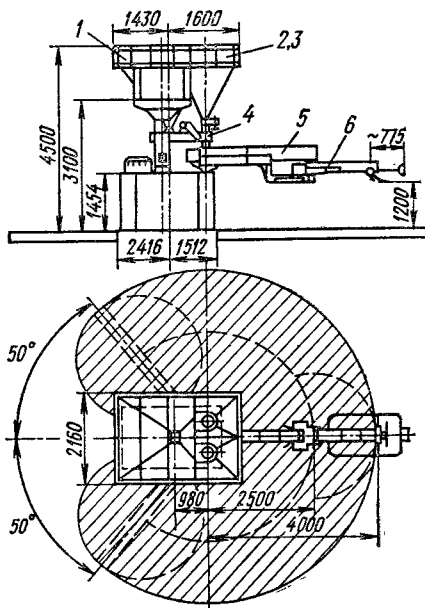


Рис. 49. Установа непрерывного действия для приготовления ЖСС типа АСМ-12 (ПНР) производительностью 5—12,5 т/ч:

1 — бункер для песка емкостью 4,5 м<sup>3</sup>; 2, 3 — бункера для отвердителя и катализатора емкостью 1,1 и 0,8 м<sup>3</sup>; 4 — дозатор; 5 — первый рукав смесителя для перемешивания сухих компонентов и частичного вспенивания смеси после добавки жидкой композиции; 6 — второй рукав лопастного смесителя для окончательного вспенивания смеси и выдачи ее в стержневой ящик

67. Производительность стержневых машин (фактическая)

Модель пескоуловно-песко-стержневой машины	Максимальные размеры стержневого ящика, мм	Среденный наибольший размер стержня, мм	Масса стержня, кг	Цикловая производительность ноств машин, с/емов/ч	Фактическая производительность, с/емов/ч		Модель встряхивающей машины	Максимальные размеры стержневого ящика, мм	Среденный наибольший размер стержня, мм	Масса стержня, кг	Цикловая производительность ноств машин, с/емов/ч	Фактическая производительность, с/емов/ч	
					Крупносерийное производство	Серийное производство						Серийное производство (замена ящика в смену)	Мелкосерийное производство (4-5 замен ящика в смену)
348	300 X 250 X 300	300 X 170 X 120	До 2,5	360	100—180	60—110	2М284	600 X 400 X 300	550 X 350 X 220	10—25	50	20—25	15—18
2Б83	400 X 300 X 400	350 X 250 X 150	2,5—6	400	100—200	60—120	ВФ-20	900 X 600 X 350	700 X 450 X 270	40—60	40	13—15	9—11
9128Б5	630 X 500 X 450	500 X 400 X 150	6—16	200	50—100	30—60	232М	1000 X 700 X 400	750 X 550 X 320	60—100	40	7—10	5—7
310	900 X 200 X 450	800 X 150 X 380	10—40	100	50—100	30—60	233М	1400 X 900 X 400	1100 X 700 X 350	100—250	20	6—8	4—5
9128Б7	800 X 630 X 450	600 X 450 X 220	16—40	150	40—75	25—50	234М	1900 X 1300 X 600	1600 X 1100 X 500	250—1000	17	4—6	3—4
9128Б9	1000 X 800 X 500	750 X 550 X 320	40—100	120	20—40	12—25	235М	2800 X 1900 X 700	2350 X 1500 X 600	1000—2500	10	3—4	2—3

Примечание. Цикловая производительность пескострельных полуавтоматов 9128Б5, 9128Б7, 9128Б9 приведена для стержней, не требующих кантовки и протяжки; цикловая производительность данных машин совместно с кантовочными машинами 28П6М, 28П8М, 28П9 составляет 100, 80 и 60 с/емов/ч соответственно без учета времени на передачу стержневого ящика с одной машины на другую и обратно. Поэтому для стержней, требующих кантовку и протяжку, данные о фактической производительности для этих машин следует принимать по нижнему пределу.



ФОРМА 12

## Загрузка оборудования по изготовлению стержней

№ по пор	№ детал <sup>ч</sup>	Наименование детали	№ стержня	Количество стержневых ящиков, шт./год	Тип стержневой машины	Производительность оборудования, ящиков в час	Потребное количество стержневых машин	Площадь сушильников на годовое количество стержней, м <sup>2</sup>	Масса стержней на годовую программу, т

ФОРМА 13

## Сводные данные по стержневому отделению

Параметры	Расход стержней, т		В том числе по методу изготовления			
	на единицу литья	на годовую программу	С отверждением в ящиках		С тепловой сушкой	Оболочковые стержни
			горячих	холодных		
Масса стержней, т . . . . . Площадь укладки стержней, м <sup>2</sup> Количество стержневых ящиков . . . . .						
Примечание. При подсчете массы оболочковых стержней принят коэффициент, учитывающий уменьшение массы по сравнению с песчаными стержнями.						

ФОРМА 14

## Расчет количества стержневых машин

Вид стержней	Участок стержневого отделения	Потребное количество				Тип стержневых машин	Производительность стержневых машин		Количество стержневых машин		Коэффициент загрузки
		стержней		стержневых ящиков			т/ч	ящиков в час	потребное	принятое	
		в год	в час	в год	в час						

ФОРМА 15

## Характеристика сушил для стержней

Тип сушила	Количество этажей в зоне сушки	Размер полка, мм	Площадь полка в зоне сушки, м <sup>2</sup>	
			при одной полке	при двух полках

ФОРМА 16

## Распределение стержней по сушилам и режимам сушки

Режим сушки, ч	Сушила	Масса стержней			Сушильная площадь стержней			Количество стержневых ящиков				
		Тип	Количество	%	т/год	т/ч	%	м <sup>2</sup> /год	м <sup>2</sup> /ч	%	шт./год	шт./ч

ФОРМА 17

Расчет количества стержневых сушил

Режим сушки, ч	Сушила			Пропускная способность 1-го сушила (коэффициент заполнения 0,7), м <sup>2</sup> /ч	Потребная сушильная площадь стержней, м <sup>2</sup> /ч		Количество сушил		Коэффициент загрузки
	Тип	Количество полок на 1-й этажерке	Площадь полок в зоне сушки, м <sup>2</sup>		в год	в час	потребное	принятое	

ФОРМА 18

Расчет камерных стержневых сушил

Группа стержней по массе, кг	Годовой объем стержней, м <sup>3</sup>	Тип и характеристика сушила	Длительность одного цикла сушки в ч	Число циклов сушки в год	Коэффициент заполнения объема сушила	Производительность сушила, м <sup>3</sup> /год	Коэффициент неравномерности	Количество сушил		Коэффициент загрузки
								по рас-чету	приня-тое	

68. Нормы для определения количества мостовых кранов при обслуживании стержневых отделений, не имеющих специальной механизации

Группа отливок по массе, кг	Крано-часов на 1 т годового литья	Группа отливок по массе, кг	Крано-часов на 1 т годового литья
50—250	0,55—0,80	1000—2000	0,80—1,0
100—500	0,65—0,85	1000—5000	1,00—1,20
100—1000	0,70—0,90	>5000	0,9—1,11
500—1000	0,75—0,90		

Примечания: 1. Длина участка, обслуживаемого одним краном, 20—35 м.

2. Для примера рассчитаем количество кранов для стержневого отделения, обслуживающего формовочные отделения, выпускающие 10 тыс. отливок в год массой 100—1000 кг и 10 тыс. отливок в год массой 1000—2000 кг, всего 20 тыс. отливок в год при двухсменном режиме работы и годовом фонде времени 3975 ч.

Количество кранов составит  $\frac{0,70 \cdot 10\,000 + 0,8 \cdot 10\,000}{3975} = 3,77$ .

Принимаем 5 (4) мостовых крана. Длина пролета стержневого отделения должна быть не менее 100 (80) м согласно п. 1 примечаний.

3. Допускается уточнение количества кранов с учетом степени механизации технологического процесса и при наличии хронометражных данных для проектируемого типа производства.

## 69. Стержневые машины НИИТАвтропрома

Могель	Тип	Наибольшая масса стержня, кг	Производительность, стемов/ч	Разъем стержневых ящиков	Габаритные размеры стержневого ящика, мм			Установленная мощность, кВт	Емкость рабочего резервуара, л	Расход свободного воздуха, м³/ч	Расход воды на охлаждение, м³/ч	Габаритные размеры машины, мм			Масса машины, кг
					Длина	Высота	Ширина					Длина	Ширина	Высота	
4532Б	Восьмипозиционный карусельный	1	200—240	Вертикальный	200	40/40	110	30	3	0,5	0,1	2300	2330	2195	5 800
4509А		6	200 *1, 120 *2	Горизонтальный	400	100/100	300	140	16	1,15	0,15	4075	3850	2900	14 000
4701	Однопозиционный полуавтомат **	2,5	260 *1, 160 *2	Вертикальный	330	80/80	200	60	6	1,16	0,1	4550	3600	2000	9 600
4702		6	120—140	Горизонтальный	420	60/60	420	85	16	1,15	0,3	3880	3370	2760	11 200
4544	Двухпозиционный водяные карусельный *4	10	20—35	Вертикальный	450	70/70	400	24	16	0,55	0,1	4270	1960	2660	7 900
4719		16	80 *1, 40 *2	Горизонтальный	800	100/100	550	26,5	80	1,65	0,16	2550	3380	2880	8 200
4720	Четырехпозиционный карусельный **	30	20—30	Горизонтальный	860	300	400	40	100	0,35	0,1	3380	3020	2805	10 000
4705 — водяные рубашки		16	35—40	Горизонтальный	550	100/150	500	140/190	40	1,5	0,4	3885	3295	2715	16 500
4709 — картерные стержни 4709А	Двухпозиционный	25	60—90	Горизонтальный	600	100/150	500	190	40	1,5	0,4	3885	3295	2715	16 500
4554		2	110 *1, 80 *2	Вертикальный	75×75	200	220	7,2	1560	1370	1 970	2 100	2 200	2 200	2 200
4554 А <sub>3</sub>	Двухпозиционный для пустотелых стержней	2,5	60	Вертикальный	80×80	250		16				2150	1500	2385	2 100
4554 А <sub>4</sub>		3	150	Вертикальный	80×80	250	320	63	16	0,6		3360	3395	2245	10 070
4717 А <sub>3</sub>	Восьмипозиционный карусельный	2,5	150	Вертикальный	80×80	250		80				3770		2255	9 475
4718		2,5	150	Вертикальный	80×80	250									
4554 А	Однопозиционный автомат для пустотелых стержней	10	80 *1, 40 *2	Вертикальный	450	100/100	400	24				4720	2660	1960	7 900

Продолжение табл. 69

Модель	Тип	Нанбольшая масса стержня, кг	Производительность, с/ч	Размер стержневых ящиков	Габаритные размеры стержневого ящика, мм			Установленная мощность нагревателя, кВт	Емкость рабочего резервуара, л	Расход свободного воздуха, м³/ч	Расход воды на охлаждение, м³/ч	Габаритные размеры машины, мм			Масса машины, кг
					Длина	Высота	Ширина					Длина	Ширина	Высота	
4720М	Однопозиционный полуавтомат	25	60 *1, 30 *2	Вертикальный	800	200/200	400	45				4500	2500	3500	12 500
4554 Б <sub>2</sub>	Двухпозиционный полуавтомат	2,5	100 *1, 60 *2		Горизонтальный	220	75/75	200	8				1660	2385	1360
4705А	Двухпозиционный карусельный	16	80*1 40 *2	Горизонтальный		830	100/100	300	35				3380	2805	3020
4728	Двухпозиционный челночный	40	70 *1, 35 *2			1200	200/200	800	17 *2 180				7300	3600	3700

\*1 Фурановые.  
\*2 Фенольные.  
\*3 Нагреваемые газом.  
\*4 Привод пневмогидравлический.

машин, которая уменьшается с увеличением толщины стержня, следует предусматривать по возможности пустотелые стержни, производить для этого даже расчленение стержней на части, с последующей их склейкой, стремясь при этом к максимальной равномерности стержней;

ответственные стержни, выполняющие полости отливки, требующие повышенной чистоты, следует подвергать окраске, после которой требуется подсушка;

в отдельных случаях допустимо проектировать производство стержней методом тепловой сушки, что может оказаться целесообразным для массивных стержней, облучение которых невозможно. При распределении стержней по сушилам следует исходить из потребного цикла сушки и типа аппарата оборудования;

в качестве сушил рекомендуется применять конвейерные вертикальные и горизонтальные сушилки. Горизонтальные сушилки размещают в первых этажах двухэтажных зданий или поднимают над уровнем рабочего этажа при одноэтажных зданиях.

Техническая характеристика машин для производства стержней по горячим ящикам, разработанных НИИТАвтопромом, приведена в табл. 69. Номенклатура этих машин достаточно широка и покрывает почти всю потребность для производства мелких и средних стержней.

Зарубежные фирмы также производят машины для изготовления стержней по горячим и холодным ящикам, разнообразные по своим типам и размерам. Ниже приведены сведения лишь по некоторым, наиболее зарекомендовавшим себя типам машин.

Трехпозиционная машина челночного типа фирмы «Ропперверк» показана на рис. 50. На средней позиции производится надув стержня, на двух боковых позициях — отверждение, вытяжка и выдача стержня из машины.

Автоматическая карусельная установка той же фирмы для изготовления стержней по горячим ящикам с вертикальным или горизонтальным разъемом изображена на рис. 51. Установка шестипозиционная. На одной позиции производится надув стержня, на четырех других отверждение и на шестой — разборка стержневого ящика, извлечение стержня и сборка ящика.

Японские фирмы выпускают машины для изготовления стержней по горячим ящикам размером до 1600 × 1020 × 450 мм, а также специальные машины для изготовления пустотелых центровых стержней блока цилиндров, рубашки водяного охлаждения, коллектора и др.

При изготовлении стержней методом тепловой сушки, что, как указывалось выше, рекомендуется при массивных стержнях, следует использовать выпускаемые отечественным машиностроением автоматизированные блок-линии моделей Л9128Б5, Л9128Б7 и Л9128Б9 (см. табл. 65). Каждая из указанных блок-линий должна быть оборудована вертикальным конвейерным сушилом с ав-

томатической загрузкой и разгрузкой стержней. При этом образуется автоматизированная линия изготовления и сушки стержней.

Установка четырехходового вертикального сушила с вертикально-горизонтальной цепью, проходящей в первом этаже и имеющей несколько выходов на второй этаж, для погрузки стержней на этажерки и разгрузки их после сушки показана на рис. 52.

Применяют также шестиходовые конвейерные сушила, которые при значительной производительности имеют сравнительно небольшую высоту.

Желательно, чтобы каждый стержневой участок был оборудован своим смесеприготовительным участком.

Учитывая малую «живучесть» смесей для горячих ящиков, смесители должны быть небольшой емкости замеса, порядка 0,25—0,50 т. Целесообразно для каждого вида крепителя иметь самостоятельные смесители.

Для быстрого потребления смеси каждый замес нужно выдавать не в один бункер, а малыми порциями в несколько бункеров. Сами же бункера над машинами должны быть небольшими, с вертикальными стенками.

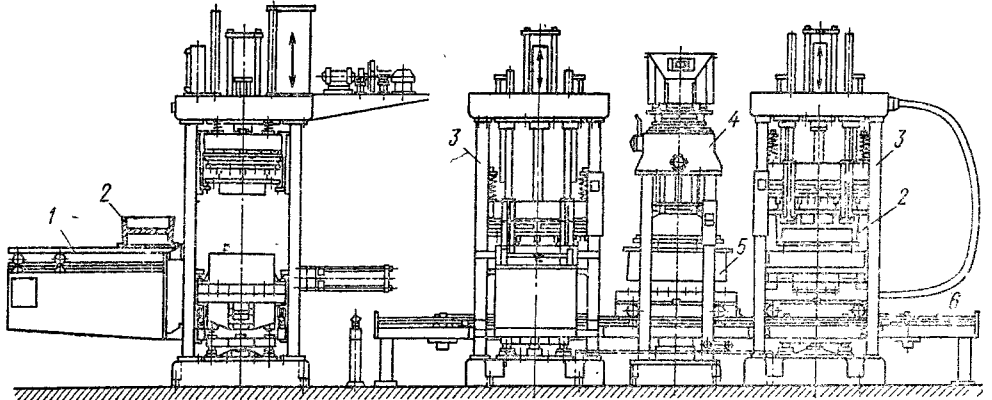


Рис. 50. Автоматическая стержневая машина цепного типа:

1 — подвижные столы; 2 — готовый стержень; 3 — позиции машины; 4 — пескострельная головка; 5 — модельная оснастка; 6 — рельсы

Высокая производительность современных автоматических формовочных линий оправдывает создание децентрализованных стержневых участков для каждой линии.

Однако при наличии в цехе нескольких формовочных линий рациональным может оказаться решение, при котором одна из линий, например производящая блоки цилиндров, будет иметь самостоятельный стержневой участок, а несколько других линий — свой, второй, стержневой участок. В отдельных случаях целесообразно создание специальных линий для определенных стержней.

При изготовлении стержней методом тепловой сушки рекомендуется устанавливать сушила какого-либо одного типа — вертикального или горизонтального, что позволит создать более стройную планировку отделения и принять наиболее целесообразное строительное решение здания.

В последнее время отдается предпочтение вертикальным сушилам, которые занимают меньшую площадь, позволяют создавать более оперативные специализированные линии и автоматизировать процесс загрузки и разгрузки стержней.

Сушила желательно устанавливать одних параметров с одинаковой схемой организации работ.

После сушки следуют операции отделки, калибровки, окраски с последующей подсушкой.

Для ускорения раздачи стержневых смесей смесители целесообразно поднять на отметку площадки бункеров стержневых машин.

В конце каждого рабочего дня все смесители должны быть тщательно очищены от остатков смеси. Наиболее производительно это достигают путем промывки их горячей водой. При этом следует предусматривать и соответствующую канализацию загрязненной воды.

Склад стержней наиболее целесообразно проектировать на базе системы подвесных толкающих конвейеров. В этом случае отсутствие перекладки позволяет свести к минимуму поломку стержней. Однако подвесные склады стержней требуют сравнительно больших капитальных затрат.

Меньших затрат потребует склад, организованный на многоярусных стеллажах, обслуживаемых автоматизированными штабелерами.

Стержни транспортируют подвесным толкающим конвейером в таре (поддоны или ящики), которая с помощью штабелера поступает на полки стеллажей. Выдача со склада происходит в обратном порядке. В этом случае стержни несколько раз перекадывают, трудоемкость обслуживания склада повышается.

При проектировании стержневых отделений следует предусматривать подъемно-транспортное оборудование, необходимое для подачи и смены оснастки на стержневых маши-

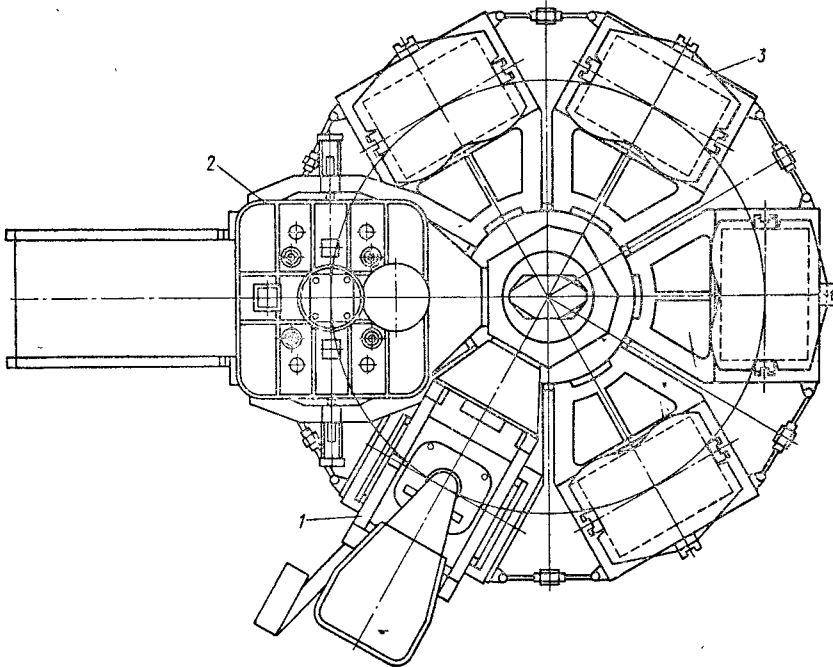
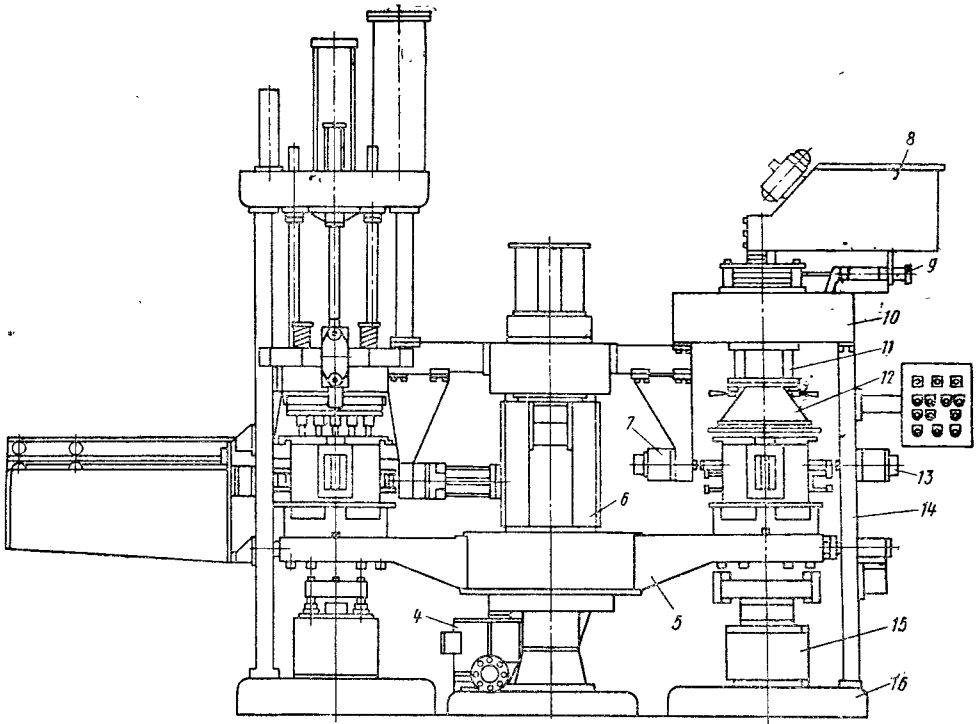


Рис. 51. Автоматическая стержневая машина карусельного типа:

1 — позиция надува; 2 — позиция разъема; 3 — стержневые ящики; 4 — привод поворота; 5 — поворотный стол; 6 — шкаф; 7, 13, 15 — цилиндры; 8 — вибратор; 9 — шибровое устройство; 10 — траверса; 11 — резервуар; 12 — насадка; 14 — колонна; 16 — основание (позиция надува в боковом виде условно показана справа)

нах, для монтажа и демонтажа узлов машин при их ремонте.

Подсобные участки стержневого отделения: каркасная мастерская, приготовление краски, стеллажный склад стержневых ящиков.

трассы конвейера достаточной длины и снабжать эти укрытия отсосами.

Учитывая токсичность смол и катализаторов, необходимо принимать меры против возможности попадания их на слизистые

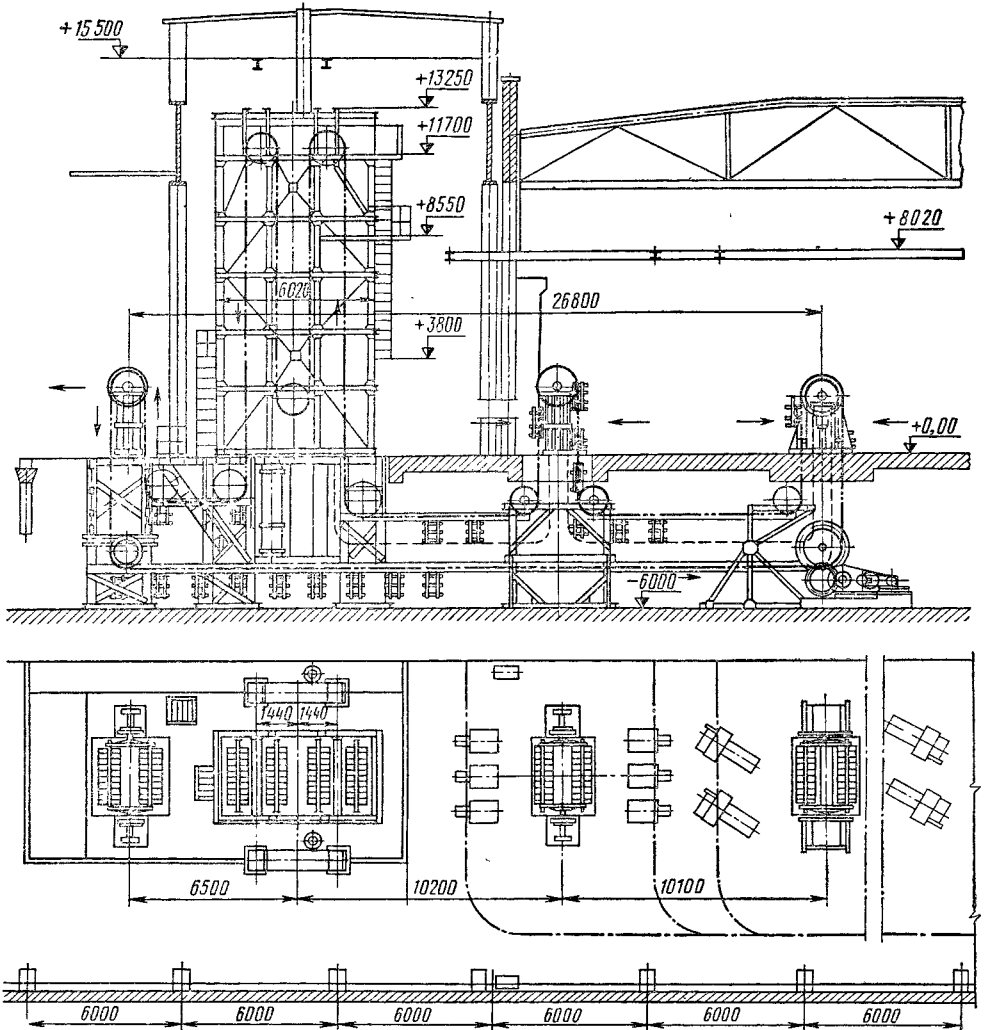


Рис. 52. Четырехходовое вертикальное сушило для стержней с вертикально-горизонтальной цепью конструкции Стальпроекта

Стеллажи на складе ящиков следует применять многоярусные с обслуживанием механизированными штабелерами.

При изготовлении стержней по горячим ящикам необходимо обеспечить местную вытяжную вентиляцию на участке приготовления смесей, на машинах для изготовления стержней, на заливке и выбивке. На рабочих местах стерженщиков у машин необходимо предусматривать душирование.

В случае транспортировки готовых стержней конвейером следует создавать укрытия

оболочки и поверхность кожи рабочих, обслуживающих технологический процесс изготовления смесей и стержней.

#### Стержневые отделения для мелкосерийного и единичного производства

В условиях оптимального масштаба производства серийных, мелкосерийных и единичных отливок создавать одно централизованное стержневое отделение для обслуживания

нескольких формовочных отделений нецелесообразно.

Допускается проектирование одного общего стержневого отделения на два формовочных отделения, если они находятся в составе одного литейного цеха. Как показывает практика, при достаточном масштабе производства следует предусматривать для каждого формовочного отделения самостоятельное стержневое отделение для исключения элементов обезлички в процессе эксплуатации проектируемого цеха.

При производстве отливок обычной машиностроительной номенклатуры массой свыше 100 кг площади стержневых отделений должны составлять не менее 70% площади формовочных отделений. Для сложных и много-стержневых отливок размеры стержневого отделения могут быть одинаковыми с формовочным.

При производстве отливок массой свыше 500 кг стержневые отделения следует располагать параллельно и рядом с формовочными пролетами, так как в противном случае за-

70. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств стержневых отделений фасонного стального и чугунного литья для одноэтажных и двухэтажных зданий (схемы разрезов зданий см. табл. 57)

Литье	Транспортные средства и их максимальная грузоподъемность, т		Размеры пролета, м								
			Ширина пролета одноэтажного здания $B$	Ширина пролета двухэтажного здания		Шаг колонн	Высота до уровня пола второго этажа $H_1$	Высота до головки подкранового рельса		Высота до низа конструкций покрытия	
				основного пролета $B$	пролета первого этажа $b$			в одноэтажном здании $H$ от отметки $\pm 0,0$	в двухэтажном здании $H$ от отметки пола второго этажа	в одноэтажном здании $H$ от отметки $\pm 0,0$	в двухэтажном здании $H$ от отметки пола второго этажа
<i>Массовое и крупносерийное производство</i>											
Мелкое ( $\leq 10$ кг)	—	3	18; 24	18; 24	9; 12	6; 12	7,8	—	—	10,8	10,8
Среднее ( $\leq 50$ кг)	—	3	18; 24	18; 24	9; 12	6; 12	7,8	—	—	10,8	10,8
Крупное ( $\leq 500$ кг)	—	3	18; 24	18; 24	9; 12	6; 12	7,8	—	—	10,8	10,8
<i>Серийное, мелкосерийное и единичное производство</i>											
Мелкое ( $\leq 100$ кг)	—	3	18; 24	18; 24	0,12	6; 12	7,8	—	—	9,6;	9,6;
Среднее ( $\leq 1000$ кг)	5	—	18; 24	18; 24	9; 12	6; 12	7,8	8,15	8,15	10,8	10,8
Крупное ( $\leq 5000$ кг)	5	—	24	24	12	6; 12	8,4	8,15	8,15	10,8	10,8
Особо тяжелое ( $> 20 000$ кг)	20/5	—	24/30	—	—	6; 12	—	9,65	—	12,0	—

Примечания: 1. Высота до низа конструкций покрытия  $H$  приведена минимальная, ее уточняют при общей компоновке литейного цеха.

2. Расстояние от нижней габаритной точки крана до расположенного в зоне его действия оборудования предусмотрено не менее 400 мм, а расстояние до рабочих площадок — не менее 2000 мм.

3. Максимальная ширина корпусов литейных цехов, имеющих плацевую или кессонную формовку, 96 м (24×4). Ширина пролета 30 м допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании в проекте.

4. Высоту части здания, где размещают вертикальные конвейерные сушила, выбирают в зависимости от высоты сушила.

5. Двухэтажное исполнение цеха является предпочтительным при производстве отливок массой до 1000 кг в случаях развитых транспортных средств, расположенных ниже уровня пола основных производственных отделений. Первый этаж используют для размещения вспомогательных служб, цеховых складов, вентиляционных установок, трансформаторных подстанций и др. При высоком уровне грунтовых вод допускается проектирование двухэтажных цехов и для отливок большой массы.

6. Подвесные кран-балки грузоподъемностью до 3 т можно проектировать в два ряда по ширине пролета.

7. В некранных пролетах, имеющих сложное оборудование, устанавливают грузоподъемные средства для ремонтных целей.

8. В линиях или на участках изготовления средних и крупных стержней предусматривают установку местных подъемно-транспортных средств.

9. Отметка пола второго этажа 8,4 м допускается при производстве крупных отливок с применением металлоконструкций при соответствующем обосновании; 4,8 м — когда на первом этаже не устанавливают оборудование, требующее постоянного обслуживания рабочими



71. Нормы для расчета складов стержней

Стержни	Способ хранения	Нормы запаса хранения в календарных днях при производствах			Нормы грузо-напряженности полезной площади (т/м <sup>2</sup> ) для складов с механизацией		Коэффициент использования полезной площади для складов с механизацией	
		мелко-серийном и единичном	серийном и мелко-серийном	крупно-серийном и массовом	малой	большой	малой	большой
Крупные Средние и мелкие	На полу . . . . .	1,5—2,0	1,0—1,5	0,5—1,0	1,5—2,0	1,5—2,0	0,3—0,4	0,35—0,45
	На этажерках и стеллажах . . . . .	2,0—2,5	1,5—2,0	0,2—1,0	1,0—1,5	1,0—1,5	0,35—0,4	0,4—0,45
	На подвесных этажерках . . . . .	—	—	0,2—1,0	—	1,0—1,5	—	0,40—0,45

трудняется подача стержней на сборочные участки.

Все крупное оборудование и сооружения целесообразно располагать у стен, между колоннами или в соседних вспомогательных пролетах (сушила, установки для приготовления и раздачи ЖСС и др.), чтобы не перегораживать и не загромождать стержневой пролет.

При производстве отливок массой более 100—500 кг стержневые отделения оборудуют мостовыми кранами и кран-балками.

Нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств стержневых отделений фасонного стального и чугунного литья для одноэтажных и двухэтажных зданий приведены в табл. 70.

С уменьшением серийности производства возрастает роль грузопотока оснастки, который имеет большое значение для стержневых отделений. При каждой стержневой необходимо иметь промежуточный оперативный склад стержневой оснастки.

В составе каждого стержневого отделения должен быть участок комплектации и промежуточный склад готовых стержней. Размеры склада стержней определяют в соответствии с данными табл. 71.

Схема комплексно-механизированного участка изготовления крупных стержней из жидких самотвердеющих смесей показана на рис. 53. Площадь участка 1500 м<sup>2</sup>, производительность 20 стержней в час массой до 3000 кг; максимальные размеры стержневого ящика 3000×1500×1000 мм. Подготовленные стержневые ящики ленточным конвейером 4 подаются для наливки к автоматизированной смесеприготовительной установке 6. На позиции 8 производится срезка излишков смеси. После самозатвердевания стержни кантуются и протягиваются из ящиков. Стержневые ящики снимаются и возвращаются на ленточный конвейер 1 для подготовки к очередной заливке. Стержни отделяются и дважды окрашиваются и подсушиваются в проходных сушилах 17. Схема установки для пригото-

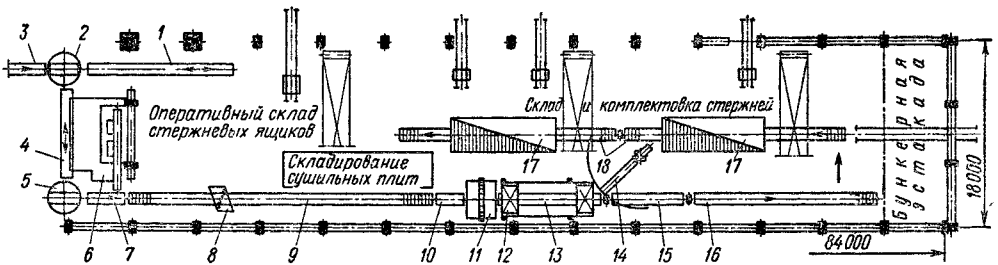


Рис. 53. Комплексно-механизированный участок изготовления крупных стержней из жидких самотвердеющих смесей:

1 — ленточный конвейер для подачи стержневых ящиков под наливку или для возврата на склад; 2 — поворотный круг с реверсивным ленточным транспортером; 3 — ленточный конвейер для транспортировки стержневых ящиков со склада под наливку; 4 — реверсивный ленточный конвейер для установки ящиков под наливку; 5 — поворотный круг с ленточным транспортером; 6 — автоматизированная смесеприготовительная установка; 7, 10 — ленточные конвейеры двухскоростные; 8 — механизм срезания излишков смеси по ладу ящика; 9 — пластинчатый транспортер для твердения стержней; 11 — кантователь стержневых ящиков; 12 — установка для протяжки стержней; 13 — ленточный конвейер; 14 — подъемник для снятия ящиков; 15, 16 — пластинчатые транспортеры для отделки и окраски стержней; 17 — конвейерные газовые печи для подсушки стержней после окраски;

ления и подачи краски к рабочим местам стерженщиков показана на рис. 54.

Пульверизатор для окраски стержней соединяется резиновым шлангом с отводом 11. По другому шлангу к пульверизатору подается сжатый воздух от цеховой магистрали. Соотношение расходов краски и воздуха можно регулировать при помощи двух кранов на пульверизаторе.

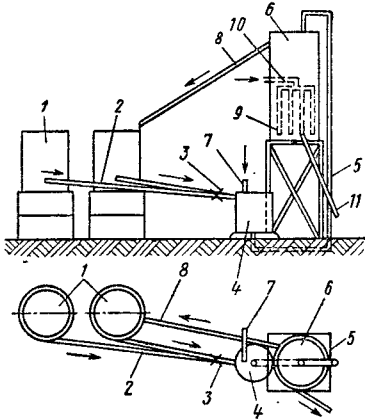


Рис. 54. Установка для приготовления и подачи краски к рабочим местам стерженщиков:

1 — две лопастные краскомешалки, работающие попеременно (разводят краску из предварительно приготовленной пасты); 2 — краскопроводы, по которым краска самотеком поступает в камерный насос; 3 — вентиль на краскопроводе; 4 — камерный насос; 5 — трубопровод к расходной емкости; 6 — расходная емкость с крышкой; 7 — воздухопровод, через который подается воздух под давлением 5—6 кгс/см<sup>2</sup> при закрывании вентиля 3, в результате краска передается в емкость 6; 8 — сток излишней краски; 9 — гребенка для барботажной краски сжатым воздухом; 10 — трубопровод сжатого воздуха к гребенке; 11 — отвод для подачи краски к рабочим местам гидростатическим напором

Для подачи готовых стержней на участки сборки форм из стержневого пролета в формовочный применяют электрифицированные тележки, напольный транспортер; рольганги и т. п. Целесообразны двухъярусные рольганги, используемые для подачи стержней на московском заводе «Станколит». По верхней ветке наклонного рольганга стержень подается на сушильную плиту из стержневого пролета в формовочный.

После съема стержня конечная секция рольганга опускается, и сушильная плита возвращается в стержневое отделение по нижней ветке рольганга, расположенной под верхней с обратным наклоном. Средние стержни (массой 40—150 кг) можно подавать на сушильных плитах с помощью подвесных пульсирующих конвейеров с использованием сталквателей и двухъярусных рольгангов для приема готовых стержней. И использованные сушильные плиты загружают обратно на подвесной конвейер с помощью подъемного стола.

## Примеры планировок

Планировка стержневого отделения цеха для производства серого, ковкого и высокопрочного чугуна для легковых автомобилей показана на рис. 55. Отделение размещается на втором этаже. Пролеты отделения являются продолжением пролетов формовочного отделения цеха.

Все стержни изготавливают по горячим ящикам. Основную массу крупных и средних стержней получают на двухпозиционных челночных машинах. Готовые стержни укладывают на подвески толкающего конвейера, который подает их на финишные операции. По пути стержни проходят осмотр, зачистку и окраску. Центровые стержни окрашивают окунанием всей подвески в бак с краской. Затем подвеску обдувают для удаления избытка краски и подают в горизонтальное шестиходовое сушило для подсушки. После подсушки и охлаждения стержни этим же конвейером подаются на склад стержней, проходя по пути окончательный осмотр и отделку. Склад стержней расположен на первом этаже и состоит из многоярусных стеллажей, на которые укладывают стержни. Отсюда, по мере надобности, стержни укладывают на подвески других конвейеров, подающих их на участки сборки.

Часть средних и мелких стержней подают другим подвесным конвейером на участок отделки. Здесь стержни снимают на ленточные конвейеры, на которых производят отделку. Далее стержни подсушивают в вертикальных конвейерных сушилах, укладывают на люльки подвесного конвейера и подают на склад стержней на первый этаж. На складе стержни комплектуют и подают на сборку, к формовочным линиям, тремя подвесными конвейерами.

Стержневую смесь готовят на 10 смесителях с вертикально вращающимися катками. Масса замеса 400 кг.

Смесители подняты над уровнем пола второго этажа, над площадкой бункеров стержневых машин на отметку +13,2 м. Приготовленная смесь раздается по бункерам по монорельсу с помощью электротележки.

Верхнее расположение смесителей позволяет более оперативно и быстро осуществлять раздачу смесей.

Пример проекта стержневого отделения чугунолитейного цеха мощностью 35 тыс. т в год отливок массой 100—1000 кг показан на рис. 56. Стержни изготавливают из самотвердеющих смесей в холодных ящиках на основе фурановых смол.

В стержневой предусматривается установка четырех полуавтоматических линий для изготовления стержней с помощью шнековых поворотных смесителей. На двух линиях изготавливают стержни массой до 100 кг, на двух других до 250 кг. Отдельные более крупные стержни получают с помощью шнекового смесителя с пескометной головкой.

Стержневое отделение размещено на двух отметках. На основном производственном

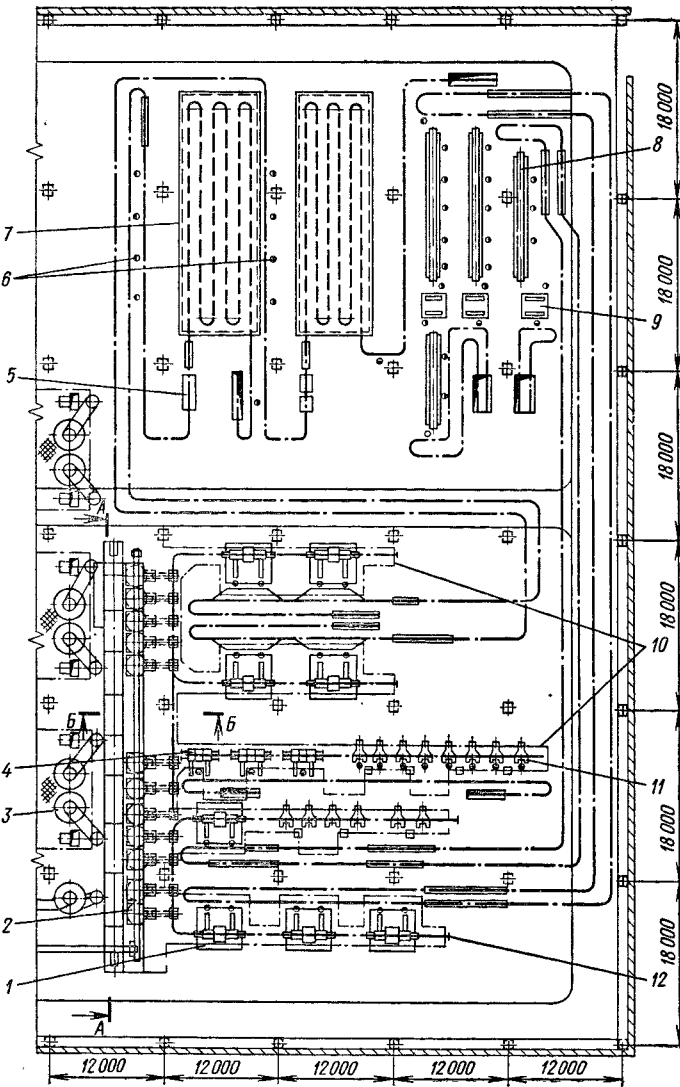
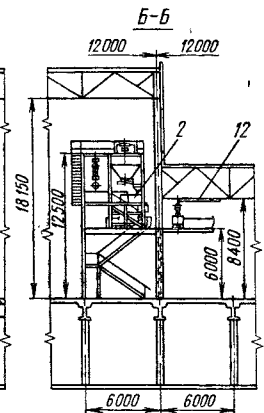
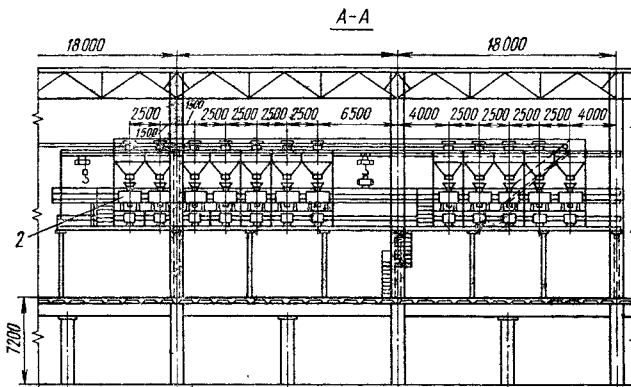


Рис. 55. План стержневого отделения на отметке +7,2 м:

1 — двухпозиционная челночная стержневая машина для изготовления стержней по горячим ящикам; 2 — смесители для приготовления стержневых смесей; 3 — вентиляционная установка; 4 — двухпозиционная челночная машина для изготовления стержней по горячим ящикам; 5 — камера для окраски стержней; 6 — рабочие места по отделке стержней на подвесках конвейера; 7 — шестикоридное конвейерное сушило для подсушки стержней; 8 — ленточный конвейер для отделки стержней; 9 — двухходовое вертикальное конвейерное сушило для подсушки мелких стержней после окраски; 10 — верхняя площадка над бункерами для стержневой смеси; 11 — однопозиционные машины для изготовления стержней по горячим ящикам; 12 — монорельс для раздачи стержневой смеси по бункерам с электротележкой



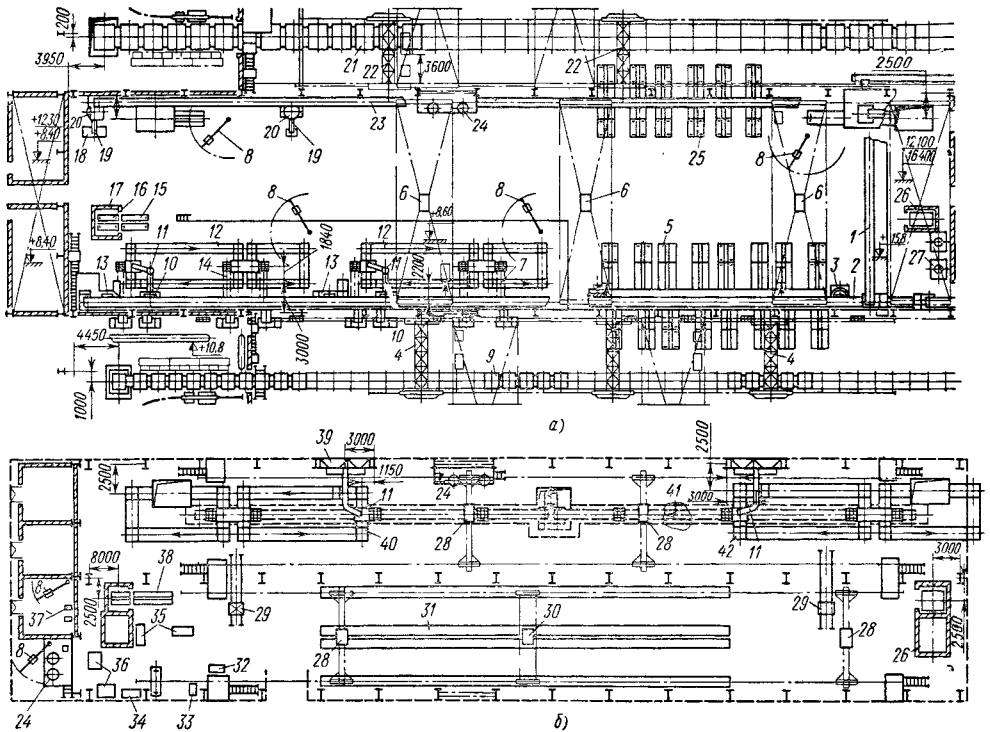


Рис. 56. Стержневое отделение цеха среднего чугуна на выпуск 35 тыс. т/год:

а — второй этаж (отметка  $+7,8$  м); б — первый этаж; 1, 2 — ленточные конвейеры; 3 — бункер с верстаком для изготовления стержней; 4, 22 — велосипедный кран для установки стержней в формы (5 шт.); 5 — ролик для двухъярусный для подачи стержней в формовочное отделение среднего литья и для возврата сушильных плит; длина 10 м, ширина 1,6 м (8 шт.); 6 — кран мостовой электрической грузоподъемностью 5 т (3 шт.); 7 — уборочный ленточный транспортер (2 шт.); 8 — кран консольный поворотный грузоподъемностью 1 т, с рабочим вылетом стрелы 4,0 м (6 шт.); 9 — литейный вертикально-замкнутый тележечный конвейер для форм отливок массой 100—500 кг; 10 — бункера с ленточным питателем; 11 — смеситель шнековый для приготовления смесей на фурановых смолах производительностью 14 т/ч (4 шт.); 12 — полуавтоматическая линия изготовления стержней массой до 100 кг из смесей на фурановых смолах с отверждением в холодных ящиках (2 шт.); 13 — установка бункера с трехшнековым питателем для ошлюк; 14, 41 — уборочный ленточный транспортер (4 шт.); 15, 38 — ролик; 16 — ролик в лифте; 17 — лифт грузовой выжимной стержней; 18 — верстак для изготовления стержней; 19 — поворотный шнековый смеситель для смесей на фурановых смолах производительностью 4 т/ч (2 шт.); 20 — бункер для песка; 21 — литейный вертикально-замкнутый тележечный конвейер для форм отливок массой 500—1000 кг; 23 — ленточный транспортер; 24 — краскомешалка модели 191 емкостью 250 л (6 шт.); 25 — ролик для двухъярусный для подачи стержней в формовочное отделение крупного литья и для возврата сушильных плит, длина 7 м, ширина 1,6 м (6 шт.); 26 — лифт грузовой выжимной грузоподъемностью 1 т, размер кабины 2,0 × 2,0 × 2,2 м; 27 — электроустройство для сушки мелких стержней с камерой 1,5 × 1,0 м; 28 — кран подвесной однобалочный грузоподъемностью 2 т (4 шт.); 29 — тележка электрифицированная самоходная грузоподъемностью 2 т (2 шт.); 30 — кран-штабелер подвесной грузоподъемностью 1 т; 31 — стеллажи длиной по 42 м для хранения стержневых ящиков (4 шт.); 32 — стеллаж; 33 — машина для контактной точечной сварки; 34 — гибочный станок для изготовления крючков из проволоки диаметром до 10 мм; 35 — станок для резки и правки проволоки; 36 — верстак для изготовления проволочных каркасов; 37 — система подготовки и подачи смолы и катализатора; 39 — установка бункеров с ленточным питателем; 40, 42 — полуавтоматическая линия изготовления стержней массой до 250 кг из смесей на фурановых смолах с отверждением в холодных ящиках (40 — левое и 42 — правое исполнение)

этаже на отметке  $+7,8$  м установлены две полуавтоматические линии и осуществляется комплектация и хранение готовых стержней (см. рис. 56, а).

На нижнем этаже расположены другие две полуавтоматические линии и механизированный склад ящиков, оборудованный краном-штабелером (см. рис. 56, б).

В два формовочных пролета к литейным конвейерам стержни подают с помощью

двухъярусных роликеров, обеспечивающих автоматический возврат плит.

Стержни и оснастка с нижнего этажа на верхний подают выжимными и специальными лифтами. Отделение оборудовано мостовыми кранами и кран-балками. Предусмотрен участок подготовки производства, который расположен на нижнем этаже. Для уборки просыпанной смеси от рабочих мест запроектированы уборочные транспортеры.

## СМЕСепРИГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ

### Смеси для изготовления форм и стержней

В литейных цехах для изготовления наиболее употребительных песчаных форм применяют разнообразные формовочные и стержневые смеси, свойства и состав которых зависят от рода металла, конфигурации и массы отливок, а также от технологии приготовления формы или стержня.

Рецепты формовочных и стержневых смесей для проектных расчетов выбираются в зависимости от принятых технологических процессов по заводским или литературным данным и согласовываются с заказчиками.

### Расход смесей

Общий расход формовочных смесей в массовом и крупносерийном производстве, а также для форм, уплотняемых высоким давлением, определяют расчетом, исходя из размеров и количества изготавливаемых форм для всей номенклатуры отливок, за вычетом объема, занятого отливкой с литниковой системой и стержнями, по каждому виду смеси.

Пример такого расчета дан в форме 19.

ствующих расчетных коэффициентов, приведенных ниже.

Во всех расчетах принимают следующие объемные массы ( $t/m^3$ ) формовочных и стержневых смесей:

Разрыхленные . . . . .	1,25
Нормально уплотненные . . . . .	1,65
Уплотненные при высоком давлении . . . . .	1,80
Жидкие самотвердеющие (ЖСС и ОЖСС)	1,35

При мелкосерийном и единичном производстве, когда данные для подробного расчета отсутствуют, расход формовочных смесей определяют по средним нормам расхода смесей на 1 т годных отливок в зависимости от их массы (табл. 72).

По полученным данным определяют расчетный годовой расход смесей на всю программу цеха. Расчет ведут по форме 20.

Расход стержневых смесей в массовом и крупносерийном производстве определяют расчетом по технологической ведомости потребных стержней на всю программу с разделением по видам смесей.

При серийном, мелкосерийном и единичном производстве, когда подробные технологические ведомости не составляют, расход стержневых смесей определяют также по средним нормам расхода смеси на 1 т годных отливок в зависимости от их массы (табл. 73).

ФОРМА 19

Расчет расхода формовочных смесей (пример)

Размер опок в свету, мм	Выпуск отливок, т/год	Средняя масса отливок в форме, кг	Расчетное количество форм в год	Объем одной формы, м <sup>3</sup>	Расчетный объем, м <sup>3</sup> /год				Расчетный расход смеси, т/год		
					всех форм	в том числе			всего или единой	в том числе	
						металла	стержней	смеси		облицовочной	наполнительной
500×400× ×200/200	12 000	10	1 260 000	0,080	10 800	2680	990	97 130	159 600	—	—
800×700× ×300/300	18 000	50	378 000	0,336	127 050	4040	3490	119 520	197 400	39 500	157 900

Примечания: 1. Исходные данные для расчета (выпуск и среднюю массу отливок, объемы стержней и металла) берут из расчетов соответствующих отделений.  
2. Расчетное годовое количество и объем форм, а также расчетный расход смесей определяют с учетом возможного брака форм и отливок. Если нет других данных, величину брака принимают в размере 4—6%.  
3. При отсутствии других данных количество облицовочной смеси принимают 20—30% всего расхода.

Итоговая графа этой таблицы дает расчетный годовой расход смеси на заданную программу производства отливок в опоках данного размера с учетом брака отливок и форм. Эти данные являются основой расчетов расхода формовочных материалов и расчетов смесеприготовительного оборудования с учетом конкретных условий транспортирования и процесса формовки и соответ-

В табл. 73 средняя норма расхода стержней для группы отливок дана как сумма масс стержней различного размера, что позволяет определить расход различных стержневых смесей. Расчет расхода различных стержневых смесей ведут по форме 21.

Зная рецепты и расчетный годовой расход формовочных и стержневых смесей по размерам форм и стержней, по технологи-

72. Средние нормы расхода формовочных смесей для серийного, мелкосерийного и единичного производства чугунного литья

Группы отливок по массе, кг	Размеры опоки в свету, мм	Высота формы, мм	Средняя масса отливка в форме, кг	Расход смесей на 1 т отливок, т		
				облицовочной	наполнительной	всего или единой
<i>Песчано-глинистые смеси</i>						
≤20	500×400	300	10	1,9	7,6	9,5
20—100	800×700	600	50	2,0	8,1	10,1
50—250	1200×1000	800	160	1,8	7,2	9,0
100—500	1400×1000	900	250	1,5	5,7	7,2
100—1000	1600×1200	1000	400	1,4	5,4	6,8
500—1000	2000×1600	1100	700	1,3	5,4	6,7
1000—2000	2500×2000	1200	1250	1,2	5,0	6,2
1000—3000	2500×2500	1200	1600	1,2	4,5	5,7
1000—5000	4000×2500	1400	3000	1,1	4,4	5,5
<i>Жидкие самотвердеющие смеси</i>						
1000—2000	2500×2000	1200	1370	—	—	4,7
1000—3000	2500×2500	1200	1760	—	—	4,8
1000—5000	4000×2500	1400	2800	—	—	5,4
3000—10 000	5000×3000	1500	5500	—	—	4,6

Примечания: 1. Для стального литья данные таблицы нужно умножить на коэффициент 1,15—1,25 в зависимости от сложности отливок.  
2. Нормы даны без учета брака и других потерь.  
3. Расход облицовочной смеси принят 20% общего расхода.

ФОРМА 20

Расчет расхода формовочных смесей по средним нормам

Группы отливок по массе, кг	Выпуск отливок, т/год	Расход смесей, т						Расчетный расход смесей, т/год			
		всего или единой		облицовочной		наполнительной		всего или единой	облицовочной	наполнительной	
		на 1 т отливка	в год	на 1 т отливка	в год	на 1 т отливка	в год				

Примечания: 1. Средние нормы расхода смесей см. табл. 72.  
2. Расчетный расход смесей учитывает возможный брак форм и отливок. При отсутствии других данных поправку на брак принимают 4—6%.

ским процессам их изготовления составляем таблицу рецептов смесей и расчета расхода компонентов по форме 22 с учетом потерь на транспортирование и просыпание.

Итоги этой формы используют в расчетах складов и смесеприготовительного оборудования.

Разность между суммой годовых расходов всех смесей и общей массой использованной отработанной смеси должна удаляться из

цеха системами: вентиляции в виде газов и пыли, удаления отходов в отвал или на регенерацию. В расчетах принимают, что система вентиляции удаляет из цеха 10—12% отходов. Количество поступающих отходов в отделение регенерации принимают равным количеству используемого регенерата с учетом коэффициента полезного действия регенерационной установки (0,75—0,8) и транспортных потерь (5%).

73. Средние нормы расхода стержневых смесей для серийного, мелкосерийного и единичного производства чугуна литья

Группы отливок по массе, кг	Масса стержней, (кг) на 1 т отливок по группам стержней					Расход смеси, т/т	Расход наполнителя, т/т
	До 16 кг	Св. 16 до 40 кг	Св. 40 до 100 кг	Св. 100 до 1000 кг	Св. 1000 кг		
≤20	110,0	18,0	—	—	—	127,0	—
20—100	121,0	97,0	48,5	59,5	—	325,0	0,012
100—500	95,0	117,0	250,0	208,0	—	640,0	0,595
500—1 000	68,0	89,0	265,0	535,0	132,0	980,0	0,859
1 000—2 000	43,3	111,0	230,0	650,0	132,0	1130,0	0,997
2 000—5 000	20,0	68,0	250,0	730,0	340,0	1400,0	1,208
5 000—10 000	13,2	53,5	163,0	490,0	470,0	1190,0	1,007
10 000—20 000	6,4	29,5	75,0	436,0	600,0	1126,0	0,930
>20 000	5,7	29,5	75,0	355,0	600,0	1070,0	0,885

Примечания: 1. В расчетах принят объем наполнителя:

Масса стержня, кг	Св 40 до 100	Св. 100 до 500	Св. 500
Объем наполнителя, % объема смеси	15	25	35

Объемная масса наполнителя принята 1 т/м<sup>3</sup>.

2. Для стального литья данные таблицы нужно умножить на коэффициент 1,05—1,15 в зависимости от сложности литья.

3. Нормы даны без учета брака и потерь.

ФОРМА 21

Расчет расхода стержневых смесей по средним нормам

Группы отливок по массе, кг	Выпуск отливок, т/год	Расход смесей по группам стержней, кг								Общий расход, т/год	Расчетный расход, т/год		
		До 16		Св. 16 до 40		Св. 40 до 100		Св. 100 до 1000				Св. 1000	
		кг на 1 т отливок	т/год	кг на 1 т отливок	т/год	кг на 1 т отливок	т/год	кг на 1 т отливок	т/год			кг на 1 т отливок	т/год

Примечание. Расчетный расход смеси учитывает возможный брак форм, отливок и стержней. При отсутствии других данных поправку на брак принимают 6—7%.

ФОРМА 22

Рецепты смесей и расчет расхода их компонентов

Смеси		Расход компонентов											
Вид	Расход, т/год	Оборотная смесь		Кварцевый песок		Регенерат		Бентонит		Крепитель КО		.....	
	с учетом потерь	%	т/год	%	т/год	%	т/год	%	т/год	%	т/год	%	т/год
Итого													

Примечание. При отсутствии данных потери на пути из смесеприготовительного отделения к потребителям и на просыпание при формовке учитываются коэффициентом 1,10—1,15 для наполнителей смеси и коэффициентом 1,05 для облицовочных и стержневых смесей.

## Технологический процесс и оборудование

**Подготовка оборотной смеси.** Компонентом большинства формовочных смесей, помимо свежих формовочных материалов, поступающих со склада в подготовленном виде, входит в больших количествах оборотная смесь, т. е. смесь, бывшая в употреблении, выбитая из опок и вновь направляемая в смесеприготовительное отделение для повторного использования. Оборудование для

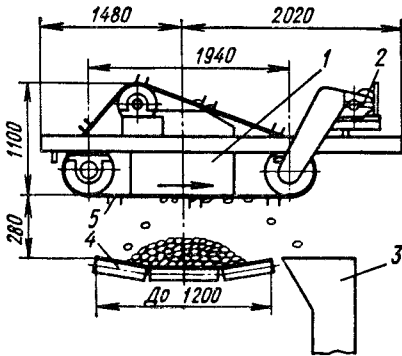


Рис. 57. Подвесной электромагнитный сепаратор ЭПР-120:

1 — электромагнит; 2 — привод; 3 — тетка для скрапа; 4 — ленточный конвейер для оборотной смеси; 5 — ребристая резиновая лента

подготовки этой смеси входит в состав оборудования смесеприготовительного отделения.

Необходимость максимального постоянства свойств формовочных смесей, естественно, требует такого же постоянства состава и свойств всех их составляющих, в первую очередь — оборотной смеси. Одновременно постоянство свойств оборотной смеси значительно облегчает автоматизацию процесса смесеприготовления.

Подготовка оборотной смеси включает следующие операции: раздавливание комьев,

извлечение и удаление металлических включений и скрапа, просев для удаления оставшихся комьев и неметаллических включений, охлаждение и стабилизацию заданных температуры и влажности.

Сухие комья, имеющие малую механическую прочность, давят в гладких вальцах типа 155, 156 и 157 (см. гл. 4). Этот процесс сопровождается большим выделением пыли, поэтому необходимо предусматривать хорошее укрытие вальцев и вытяжную вентиляцию. За рубежом для этой цели применяют специальные дезинтеграторы.

Дробление менее прочных сырых комьев для смесей с малой сырой прочностью осуществляют одновременно с просевом в полигональных ситах. Для дробления сырых комьев в смесях с большей прочностью за рубежом применяют специальное оборудование — вибрационные сита с дробящими кольцами. Это оборудование предполагает выпускать отечественная промышленность.

Металлические включения и мелкий скрап удаляют на магнитных сепараторах. Применяют также электромагнитные шкивы (ГОСТ 13602—68\*), устанавливаемые вместо приводных барабанов ленточных конвейеров, и подвесные электромагнитные сепараторы, размещаемые над потоком земли, движущимся на ленточном конвейере (рис. 57). Техническая характеристика сепараторов приведена в табл. 74. Сепараторы первого типа лучше отбирают металл, находящийся внутри потока земли ближе к поверхности ленты. Подвесные же сепараторы лучше отбирают скрап, лежащий на поверхности. Поэтому целесообразно на каждом потоке оборотной смеси устанавливать электромагнитные сепараторы обоих типов.

Просев оборотной смеси наиболее целесообразно производить в полигональных ситах, имеющих хорошее укрытие. Применяют сита типа 175-1А79 (см. гл. 4).

При формовке среднего и крупного литья в сухие и подсушенные формы, когда время оборота формовочной смеси превышает 8 ч, специального оборудования для охлаждения оборотной смеси не устанавливают.

74. Сепараторы для извлечения металла из оборотной смеси

Тип	Ширина ленты конвейера, мм	Диаметр шкива, мм	Потребная мощность, кВт	Толщина слоя земли, мм	Масса, кг	Завод-изготовитель
<i>Электромагнитные шкивы</i>						
ШЭ65-63	650	630	1,43	170	1189	Завод им. Пархоменко, Ворошиловград
ШЭ80-80	800	800	4,80	250	2939	
ШЭ100-80	1000	800	4,80	250	3127	
ШЭ120-100	1200	1000	6,48	300	4586	
ШЭ140-100	1400	1000	8,60	300	4110	
<i>Подвесные электромагнитные сепараторы</i>						
ЭПР-120	≤ 1200	—	3,5	200	4750	«Шкода», ЧССР
РЕО-800А	≤ 800	—	3,9	180	2180	

Примечание. Все сепараторы работают на постоянном токе напряжением 110 или 220 В.



Оборудование для охлаждения оборотной смеси необходимо в высокопроизводительных литейных, где время оборота смеси не пре-

Однако для современных технологических процессов смешеприготовления одного охлаждения смеси недостаточно, необходимы еще выравнивание и стабилизация температуры и влажности — гомогенизация оборотной смеси.

Комплект оборудования для этой цели, получивший наибольшее распространение, состоит из гомогенизатора (рис. 58) и охладителя.

Просеянная и прошедшая магнитную сепарацию, но еще горячая оборотная смесь падает в чашу барабана, вращающегося со скоростью 20—30 об/мин. Для предупреждения налипания смеси поверхность барабана обогревается. В поток смеси, падающей в чашу, через ряд форсунок вырывается вода, количество которой регулируется в зависимости от температуры поступающей смеси.

Увлажненная смесь поступает в охладитель (рис. 59), внутри которого с переменной скоростью движется пластинчатый конвейер; пластины сделаны из нержавеющей стали и имеют отверстия диаметром 3 мм.

Поток смеси, поступающей в охладитель, распределяется по конвейеру ровным слоем. Под рабочей ветвью конвейера расположена камера высокого давления, в которую нагнетается воздух, отсасываемый из пространства над этой ветвью. Поток воздуха, проходя через отверстия и через слой горячей влажной смеси, охлаждает ее за счет интенсивного испарения излишней влаги. Меняя интенсивность продувки, можно регулировать интенсивность охлаждения смеси.

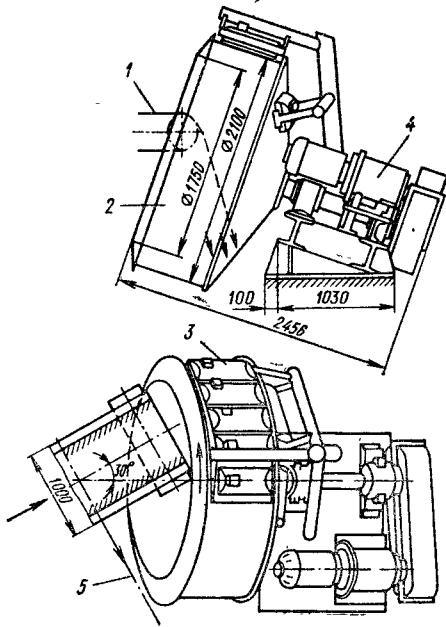


Рис. 58. Гомогенизационный и увлажняющий барабан производительностью 230 т/ч:

- 1 — подающий ленточный конвейер; 2 — барабан; 3 — нагреватель; 4 — привод; 5 — направление разгрузочного конвейера

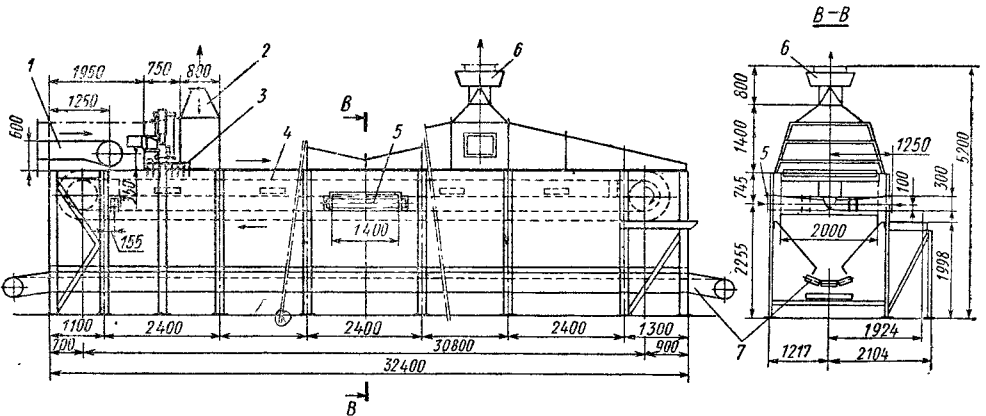


Рис. 59. Охладитель оборотной смеси производительностью 200 т/ч:

- 1 — ленточный конвейер подачи оборотной смеси; 2 — отсасывающее устройство; 3 — грабли для выравнивания слоя смеси; 4 — охладительный пластинчатый конвейер; 5 — патрубок для подачи воздуха в камеру высокого давления; 6 — патрубок вытяжного устройства; 7 — ленточный конвейер для просыпанной и охлажденной смеси

вышает 3 ч. Там применяют азрационные и элеваторные охладители, где смесь охлаждается при энергичном пересыпании и продувании холодным воздухом, а также башенные охладители, где смесь пересыпается по охлаждаемым циркулирующей водой металлическим поверхностям.

После выхода из охладителя смесь имеет стабильную влажность в пределах 2% и стабильную температуру в пределах 30—40° С. Охладитель может правильно действовать только при постоянном слое смеси. Для поддержания стабильности слоя перед гомогенизатором установлен бункер-ком-

пенсатор с уровнемерами, который поддерживает стабильный слой смеси в охладителе, меняя в случае надобности скорость ленточного питателя бункера-компенсатора и соответственно скорость конвейера охладителя.

а стержневых — кварцевый песок. При нормальном объеме одного замеса 0,6—1,0 м<sup>3</sup> доза этих материалов составит 500—1100 кг. Для отмеривания таких крупных порций наиболее компактным оборудованием, при до-

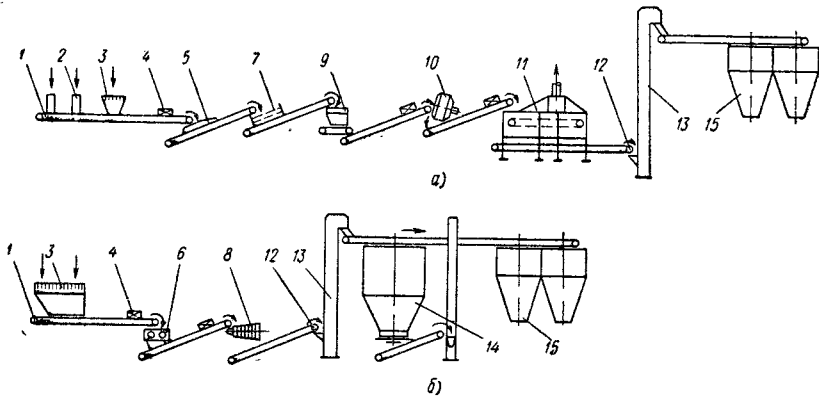


Рис. 60. Схемы транспортно-технологических линий подготовки оборотной смеси:

а — сырой формовки; б — сухой формовки; 1 — ленточные конвейеры; 2 — уборка просыпанной смеси от формовочных машин; 3 — выбивка опок; 4 — магнитные сепараторы; 5 — дезинтегратор для разбивания сырых комьев; 6 — вальцы для дробления сухих комьев; 7 — двойное вибрационное сито; 8 — полигональное сито; 9 — бункер-компенсатор; 10 — гомогенизатор; 11 — охладитель; 12 — магнитный шкив; 13 — элеваторы; 14 — бункер для запаса смеси; 15 — бункера над бегунами

Схемы транспортно-технологических линий для подготовки оборотной смеси сухой и сырой формовки показаны на рис. 60.

статочной степени точности дозирования, являются ленточные дозаторы (рис. 61), отмеривающие определенный заданный объем сыпучего материала по времени прохождения его слоем определенной толщины. Принимают скорость ленты 0,3 м/с, толщину слоя 200 мм.

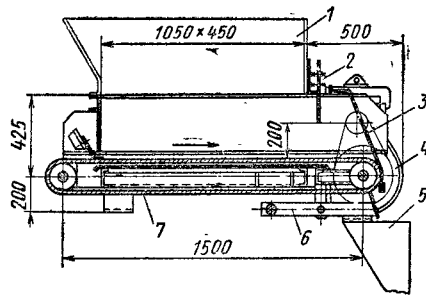


Рис. 61. Ленточный дозатор:

1 — бункер для готовой смеси; 2 — регулирующий шибер; 3 — штора; 4 — привод; 5 — тещка для смеси; 6 — скребок; 7 — лента конвейера шириной 650 мм

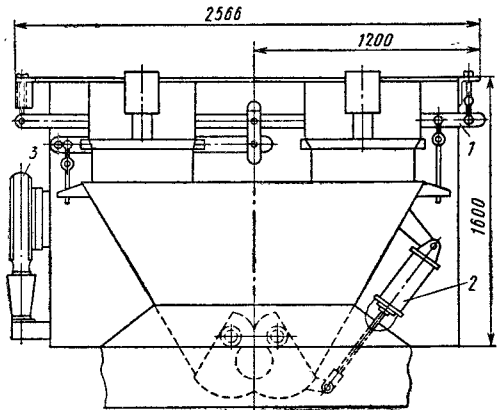


Рис. 62. Весовой дозатор ДПЛ-400:

1 — весовой рычажный механизм; 2 — пневмоцилиндр; 3 — отсчетное устройство

Приготовление формовочных и стержневых смесей. Процесс приготовления любой песчаной смеси сводится к следующим операциям: отвешивание или отмеривание всех компонентов, включая жидкие крепители и воду, необходимых для получения заданной смеси; загрузка компонентов в определенной последовательности; перемешивание для обеспечения однородности и заданных свойств смесей; доводка формовочных смесей.

Основным компонентом формовочных смесей (60—95%) является обратная смесь,

Проскальзывание ленты должно быть исключено. При этих условиях отклонения от заданной массы дозы оборотной смеси не будут превышать 4—5%, этого вполне достаточно. При необходимости большей точности дозирования применяют также весовые бункерные дозаторы (табл. 75, рис. 62).

## 75. Весовые бункерные дозаторы

Тип	Взвешиваемый материал	Пределы взвешивания, кг	Вес порции, кг	Погрешность взвешивания (±), кг
ДПЛ-50	Пылевидные — глина, уголь, сухой песок	2—50	<20	0,3
ДПЛ-120			>20	0,5
2ДПЛ-400	Сухие — песок, оборотная смесь из двух бункеров	10—120	—	3,0
2ДПЛ-800			<200	5,0
ДПЛ-800-И	Сухие — песок, оборотная смесь	5—400	>200	8,0
			60—800	<400
		>400		16
		100—800	<400	10
			>400	16

Для отмеривания жидких составляющих крепителей, суспензий и воды применяют объемные дозаторы, представляющие собой обычно градуированные цилиндрические емкости или крыльчатки со счетчиком оборотов типа водомеров. В последнем случае для поддержания постоянного напора воды желательно установить напорный бак.

Физические параметры основных составляющих смесей и рекомендуемые типы дозаторов приведены в табл. 76.

Они плохо осуществляют главную операцию — оболочивание зерен песка связующей оболочкой. Поэтому эти смесители применяют лишь для приготовления наполнительной смеси невысокого качества.

Смеси более высокого качества получают при использовании бегунов с тяжелыми катками, перемещающимися по дну чаши (табл. 77).

В большинстве случаев применяют бегуны периодического действия.

## 76. Физические параметры основных компонентов формовочных и стержневых смесей

Составляющие смеси	Консистенция	Влажность, %	Объемная масса, т/см <sup>3</sup>	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Рекомендуемые дозаторы
Оборотная смесь Кварцевый песок	Зернистый порошок	2,0—2,5	1,2—1,4	—	Объемный ленточный
		1,5—2,0	1,5		Объемный ленточный или весовой бункерный
Феррохромовый шлак Формовочная глина молотая Каменный уголь молотый Древесные опилки	Пылевидный порошок	≤1,0	1,05—1,10		Весовой бункерный
		2,0—3,0	1,0 0,7—0,8		
	Влажная масса	20—25	0,3—0,4		Объемный шнековый
Глинистая суспензия Жидкое стекло	Густая жидкость	—	—	1,05—1,10 1,45—1,50	Объемный
Сульфитно-спиртовая барда Крепители различные Вода				0,9—1,2 1,0	
	Жидкость				Водомер

Перемешивание смеси дает равномерное распределение компонентов и обеспечивает хорошее оболочивание песчаных зерен тонкими оболочками связующего вещества.

Наиболее простыми смесителями являются лопаточные или шнековые смесители непрерывного действия. Они могут быть одноили двухваловыми. Смесители этого типа достаточно хорошо перемешивают и равномерно увлажняют компоненты смесей, од-

нако они плохо осуществляют главную операцию — оболочивание зерен песка связующей оболочкой. Поэтому эти смесители применяют лишь для приготовления наполнительной смеси невысокого качества.

Смеси более высокого качества получают при использовании бегунов с тяжелыми катками, перемещающимися по дну чаши (табл. 77).

В большинстве случаев применяют бегуны периодического действия.

## 77. Бегуны смешивающие

Тип	Объем замеса, м³	Масса смеси, кг	Диаметр чаши, мм	Максимальная производительность, т/ч	Мощность двигателя, кВт	Масса, кг
<i>Периодического действия с вертикально вращающимися катками</i>						
1A11	0,25	0,30	1670	3,5	10	3 200
1A-12M	0,60	0,75	2200	12,0	30	6 200
114	1,00	1,25	2800	20,0	40	14 200
15126	3,0	3,80	2840	60,0	162	20 000
<i>Периодического действия с горизонтально вращающимися катками (центробежные)</i>						
116M	0,63	0,80	2300	50,0	114	10 500
15328	1,60	2,00	2500	120,0	100	15 000
<i>Непрерывного действия с вертикально вращающимися катками</i>						
1524	3,1	3,9	2800	90,0	200	50 000
Пр и м е ч а н и е. Бегуны выпускает завод литейного оборудования в г. Волковыске.						

ного смешивания сначала в первой затем во второй чаше несколькими парами катков. Качество смеси выше в бегунах периодического действия, поэтому для стержневых и облицовочных смесей применяют только такие бегуны.

Маятниковые смесители периодического действия имеют катки, подвешенные на вертикальных осях. Катки движутся по борту чаши, и процесс смешивания происходит не на дне, а на цилиндрической поверхности чаши. Вследствие большей скорости вращения ротора производительность таких смесителей выше, чем бегунов.

Ободья катков и рабочая поверхность чаши облицованы эластичной резиной, в результате чего раздавливающее действие таких катков значительно слабее, чем тяжелых катков бегунов, следовательно, их нельзя применять при изготовлении смесей для сухих или подсушенных форм, основным компонентом которых является оборотная смесь с большим количеством мелких комков. Их применяют только для смесей сырой формовки. Для стержневых смесей эти смесители непригодны.

Расчетная производительность различных смесителей в зависимости от вида смеси приведена в табл. 78.

Для улучшения качества формовочных смесей с глинистыми связующими на пути от смесителя к потребителю производится

их доводка, заключающаяся в вылеживании и разрыхлении. Вылеживание смесей для лучшего распределения влаги в глинистых оболочках зерен и повышения прочности смеси осуществляют в бункерах-отстойниках в течение не менее 0,5 ч. Эти бункера обычно являются одновременно и компенсаторами неравномерности потребления. Бункера обычно снабжают дисковыми питателями. Разрыхление формовочных смесей производят после выхода из бункеров-отстойников для повышения пластичности. Для разрыхления применяют аэраторы, которые разрыхляют смесь либо при движении на ленте конвейера, либо при пересыпке с ленты на ленту. Характеристика аэраторов дана в табл. 79.

Формовочные и стержневые смеси на синтетических и неорганических связующих вылеживанию и разрыхлению не подвергают. Расчет необходимого технологического оборудования выполняют по формам 23 и 24.

Для бесперебойной работы формовочного оборудования, в особенности автоматического, при изменении объема, занимаемого моделью, необходимо иметь значительный резерв мощности смесеприготовительного оборудования, для чего в расчеты вводят коэффициент неравномерности потребления, кроме того, учитывают расход на просыпание смеси.

78. Расчетная производительность смешивающих бегунов

Смесь	Показатели производительности (числитель — время замеса в мин, знаменатель — производительность в т/ч) по типам бегунов						
	IA11	IA12	114	15126	116M	15328	1524
Единые смеси для формовки по-сырому с сырой прочностью до 0,7 кгс/см <sup>2</sup>		$\frac{5,0-7,0}{9,0-8,4}$	$\frac{5,0-7,0}{15,0-10,8}$	$\frac{5,0-7,0}{45,0-32,0}$	$\frac{1,2-2,0}{40,0-24,0}$	$\frac{1,2-2,0}{100,0-60,0}$	$\frac{3,0-3,5}{78,0-66,0}$
То же с сырой прочностью до 2 кгс/см <sup>2</sup>		$\frac{8,0-10,0}{5,6-4,5}$	$\frac{8,0-10,0}{9,4-7,5}$	$\frac{8,0-10,0}{28,2-22,5}$	$\frac{2,0-3,0}{24,0-16,0}$	$\frac{2,0-3,0}{60,0-40,0}$	$\frac{4,0-5,0}{58,0-46,0}$
Наполнительные смеси для формовки по-сырому с сырой прочностью до 0,5 кгс/см <sup>2</sup>		$\frac{4,0-5,0}{11,3-9,0}$	$\frac{4,0-5,0}{18,8-15,0}$	$\frac{4,0-5,0}{56,5-45,0}$	$\frac{1,0-2,0}{47,5-24,0}$	$\frac{1,0-2,0}{120,0-60,0}$	$\frac{2,5-3,0}{90,0-78,0}$
То же с сырой прочностью до 1,8 кгс/см <sup>2</sup>		$\frac{6,0-7,0}{7,5-6,5}$	$\frac{6,0-7,0}{12,5-10,7}$	$\frac{6,0-7,0}{38,0-32,7}$	$\frac{1,5-2,5}{32,0-19,0}$	$\frac{1,5-2,5}{80,0-48,0}$	$\frac{3,0-3,5}{78,0-66,0}$
Наполнительные смеси для формовки по-сухому		$\frac{4,5-5,0}{11,3-9,0}$	$\frac{4,5-5,0}{18,8-15,0}$	$\frac{4,5-5,0}{57,0-45,5}$	—	—	$\frac{2,5-3,0}{93,0-78,0}$
Облицовочные смеси для формовки по-сухому		$\frac{10,0-12,0}{4,5-3,8}$	$\frac{10,0-12,0}{7,5-6,3}$	$\frac{10,0-12,0}{22,5-18,5}$	—	—	$\frac{8,0-10,0}{29,0-23,0}$
Облицовочные смеси для формовки по-сырому с сырой прочностью до 0,7 кгс/см <sup>2</sup>		$\frac{8,0-10,0}{5,6-4,5}$	$\frac{8,0-10,0}{9,4-7,5}$	$\frac{8,0-10,0}{28,5-22,5}$	$\frac{1,5-2,5}{32,0-19,0}$	$\frac{1,5-2,5}{80,0-48,0}$	$\frac{5,0-6,0}{46,0-39,0}$
То же с сырой прочностью до 2 кгс/см <sup>2</sup>		$\frac{12,0-15,0}{3,7-3,0}$	$\frac{12,0-15,0}{6,3-5,0}$	$\frac{12,0-15,0}{19,0-15,0}$	$\frac{2,5-3,5}{19,0-13,5}$	$\frac{2,5-3,5}{48,0-34,0}$	$\frac{8,0-10,0}{29,0-23,0}$
Стержневые смеси для мелких и средних стержней, подвергаемых сушке	$\frac{10,0-15,0}{1,9-1,2}$	$\frac{10,0-15,0}{4,5-3,0}$	$\frac{10,0-15,0}{7,5-5,0}$				
То же для мелких стержней, изготовляемых в горячих ящиках	$\frac{6,0-8,0}{3,0-2,3}$	$\frac{6,0-8,0}{7,5-5,6}$	$\frac{6,0-8,0}{12,5-9,5}$				
То же для крупных стержней, подвергаемых сушке	$\frac{12,0-15,0}{1,6-1,2}$	$\frac{12,0-15,0}{3,7-3,0}$	$\frac{12,0-15,0}{6,2-5,0}$				

79. Машины для разрыхления формовочных смесей (азарторы)

Тип	Производительность, т/ч	Мощность двигателя, кВт	Размер загрузочного отверстия, мм	Масса, кг
16112	20	4,0	300×560	490
16113	40	7,5	440×700	700
16114	80	13,6	450×910	980
16115	125	22,0	500×1210	1550

Примечание. Выпускает завод литейного оборудования в г. Волковыске.

ФОРМА 23

Расчет количества бегунов (пример)

Смесь	Бегуны								
	Расход, т/ч		Производительность, т/ч	Количество		Загрузка, %			
	расчетный	максимальный		среднее	максимальное		средняя	максимальная	
Наполнительная	22,3	29	114	19	1,20	1,5	2	60	78

Примечание. Расчетное количество смеси определяют по форме 22 делением годового расхода с учетом потерь на действительный годовой фонд времени работы формовочного оборудования. Максимальное часовое количество смеси принимают в зависимости от режима работы бегунов в случае надобности.

ФОРМА 24

Расчет оборудования смесеприготовительного отделения

Операция	Расход, т/ч		Оборудование							
	расчетный	максимальный	Наименование	Тип	Производительность, т/ч	Количество		Загрузка, %		
						по расчету	принятое		средняя	максимальная

Примечание. Среднечасовое расчетное количество смеси определяют по табл. 22 делением годового расхода с учетом потерь на действительный годовой фонд времени работы оборудования. Максимальное количество смеси принимают с учетом возможного пикового расхода.

Основные положения по проектированию

При разработке проектов руководствуются следующими положениями.

В литейных цехах единичного, мелкосерийного и серийного производства литья с большой номенклатурой смесей обычно проектируют одно центральное смесеприготовительное отделение для всех формовочных и стержневых смесей, позволяющее удобно маневрировать мощностями смесеприготовительных агрегатов и получать различные смеси в различных количествах. Важно только не смешивать разные по составу оборотные смеси, предусматривая для них отдельные потоки и емкости.

При проектировании центрального смесеприготовительного отделения важно правильно выбрать емкости и расположение бункеров-отстойников для готовой смеси. Их рекомендуется устанавливать как можно ближе к потребителям в начале каждой транспортной линии, снабжающей смесью тот или иной формовочный участок. Объем бункеров для удобства маневрирования смесеприготовительным оборудованием следует принимать равным 4—5-часовому расходу этого участка. Кроме этих емкостей необходимо предусматривать бункера для хранения оборотной смеси перед бегунами для каждого вида отдельно. Объем этих бункеров вместе с объемом бункеров над бегунами должен вмещать всю оборотную смесь, находящуюся в системе после окончания работы. Хранить ночью запас готовой смеси в бункерах-отстойниках не следует, так как при продолжительном хранении готовая смесь меняет свои свойства.

В литейных цехах крупносерийного и массового производства, где формовку выполняют на высокопроизводительных автоматических линиях, проектируют отдельные смесеприготовительные установки только для формовочных смесей для каждой формовочной линии. В этих случаях смесеприготовительное отделение часто входит в комплект автоматической формовочной линии. Такое решение обеспечивает полное использование своей оборотной смеси как наиболее подходящего сырья для производства высококачественной формовочной смеси. Для обеспечения легкости изменения рецептуры смеси на автоматической формовочной линии в этих случаях не ставят бункеров-отстойников для готовой смеси с емкостью больше чем на 30 мин расхода, а весь запас оборотной смеси в подготовленном виде сосредотачивают в бункерах над или перед бегунами. Емкость этих бункеров должна быть равной объему всей смеси, находящейся в системе.

Для расчета суммарного объема смеси в системе определяют объем всех форм, находящихся одновременно на конвейере, плюс 30% объема бункеров над формовочными машинами и бегунами, плюс объем земли на транспортных линиях готовой и оборотной смесей.

Конструирование бункеров, а также выбор механизмов непрерывного транспорта и питателей выполняют по данным гл. 5.

Установки для приготовления стержневых смесей в цехах массового и крупносерийного производства размещают отдельно в стержневых отделениях. Такое решение обеспечи-

### Примеры планировок

Компоновка узла приготовления различных смесей централизованного смесеприготовительного отделения чугунолитейного цеха мелкосерийного производства с большой номенклатурой формовочных и стержневых

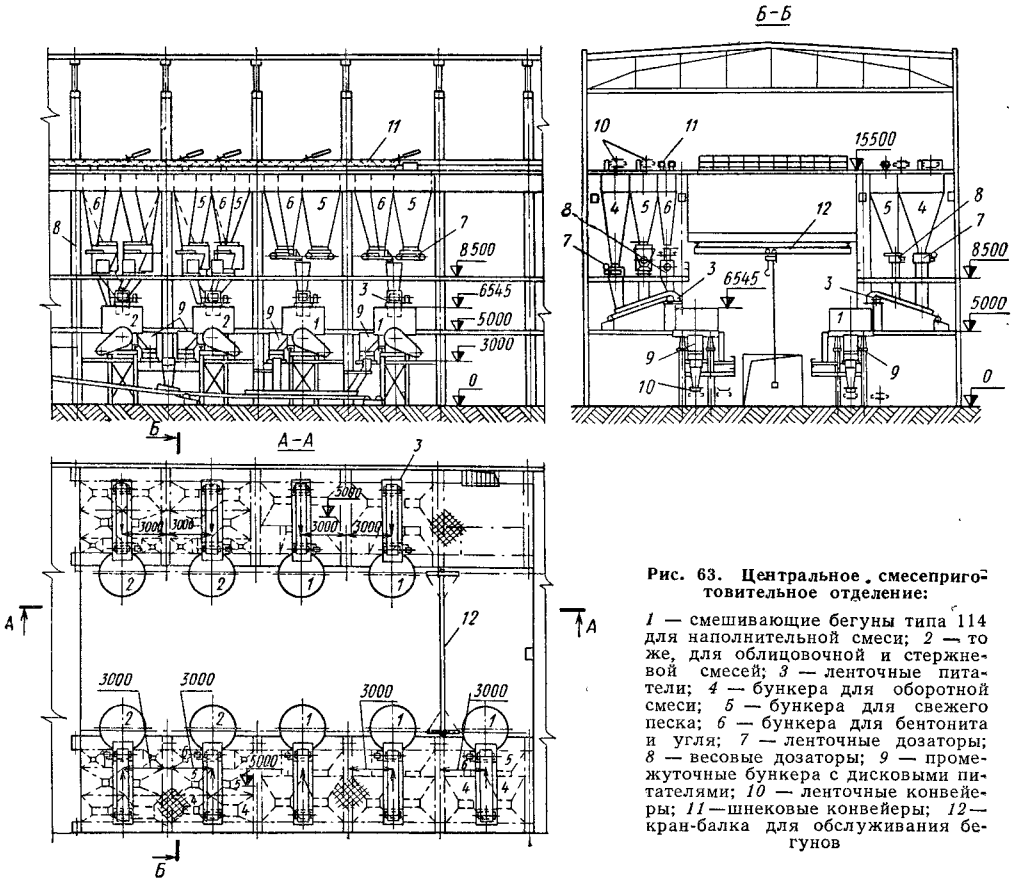


Рис. 63. Центральное, смесеприготовительное отделение:

1 — смешивающие бегуны типа 114 для наполнительной смеси; 2 — то же, для облицовочной и стержневой смеси; 3 — ленточные питатели; 4 — бункера для оборотной смеси; 5 — бункера для свежего песка; 6 — бункера для bentонита и угля; 7 — ленточные дозаторы; 8 — весовые дозаторы; 9 — промежуточные бункера с дисковыми питателями; 10 — ленточные конвейеры; 11 — шнековые конвейеры; 12 — кран-балка для обслуживания бегунов

вает наиболее короткий транспорт готовых смесей к рабочим местам (см. выше стр. 112).

Численность основных рабочих (земледелов) принимают: при автоматической землеприготовительной установке — один пультовщик и один рабочий на каждые два бегуна для стержневых смесей; при механизированной установке добавляют одного рабочего на батарею бегунов для изготовления формовочных смесей.

Численность вспомогательных рабочих, обслуживающих механизированный поток оборотной смеси, берут из расчета один рабочий на 20—30 тыс. т смеси в год, но не менее одного рабочего на тоннель длиной 100—130 м. Для обслуживания транспорта готовых смесей к рабочим местам — один рабочий на 15—30 тыс. т смеси в год.

вых смесей показана на рис. 63. Все восемь бегунов типа 114. Предусмотрены два одинаковых блока по четыре бегуна в каждом. В каждом блоке по два бегуна для наполнительной смеси и по два бегуна для облицовочных и стержневых смесей. Над бегунами для наполнительной смеси установлены бункера для оборотной смеси с ленточными дозаторами, остальные компоненты дозируются по весу. Над бегунами для облицовочной и стержневой смесей все компоненты дозируются по весу. Все бегуны одинакового назначения взаимозаменяемы. От каждого блока бегунов смеси транспортируются по двум линиям ленточных конвейеров: одна линия для наполнительных, другая для стержневых и облицовочных смесей. Следовательно, из такого отделения одновременно

можно получать четыре вида смесей. Специальная кран-балка обеспечивает удобный ремонт бегунов. Выпуск отделения: наполнительной смеси 60—70 т/ч; стержневой и облицовочной 25—30 т/ч.

Производительность блока бегунов 150—170 т/ч.

Специализированные участки для приготовления стержневых смесей обычно размещают непосредственно в стержневых отде-

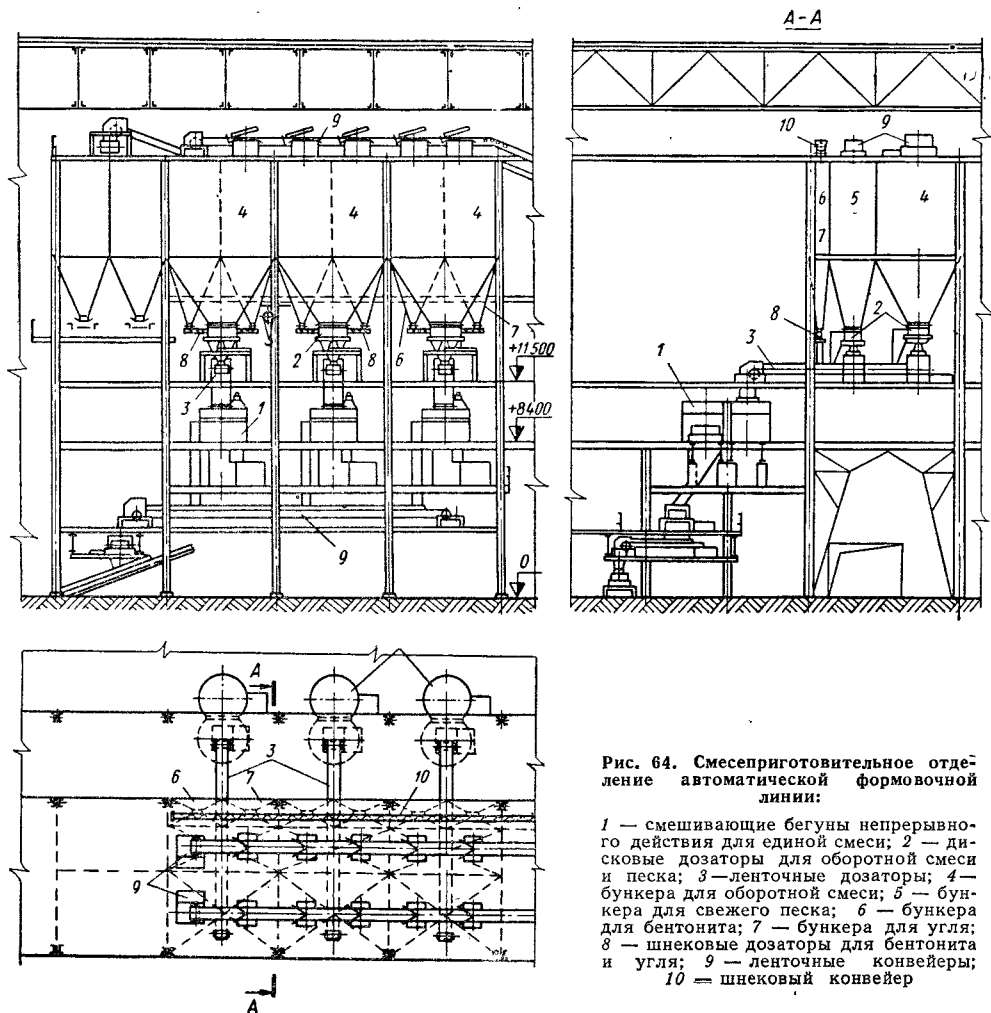


Рис. 64. Смесеприготовительное отделение автоматической формовочной линии:

- 1 — смешивающие бегуны непрерывного действия для единой смеси; 2 — дисковые дозаторы для оборотной смеси и песка; 3 — ленточные дозаторы; 4 — бункера для оборотной смеси; 5 — бункера для свежего песка; 6 — бункера для бентонита; 7 — бункера для угля; 8 — шнековые дозаторы для бентонита и угля; 9 — ленточные конвейеры; 10 — шнековый конвейер

Компоновка узла приготовления единой смеси высокой прочности для снабжения высокопроизводительной автоматической формовочной линии при производстве чугуна литья показана на рис. 64. Блок бегунов состоит из трех двоянных бегунов непрерывного действия типа 1524. Над всеми бегунами установлен одинаковый комплект бункеров для подготовленной оборотной смеси и свежего песка с дисковыми питателями и весовой ленточный дозатор непрерывного действия. Остальные компоненты: бентонит, уголь дозируются шнековыми дозаторами или по весу. Готовая формовочная смесь непрерывно и равномерно отбирается системой ленточных конвейеров с большой пропускной способностью, ширина ленты 1000 мм.

лениях. Установка бегунов и оснащение их бункерами и дозаторами аналогичны установке бегунов, показанной на рис. 63. Рекомендации по раздаче смесей для стержней, изготовляемых в горячих ящиках, см. выше (стр. 112).

## ОТДЕЛЕНИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ И ОЧИСТКИ

### Общая часть

Для расчета оборудования годовой выпуск отливок распределяют по операциям очистки и термообработки по форме 25. В этой форме дают перечень операций, соответствующий





Расчет количества термических печей

Группа литья	Годовой выпуск		Термическая печь	Полезная емкость		Продолжительность цикла, ч	Годовая от- дача одной печи		Количество печей		Коэффи- циент за- грузки
	шт.	т		шт.	т		шт.	т	потре- бое	принятое	

**Технологический процесс.  
Оборудование и его производительность**

При определении продолжительности естественного остывания отливок в интервале нормы времени (табл. 80) следует учитывать продолжительность их пребывания в форме

Продолжительность цикла термообработки разностенных отливок, а также сложной конфигурации принимают ближе к верхнему пределу;

нормы табл. 81 применяют только при отсутствии технологических данных о термообработке отливок.

80. Нормы времени остывания отливок (ч) после выливки из форм (естественное охлаждение)

Масса отливки, кг	Серый чугун	Ковкий чугун	Углеродистая сталь	Легированная сталь
≤ 8	1,0—2,5	1,0—1,2	0,8—1,5	1,2—3,0
9—20	1,2—3,0	1,2—1,5	1,0—2,0	1,5—4,0
21—50	1,5—4,0	1,5—2,2	1,2—3,0	1,8—5,0
51—100	2,0—5,0	2,0—3,0	1,6—3,7	2,4—6,0
101—250	3,0—7,5	3,0—4,5	2,5—6,0	3,5—8,0
251—500	5,0—11,0	—	4,0—9,0	10,0—14,0
501—1000	9,0—18,0	—	7,0—14,0	14,0—20,0
1 001—2 000	15,0—24,0	—	12,0—20,0	—
2 001—5 000	24,0—35,0	—	18,0—28,0	—
5 001—10 000	32,0—48,0	—	24,0—38,0	—
10 001—20 000	40,0—60,0	—	32,0—48,0	—
> 20 000	48,0—72,0	—	36,0—60,0	—

(см. выше). Отливки без стержней или после их удаления (в проходном очистном барабане, на виброустановке) остывают быстрее (см. нижнее значение интервала времени в табл. 80).

Отливки из углеродистой стали можно охлаждать принудительно, пропуская охлаждательные конвейеры через специальные камеры с интенсивным распылением воды воздухом, это позволит сократить длину конвейера.

Количество термических печей определяют исходя из норм продолжительности цикла термообработки (табл. 81). При этом учитывают следующие положения:

для определения количества камерных печей периодического действия продолжительность цикла термообработки (табл. 81) принята из условий работы камеры с одним выдвигаемым подом без трансбордера;

в цикл термообработки входит время, затрачиваемое на нагрев, выдержку, охлаждение в печи, охлаждение на воздухе, которое составляет в зависимости от условий 1—5 ч.

Для расчета площади пода печей следует исходить из допускаемых нагрузок на под печи по табл. 82 и 83.

Для очистки отливок массой до 50 кг применяют малогабаритные клепальные молотки массой 1,0—2,5 кг, для отливок массой до 250 кг — молотки типа РМ-1, МР-4, до 1000 кг — МР-6, РМ-3, более 1000 кг — КЕ-22. Производительность обрубки чугуновых отливок пневматическими рубильными молотками приведена в табл. 84.

Для кислородно-ацетиленовой резки углеродистого и низколегированного стального литья больших толщин (до 1360 мм) предназначены резки с водяным охлаждением Р100, Р100-1 и Р100-2; при толщине реза 400—500 мм применяют резки РЗП-49 и УРЗ-49. Используют также резки «Пламя» и специальные резки РЗР-60, работающие на бутан-пропане, и РК-62 для керосино-кислородной резки.

Для сокращения ручного труда и улучшения качества плоскости реза применяют установки для механизированной отрезки прибылей крупных отливок конструкции

## 81. Нормы продолжительности термообработки стальных и чугунных отливок

Материал	Способы термообработки или оборудование	Толщина массивных частей отливки, мм	Пределы температуры нагрева печи, °С	Продолжительность * термообработки, ч	
				Всего	В том числе время работы топки
Низкоуглеродистые стали	Нормализация	≤100	890—920	12—18	8—12
		>100	890—920	19—25	13—17
Высокоуглеродистые стали	Нормализация	≤100	860—880	10—15	8—13
		>100	860—880	16—21	14—18
	Отпуск	≤100	580—650	8—16	6—11
		>100	580—650	14—23	9—16
Низколегированные стали	Отжиг	≤100	870—890	18—31	15—26
		>100	870—890	27—41	22—34
		Нормализация	≤100	880—900	10—15
>100	880—900		16—21	14—18	
	Отпуск	≤100	520—650	15—22	12—17
		>100	520—650	20—27	15—20
Легированные стали	Отжиг	≤100	860—880	22—31	19—26
		>100	860—880	31—41	25—34
		Нормализация	≤100	870—890	12—15
>100	870—890		17—21	15—18	
	Отпуск	≤100	520—650	29—25	16—20
		>100	520—650	24—31	19—24
Высокомарганцовистые стали П13Л	Закалка в воде	≤100	1050—1100	17	17
		>100	1050—1100	24	24
Серый чугун	Низкотемпературный отжиг (искусственное старение)	≤100	520—570	17—20	13—17
		>100	520—570	18—21	13—17
Серый чугун прецизионный	Низкотемпературный отжиг (искусственное старение)	≤100	520—620	26—32	22—29
		>100	520—620	30—38	25—34
Высокопрочный чугун	Отжиг	Простая конфигурация	900—950	19—27	14,5—20,5
			900—950	24—30	18,5—23,5
	Снятие напряжений	Простая конфигурация	500	12—16	10—13
			500	21—25	19—22
		Сложная конфигурация			

Продолжение табл. 81

Материал	Способы термобработки или оборудование	Толщина массивных частей отливки, мм	Пределы температуры нагрева печи, °С	Продолжительность * термобработки, ч	
				Всего	В том числе время работы топки
Ковкий чугун	Отжиг Элеваторные электропечи типа П-650 Туннельная печь типа ЗиЛ	≤ 100	950—970	31—39	25—32
		> 100	950—970	37—45	29—36
	—	1010—1030	39—58	38—57	
Чугунные отливки, залитые в кокиль	Камерная печь	—	980	46	36
	Отжиг	—	850—950	18—22	17—21

\* Без учета времени на загрузку и выгрузку.

Примечание. Для высоколегированных сталей режим термобработки устанавливается в зависимости от марки.

## 82. Нормы удельной нагрузки на под камерных методических печей

Материал	Толщина стенок отливок, мм	Удельная нагрузка на под печи (т/м <sup>2</sup> ) при массе одной отливки, кг			
		До 100	Св. 100 до 500	Св. 500 до 2000	Св. 2000
Сталь	≤ 100	0,75—2,0	0,65—2,0	0,6—2,0	0,3—1,0
	> 100	2,0—3,0	2,0—3,0	2,0—3,0	1,0—2,3
Серый чугун	≤ 100	0,5—1,5	0,5—1,5	0,7—2,0	0,5—1,5
	> 100	1,5—2,5	1,5—3,0	2,0—3,0	1,5—2,5
Ковкий чугун	≤ 100	1,5—3,0	—	—	—
	> 100	2,5—3,5	—	—	—

Примечание. Данные таблицы относятся к высоте загрузки печи 1 м.

ВНИИАвтогенмаш. Установка УБТ-1200 служит для механизированной резки стальных изделий толщиной 500—1200 мм, длина реза 1500 мм. Универсальную переносную головку ОП-1 используют для отрезки прибылей стального литья толщиной 100—350 мм, длиной реза 500 мм, установку ПМР-800 — для механизированной резки стали толщиной 300—600 мм. Установка состоит из ходовой тележки с электроприводом, штанги и машинного резака. Скорость передвижения тележки 12—450 мм/мин. Для удаления прибылей колесных центров, букс, тракторных ведущих колес и других отливок, имеющих форму тел вращения, применяют специальную механизированную установку с вращающимся от гидропривода столом.

Для отрезки прибылей в литейных цехах с мелкосерийным и индивидуальным произ-

водством применяют универсальные установки, смонтированные на консольном кране с телескопическим подъемником. Ход консоли крана 40 м, вылет консоли крана 8 м, максимальный подъем 4 м, максимальная толщина отрезаемой прибыли 900 мм, рабочий ход продольной подачи резака 1000 мм, рабочий ход поперечной подачи резака 500 мм. Аналогичные установки применяют для отрезки прибылей у отливок, имеющих форму тел вращения, диаметром 2000 мм, высотой 1000 мм.

Для очистки поверхности крупных отливок газокислородным пламенем разработана пропан-бутано-кислородная горелка ГЭО, позволяющая очищать до 20 м<sup>2</sup> поверхности в час при расходе кислорода 2,5—10,0 м<sup>3</sup>/ч, пропан-бутана 0,5—2,5 м<sup>3</sup>/ч. Давление кислорода 0,5—4,0 кгс/см<sup>2</sup>, пропан-бутана 0,1—0,7 кгс/см<sup>2</sup>. Горелка ГЭО мо-

83. Нормы удельной нагрузки на под методических термических печей

Материал	Толщина стенок отливок, мм	Удельная нагрузка на под печи (т/м <sup>2</sup> ) при массе одной отливки, кг			
		≤ 100		Св. 100 до 500	
		Отливки	Отливки с поддоном или горшком	Отливки	Отливки с поддоном или горшком
Сталь	≤ 100	0,35	0,6	—	—
	> 100	0,55	0,8	—	—
Серый чугун	≤ 100	0,35	0,6	0,4	0,65
	> 100	0,55	0,8	0,6	0,9
Ковкий чугун	≤ 100	0,45	0,65	—	—
	> 100	0,55	0,75	—	—

84. Производительность обрубки чугуновых отливок пневматическими рубильными молотками

Масса отливки, кг	Отливки	
	сложной формы	простой формы
До 10 . . . . .	50—100	80—150
Св. 10 до 50 . . . . .	100—150	200—250
» 50 » 100 . . . . .	125—175	250—350
» 100 » 500 . . . . .	175—225	350—500
» 500 » 2000 . . . . .	225—300	300—700

жет работать на пропан-бутане и природном газе.

Для разделительной резки и поверхностной строжки углеродистых высоколегированных хромистых и хромоникелевых сталей, для резки чугуна, меди, латуны и бронзы применяют кислородно-флюсовую обработку. Для подачи флюса используют сухой воздух под избыточным давлением 0,15—0,7 кгс/см<sup>2</sup>. Воздух и флюс перемешиваются в специальных флюсопитателях. В качестве флюсопитателей применяют установку ФПР-1-59 емкостью 20 кг флюса, установку УФР-2 и др.

Участки цеха, выделенные для газо-флюсовой обработки, должны быть оснащены приточно-вытяжной вентиляцией, так как процесс сопровождается значительным выделением газа.

Наряду с газокислородной и кислородно-флюсовой обработкой отливок применяют электродугуговую обработку в виде дуговой резки металлическим или угольным электро-

дом, кислородно-электродуговой резки, воздушно-дуговой и плазменно-дуговой резки в среде защитных газов. По качеству реза и производительности кислородно-электродуговая резка превосходит резку металлическим и угольным электродом.

Воздушно-дуговую обработку металла применяют для разделительной резки и поверхностной зачистки и строжки отливок из углеродистой и легированной стали, чугуна и цветных металлов.

Обработку производят на постоянном и переменном токе при давлении сжатого воздуха 4 кгс/см<sup>2</sup>.

Плазменную обработку электрической дугой в защитном газе (азот, аргон) применяют для резки и зачистки отливок из тугоплавких цветных сплавов и из нержавеющей стали, а также из углеродистой стали. Для этой цели служат специальные установки (КДР-1-57, КДР-1-58, УДР-61).

Для удаления стержней, пригара и оставшейся формовочной смеси у чугуновых и стальных отливок массой до 100 т часто применяют водоструйную (гидравлическую) очистку при давлении 100—200 кгс/см<sup>2</sup>. Учитывая, что сооружения для гидравлической очистки требуют значительных капитальных затрат, такие установки целесообразно применять для очистки в них не менее 10—20 тыс. т отливок в год. Производительность гидроочистных установок в зависимости от параметров установки и характера литья составляет 3—20 т/ч. Расход воды на 1 т отливок 4—25 м<sup>3</sup>. Для отливок с мелкосерийным и индивидуальным характером производства применяют гидроочистные установки периодического действия. Гидроочистные установки непрерывного действия применяют при крупносерийном и массовом производстве. Основные данные гидроочистных установок периодического действия приведены в табл. 85, а конвейерных — в табл. 86.

85. Техническая характеристика гидроочистных установок периодического действия

Параметры	Производительность, т/ч	
	1,5	3,0
Размеры отливки (наибольшие), мм . . . . .	1000 × × 1000 × × 1500	2500 × × 2500 × × 1500
Масса отливки (наибольшая), кг . . . . .	5000	4000
Грузоподъемность самоходной тележки, т	10	30
Количество мониторов	1	2
Давление воды, подаваемой к монитору, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	200	200
Суммарная установочная мощность, кВт	74	85
Габаритные размеры установок, м . . . . .	12,7 × × 6,6 × × 5,4	5,0 × × 5,5 × × 5,0
Масса установки, т	25	45

86. Техническая характеристика гидроочистных установок непрерывного действия

Параметры	Производительность, т/ч	
	3,7	6
Вес отливки (наибольший), кг . . . . .	500	500
Размеры отливки (наибольшие), мм . . . . .	1590 X X 900 X X 900	500 X X 800 X X 1500
Грузоподъемность подвески конвейера, кг	700	1000
Количество позиций обработки . . . . .	4	6
Время обработки отливок в камере, мин	15	20
Давление воды, подаваемой к монитору, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	200	200
Суммарная установленная мощность, кВт	113	126
Габаритные размеры установок (длина X ширина X высота), мм: на втором этаже	26 X X 8,24 X X 6,75 7,86 X X 7,0 X X 6,4	—
» первом этаже	64	14 X X 3,5 X X 5,7
Масса установки, т	64	50
Количество работающих, обслуживающих установку . . . . .	5	7

Насосные станции высокого давления обслуживают двумя—пятью насосами в зависимости от количества мониторов. Характеристика рекомендуемых насосов приведена в табл. 87.

87. Техническая характеристика насосов для гидроочистных установок

Тип	Давление воды, кгс/см <sup>2</sup>	Производительность насоса, м <sup>3</sup> /ч
12Гр	200	46,8
13Гр-1	200	17
У8-4	95—200	128—58,6

Показатели работы гидроочистных установок, обслуживаемых одной тележкой, приведены в табл. 88.

Промышленность производит гидрокамеры с выкатной тележкой проходные мод. ЛН-407, ЛН-408, 414 и 415 и туиковую 417. Техническая характеристика этих камер приведена в табл. 89.

Для выбивки стержней и очистки отливок от остатков формовочных смесей применяют электрогидравлические установки, работающие на принципе использования энергии высоковольтных электрических разрядов

88. Показатели работы гидроочистных установок периодического действия

Параметры	Размеры камеры, м						
	2,5 X 2,5	3,0 X 3,0	4,0 X 4,0	5,5 X 5,5	7,5 X 7,5	10,0 X 10,0	13,0 X 13,0
Средняя масса отливки, т . . . . .	2,1	3,9	8,5	17,9	30,0	81,4	194,0
Основное время цикла, мин . . . . .	22,5	41,5	65,0	100,0	148,0	280,0	433,0
Вспомогательное время цикла, мин . . . . .	16,5	17,5	18,5	20,0	23,0	34,0	55,0
Общее время цикла, мин . . . . .	42,0	59,0	83,0	120,0	171,0	314,0	538,0
Производительность, т/ч . . . . .	3,0	4,0	8,1	8,95	10,5	15,6	21,6
Коэффициент полезного времени, % . . . . .	60,8	70,4	77,8	83,8	86,5	88,9	89,6

89. Техническая характеристика гидрокамер

Параметры	Модель				
	ЛН-407	ЛН-408	414	415	417
Грузоподъемность тележки, кг . . . . .	50 000	15 000	100 000	100 000	100 000
Максимальные габаритные размеры очищаемого литья, мм:					
диаметр описанной окружности	4 300	4 300	5 500	5 500	8 000
высота . . . . .	2 500	2 500	4 400	4 400	4 000
Скорость движения тележки, м/мин . . . . .	12	7,25	12,46	12,46	12,46
Частота вращения поворотного стола, об/мин . . . . .	2,8	1,75	1,525	1,525	1,525
Количество гидромониторов . . . . .	2	2	2	2	3
Рабочее давление воды, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	200	200	200	200	200
Максимальный расход воды высокого давления, л/с . . . . .	10,3	10,3	10,3	10,3	15,45
Давление сжатого воздуха, кгс/см <sup>2</sup>	5—6	5—6	4—6	4—6	4—6
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	2,5	2,5	3,5	3,5	3,5
Установленная мощность электродвигателей, кВт (без насосной станции и тележки) . . . . .	79		315	315	79,3
тележки . . . . .	8,8	324,2	10,6	10,6	10,6
насоса высокого давления . . . . .	125		125	125	125
Количество операторов . . . . .	2	2	2	2	3
Количество отсасываемого воздуха, м <sup>3</sup> /ч			11 000	11 000	11 000

в воде между специальным электродом и поверхностью отливки (электрогидравлический эффект). Основными агрегатами установок являются рабочий бак с контейнером, механизм подъема контейнера, механизм перемещения электрода, генераторы импульса тока, пульт управления и система шламоудаления (рис. 65).

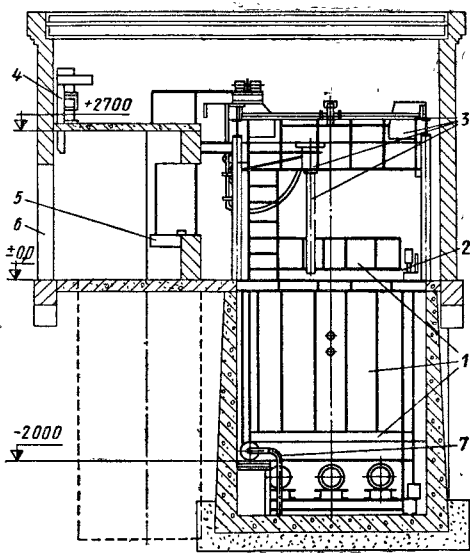


Рис. 65. Электрогидравлическая автоматизированная установка мод. 36131:

1 — технологический узел, состоящий из рабочего бака и контейнера с механизмом подъема; 2 — тележка самоходная; 3 — механизм перемещения электрода; 4 — система вентиляции; 5 — пульт управления; 6 — генераторы импульсов тока; 7 — система шламоудаления

Техническая характеристика электрогидравлических установок приведена в табл. 90.

Для одновременной выбивки стержней, очистки отливок от формовочной смеси, пригара, отбивки литников и удаления заусенцев и заливок по линии разъема применяют галтовочные барабаны.

Барабаны периодического действия находят все меньшее применение вследствие неудовлетворительных санитарно-гигиенических условий их эксплуатации и малой производительности. Такие барабаны используют для единичного и мелкосерийного производства отливок с малым выпуском. Продолжительность очистки чугунных отливок в галтовочных барабанах обычно составляет 1—1,5 ч, а стальных — 2 ч. Барабаны круглого сечения загружают отливками на 70—80%.

Галтовочные барабаны непрерывного действия (табл. 91) применяют в поточном производстве мелких и средних чугунных и стальных отливок. В таких барабанах производят выбивку стержней, предварительную очистку отливок и отбивку литников.

90. Техническая характеристика электрогидравлических установок для выбивки стержней и очистки отливок от формовочной смеси

Параметры	Модель		
	36121	36131	36141
Масса очищаемых отливок, кг	10—2500	20—5000	20—15 000
Габаритные размеры отливок (наибольшие), мм	1800× ×1000× ×700	3500× ×2000× ×1000	5600× ×3000× ×2000
Грузоподъемность контейнера, кг	—	8000	30 000
Производительность, т/ч:			
чугунное	3,0	4,0	6,5
цветное			
литье	3,0	2,5	4,0
стальное			
литье			
Количество генераторов импульсов тока (ТИТ)	1	2	2
Потребная мощность, кВт	23	77	70
Число обслуживающего персонала	—	2	2
Площадь, занимаемая установкой, м <sup>2</sup>	45	106	130
Расход на 1 т:			
электроэнергия, кВт/ч	—	4,8	5,0
техническая вода, м <sup>3</sup>	—	1,0	0,5
сжатый воздух, м <sup>3</sup>	—	70	100

91. Техническая характеристика галтовочных барабанов непрерывного действия

Параметры	Производительность, т/ч	
	10—12	15
Внутренний диаметр барабана, мм . . . . .	1900	2000
Диаметр выходного отверстия, мм . . . . .	1200	1500
Длина барабана, мм . . . . .	5600	6000
Частота вращения барабана, об/мин . . . . .	27	6; 10; 12
Установленная мощность, кВт . . . . .	28	30
Габаритные размеры, мм:		
длина . . . . .	6825	8020
ширина . . . . .	3000	3045
высота . . . . .	3200	4000
Масса, кг . . . . .	26 176	25 440

Для очистки отливок применяются следующие виды дробеметных установок:

барабаны периодического или непрерывного действия, очистные столы, камеры периодического или непрерывного действия.

Дробеметные барабаны периодического действия предназначены для очистки от пригара и окалины мелких и средних отливок.

92. Техническая характеристика дробеметных барабанов периодического действия

Параметры	Модель	
	323М	326М2
Объем загрузки, м <sup>3</sup>	0,3	До 1,2
Масса очищаемых деталей, кг	2—80	25—400
Максимальный размер очищаемых деталей, мм	400	600
Производительность (т/ч) по чугунному литью	2—3,2	5—7
Наибольшая масса загрузки, кг:		
сложные отливки массой 2—25 кг	500	
отливки средней сложности массой 25—35 кг	600	3000
отливки простые по конфигурации массой 35—80 кг	800	
Диаметр торцовых дисков, мм	900	1400
Расстояние между дисками, мм	1100	1800
Количество дробеметных аппаратов	1	2
Давление сжатого воздуха, кгс/см <sup>2</sup>	5—6	5—6
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /ч	0,3	0,5
Установленная мощность электродвигателей, кВт	32,6	44,1
Габаритные размеры, мм:		
длина	4800	5820
ширина	4000	4100
высота общая	5600	7640
высота над уровнем пола	4860	6050
Масса барабана, кг	8500	21 000
Объем отсасываемого воздуха, м <sup>3</sup> /ч	6600	10 000

Выпускаются барабаны со скиповыми подъемниками моделей 323М и 326М2 с технической характеристикой, приведенной в табл.92.

Дробеметные барабаны непрерывного действия используют для очистки мелких и средних отливок на потоке.

Техническая характеристика дробеметного барабана непрерывного действия модели 317М

Производительность при очистке серого чугуна, т/ч	5
Наибольшие размеры очищаемой детали, мм:	
длина	400
ширина	400
высота	400
Наибольшая масса очищаемой детали, кг	25
Число установленных дробеметных аппаратов	2
Часовой расход (потери) дроби, кг	20—30
Барабан очистной:	
внутренний диаметр, мм	2000
длина, мм	2500
число оборотов в минуту	0,4—2
Барабан отделительный:	
внутренний диаметр, мм	1200—1265
длина, мм	1900
число оборотов в минуту	5
Мощность электродвигателей, кВт:	
привод очистного барабана	4,0
привод отделительного барабана	2,2
дробеметных аппаратов	17,0×2
элеватора	2,2
привод сепаратора	3,0
Габаритные размеры, мм:	
длина	6800
ширина	4300
высота общая	9125
» над полом	7000
Масса установки, кг	22 000

Современные очистные дробеметные барабаны непрерывного действия (рис. 66) оборудованы двумя турбинами мощностью по 30 л. с., 1500 об/мин. Габаритные размеры установки 7661×4725 мм, высота 7214 мм.

Дробеметные очистные столы с периодическим и непрерывным вращением применяют для очистки отливок массой 100—500 кг при небольшом масштабе производства. Техническая характеристика дробеметных столов приведена в табл. 93.

93. Техническая характеристика дробеметных столов

Параметры	Модель			
	345	347	352	353
Максимальная масса очищаемых отливок, кг	150	300	300	530
Максимальные габаритные размеры очищаемых деталей, мм	450×400×300	1000×300×400	550×550×400	900×900×600
Производительность, т/ч	1,8	1,8—5,0	2,5—9,0	3,0—15,0
Диаметр стола, мм	1600	2500	2500	3200
Диаметр тарелок, мм	—	—	900	1300
Количество тарелок	—	—	4	3
Число дробеметных аппаратов	1	1	2	2
Установленная мощность электродвигателей, кВт	23,3	22,7	21,8	40,5
Масса, т	2453	8500	—	10 400
Объем отсасываемого воздуха, м <sup>3</sup> /ч	6000	7650	8000	7 600
Габаритные размеры, мм:				
длина	3000	3970	3680	3 870
ширина	2500	2700	3000	3 700
высота	5100	5100	5330	5 075



Дробеметные камеры периодического действия предназначены для очистки крупных отливок массой более 1 т (табл. 94).

или пульсирующем режиме. Длительность остановки в пульсирующем режиме регулируют в заданных пределах.

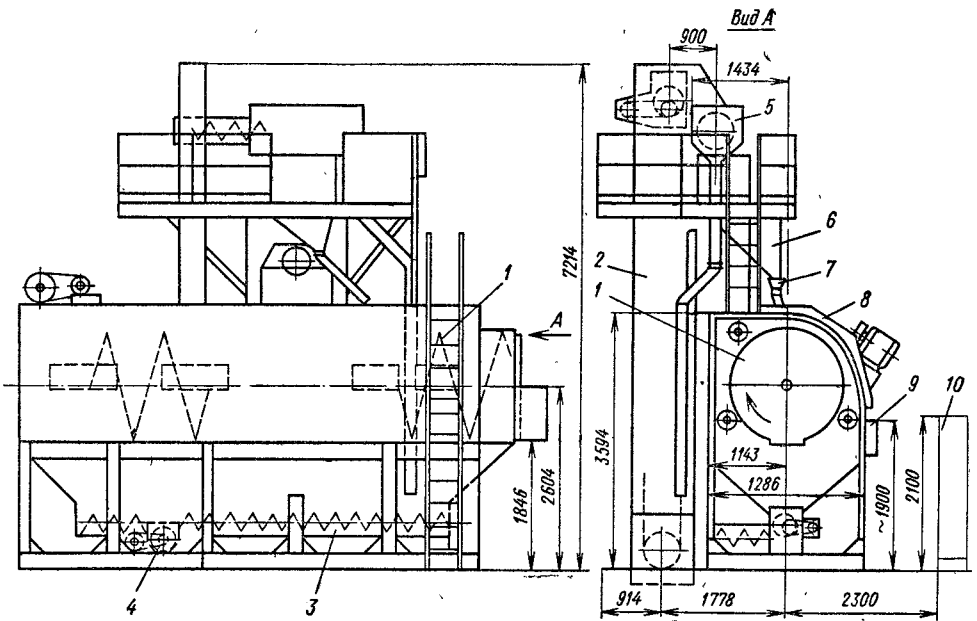


Рис. 66. Дробеметный барабан непрерывного действия:

1 — барабан; 2 — элеватор; 3 — шнек продольный; 4 — шнек поперечный; 5 — сито; 6 — сепаратор; 7 — два клапана абразива с пневмоприводом; 8 — две турбины; 9 — пульт управления; 10 — контрольная электропанель

Дробеметные камеры непрерывного действия применяют в массовом и крупносерийном производстве для очистки отливок

Конвейерные дробеметные камеры в основном характеризуются количеством и параметрами дробеметных аппаратов, грузо-

94. Техническая характеристика дробеметных камер периодического действия

Параметры	Модель		
	ДК-10	372	367М
Наибольшая масса отливки, т . . . . .	3,0	5,0	30,0
Производительность, т/ч . . . . .	3,0	—	9,0
Габаритные размеры очищаемых отливок, мм	2500×1100	3000×1200	7000×3500× ×2000
Диаметр поворотного круга, мм . . . . .	2000	2500	—
Число дробеметных аппаратов . . . . .	2	3	14
Число дробеструйных аппаратов . . . . .	—	1	2
Установленная мощность электродвигателя, кВт . . . . .	37,6	63,0	250,0
Масса, т . . . . .	32,0	25,0	130,0
Объем отсасываемого воздуха, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	8000	9 200	30 000
Габариты камеры, мм:			
длина . . . . .	6530	10 000	24 200
ширина . . . . .	5700	5 400	10 500
высота общая . . . . .	9050	9 200	11 600
высота над полом . . . . .	6300	6 100	7 250

массой до 1250 кг. Серийно изготавливаемые камеры состоят из подвешенного цепного конвейера с вращающимися подвесками, дробеметной камеры, с дробеметными аппаратами и системой циркуляции и распределения дроби по дробеметным аппаратам, с оборудованием для просева и сепарации дроби. Подвесной конвейер работает в непрерывном

подъемностью подвесок конвейера и габаритом подвески с кустом навешенных отливок, который может быть пропущен входными проемами камеры.

Современные дробеметные установки оборудуют турбинами производительностью 370 кг/мин дроби, при мощности двигателя 22 кВт и частоте вращения 2250 об/мин.

Лопатки турбин изготавливают из специального сплава, срок службы лопаток до 350 ч активной работы.

Современные проходные дробетметные камеры укомплектовывают агрегатами, пере-

Станок модели МЗ-14Л — левого исполнения и модели МЗ-14П — правого исполнения с одним кругом, с рабочей скоростью 65 м/с предназначен для удаления заливок и неровностей в труднодоступных местах

95. Техническая характеристика универсального обдирочно-шлифовального оборудования

Оборудование	Размер шлифовального круга (диаметр × толщина), мм	Частота вращения шлифовального круга, об/мин	Мощность привода, кВт	Габаритные размеры станка (длина × ширина × высота), мм	Назначение станка
Обдирочно-шлифовальный двусторонний станок: ЗМ634 . . . . .	400 × 40	1420	2,8	0,9 × 0,6 × 1,2 1,3 × 0,8 × 1,4	Очистка мелких отливок (до 30 кг)
ЗМ636 . . . . .	600 × 75	955/1420	7,0		
Обдирочно-шлифовальный станок подвесной типа 3374К	400 × 40	1 910	4,5	2,6 × 0,6 × 0,7	Очистка крупных отливок
Обдирочно-шлифовальный передвижной станок с гибким валом типа 3382 . . . . .	200 × 25	2 200	2,8	0,8 × 0,6 × 0,8	
Высокочастотная заточная машина модели НТ-347 конструкции завода «Станколит» (напряжение 36 В) . . . . .	∅ 125	11 600	1,6	Длина 542	

мещающими очищаемые отливки в камере по заданной программе. Агрегат представляет собой монорельсовую тележку с четырьмя опорными катками, которая передвигается в горизонтальной плоскости и может останавливаться в заранее заданных местах на заданное время под струями дробы из турбин при вращении подвески с отливками вокруг вертикальной оси.

Оснащение дробетметных камер такими агрегатами позволяет осуществить оптимальный режим очистки каждой отливки, а также снизить расход дробы, увеличить срок службы обшивки и повысить экономичность процесса, поскольку турбины работают только во время нахождения отливки под струей дробы.

Проходные дробетметные камеры для производительности 100 подвесок в час оснащают примерно 10 агрегатами. Одну камеру оборудуют 3—6 дробетметными аппаратами.

Для зачистки отливок при индивидуальном и мелкосерийном производстве и малом масштабе производственной программы с низким уровнем механизации применяют универсальное зачистное оборудование — стационарные обдирочно-шлифовальные станки, подвесные обдирочно-шлифовальные станки и ручные шлифовальные машинки. Техническая характеристика универсального обдирочно-шлифовального оборудования приведена в табл. 95.

Отечественная промышленность производит также специальные высокопроизводительные обдирочно-шлифовальные станки с постоянной рабочей скоростью абразивных кругов, поддерживаемой с помощью вариаторов. Станок модели МЗ-11В — с двумя кругами, работающими независимо от двух электродвигателей, с рабочей окружной скоростью круга до 50 м/с.

отливки, что достигается благодаря малой (13 мм) ширине шлифовального круга. Техническая характеристика станков моделей МЗ-11В и МЗ-14Л и П приведена в табл. 96.

96. Техническая характеристика специальных станков для обдирки и зачистки литья

Параметры	МЗ-11В	МЗ-14Л и МЗ-14П
Шлифовальные круги: форма и размер	ПП600 × 100 × 305	ПП500 × 13 × 50
материал и твердость . . . . .	К48, СТ1—СТ2	СТ3
рабочая окружная скорость, м/с . . . . .	50	65
количество . . . . .	2	1
Число оборотов шпинделя шлифовального круга в минуту (бесступенчато) . . . . .	1430—2150	2480—3550
Расстояние между внутренними торцами кругов, мм . . . . .	1535	—
Высота центров шпинделей от основания станка, мм . . . . .	900	900
Количество рабочих мест (независимое) . . . . .	2	1
Количество установленных двигателей . . . . .	2	1
Мощность электродвигателей, кВт . . . . .	5,5 × 2	4
Габаритные размеры станка (длина × ширина × высота), мм . . . . .	1700 × 1490 × 1510	1200 × 1060 × 1280
Масса станка, кг . . . . .	2000	740

Производительность обдирочного станка зависит от характера и массы отливок, характеристики шлифовального круга, а также от требуемой чистоты поверхности литья. Нормальной производительностью стационарных станков считают 0,75—1,5 т литья в смену на каждый круг. Производительность

гов и загрузочного диска с прижимным устройством, которым очищаемые отливки подаются в промежуток между кругами. На загрузочном диске могут быть смонтированы 8, 12 или 16 кондукторов для отливок в зависимости от их размеров. Частота вращения диска 0,5—3 об/мин.

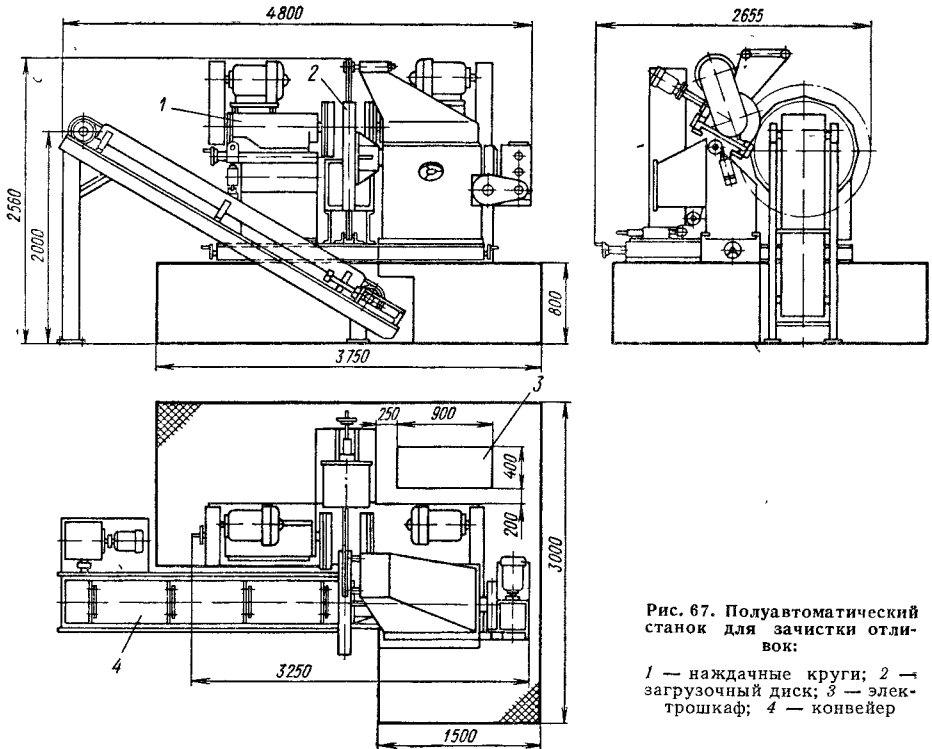


Рис. 67. Полуавтоматический станок для зачистки отливок:

1 — наждачные круги; 2 — загрузочный диск; 3 — электрошкаф; 4 — конвейер

(ориентировочная) обдирочно-шлифовальных станков подвешенного типа, приведена ниже.

Масса отливки, кг	Производительность, кг/ч
От 25 до 50 . . . . .	300—450
Св. 50 до 100 . . . . .	500—650
» 100 » 500 . . . . .	700—1000
» 500 » 2000 . . . . .	1100—1500

Учитывая значительные недостатки процесса зачистки отливок при помощи универсальных обдирочно-шлифовальных станков (низкая производительность, тяжелые условия труда и др.), при массовом и крупносерийном производстве необходимо применять механизированную и автоматизированную зачистку отливок с использованием специализированного оборудования.

Примером высокопроизводительного зачистного оборудования может служить полуавтоматический станок для зачистки отливок, показанный на рис. 67.

Станок предназначен для одновременной обработки двух противоположных плоскостей отливок и состоит из двух головок с горизонтальной осью вращения абразивных кру-

го и загрузочного диска с прижимным устройством, которым очищаемые отливки подаются в промежуток между кругами. На загрузочном диске могут быть смонтированы 8, 12 или 16 кондукторов для отливок в зависимости от их размеров. Частота вращения диска 0,5—3 об/мин.

Производительность станка при массе чугунных отливок до 12 кг способна достигать 240—2800 шт./ч. Установленная мощность 48 кВт.

При необходимости обработки трех или четырех плоскостей отливок применяют два полуавтомата, заблокированных в поточную линию (рис. 68).

Автоматизированная линия для зачистки блока цилиндров, показанных на рис. 69, имеет три позиции зачистки. Производительность линии 300 блоков в час. Длина конвейера между звездочками 8000 мм. Скорость конвейера 5—7 м/мин.

Для правки отливок и обесчки остатков питателей применяют фрикционные, гидравлические и другие прессы.

Для термической обработки чугунных и стальных отливок при единичном и мелкосерийном производстве применяют в основном камерные печи с выкатным подом (расчет площади пода печей см. выше). При установке в цехе блока одинаковых печей в целях сокращения времени на разгрузку и загрузку подовых тележек печи оборудуют трансбордерной тележкой.

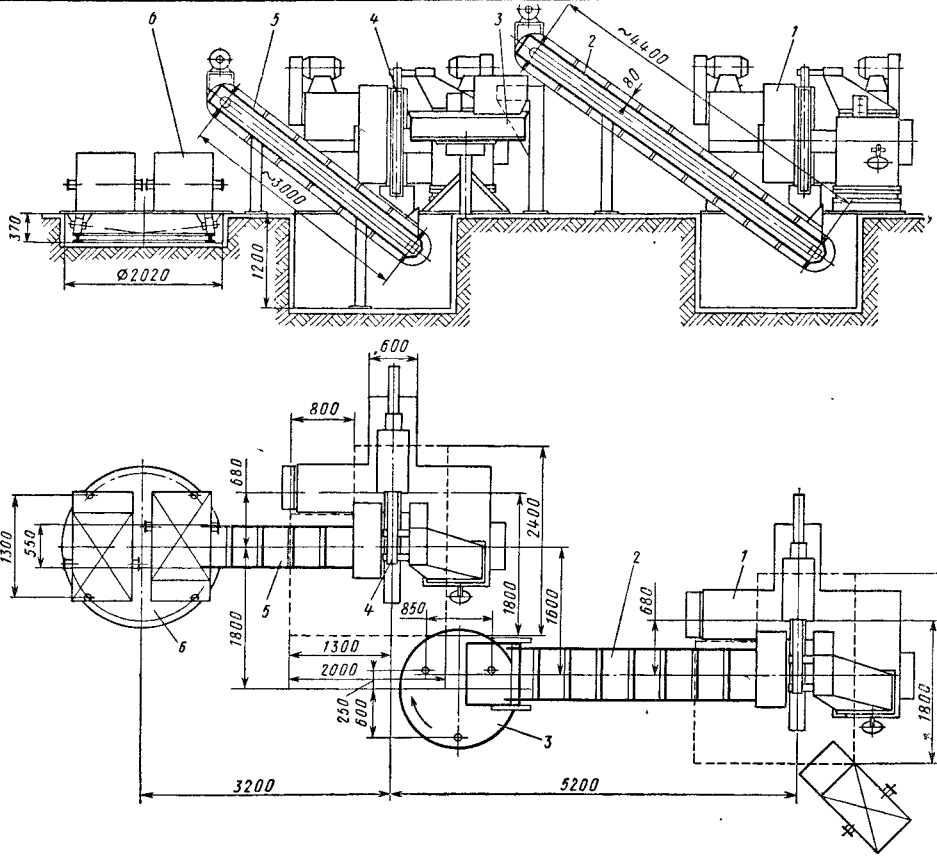


Рис. 68. Поточная линия из двух полуавтоматов:

1 — первый полуавтоматический зачистной станок; 2 — транспортер для подачи отливок ко второму станку; 3 — поворотный стол; 4 — второй полуавтоматический зачистной станок; 5 — транспортер для выдачи обработанных отливок; 6 — поворотный круг с ящиками

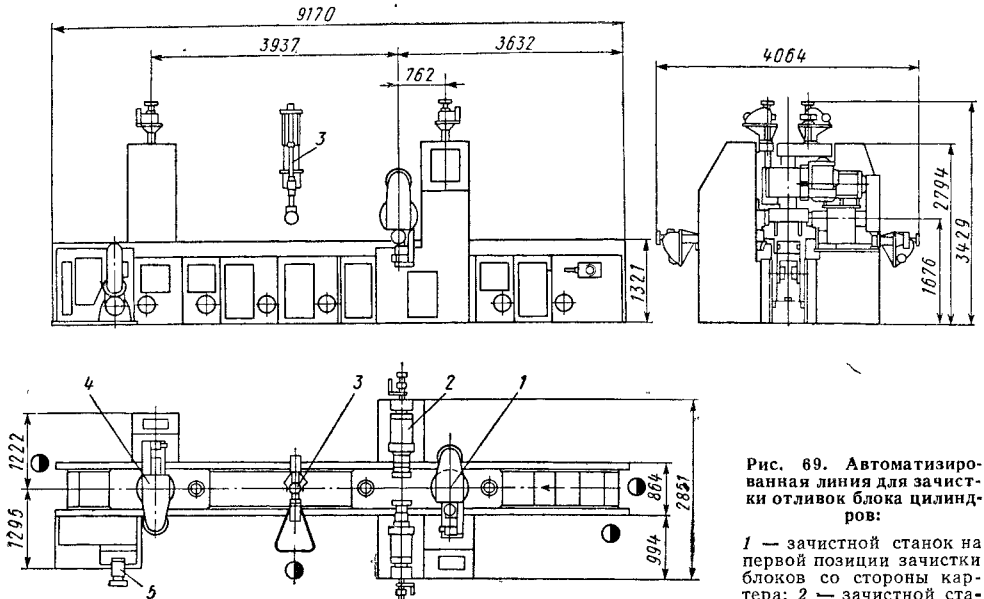


Рис. 69. Автоматизированная линия для зачистки отливок блока цилиндрической формы:

1 — зачистной станок на первой позиции зачистки блоков со стороны картера; 2 — зачистной станок на второй позиции зачистки двух торцов блоков; 3 — кантовка блоков оператором с помощью подъемника; 4 — зачистной станок на третьей позиции зачистки торцов (блоков); 5 — привод конвейера

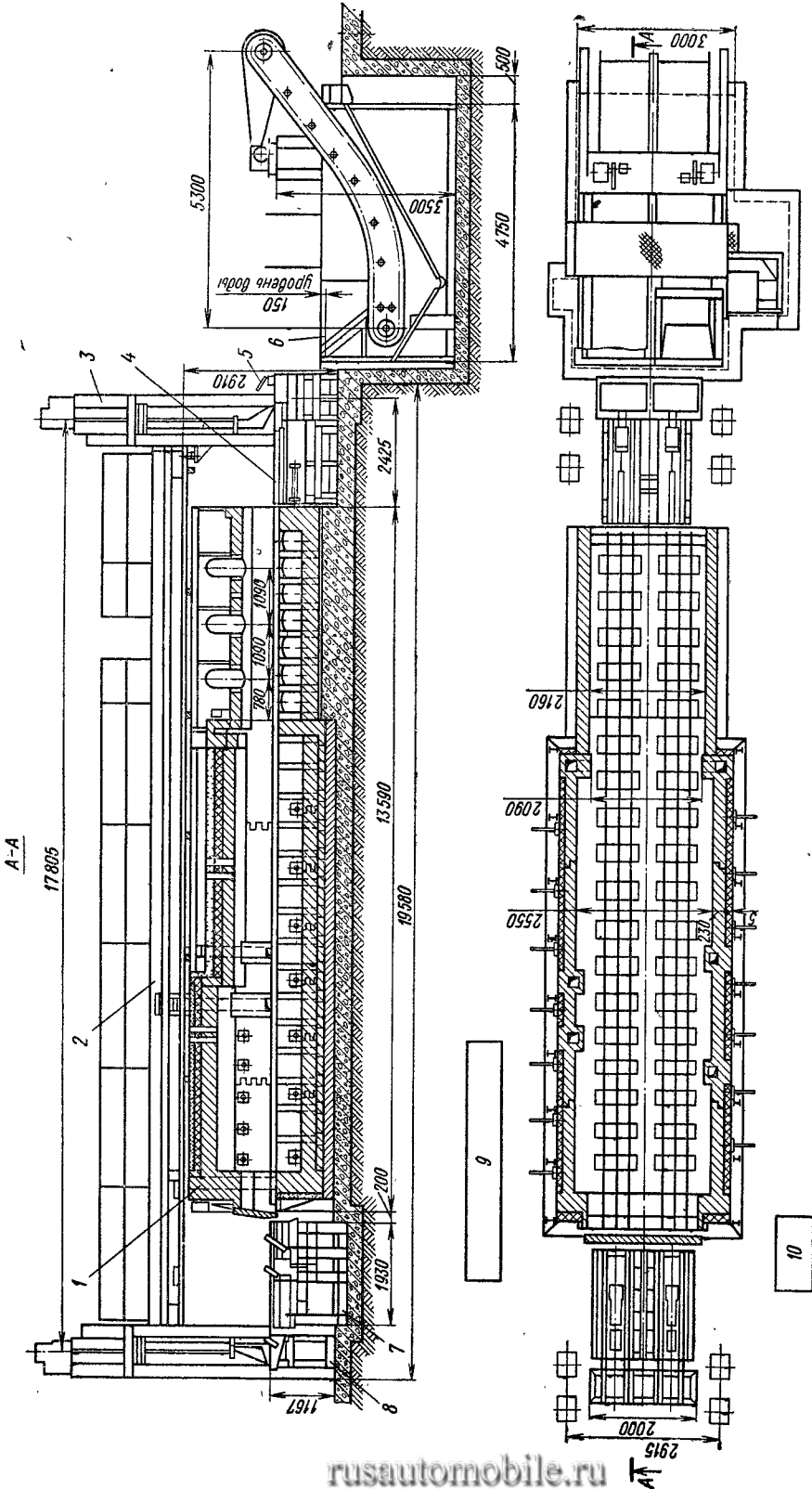


Рис. 70. Автоматизированный агрегат для нормализации отливок:

1 — печь нормализационная; 2 — линия возврата поддонов; 3 — механизм опускания и подъема поддонов; 4 — вытаскиватель; 5 — опрокидыватель; 6 — бак для охлаждения деталей; 7 — толкатель; 8 — стол загрузки; 9 — щит гидравлический; 10 — электропривод и автоматика

При серийном и массовом производстве для термообработки используют проходные печи, а также механизированные и автоматизированные агрегаты, состоящие из проходных печей с механизмами для разгрузки и возврата поддонов, для подачи отливок в закалочные или охлаждающие баки с извлечением отливок, для передачи поддонов с отливками из одной печи в другую и для выполнения других операций в зависимости от заданного режима термообработки. Примером такой конструкции является автоматический агрегат для нормализации деталей с разгрузкой на конвейер и возвратом поддонов, показанный на рис. 70.

**Техническая характеристика агрегата для нормализации деталей**

Производительность, кг/ч	4000
Рабочая температура, °C	980
Топливо	Природный газ
Теплотворная способность, ккал/м <sup>3</sup>	8100
Расход топлива, м <sup>3</sup> /ч	280
Давление газа, мм вод. ст.	3000
Габарит поддона в плане, мм	910×580
Число поддонов в печи на одной линии	23
Число линий	2
Интервал толкания, мин	12
Система регулирования температуры	Автоматическая
Система приводов механизмов	Гидравлическая
Габаритные размеры печи в плане, мм	13 690×3660
Масса агрегата, кг	144 121

Отжиг отливок на ковкий чугун производят в камерных электрических печах электродного типа и в проходных толкательных печах.

Проходная толкательная электропечь ОКБ-893 производительностью 1,0 т/ч при продолжительности цикла отжига 22 ч имеет установленную мощность 685 кВт. Габаритные размеры печи в плане 35×6 м (размер пода 16×2 м).

Специальный агрегат для отжига отливок на ферритный ковкий чугун производительностью 5,0 т/ч при продолжительности цикла отжига 21 ч состоит из двух самостоятельных проходных печей с одной общей охлаждающей камерой. Конструкция агрегата учитывает установку печей на втором этаже двухэтажного здания, с использованием первого этажа для охлаждающей камеры и устройств для загрузки и выгрузки отливок. В качестве топлива для агрегата принят природный газ с расходом 275—365 м<sup>3</sup>/ч. Потребная площадь застройки для установки одного агрегата 48×30 м.

В агрегатах применяют электрический, газовый или газо-электрический нагрев. При этом в зоне нагрева с большим расходом топлива предпочтительно применять газовые радиантные трубы, а в зоне выдержки с малым расходом тепловой энергии при необходимости регулирования температуры в узких пределах более целесообразно применять электрические нагреватели.

Агрегат подобного типа производительностью 1100 кг/ч показан на рис. 71.

На участках исправления дефектов отливок для предварительного нагрева перед заваркой и последующего отжига отливок в условиях поточного производства применяют двухрядные проходные печи. В таких печах один ряд предназначен для предварительного нагрева отливок, а второй ряд с потоком отливок в обратном направлении по отношению к потоку нагреваемых отливок — для отжига заваренных отливок. Такая схема противопотоков отливок в одной печи принята для сокращения пути подачи нагретых отливок на заварку и заваренных отливок на отжиг. Пример такой двухрядной печи показан на рис. 72.

**Техническая характеристика двухрядной печи**

Размер пода печи, мм	6000×2590
Производительность печи, кг/ч:	
нетто	1000
брутто	1300
Продолжительность нагрева под заварку, ч	1,5—2,0
Температура нагрева под заварку, °C	700
Температурный режим отжига, °C	3а 2 ч 700—170
Топливо	Природный газ
Теплотворная способность, ккал/м <sup>3</sup>	8400—8600
Расход топлива, м <sup>3</sup> /ч	60
Давление газа и горелок, кгс/см <sup>2</sup>	1,3
Габаритные размеры, мм	10 500×4000×5000
Масса, кг:	
каркаса и механизмов	17 500
кладки	35 425

**Примеры планировок**

Отделения термообработки и очистки, как правило, выгораживают от других участков литейного цеха для предотвращения проникновения пыли и шума в зоны литейного цеха с более благоприятными условиями труда. Отдельные участки отделения располагают с учетом последовательности выполняемых операций так, чтобы по возможности сократить протяженность межоперационных грузопотоков. Такое оборудование, как выбивные решетки и установки для выбивки стержней, галтовочные и дробеметные барабаны и камеры, необходимо изолировать в отдельные помещения или в индивидуальные укрытия.

В двухэтажных литейных цехах производственные участки термообработки и очистки располагают обычно на втором этаже здания. Первый этаж отводят под уборочные транспортные системы, склады литья, кладовые, трансформаторные подстанции, вентиляционное оборудование и другие вспомогательные службы.

В литейных цехах массового и крупносерийного производства организуют поточные линии очистки и зачистки отливок, которые являются продолжением поточных линий формовки, заливки и выбивки.

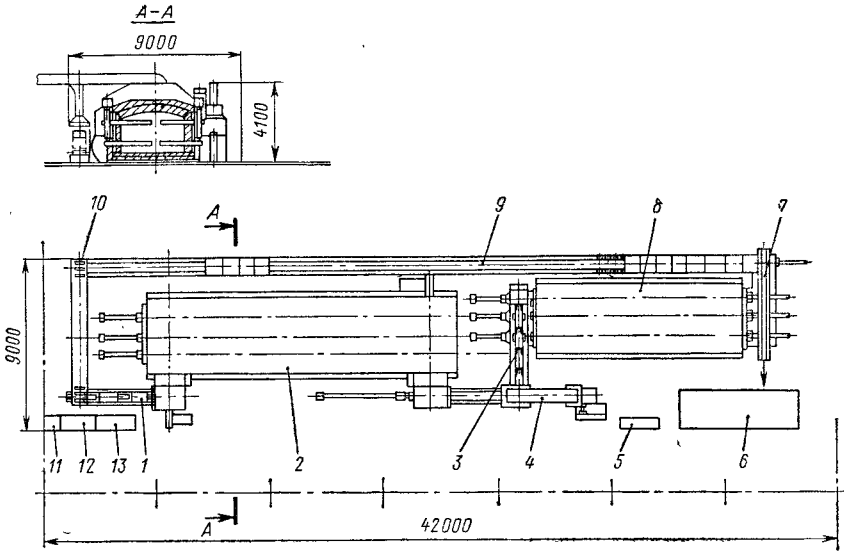


Рис. 71. Агрегат для отжига отливок на ковкий чугун:

1 — автоматический загрузчик; 2 — трехрядная четырехзонная высокотемпературная печь; 3 — поперечный конвейер; 4 — продувка воздухом; 5 — панель контакторов низкотемпературной печи; 6 — генератор азота; 7 — поперечный конвейер; 8 — трехрядная четырехзонная низкотемпературная печь; 9 — ролик с секцией взвешивания; 10 — загрузочный элеватор и неприводной ролик поддонов; 11 — панель управления; 12 — панель высокотемпературного контроля; 13 — панель контакторов

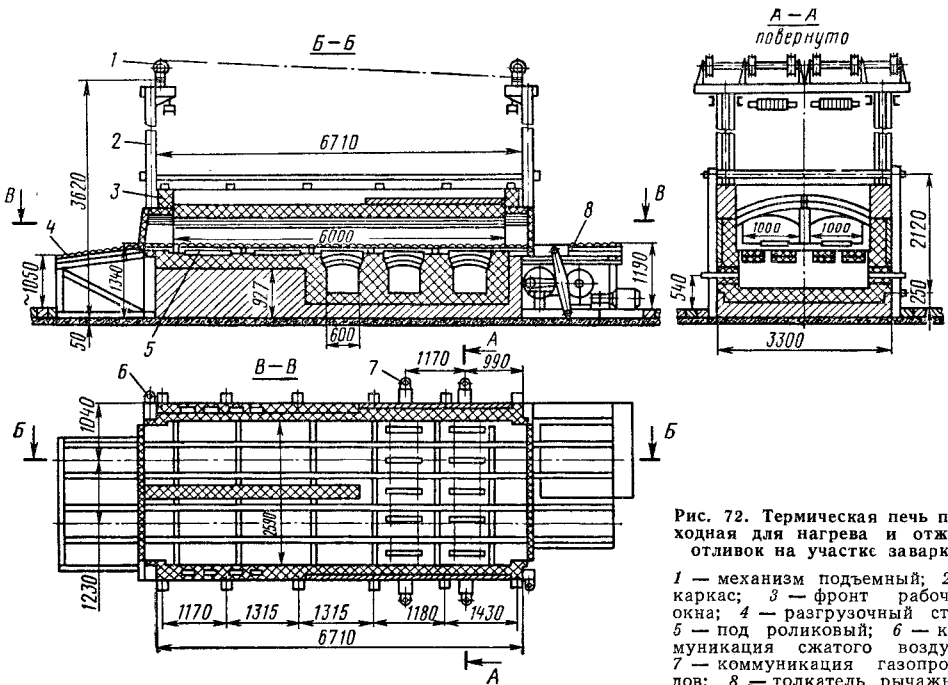


Рис. 72. Термическая печь проходная для нагрева и отжига отливок на участке заварки:

1 — механизм подъемный; 2 — каркас; 3 — фронт рабочего окна; 4 — разгрузочный стол; 5 — под роликовый; 6 — коммуникация сжатого воздуха; 7 — коммуникация газопроводов; 8 — толкатель рычажный

В случаях применения зачистных автоматов или автоматических линий, предназначенных для зачистки определенных отливок, отливаемых периодически, необходимо пре-

до 40 кг. На первом этаже здания цеха размещены охлаждаемые пластинчатые конвейеры для отливок, галтовочные барабаны непрерывного действия, ленточные конвейеры

97. Размеры пролетов и грузоподъемность подъемно-транспортных средств (стальной и чугуно фасонное литье)

Наибольшая масса отливки, т	Транспортные средства и их максимальная грузоподъемность, т				Размеры пролета, м								
	Мостовые краны		Кран-балки и электротали		Ширина пролета одноэтажного здания	Ширина пролета двухэтажного здания		Шаг колонн	Высота до уровня пола второго этажа	Высота до головки подкранового рельса от ±0,0		Высота до низа конструкций покрытия	
	для транспортирования отливок со стержнями	для транспортирования отливок без стержней	для транспортирования отливок со стержнями	для транспортирования отливок без стержней		основного пролета	пролета первого этажа			в одноэтажном здании	в двухэтажном здании от отметки пола второго этажа	в одноэтажном здании от ±0,0	в двухэтажном здании от отметки пола второго этажа
0,5	—	—	3—5	1—3	18; 24	18; 24	9; 12	6; 12	8,4	—	—	9,6; 10,8	9,6; 10,8
1	5	5	3—5	1—3	18; 24	18; 24	9; 12			8,15	8,15	10,8	10,8
2	10	10						24	12	9,65	12,65	12,6	16,2
3			15/3	10	24	12	9,65						
5	30/5	10—20/5	24	12				9,65	12,65	12,6	16,2	18,0	
10	50/10	20/5—30/5			24; 30	12	9,65						12,65
20	75/20	30/5—50/10	24; 30	12				9,65	12,65	12,6	16,2	18,0	
30	100/20	50/10—75/20			24; 30	12	9,65						12,65
50	По индивидуальным проектным решениям							24; 30	12	9,65	12,65	12,6	
>50	По индивидуальным проектным решениям				24; 30	12	9,65						12,65

дусматривать межоперационный склад отливок для обеспечения бесперебойной работы этих автоматических линий. Межоперационные склады отливок требуются также перед термическими печами и после них, в условиях работы термических печей в 3 смены или в выходные дни, при работе остальных участков в 2 смены с выходными днями.

Размеры пролетов и грузоподъемность подъемно-транспортных средств рекомендуется принимать по табл. 97, а количество кранов выбирают по табл. 98.

Можно также определять количество мостовых кранов из расчета длины участка, обслуживаемого одним краном: в обрубном отделении 20—30 м и в термическом 25—30 м.

Примеры планировки отделений термообработки и очистки литейных цехов серого чугуна, ковкого чугуна и стального литья в массовом и крупносерийном производстве показаны на рис. 73—76, а в индивидуальном и мелкосерийном — на рис. 77 и 78.

Планировка основного второго этажа отделения термообработки и очистки литейного цеха серого чугуна с годовым выпуском 75 тыс. т. дана на рис. 73. Цех рассчитан на крупносерийное производство картерных деталей, тормозных барабанов, среднего и мелкого литья с массой одной отливки

для уборки просыпаемой смеси, вентиляционные установки, трансформаторные подстанции и другие вспомогательные участки.

98. Расчет количества мостовых и консольных кранов

Группа отливок по массе, кг	Норма крано-часов на 1 т годового литья	
	Очистка, обрубка, обслуживающие оборудования	Производственные работы на термическом участке
50—250	0,80—0,95	0,20—0,30
100—500	0,70—0,85	
100—1000		0,65—0,80
500—1000	0,55—0,80	
1000—2000		—
1000—5000	—	
5000 и более		—

На рис. 74 показана планировка отделения термообработки и очистки сталелитейного цеха с годовым выпуском 95 тыс. т фасонного литья. Характер производства — крупносерийный с максимальной массой одной отливки 160 кг. Отделение размещается на



втором этаже здания литейного корпуса, с отметкой пола  $+8,4$  м. На первом этаже цеха расположены транспортные системы для охлаждения отливок и уборки просыпаемой смеси, склад готового литья, оборудованный кран-балками грузоподъемностью 2 т, и

серого и ковкого чугуна с общим годовым выпуском 70 тыс. т. Цех рассчитан на массовое производство отливок легковых автомобилей — средних, мелких и блоков цилиндров. Отделение размещено в одноэтажной части здания, примыкающей к двухэтажной

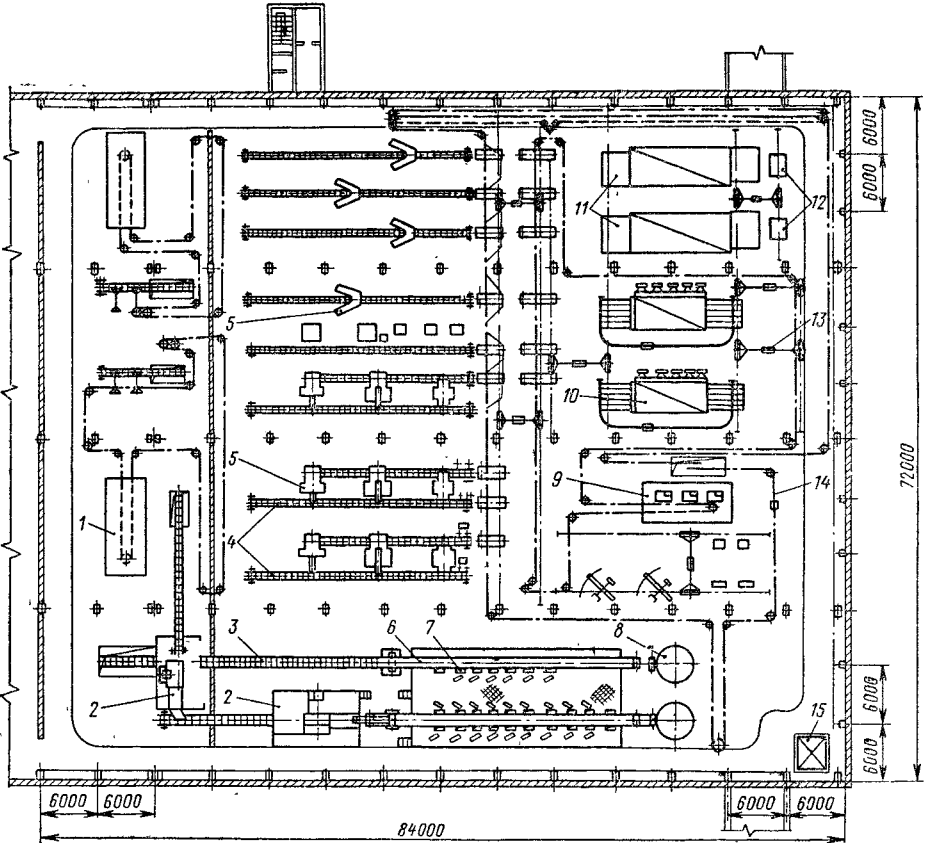


Рис. 73. План отделения термообработки и очистки литейного цеха серого чугуна мощностью 75 тыс. т в год:

1 — дробеметная камера конвейерная для первой очистки; 2 — дробеметный барабан непрерывного действия; 3 — пластинчатый конвейер; 4 — поточные линии зачистки среднего и крупного литья; 5 — зачистные полуавтоматы; 6 — поточные линии зачистки мелкого литья; 7 — зачистные станки; 8 — сортировочный стол; 9 — дробеметная камера конвейерная для вторичной очистки; 10 — термические печи проходные для искусственного старения отливок; 11 — термические печи двухрядные на участке заварки отливок; 12 — столы для заварки отливок; 13 — кран-балка; 14 — конвейер подвесной толкающего типа; 15 — грузовой лифт грузоподъемностью 5 т

некоторые вспомогательные участки отделения термообработки и очистки. Основное оборудование отделения сгруппировано в участки, которые располагаются последовательно для поточной организации очистки и термообработки отливок. Планировка аналогичного отделения литейного цеха ковкого чугуна с годовым выпуском 100 тыс. т показана на рис. 75. Отделение размещается в отдельном одноэтажном здании. Отливки из литейного цеха поступают в отделение по пластинчатым конвейерам, размещенным в межкорпусных галлерейях.

На рис. 76 дана планировка отделения термообработки и очистки литейного цеха

части здания литейного цеха. Подача отливок в отделение и их охлаждение осуществляется подвесными конвейерами. Для межоперационного транспорта наряду с подвесными и другими конвейерами широко используются автопогрузчики, в связи с чем планировкой предусмотрены широкие проезды между отдельными участками и видами оборудования. Это отделение оснащено современным высокопроизводительным оборудованием и может являться примером положительного планировочного решения.

Планировка оборудования отделения термообработки и очистки чугунолитейного цеха мощностью 18,5 тыс. т в год для отливок

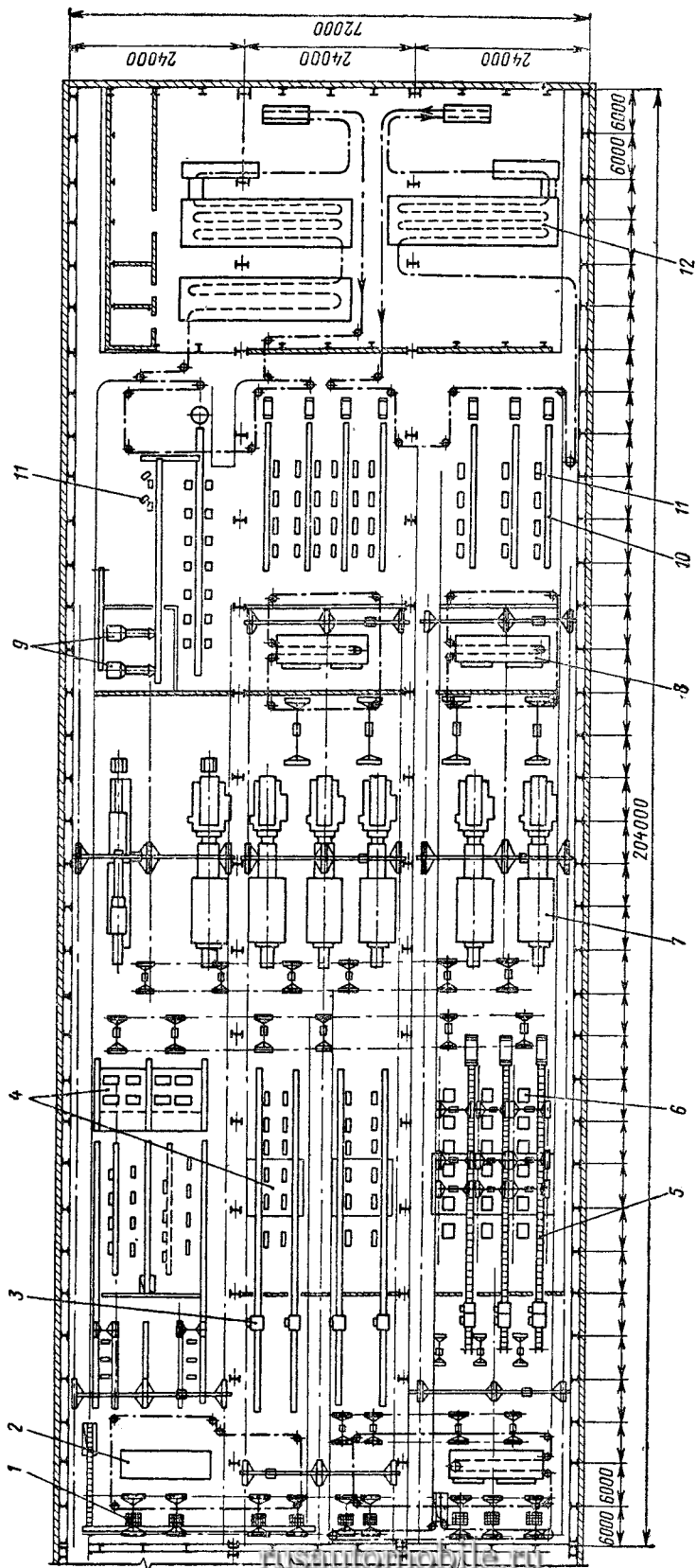


Рис. 74. План отделения термобработки и очистки сталелитейного цеха мощностью 95 тыс. т в год:

1 — решетки для выливки стержней; 2 — дробебетонные камеры конвейерные; 3 — сток для отрезки прибылей; 4 — камеры для заварки; 5 — линии первой очистки отливок; 6 — зачистные станы; 7 — агрегаты для термообработки; 8 — дробебетонные камеры конвейерные для вторичной очистки; 9 — дробебетонные барабаны непрерывного действия; 10 — линии зачистки отливок; 11 — зачистные станы; 12 — оборудование участка грунтовки отливок

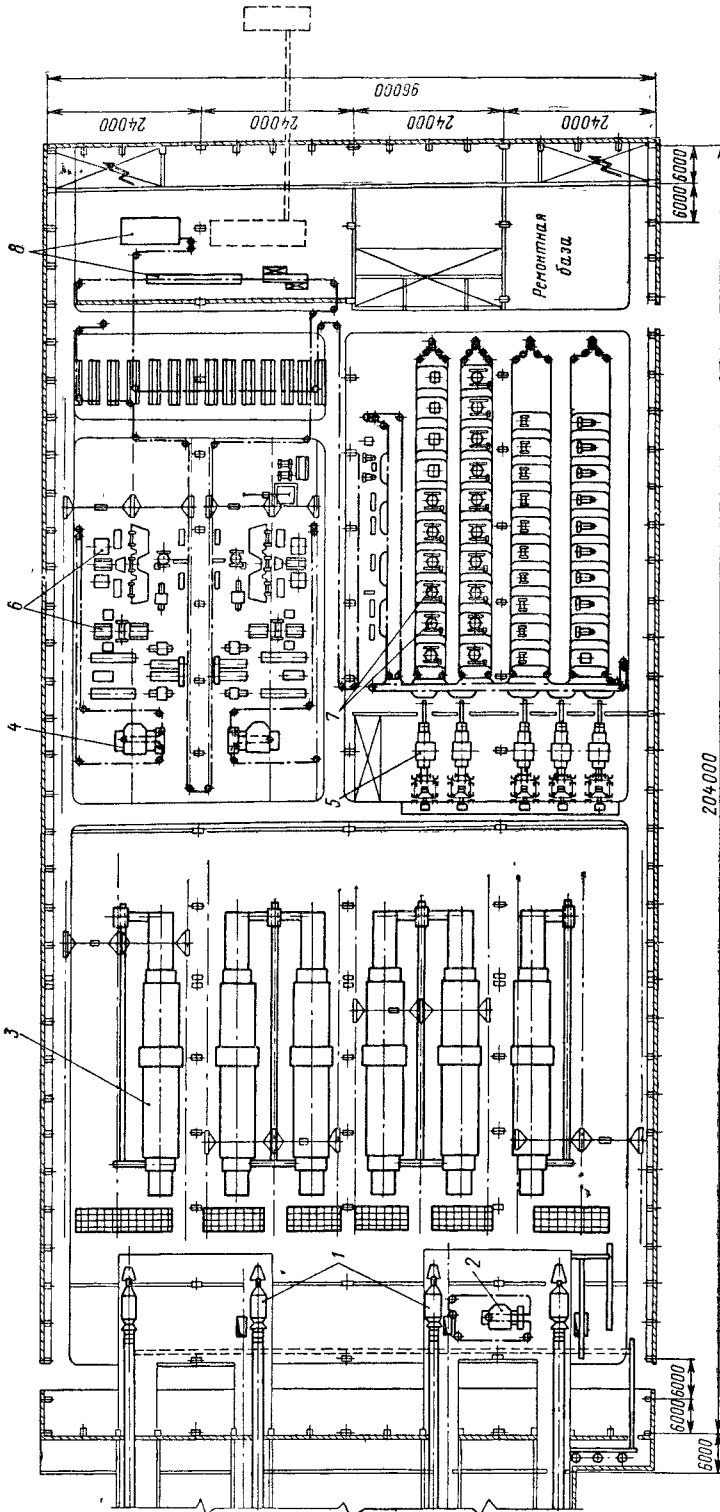


Рис. 75. План отделения термообработки и очистки цеха ковкого чугуна мощностью 100 тыс. т в год:

1 — гальваночные барабаны непрерывного действия; 2 — дробебетная камера конвейерная; 3 — агрегат для отжига отливок на ковкий чугун; 4 — дробебетная камера конвейерная для второй очистки литья; 5 — дробебетные барабаны непрерывного действия для зачистки и правки крупных отливок; 6 — оборудование для зачистки и правки средних и мелких отливок; 7 — оборудование для зачистки и правки крупных отливок; 8 — оборудование участка грунтовки отливок

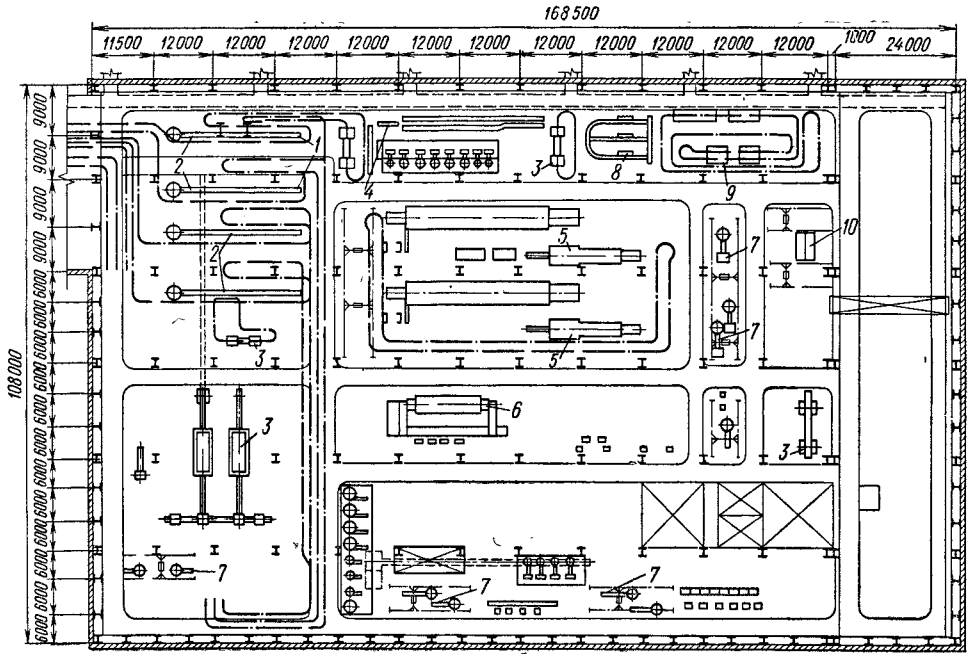


Рис. 76. План отделения термообработки и очистки литейного цеха серого и ковкого чугуна мощностью 70 тыс. т в год:

1 — выбивные решетки; 2 — пластинчатый транспортер; 3 — дробеметные установки для очистки литья; 4 — линия зачистки блоков цилиндров; 5 — агрегаты для термической обработки ковкого чугуна; 6 — печь для термообработки высокопрочного чугуна; 7 — полуавтоматические стянки для зачистки отливок; 8 — линии обработки базовых поверхностей отливок блока цилиндров; 9 — установка для грунтовки отливок; 10 — печь для нагрева отливок блока цилиндров на участке заварки

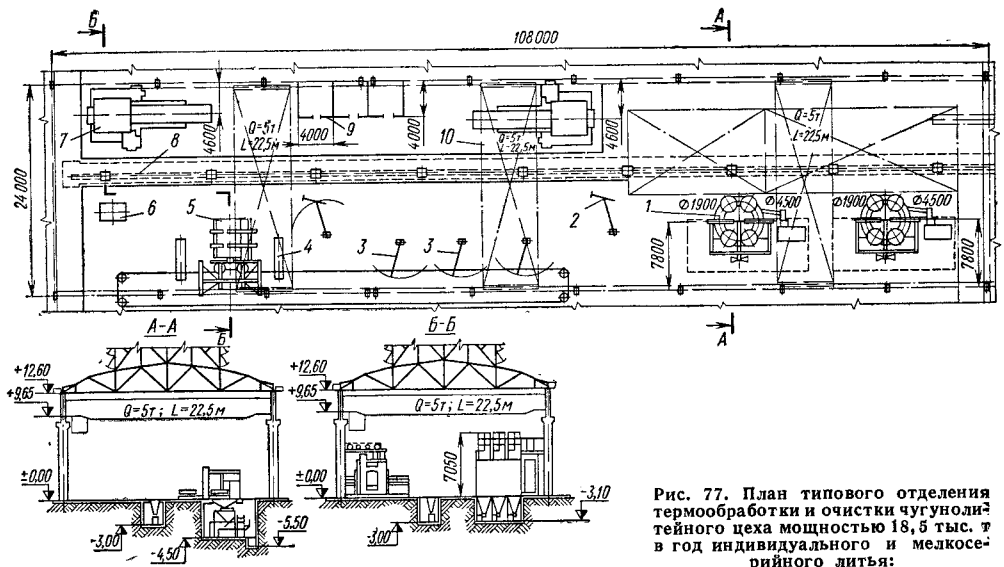


Рис. 77. План типового отделения термообработки и очистки чугунолитейного цеха мощностью 18,5 тыс. т в год индивидуального и мелкосерийного литья:

1 — роторная гидроочистная камера; 2 — обдирочно-шлифовальный станок; 3 — консольный кран; 4 — ролик с подъемным столом; 5 — дробеметная очистная камера непрерывного действия; 6 — разметочная плита; 7 — термическая печь камерная; 8 — ленточный конвейер; 9 — кабина для заварки; 10 — мостовой кран

массой 100—1000 кг в единичном и мелкосерийном производстве показана на рис. 77. По этой планировке все литье после выбивки и охлаждения поступает в отделение обрубки и очистки на пластинчатом конвейере

На рис. 78 дана планировка типового отделения термообработки и очистки для сталелитейного цеха мощностью до 23 тыс. т в год для отливок массой 400—5000 кг в единичном и мелкосерийном производстве. По

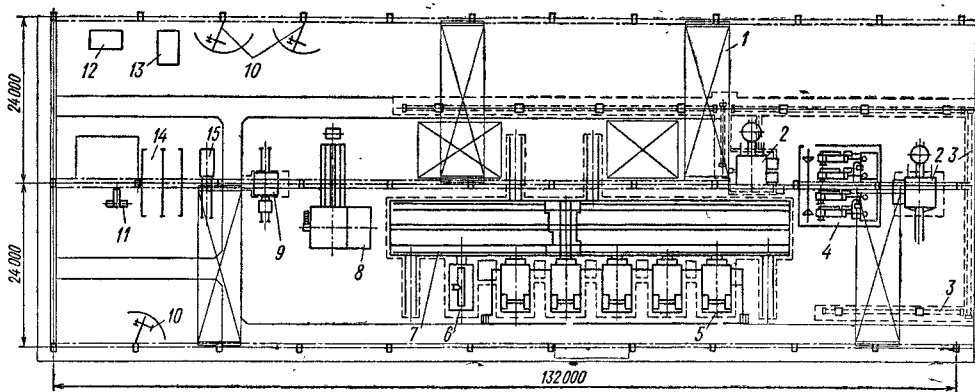


Рис. 78. План типового отделения термообработки сталелитейного цеха мощностью 23 тыс. т в год индивидуального и мелкосерийного литья:

1 — край мостовой; 2 — гидроочистная камера; 3 — конвейеры ленточные; 4 — насосы высокого давления; 5 — печь термическая камерная; 6 — камера охлаждения; 7 — трансбордерные пути с тележкой; 8 — дробебетная камера; 9 — дробебетная камера проходная; 10 — подвесной обдирочно-шлифовальный станок; 11 — пресс гидравлический; 12 — плита контрольная; 13 — плита правильная; 14 — кабина для сварки; 15 — тележка

или подается мостовым краном и разгружается на площади склада неочищенных отливок или непосредственно на поворотные столы роторных гидроочистных камер. Далее литье подается последовательно на обрубку, зачистку и вторичную очистку в дробебетной очистной камере с подвесным конвейером. В отделении имеются участок заварки отливок и камерные термические печи с выкатным подом.

этой планировке все литье проходит первичную очистку в гидроочистных камерах. После этого поступает на участки отрезки литников и прибылей и комплектуется по садкам, затем проходит термообработку в камерных печах и вторичную очистку в дробебетно-дробеструйных камерах. После вторичной очистки литье поступает на рабочие места обрубки и зачистки, а затем на контроль и исправление дефектов.

Целесообразность выбора технологических процессов для изготовления отливок специальными способами литья (по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, в металлические формы — центробежное и кокильное, под давлением и др.) в проектируемых цехах определяется специфическими требованиями, предъявляемыми к отливке техническими условиями на деталь, технологическим процессом последующей обработки отливки; самым же главным фактором выбора оптимального технологического процесса служат отличительные показатели самого технологического процесса, которые указаны в изложенных в этой главе правилах проектирования цехов и участков по каждому в отдельности специальному технологическому процессу производства отливок. Помимо этих правил для решения вопроса выбора оптимальной номенклатуры отливок и оптимального технологического процесса для проектируемого цеха специальных способов литья производят технико-экономический анализ по принятой Государственным комитетом Совета Министров СССР по науке и технике методике расчета технико-экономической эффективности.

При этом учитывают характерные технологические особенности каждого специального способа. В случае перевода изготовления заготовок на литье взамен горячей штамповки, сварки и изготовления машиностроительных деталей из проката необходимо сравнивать технико-экономические показатели изготовления деталей, а не отливок. Первостепенное значение имеют такие факторы, как экономия производственных площадей, повышение производительности труда, снижение себестоимости и повышение качества продукции по всему технологическому циклу изготовления деталей, включая и механическую обработку заготовок.

Для обеспечения выбора одного из специальных методов изготовления отливок предварительно разрабатывают пооперационные ведомости технологического процесса, а для выбора оптимального процесса плавки и производительности плавильных печей по определенному оптимальному специальному методу изготовления заготовок заданной номенклатуры машиностроительных деталей

составляют график раздачи металла. Составление оптимального графика раздачи (потребления) металла особенно важно для стальных и алюминиевых сплавов.

Основой расчета производственной мощности цеха должно быть формовочное отделение, а для литья в металлические формы — машины литья под давлением, кокильные и центробежные. Мощности и режимы работы цехов специальных способов литья, равно как расчеты площадей, рабочей силы и других показателей, принимают в соответствии с общими положениями, изложенными в гл. 1 и 7, остальные отделения должны обеспечивать производственные возможности с учетом перспективы дальнейшего расширения формовочного отделения или интенсификации процессов формообразования.

## ЦЕХИ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

### Область применения

Учитывая сложность изготовления отливок по выплавляемым моделям, считают целесообразным применять данный способ для следующих категорий отливок:

очень сложных по геометрии, получение которых другими способами связано с большими затратами труда и времени на механическую обработку;

менее сложных, но отливаемых из дорогостоящих сплавов, получение которых другими способами связано с повышенными отходами металла в виде стружки при механической обработке;

из труднообрабатываемых сплавов; тонкостенных, с толщиной тела 0,5—1,0 мм, получение которых возможно лишь при заливке металла в горячие формы.

На литье по выплавляемым моделям переводят, как правило, мелкие сложные детали массой до 1,5 кг. Отливки получают с точностью размеров в среднем 4—5-го классов и шероховатостью поверхности 5—7-го классов.



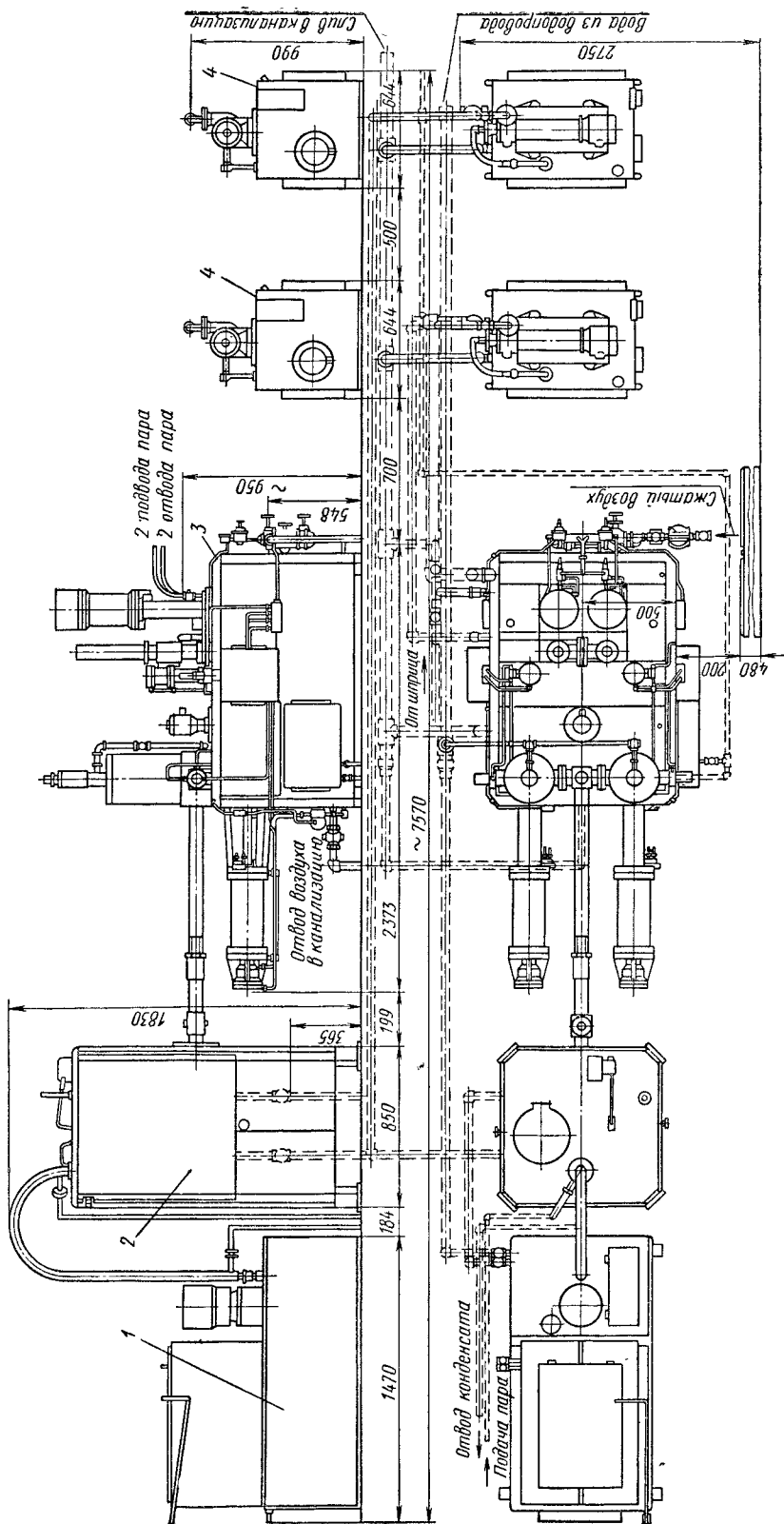


Рис. 1. Установка для приготовления модельного состава мод. 651:

1 — плавильный бак; 2 — бак емкостный; 3 — бак емкостный; 4 — насосно-нагревательные станции



- 1,1 — коэффициент, учитывающий брак и поломки моделей;  
 1,2 — коэффициент запаса;  
 $\eta_M$  — коэффициент использования машин и автоматов для производства моделей или звеньев;  
 $O_M$  — плотность модельного состава.

Величину  $M_c$  определяют отдельно для каждого сорта модельных составов и для каждой группы марок металла, требующей особого модельного состава.

Приготовление модельных составов заключается в регенерации возврата, расплавлении

Рассчитанное количество оборудования  $N_{MP}$  округляют до ближайшего целого числа  $N_M$ . Коэффициент использования оборудования

$\eta_M = 100 \frac{N_{MP}}{N_M}$  должен быть не более 80% и менее 70%.

### Изготовление моделей, звеньев и блоков

Процесс изготовления моделей в пресс-формах состоит из подготовки пресс-формы, введения в ее полость модельного состава,

3. Машины для приготовления модельного состава и изготовления модельных звеньев (моделей)

Наименование	Модель (номер)	Производительность		Наибольшие размеры пресс-формы, мм	Усилие запыра-ния, тс	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, т
		модельного состава, л/ч	моделей (запрессовок), шт./ч					
Установка для приготовления модельного состава . . . . .	651	60	—	—	—	41	7570 × 2800 × 1830	3,1
То же . . . . .	652	250	—	—	—	138,6	23 500 × 5562 × × 2168	18,0
Автоматическая машина для изготовления модельных звеньев . .	653	—	250	240 × 240 × × 240	1,0	1,65	3682 × 2200 × 1410	2,5
Карусельная машина для изготовления моделей и модельных звеньев . . . . .	654	—	250	—	—	1,65	3040 × 3017 × 1130	2,0
Стенд для отладки пресс-форм . . . . .	655	—	20—40	240 × 240 × × 240	1,0	—	1150 × 800 × 1300	0,3

Примечание. Машины изготавливает завод им. С. М. Кирова в г. Тирасполе.

свежих материалов и смешении их с регенерированным возвратом, фильтровании полученных расплавов и охлаждении их до минимально допустимой температуры (порядка 50° С), при которой состав находится в приемлемом подвижном состоянии. Подготовка модельного состава к запрессовке в пресс-формы заключается в дополнительном охлаждении до температур, указанных в табл. 2.

Для приготовления модельных составов рекомендуются установки мод. 651 (рис. 1). Технические характеристики установок приведены в табл. 3.

Потребность в оборудовании определяют по формуле (по каждой модели)

$$N_{MP} = \frac{M_c}{P\Phi},$$

где  $M_c$  — годовая потребность в модельном составе;

$P$  — часовая производительность оборудования;

$\Phi$  — годовой фонд рабочего времени оборудования.

выдержки модели до затвердевания, разборки пресс-формы и извлечения модели, а также охлаждения моделей до температуры производственного помещения.

Пользуются одним из следующих способов заполнения пресс-форм модельным составом: свободной заливкой расплавленной массы; запрессовкой под высоким давлением подогретого до состояния размягчения порошка или крупки модельного состава.

В отдельных исключительных случаях модели можно изготовить обработкой резанием. Обычно проектируют способ запрессовки.

Для изготовления моделей применяют: ручные шприцы для индивидуального производства. В практике установились следующие предельные размеры ручных шприцев: диаметр поршня 25—50 мм, длина рабочей части цилиндра 100—250 мм, диаметр выпускного отверстия шприца 2—6 мм. Перед началом работы корпус и поршень шприца подогревают до 40—50° С, в дальнейшем поддерживают эту же температуру;

при более высокой производительности применяют обычно шприцы пистолетного

типа, пресс-формы при этом устанавливают на стационарном или вращающемся столе; карусельные машины мод. 654 для изготовления модельных звеньев в мелкосерийном и серийном производствах (рис. 2). Техническую характеристику машин см. в табл. 3;

цели модельные звенья нанизывают на стойки и укрепляют на нем.

Собранные модельные блоки выдерживают до нанесения огнеупорного покрытия в течение 1—2 ч в цехах малой мощности в шкафах, на этажерках, а в мощных цехах — на конвейере.

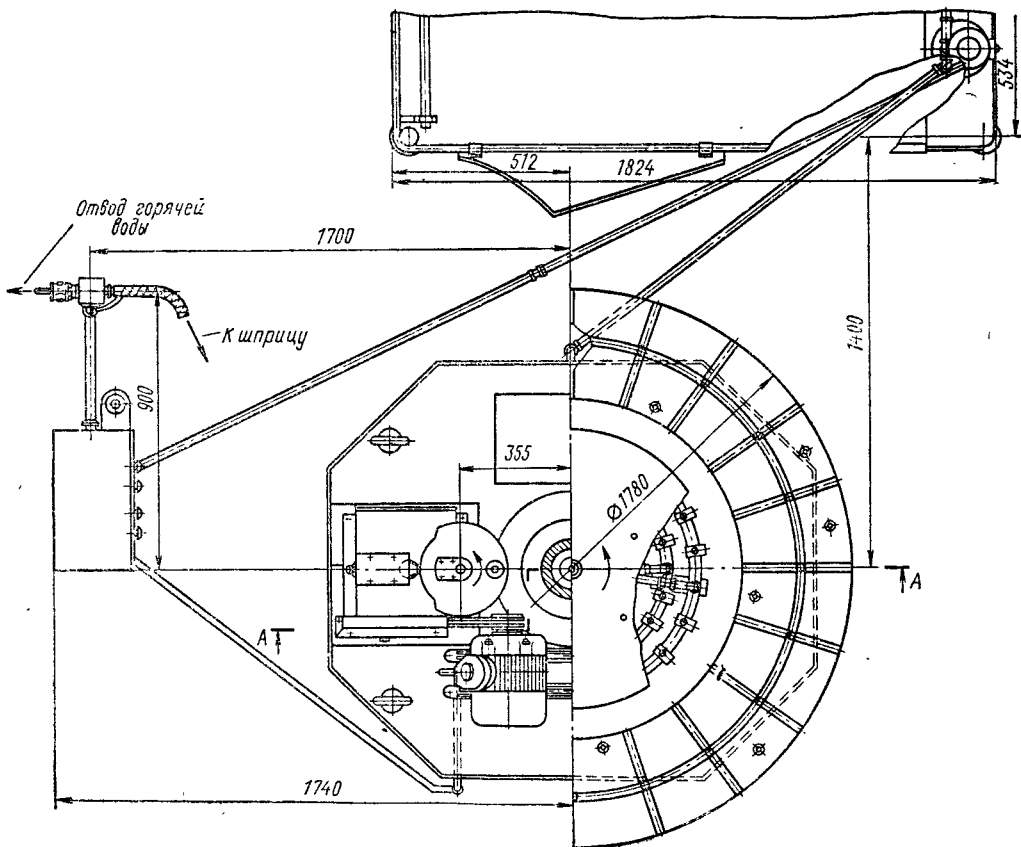


Рис. 2. Карусельная машина мод. 654 для изготовления моделей и модельных звеньев (план)

автоматические машины для изготовления модельных звеньев мод. 653 (рис. 3);

установки для изготовления карбамидных стержней.

Модели и звенья охлаждают проточной водопроводной водой ( $5-10^{\circ}\text{C}$ ) в резервуаре (водяном конвейере), рассчитанном на 0,5—1-часовой запас моделей.

Для зачистки моделей от заусенцев применяют приспособления и ручной инструмент, специальные ножи, металлические скальпели, шланги для обдува сжатым воздухом, марлю и мягкую материю для удаления с поверхности моделей прилипших частиц модельного состава, следов смазки и влаги.

В цехах малой мощности модели в блоки собирают припайванием при помощи паяльного ножа или специальной паяльной машины. В цехах с массовым производством для этой

цели проект должен предусматривать необходимые мероприятия по технике безопасности:

в отделении приготовления модельного состава и изготовления моделей стены, потолки и внутренние конструкции помещений должны иметь поверхность, допускающую легкую очистку и мытье;

вентиляционные установки в отделениях изготовления выплавляемых моделей должны быть оборудованы устройствами для предотвращения загрязнения кожуха и лопаток вентилятора осадками паров модельного состава, рециркуляция воздуха в этих помещениях запрещается;

применение хлорированного нафталина (галовакса) для изготовления выплавляемых моделей запрещается;

приготовление модельного состава должно проводиться в специальной плавильной установке;

загрузка плавильной установки компонентами модельного состава должна быть не более  $3/4$  объема ее ванны;

в отделении приготовления модельного состава должны быть предусмотрены ящики с сухим песком и асбестовое одеяло для лик-

Потребность по видам оборудования вычисляют по формуле

$$N_{\text{мр}} = \frac{K_{\text{м}} \cdot 1,05 \cdot 1,15}{\Pi \Phi},$$

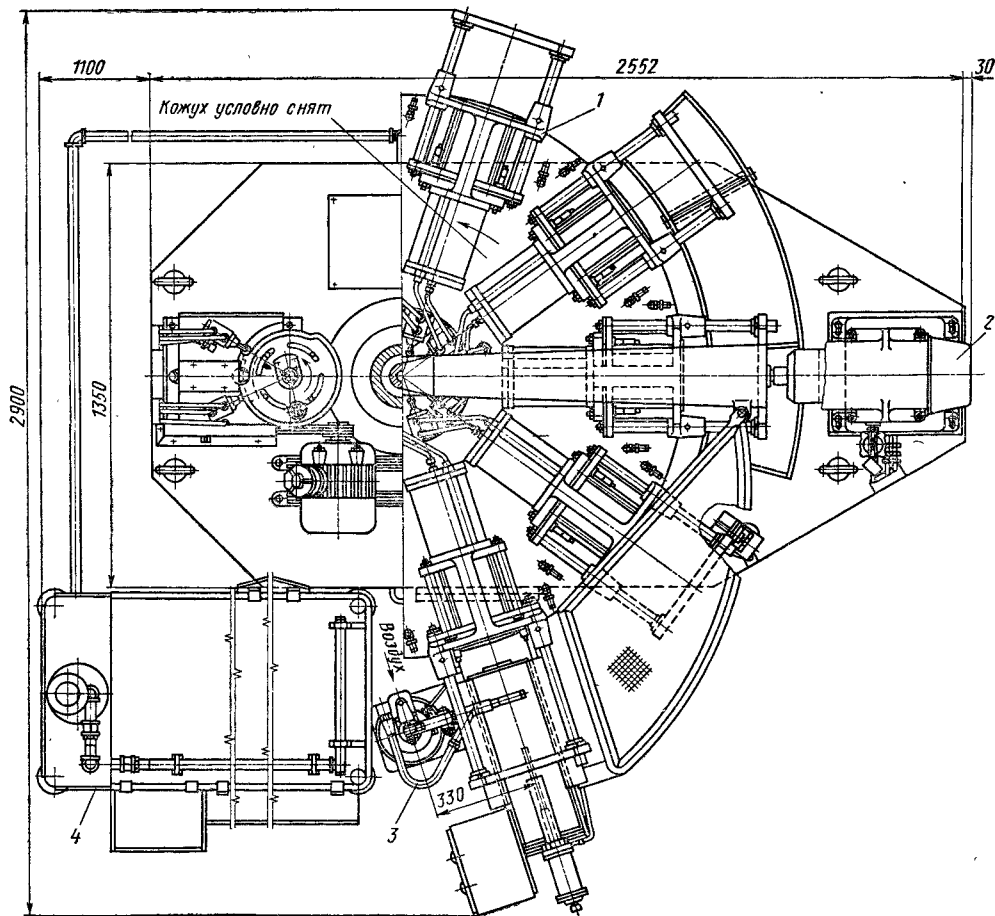


Рис. 3. Автоматическая машина мод. 653 для изготовления модельных звеньев (план):

1 — постамент для монтажа пресс-форм; 2 — шприц заполнитель модельного состава; 3 — механизм для очистки полости пресс-форм; 4 — ванна для приема моделей

видации возможного воспламенения модельного состава;

шприц для запрессовки модельного состава в пресс-формы должен быть оборудован заграждениями, защищающими рабочих от возможного разбрызгивания модельного состава;

электропаяльники или электродуговые аппараты, применяемые при пайке и ремонте моделей, должны иметь напряжение не выше 36 В;

производить сборку модельных звеньев в блоки на столах, не оборудованных местной вытяжной вентиляцией, запрещается.

где  $K_{\text{м}}$  — годовое количество моделей (или звеньев), рассчитанное по форме;

1,05 — коэффициент, учитывающий брак литья;

1,15 — коэффициент, учитывающий брак моделей и оболочек;

$\Pi$  — часовая производительность оборудования;

$\Phi$  — принятый фонд рабочего времени оборудования.

Расчетное количество оборудования доводят до ближайшего целого числа  $N_{\text{м}}$  и уточняют, вводя коэффициент использования  $\eta_{\text{м}}$ , который принимают 80—90% (см. стр. 156).

### Приготовление огнеупорных покрытий и изготовление оболочек

Обмазка для образования огнеупорного покрытия (керамической оболочки) представляет собой сметанообразную суспензию, состоящую из связующего раствора и тонкозернистого пылевидного кварца (естественного или искусственного).

Блок окунают в обмазку и получают тонкую сплошную пленку суспензии, которую немедленно обсыпают песком.

Рекомендуется предусматривать нанесение не менее трех слоев (и до пяти слоев) обмазки. Расчет ведут на четырехкратную обмазку. Каждый слой после нанесения сушат.

Различают два вида обмазки: на основе этилсиликата (для получения высококачественной поверхности) и на основе жидкого стекла.

Для получения обмазки используют материалы в соответствии с разработанным технологическим процессом изготовления керамической формы.

Количество требуемой обмазки определяют из расчета 400 кг на 1 т годного литья; состав обмазки (по массе) принимают: этилсиликата 10%, ацетона 14%, воды 1%, пылевидного кварца 75%, жидкого стекла 25%.

Требуемое годовое количество обмазки

$$M_0 = \frac{0,4B_r \cdot 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1,2}{\eta_m} \approx \frac{0,6B_r}{\eta_m},$$

где  $B_r$  — годовой выпуск годного литья, т;  
1,05 — коэффициент, учитывающий брак литья;

1,1 — коэффициент, учитывающий брак моделей;

1,2 — коэффициент, учитывающий потери обмазки и ее материалов и запас мощности;

$\eta_m$  — коэффициент использования оборудования для изготовления моделей.

Часовая потребность в обмазке

$$M_{\text{ч}} = \frac{M_0}{\Phi},$$

где  $\Phi$  — фонд рабочего времени оборудования для изготовления моделей.

Расход соляной кислоты 1,2 кг на 1 т годного литья.

Годовую и часовую потребность в кварцевом песке (для всех нужд) определяют из расчета 1 т на 1 т годного литья.

Средние показатели расхода вспомогательных материалов на 1 т отливок с учетом выхода годного литья 40—50% к залитому принимают (кг):

Этилсиликат-32 . . . . .	104
Ацетон . . . . .	62
Изопропиловый спирт . . . . .	80
Жидкое стекло . . . . .	100
Пылевидный кварц . . . . .	765
Песок люберецкий . . . . .	200
Жидкий аммиак . . . . .	30
Соляная кислота . . . . .	4,5
Серная кислота . . . . .	0,6
Модельный состав Р-2, Р-3 . . . . .	60

При выборе и расчете оборудования для изготовления обмазки учитывают следующие положения:

если нет песка, классифицированного по фракциям, отмытого от глины, то как временную меру следует предусмотреть установки для промывки песка;

для прокаливания пылевидных и сыпучих материалов, применяемых для формирования оболочковой керамической формы, предусматривают специальную вращающуюся печь непрерывного действия (температура 900—950°С, длительность прокаливания 1—3 ч);

пылевидные материалы просеивают через барабанные сита; из сетки 0,0063 или 0,005 по ГОСТ 3584—73;

для приготовления огнеупорного покрытия рекомендуется совмещенный способ, сущность которого заключается в гидролизе этилсиликата в среде составляющих обмазки, что позволяет сократить операцию предварительного приготовления гидролизованного раствора и совместить ее с приготовлением огнеупорной обмазки. Для этого в цехах малой мощности применяют установку мод. 661 (рис. 4), а в цехах большой мощности, в том числе и автоматизированных, — установки мод. 662 (рис. 5). Технические характеристики машин приведены в табл. 4.

Для изготовления керамических оболочек используют следующее оборудование.

4. Оборудование для приготовления суспензии

Наименование	Модель (номер)	Производительность, л/ч	Емкость бака, л	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, т
Установка . . . . .	661	40	75	—	3,8	1200 × 900 × 2800	0,55
Автоматический агрегат (линия)	662	120	—	5	17,3	4500 × 5300 × 2590	2,45

Примечание. Оборудование выпускает завод им. Кирова в г. Тирасполе.

Обмазку и обсыпку блоков рекомендуется выполнять на автоматах мод. 664 (рис. 6, табл. 5).

Для сушки блоков рекомендуется предусматривать конвейерные сушильные камеры по чертежам НИИТАвтопрома (рис. 7).

В сушильной камере для ускорения процесса устанавливают вентиляторы, чтобы

мешенная с транспортным конвейером установка мод. 672 (табл. 7).

НИИТАвтопром и автозавод им. Лихачева разработали полуавтоматическую установку для обмазки и обсыпки модельных блоков (рис. 9), используемую в цехах мелкосерийного и серийного производства.

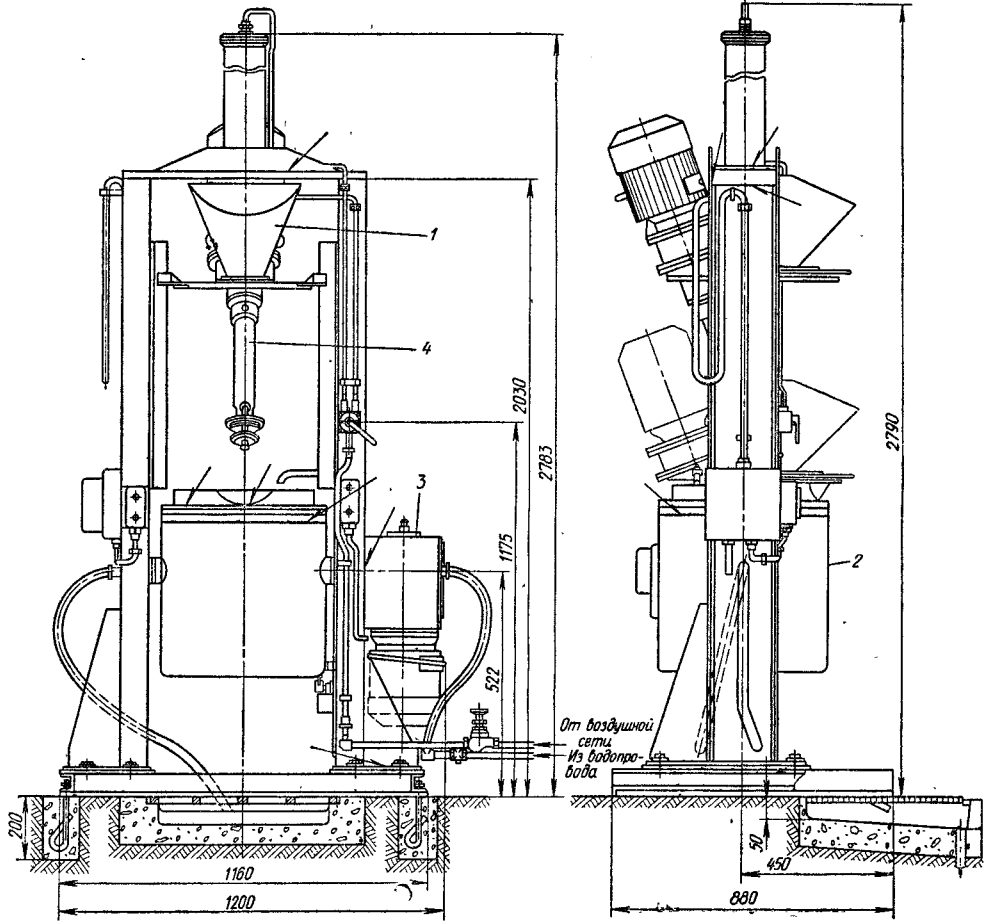


Рис. 4. Установка для приготовления огнеупорной обмазки мод. 661:

1 — бункер для засыпки пылевидного кварца; 2 — бак для суспензии; 3 — поворотный механизм бака; 4 — мешалка

обеспечить скорость движения воздуха внутри камеры 0,33 м/с.

При воздушно-аммиачной сушке применяют камеры специальной конструкции. Рекомендуются камеры непрерывного действия мод. 682А, разработанные НИИТАвтопромом (см. табл. 5 и 6).

Легкоплавкие модели выплавляют горячей водой на установках мод. 671 (рис. 8, табл. 7).

При создании мощных цехов литья по выплавляемым моделям рекомендуется сов-

На установке выполняются следующие технологические операции: транспортирование модельно-керамического блока, нанесение огнеупорной суспензии на поверхность моделей, обсыпка нанесенного слоя суспензии песком или другим сыпучим материалом, зачистка торца литниковой чаши от излишков огнеупорного покрытия, дозирование огнеупорной суспензии в бак окунания по мере ее расхода, хранение огнеупорной суспензии в количестве, необходимом для бесперебойной работы, а также поддержание

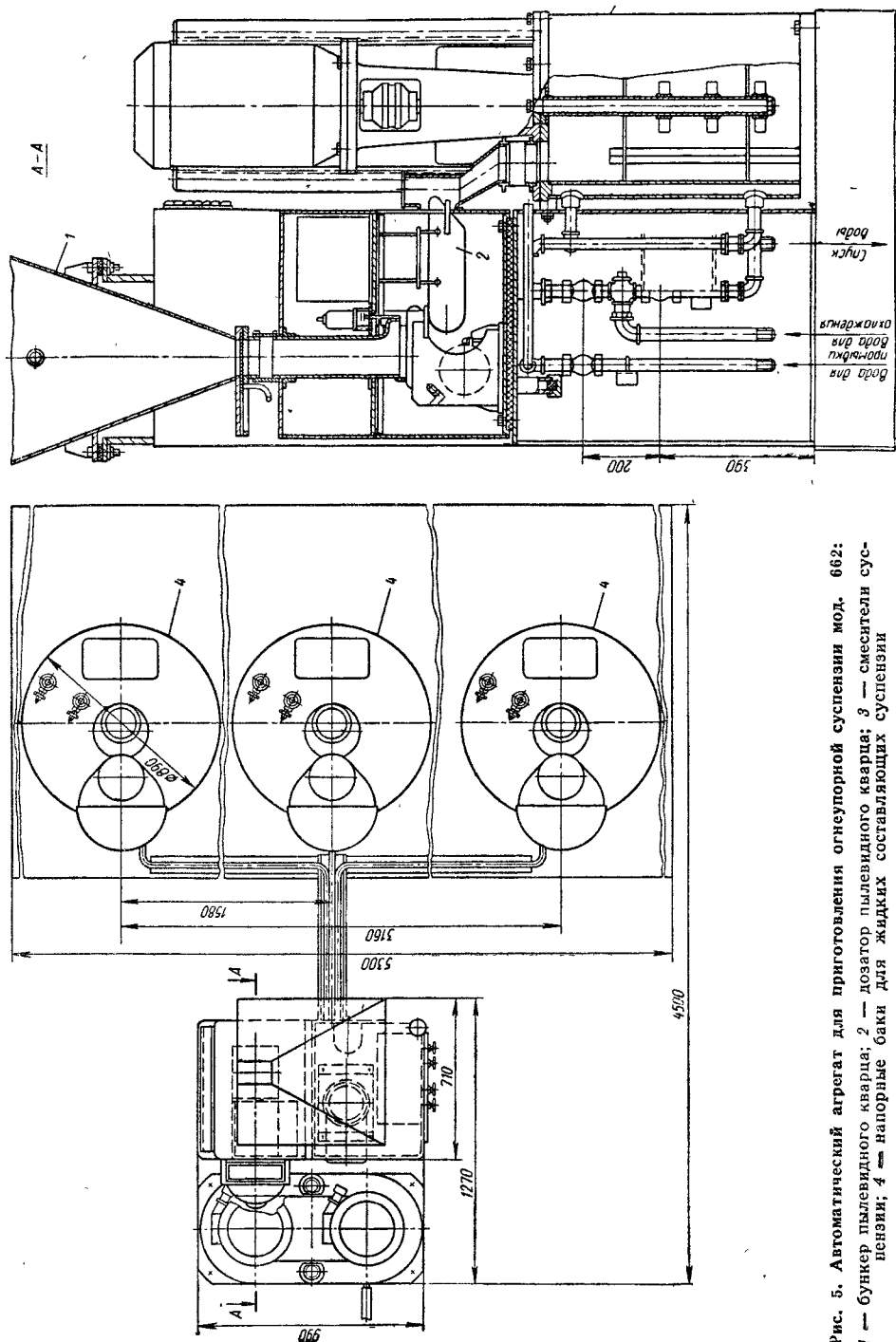


Рис. 5. Автоматический агрегат для приготовления огнеупорной суспензии мод. 662:  
 1 — бункер пылевидного кварца; 2 — дозатор пылевидного кварца; 3 — смесители суспензии; 4 — напорные баки для жидких составляющих суспензии

заданных свойств суспензии по вязкости и температуре. Эти операции выполняются автоматически. После нанесения покрытия блоки вручную навешивают на конвейер и снимают с него.

Габаритные размеры полуавтоматической установки 3350×2250×2300 мм, шаг между подвесками 480 мм, скорость движения конвейера 1,57 м/мин, производительность 196 блоков/ч, обслуживает установку один человек. Максимальные размеры модельного блока: высота 400 мм, условный диаметр 250 мм.

Необходимое количество оборудования для изготовления керамических оболочек рассчитывают по формуле

$$N_{\text{мр}} = \frac{K_0 \cdot 1,05 \cdot 1,07}{\eta_{\text{м}} \Phi \Pi},$$

где  $K_0$  — количество оболочек, требующихся к изготовлению, оно равно сумме, указанной в форме 1;

$\eta_{\text{м}} = 0,7 \div 0,9$  — коэффициент использования оборудования для изготовления звеньев (см. стр. 156);

1,05 — коэффициент, учитывающий брак отливок;

1,07 — коэффициент, учитывающий брак керамических оболочек;

$\Phi$  — годовой фонд времени;

$\Pi$  — производительность оборудования.

Полученное по формуле количество оборудования доводят до ближайшего целого числа.

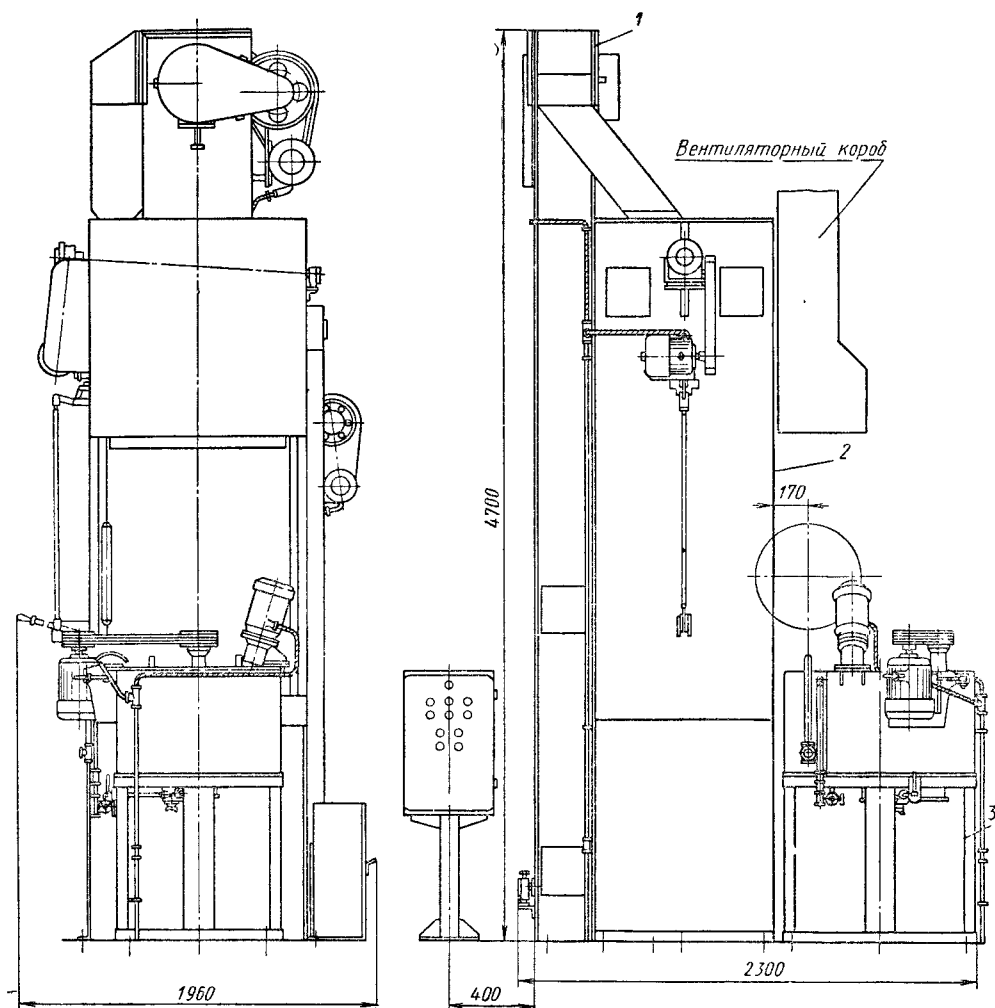


Рис. 6. Автоматический агрегат обмазки и обсыпки блоков мод. 664:

1 — элеватор; 2 — камера гравитационной подачи песка на проходящий модельный блок; 3 — ванна окунающая

## 5. Оборудование для нанесения огнеупорной суспензии и сушки нанесенных слоев

Наименование	Модель (номер)	Производительность, блоков/ч	Наибольшие габаритные размеры блоков, мм	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, т
Агрегат для нанесения на модельный блок огнеупорной суспензии . . . . .	—	196 * <sup>1</sup>	∅ 250×400	—	3350×2250×2300	—
Автоматическая линия нанесения на модельный блок огнеупорной суспензии с конвейером сушки и камерой воздушно-аммиачной сушки . . . . .	664 * <sup>5</sup> , 682A * <sup>5b</sup> , 696A * <sup>5c</sup>	180 * <sup>2</sup>	∅ 250×500	15,8	18 500×13 300×6000	5,50
Агрегат хранения и транспортировки огнеупорной суспензии * <sup>3</sup> . . . . .	666 * <sup>4</sup>	—	—	3,3	5500×1000×1000	1,06
Конвейер для транспортировки стояков . . . . .	697A * <sup>5</sup>	180	∅ 250×500	1,8	200 * <sup>4</sup>	5,8

\*<sup>1</sup> При нанесении одного слоя.  
\*<sup>2</sup> При одновременном нанесении нескольких слоев.  
\*<sup>3</sup> Емкость 750 л.  
\*<sup>4</sup> Длина цепи, м.  
\*<sup>5</sup> Оборудование изготовляет завод им. С. М. Кирова в г. Тирасполе.

## 6. Оборудование для сушки блоков, транспортировки стояков, финишной обработки отливок

Наименование	Модель (номер)	Производительность, блоков/ч	Наибольшие размеры блоков, мм	Скорость движения конвейера, м/мин	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, т
Камера для аммиачно-воздушной сушки . . . . .	682A	180	∅ 250×500	—	9,6	18 500×13 300×6000	11,3
Конвейер модельно-керамических блоков	696A	180	∅ 250×500	1,8	4,5	18 600×12 750×5000	40,0
Конвейер для транспортировки стояков	697A	180	∅ 250×500	1,8	—	200 * <sup>1</sup>	—
Полуавтомат для отделения керамики и отливков . . . . .	693	20—45	∅ 250×500	3,0	23,5	4500×4200×1700	6,0
Пресс гидравлический для отделения отливок от литьевых . . . . .	694	120	∅ 250×400	25 * <sup>1</sup>	10,0	1700×900×2700	2,6
Установка для выщелачивания остатков керамики . . . . .	695	160	—	36	0,6	5180×1980×2500	6,12
То же . . . . .	6A95	320	—	—	1,1	6650×3150×4300	—

\*<sup>1</sup> Длина цепи, м.  
Примечание. Оборудование изготовляет завод им. С. М. Кирова в г. Тирасполе.

## 7. Оборудование для выплавки модельного состава

Наименование	Модель (номер)	Производительность, блоков/ч	Наибольшие размеры блоков, мм	Расход пара, кг/ч	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, т
Автоматический агрегат для выплавки модельного состава . . . . .	672	180	∅ 250×500	50	45	16 500×1500×1300	7
Ванна для выплавки модельного состава . . . . .	671	250	∅ 250×400	32	0,6	1700×1650×3200	1,05

Примечание. Оборудование выпускает завод им. С. М. Кирова в г. Тирасполе.



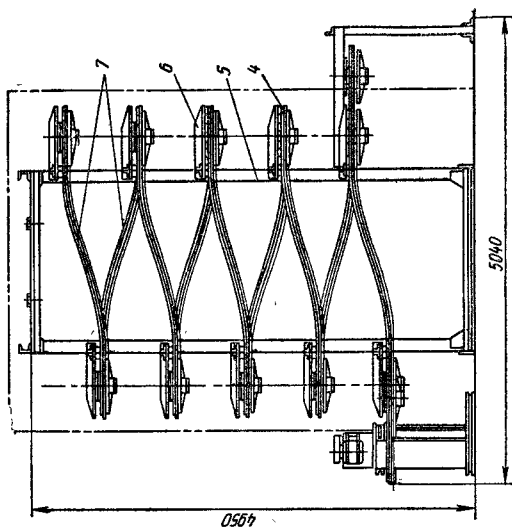
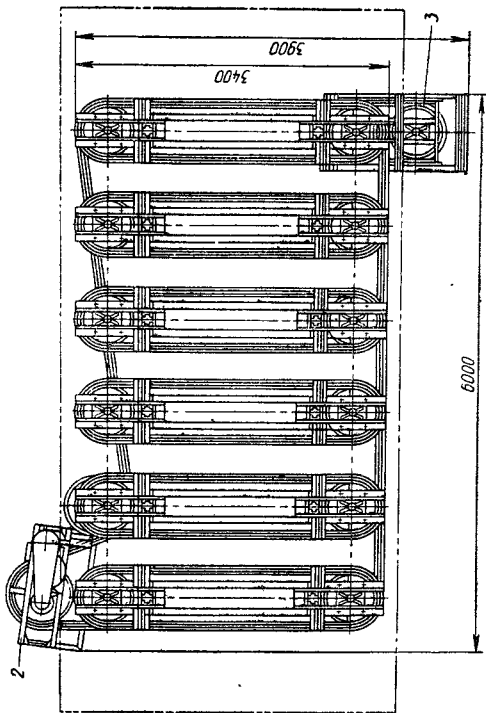
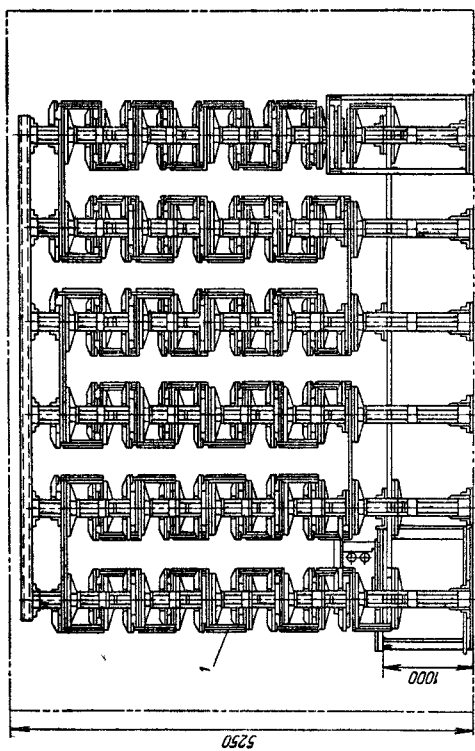


Рис. 7. Сушильная камера для условий мелкосерийного и серийного производства:

1 — цепной конвейер с подвесками; 2 — приводная станция; 3 — натяжная станция; 4 — поворотный блок; 5 — стойка; 6 — выносные кронштейны; 7 — направляющие рельсы



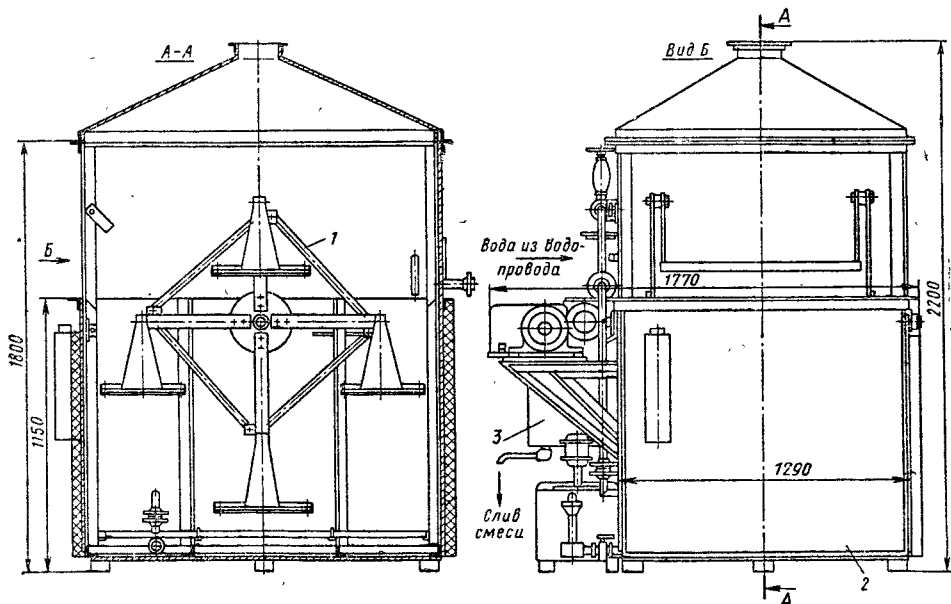


Рис. 8. Установка для выплавки легкоплавких моделей горячей водой мод. 671:

1 — барабанное устройство для транспортирования керамических блоков; 2 — ванна горячей воды, 3 — разделитель смеси

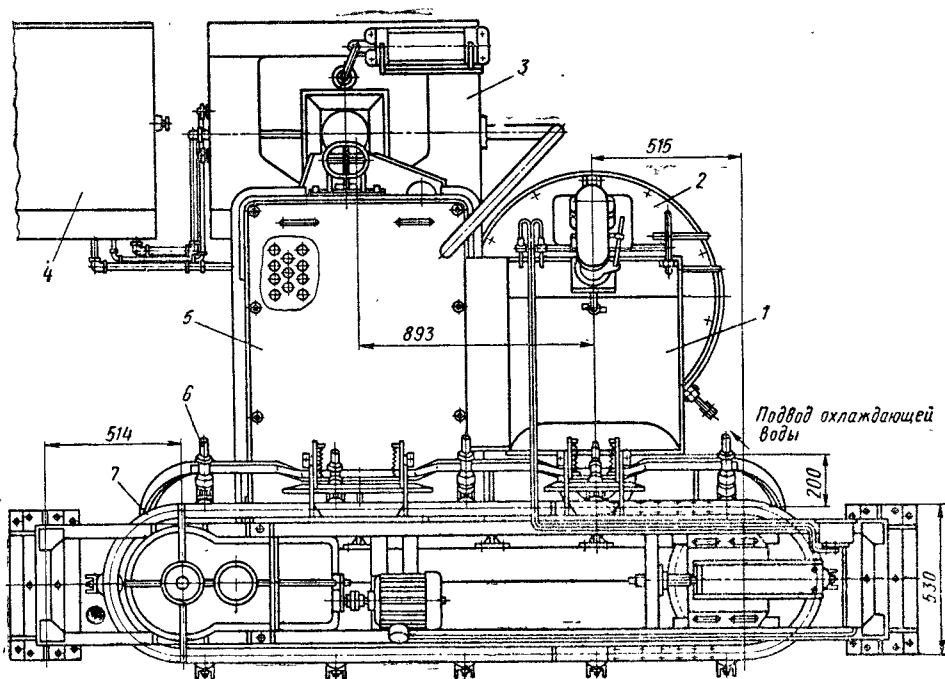


Рис. 9. Полуавтоматическая установка НИИТАвтомпрома и ЗИЛа для обмазки и обсыпки модельных блоков:

1 — бак для нанесения огнеупорной суспензии; 2 — бак для хранения и дозирования огнеупорной суспензии; 3 — емкости для очистки песка от скрапа; 4 — пульт управления; 5 — ванны для обсыпки модельных блоков после нанесения слоя огнеупорной обмазки; 6 — подвески конвейера для крепления металлических стоек с модельными блоками; 7 — конвейер

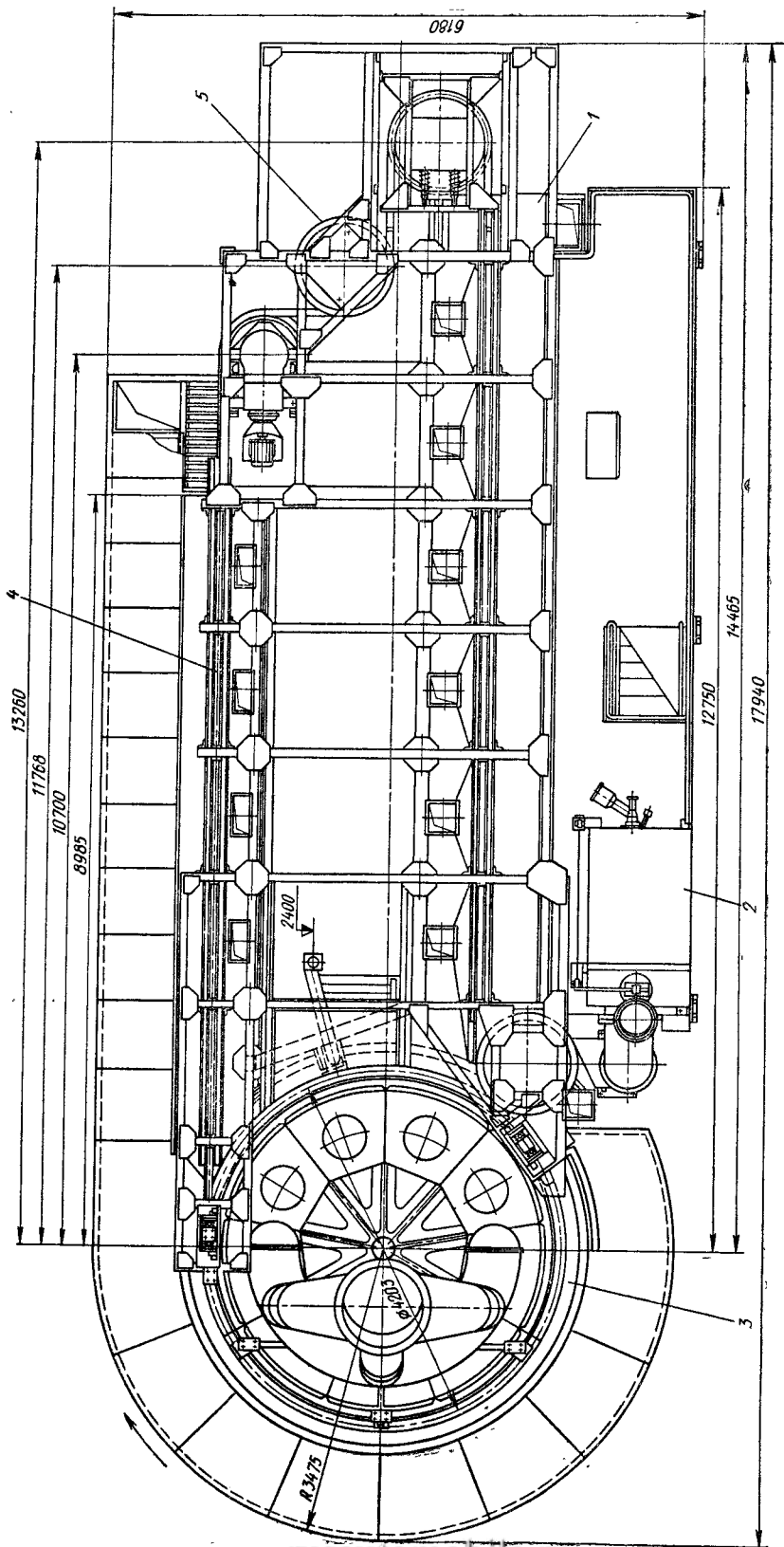


Рис. 10. Агрегат обжига, заливки и охлаждения мод. 67б:

1 — прокаточная газовая печь; 2 — камера сгорания; 3 — заливочная карусель; 4 — камера охлаждения; 5 — приводная и натяжная станции конвейера

## Изготовление форм, заливка и выбивка

В практике некоторых отечественных заводов процесс изготовления форм под заливку состоит из следующих стадий:

обжига керамических оболочковых форм без наполнителей в конвейерной печи при температуре 850—950°С;

установки оболочек в контейнеры (опоки) и заформовки их по периферии опорным материалом, обычно песком;

в помещении, где установлены прокалочные печи, должен быть предусмотрен пятикратный обмен воздуха в течение 1 ч; температура помещения должна быть в пределах 22—25°С;

над формовочным столом должна быть установлена вытяжная вентиляция, обеспечивающая отсутствие пыли у рабочего места и в формовочном отделении;

в цехах большой мощности рекомендуется применение автоматических линий обжига,

## 8. Оборудование для формовки, обжига, заливки, охлаждения блоков и выбивки опок

Наименование	Модель, номер	Производительность, опок/ч	Производительность, блоков/ч	Габаритные размеры опок, мм	Расход приводного газа, м <sup>3</sup> /ч	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, т
Стол формовочный	673	60	—	600×270× ×400	—	1,1	1100×1100×300	1,0
Установка для выбивки опок . . . . .	674	60	—	600×270× ×400	—	—	1100×1350×1600	0,7
Агрегат обжига, формовки, заливки и охлаждения*1 . . . . .	675А	—	90	Ø блока 250, высота 500	260	3,3	19 915×6180×5346	94

\*1 Безопочная формовка.  
Примечание. Оборудование изготовляет завод им. С. М. Кирова в г. Тирасполе.

нагрева полученной формы до 600—650°С и до 350—400°С (в зависимости от требований, предъявляемых конструкцией отливки); заливки форм жидким металлом; удаления блоков отливок (с приставшим к ним материалом керамической оболочки) после соответствующего охлаждения залитого в форму металла до 50—60°С.

В исключительных случаях (в производстве массивных тяжеловесных отливок) оболочку после выплавки модельного состава и охлаждения устанавливают и закрепляют в контейнерах, после чего обжигают всю форму и заливают ее металлом. Еще реже применяют жидкий опорный материал.

Для обычных условий работы в цехах небольшой мощности и на участках литья по выплавляемым моделям рекомендуется следующее оборудование:

проходные электрические или газовые прокалочные печи мод. Т-240, рассчитанные на прокалку форм при 900—950°С; формовочные столы мод. 673 (табл. 8).

Проектом должны быть предусмотрены следующие мероприятия по технике безопасности:

над дверцами прокалочных печей должна быть установлена вытяжная вентиляция, обеспечивающая полное улавливание и удаление газов, выходящих из печи в момент загрузки и выгрузки опок;

поверхность прокалочных печей должна иметь температуру не выше 40°С;

заливки и охлаждения мод. 675 (рис. 10, табл. 8). Отличительная особенность этого агрегата: прокалка керамических многослойных форм без наполнителя с последующей заформовкой прокаленных блоков для заливки при помощи псевдокипящего песчаного слоя и ускоренное охлаждение отливок.

## Приготовление жидкого металла

В цехах литья по выплавляемым моделям для получения жидкого металла обычно применяют индукционные печи.

Металл для литья по выплавляемым моделям должен быть хорошо раскисленный и перегретый не менее чем на 130—150°С выше температуры ликвидуса (а при плохой жидкотекучести металла еще выше). При надлежащем сочетании температуры металла и формы можно обеспечить заполнение металлом форм мелких тонкостенных отливок и получение качественных отливок.

Годовое количество требуемого жидкого металла определяют по формуле

$$B_m = \frac{K_6 B_6 \cdot 1,05 \cdot 1,03 \cdot 0,92 \cdot 100}{B_r},$$

где  $K_6$  — количество требуемых к изготовлению блоков отливок в течение года, определяемое по форме 1;

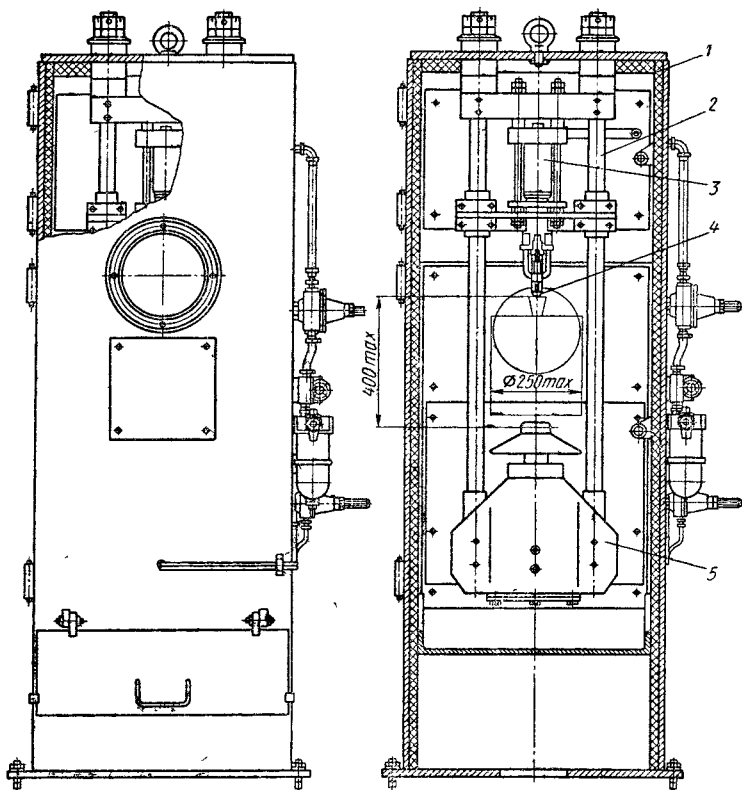


Рис. 11. Установка для отделения керамики и деталей мод. 692:

1 — корпус со звуко-  
изоляционной обшивкой; 2 — траверса;  
3 — пневмоцилиндр;  
4 — пневмомолоток;  
5 — амортизационная  
подушка с цилиндром  
поджима

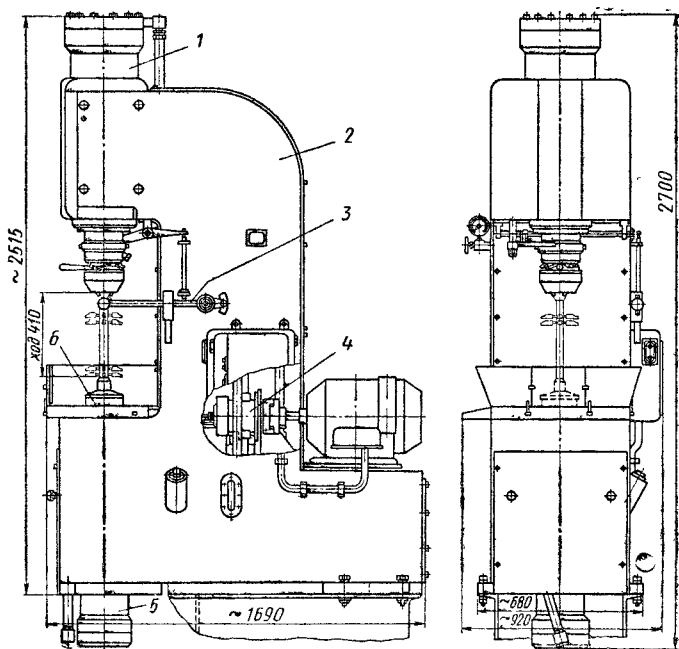


Рис. 12. Гидравлический пресс для отделения отливок от стоек мод. 694:

1 — цилиндр с крепежной головкой; 2 — станна; 3 — ручка управления движением силового и подпорного цилиндров; 4 — гидростанция; 5 — подпорный цилиндр; 6 — рабочий стол для крепления фильеры

$V_6$  — масса годных отливок в блоке, определяемая в виде средней величины из данных формы 1;  
 $V_7$  — выход годного литья из шихты;  
 1,05 — коэффициент, учитывающий брак отливок;  
 1,03 — коэффициент, учитывающий потребность в металле на возмещение отходов металла в бракованных оболочках;

0,92 — коэффициент, учитывающий выход жидкого металла (в формах) от шихты.

Выход годного литья принимают:

Масса отливки, кг	До 0,1	Св. 0,1	
Выход годного, %	43	до 0,5	48
Масса отливки, кг	Св. 0,5	Св. 1	Св. 1,5
Выход годного, %	до 1	до 1,5	до 2
	48	50	52

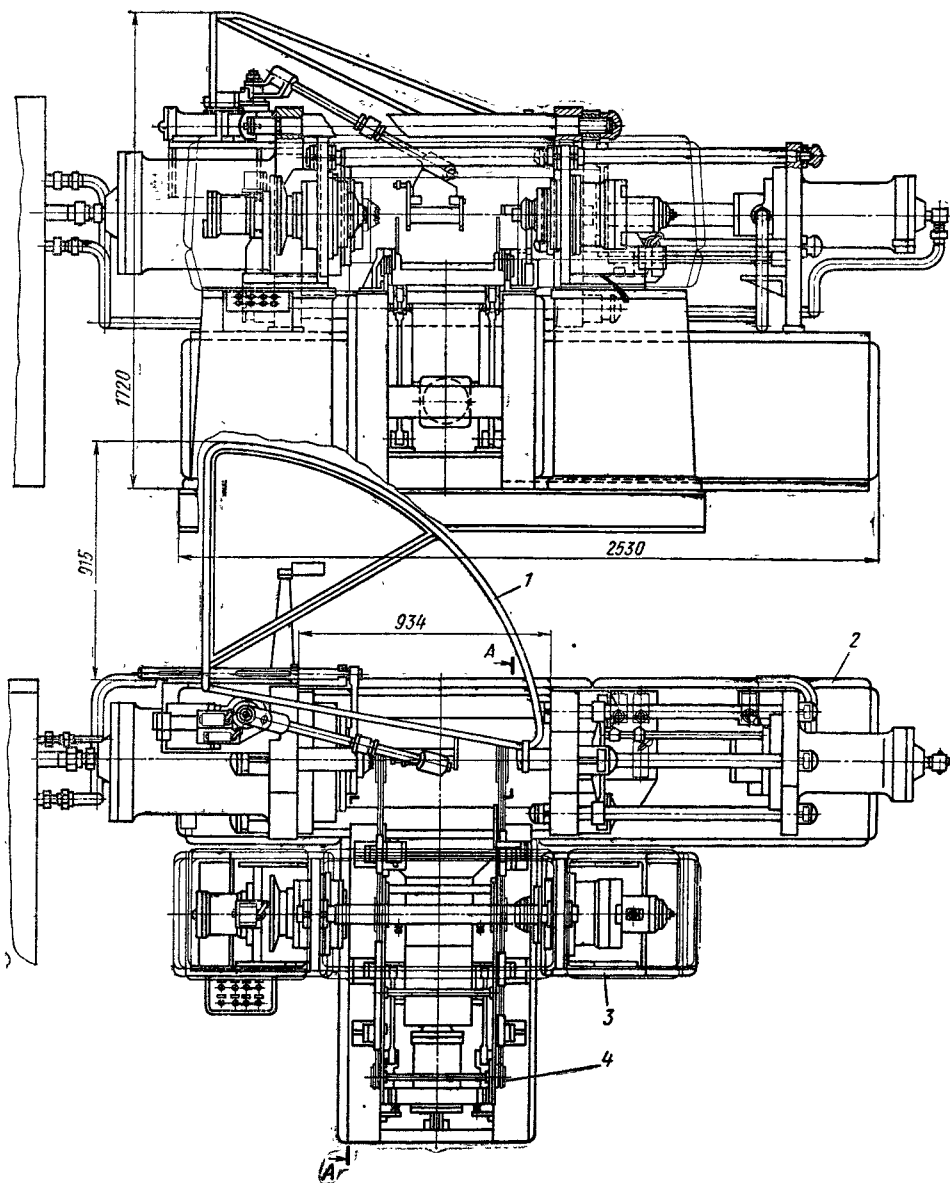


Рис. 13. Полуавтомат для отделения керамики и отливок мод. 693:

1 — устройство для снятия литникового станка; 2 — пресс; 3 — вибрационное устройство; 4 — конвейер подачи блоков, на котором осуществляется удаление керамики

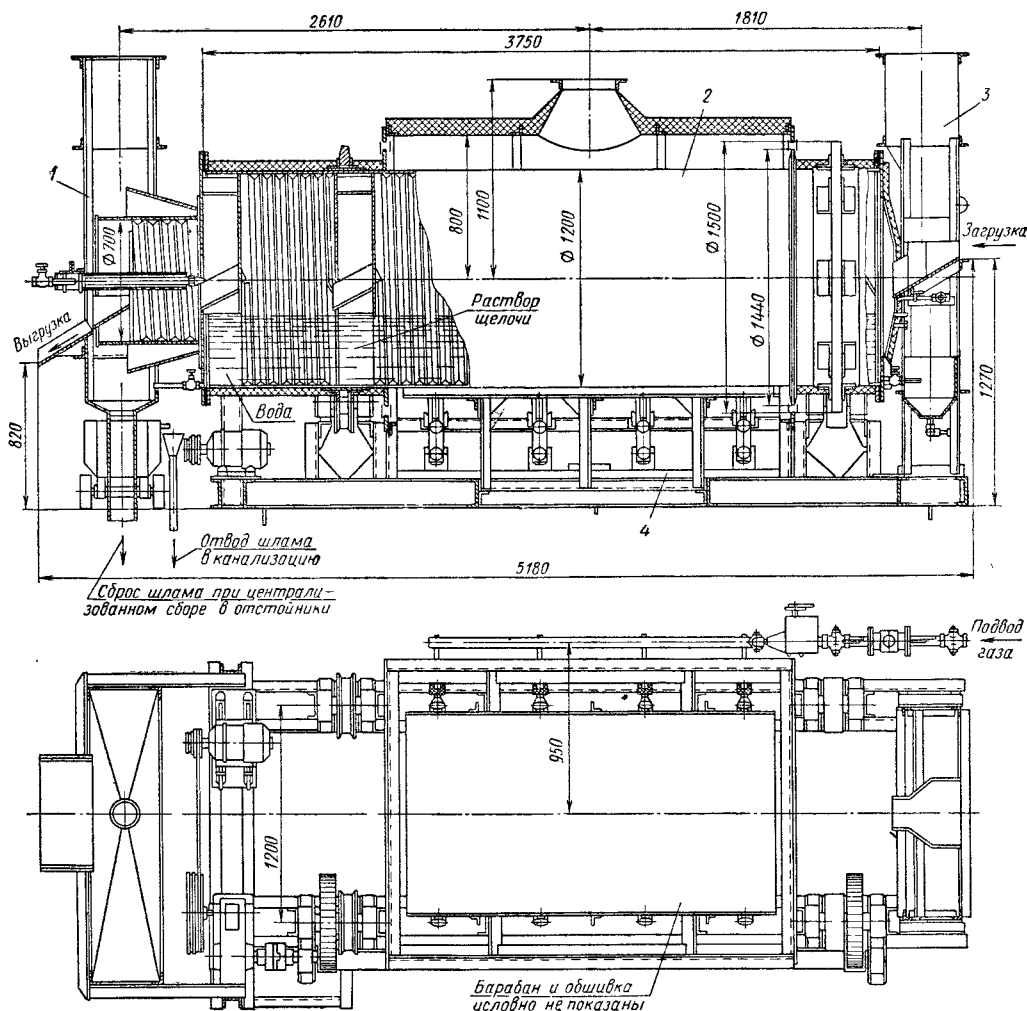


Рис. 14. Установка для выщелачивания керамики мод. 695:

1 — выгрузка отливок; 2 — вращающийся барабан с щелочью; 3 — загрузочное устройство; 4 — система газового нагрева щелочи

Количество устанавливаемых печей рассчитывают по формуле

$$N_{\text{пр}} = \frac{B_{\text{м}} \cdot 1,2}{0,97 \eta_{\text{м}} \Pi \Phi},$$

где  $B_{\text{м}}$  — масса жидкого металла в формах на годовую программу;

1,2 — коэффициент, учитывающий неравномерность потребления металла;

0,97 — коэффициент, учитывающий выход жидкого металла в формах

по сравнению с жидким металлом, полученным из печей;

$\eta_{\text{м}} = 0,7 \div 0,9$  — коэффициент использования оборудования

$\Pi$  — часовая производительность печи (масса жидкого металла);

$\Phi$  — фонд рабочего времени работы печи.

Емкость печей выбирают с таким расчетом, чтобы был обеспечен ритм, задаваемый установками для изготовления и подготовки форм к заливке.

Расчетное количество печей  $N_{\text{пр}}$  проводят до ближайшего целого числа  $N_{\text{п}}$ .

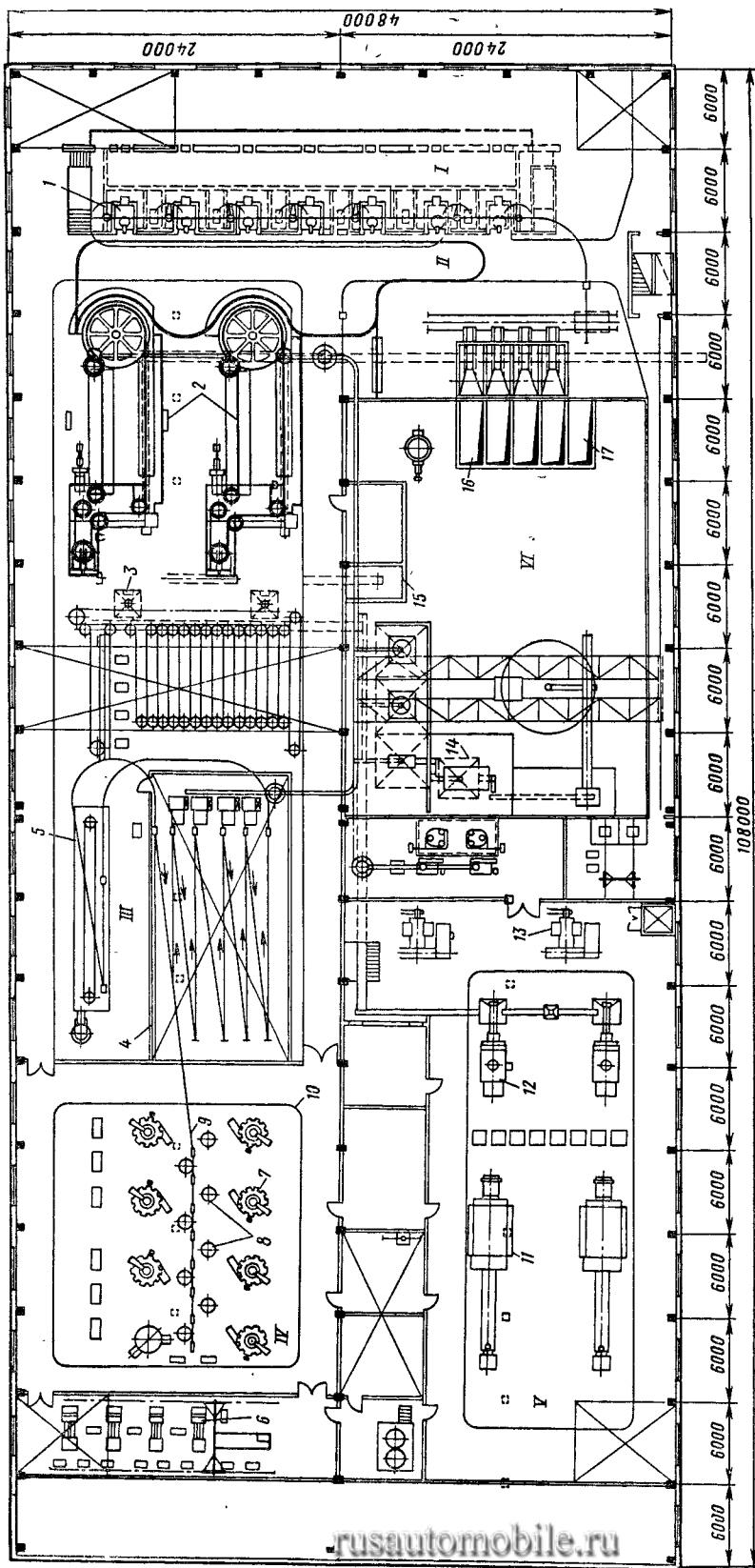


Рис. 15. Планировка цеха литья по выплавляемым моделям:

I — шавильное отделение; II — залочное отделение; III — отделение изготовления керамических форм; IV — отделение изготовления модельных блоков; V — отделение термобработки и очистки литья; VI — склад шихтовых материалов, песков, пылевидного кварца; 1 — индукционная печь ИСТ-0,25; 2 — агрегаты обжига, заливки и охлаждения мод. 673; 3 — склад керамических форм; 4 — камера воздушно-звоничной сушилки с агрегатами нанесения слоев огнеупорной суспензии; 5 — ванна выплавки; 6 — магнезитовые агрегаты; 7 — автоматические машины для изготовления модельных ячеек; 8 — места сборки модельных блоков на конвейере; 9 — конвейер модельно-керамических блоков; 10 — конвейер модельных блоков; 11 — печи нормализации; 12 — агрегаты выпечки чашашия; 13 — агрегаты для отбивки керамики и удаления отливок с литниковой системы; 14 — печь для сушки пылевидного кварца; 15 — бункер для песка; 16 — закроем для шихты; 17 — закроем для глины



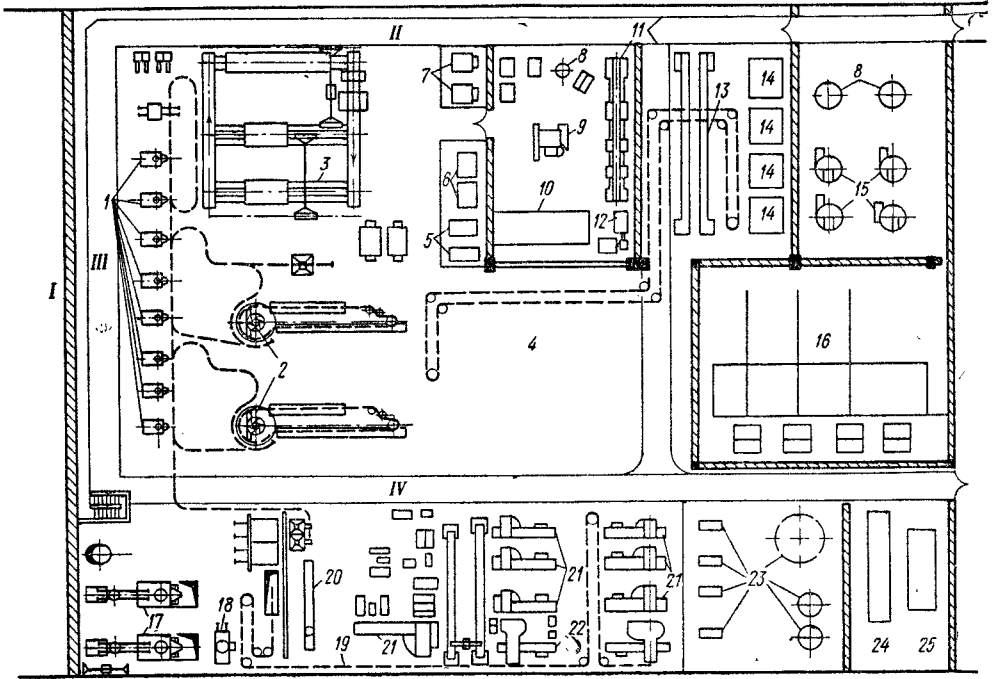


Рис. 16. Планировка цеха стального литья по выплавляемым моделям и чугунного литья в оболочковые формы для серийного и мелкосерийного производства (второй этаж):

I — общий склад шихтовых и формовочных материалов; II — отделение стального литья по выплавляемым моделям; III — сталеплавильное отделение; IV — отделение чугунного литья в оболочковые формы; 1 — плавильные индукционные печи для стали; 2 — агрегат обжига, заливки и охлаждения; 3 — механизированный участок обжига, заливки и охлаждения для тяжелых отливок; 4 — склад керамических форм; 5 — прессы для отделения отливок от литниковой системы; 6 — установки для отделения керамики; 7 — оборудование для выщелачивания отливок; 8 — карусельные машины для изготовления моделей и модельных звеньев; 9 — установка для нанесения огнеупорной суспензии по типу НИИТАвтопром — ЗИЛ; 10 — камера сушки модельных блоков; 11 — стол с индивидуальными станками для изготовления моделей; 12 — установка для приготовления модельных составов; 13 — ванна выплавки модельного состава; 14 — автоматические установки для приготовления модельного состава; 15 — автоматические машины для изготовления модельных звеньев; 16 — агрегаты нанесения огнеупорной суспензии на модельный блок в комплекте с камерой воздушно-аммиачной сушки; 17 — плавильные индукционные печи для чугуна; 18 — индукционный агрегат для автоматической заливки форм; 19 — конвейер; 20 — стенд для заливки крупных форм; 21 — автоматические линии формовки и сборки оболочковых форм с гравитационным нанесением формовочной смеси; 22 — автоматические линии формовки и сборки оболочковых форм с пескочудным нанесением формовочной смеси; 23 — стержневые машины; 24 — камера сушки литья после окраски; 25 — камера окраски литья окунанием

9. Технико-экономические показатели цеха серийного и мелкосерийного производства литья по выплавляемым моделям и в оболочковые формы (см. рис. 16)

Показатель	Значение показателя		
	всего по цеху	в том числе литья	
		из стали по выплавляемым моделям	из чугуна в оболочковые формы
Годовой выпуск, т	7100	2000	5100
Масса одной отливки, кг	≤25	≤1,5	≤25
Годовой выпуск отливок, т:			
на одного работающего	16,2	7,4	30,4
на одного рабочего	18,3	8,3	34,5
Капитальные вложения на 1 т годных отливок, руб.	843	1966	409
Электровооруженность, кВт:			
на одного рабочего	28,7	24,8	35,7
на одного рабочего в наибольшую смену	53,3	45,8	62,1
Себестоимость 1 т годных отливок, руб.	—	1208,9	316,5
Трудоемкость 1 т годных отливок (с грунтовкой), человеко-часов	—	133	34,0

### Финишные операции

Для грубого отделения керамики и для отделения деталей от стоек в цехах малой мощности рекомендуется установка мод. 692 (рис. 11).

В более мощных цехах (до 1000 т литья в год) для отделения деталей от стоек предпочтителен гидравлический пресс мод. 694 (рис. 12, табл. 6).

В цехах с выпуском 2000 т и более литья в год рекомендуется полуавтомат для отделения керамики и отливок мод. 693 (рис. 13, табл. 6).

Для выщелачивания остатков керамики рекомендуется агрегат мод. 695 (рис. 14, табл. 6). На Горьковском автозаводе и в цехе-филиале Московского автозавода им. Лихачева эксплуатируется агрегат мод. 698, обеспечивающий более высокое качество очистки.

Для финишных операций и термообработки применяют обычно оборудование, принятое в очистных отделениях литейных цехов (наждачные станки, прессы, печи нормализации).

Количество оборудования для финишных операций определяют по формуле

$$N_{\text{мр}} = \frac{B_{\text{г}} \cdot 1,05 \cdot 1,15}{\eta_{\text{п}} \Pi \Phi},$$

где  $B_{\text{г}}$  — выпуск годных отливок;  
 1,05 — коэффициент, учитывающий брак литья;  
 1,15 — коэффициент, учитывающий неравномерность размеров поступающей продукции;  
 $\eta_{\text{п}}$  — коэффициент использования печей (для плавки);  
 $\Phi$  — фонд рабочего времени оборудования с учетом режима работы;  
 $\Pi$  — часовая производительность оборудования, пересчитанная в случае необходимости с количества отливок, изготовляемых в течение 1 ч, на их массу.

Рассчитанное количество оборудования ( $N_{\text{мр}}$ ) доводят до ближайшего целого числа ( $N_{\text{м}}$ ) и определяют коэффициент использования оборудования  $\eta_{\text{мо}}$ , который должен быть не более 80% (для печей и агрегатов для выщелачивания не более 90%) и не менее 70%.

### Примеры планировок

При проектировании цехов серийного и массового производства рекомендуется использовать автоматические линии<sup>1</sup>, разработанные НИИТАвтомпром. Эти линии рассчитаны на выполнение следующих процессов: приготовление модельных составов и изготовление модельных звеньев; приготовление огнеупорной суспензии, ее хранение и транспортирование; изготовление керамических форм; обжиг керамических оболочек, их

заливку и выбивку; очистку от керамики и отделение деталей от стойка.

Схема планировки цеха на выпуск 1,8—2,5 тыс. т отливок по выплавляемым моделям показана на рис. 15. Количество плавильных агрегатов должно быть уточнено в зависимости от режимов плавки и заливки и от принятой к производству номенклатуры отливок.

На рис. 16 дана планировка цеха литья (стального по выплавляемым моделям и чугунного в оболочковые формы) на отметке +8,4 м для серийного и мелкосерийного производства в количестве соответственно 2 тыс. т и 7,1 тыс. т. Техничко-экономические показатели проекта этого литейного цеха приведены в табл. 9. В табл. 10 даны примерные технико-экономические показатели цехов крупносерийного производства с выпуском 2—5 тыс. т литья в год.

10. Примерные технико-экономические показатели цехов крупносерийного производства стального литья по выплавляемым моделям

Показатель	Значение показателя при выпуске, т/год	
	2000—2500	4000—5000
Съем годного литья, т/год		
с 1 м <sup>2</sup> площади:		
общей . . . . .	0,40—0,5	0,45—0,55
производственной . . . . .	0,5—0,6	0,60—0,70
Выпуск годного литья, т/год:		
на одного работающего	15—17	17—18
на одного рабочего	17,7—19,3	20—22
на одного производственного рабочего	30,1—32,6	34,2—37
Трудоемкость изготовления 1 т литья, человеко-часов . . . . .	55,8—60,3	49—52

## ЦЕХИ ЛИТЬЯ В ОБОЛОЧКОВЫЕ ФОРМЫ

### Область применения

Литье в оболочковые формы применяют тогда, когда это технологически необходимо, например, для отливок крупных ребристых цилиндров автомобильных, тракторных и мотоциклетных двигателей с воздушным охлаждением.

На литье в оболочковые формы можно переводить следующие группы литых заготовок из черных сплавов:

взамен традиционно изготавливаемых из поковок, если это значительно снизит расход металла и трудоемкость механической обработки, а также улучшить эксплуатационные свойства;

<sup>1</sup> Отдельные виды оборудования линий приведены выше.



где  $B_r$  — выпуск годного литья в год, т;  
 $P_y$  — расход смеси на 1 т годного литья, кг;  
 1,05 — коэффициент, учитывающий потери материалов;  
 $\eta_m$  — коэффициент использования оборудования для приготовления оболочек;  
 $\Phi$  — годовой фонд рабочего времени оборудования для изготовления оболочек.

Наиболее эффективным процессом для приготовления формовочных смесей является метод горячего плакирования песка бакелитовой смолой при одновременном вводе уротропина, стеарата цинка или стеарата кальция.

Смешивающее оборудование рассчитывают исходя из продолжительности смешения 12 мин. Количество оборудования  $N_{\text{мр}}$  определяют по формуле

$$N_{\text{мр}} = \frac{B_r}{\Pi},$$

где  $\Pi$  — производительность единицы оборудования.

Полученное значение  $N_{\text{мр}}$  доводят до ближайшего целого числа  $N_m$  и определяют коэффициент использования устанавливаемого оборудования, который должен быть  $\eta_m = 0,7 \div 0,8$ .

### Изготовление полуформ и стержней

Для изготовления оболочковых полуформ в цехах с серийным и массовым производством рекомендуется устанавливать автоматические линии НИИТАвтопрома (см. рис. 17).

С позиции съема автомата полуформы выдают на позицию I шагового транспортера плоскостью разъема вверх. На позициях II, III полуформы осматривают и проставляют ручную стержни, а также зачищают стоек в верхней полуформе. На позиции IV расположен кантователь сборки форм. На позиции V наносится порошкообразный пульвербакелит на нижнюю полуформу и производится сборка форм. Собранные формы на позиции VI склеиваются и для интенсивного охлаждения обдуваются воздухом. Позиция VII предназначена для выдачи формы на подвесной конвейер-склад с помощью специального механизма навешивания форм. С позиции VIII производится съем форм с помощью цехового пневмоподъемника.

Технические характеристики линий приведены в табл. 12.

Требуемое количество оборудования  $N_{\text{мр}}$  для изготовления оболочек рассчитывают по формуле

$$N_{\text{мр}} = \frac{2 K_{\text{ф}} \cdot 1,05 \cdot 1,15}{\Pi \Phi},$$

где  $K_{\text{ф}}$  — количество форм, необходимое в течение года, равное сумме количеств форм на программу в форме 2;  
 1,05 — коэффициент, учитывающий брак литья;  
 1,15 — коэффициент, учитывающий брак оболочковых полуформ и форм;  
 $\Pi$  — производительность оборудования паспортная или более высокая (достигнутая);  
 $\Phi$  — фонд рабочего времени оборудования.

12. Технические характеристики автоматических линий мод. 7216 и 7221

Параметр	Модель	
	7216	7221
Размеры модельной плиты, мм . . . . .	600—500	800—600
Наибольшая высота устанавливаемой модели, мм	180	200
Производительность, полуформ/ч:		
пределы . . . . .	75—200	75—200
при толщине оболочек 7 мм и размерах плиты, мм:		
600×400 . . . . .	—	100
800×600 . . . . .	—	200
при толщине оболочек 100 мм и размерах плиты, мм:		
600×400 . . . . .	—	80
800×600 . . . . .	—	160
Расход сжатого воздуха, м³/ч . . . . .	3,0	3—6
Рабочее давление воздуха, кгс/см² . . . . .	4,0—6,0	—
Температура рабочая печи, °С . . . . .	До 600	360—600
Расход охлаждающей воды, м³/ч . . . . .	0,1	0,15
Отсос газов и пыли, м³/ч . . . . .	—	4500
Рабочее давление в гидросистеме, кгс/см² . . . . .	—	10—26
Мощность нагревателя, кВт . . . . .	50	15,3—61
Общая мощность электрооборудования, кВт . . . . .	3,8	101,2
Габаритные размеры, мм:		
длина . . . . .	2700	4 620
ширина . . . . .	2600	3 350
высота . . . . .	2250	3 400
Масса, кг . . . . .	5534	11 000

Величину  $N_{\text{мр}}$  доводят до ближайшего целого числа  $N_m$  с учетом коэффициента использования оборудования  $\eta_m = 0,6 \div 0,8$ .

Для выбора и расчета оборудования для изготовления оболочковых стержней определяют их количество из анализа деталей (или их представителей), приведенных в ведомости по форме 2.

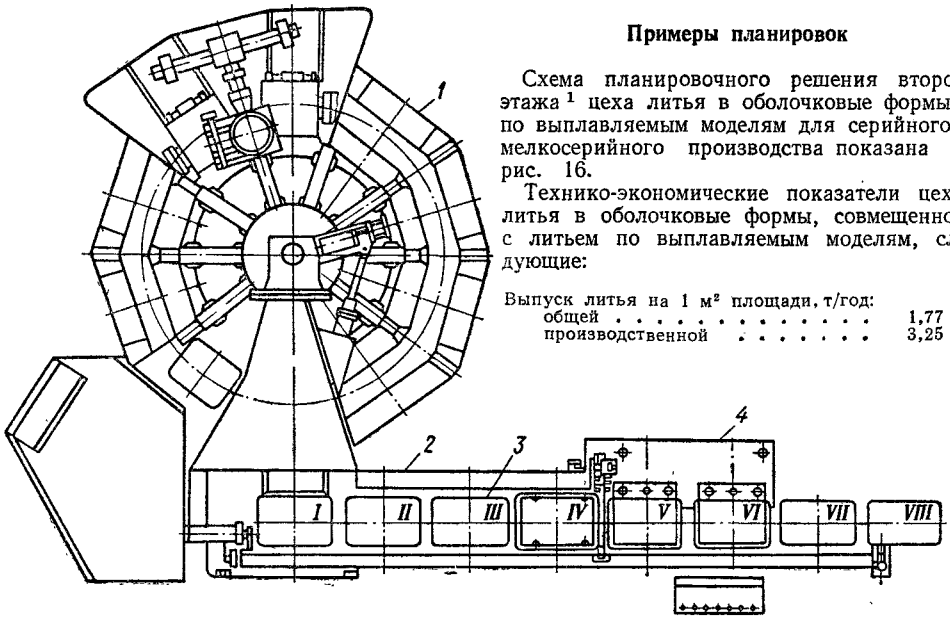


Рис. 17. Автоматическая линия для изготовления оболочковых полуформ мод. 7216:

1 — карусельная машина для изготовления оболочковых полуформ; 2 — восьмипозиционный (I—VIII) шаговый транспортер; 3 — механизм зачистки стояка; 4 — агрегат нанесения клея и сборки полуформ

### Сборка форм

Если в проектируемом цехе предусматривается механизированная сборка форм, то для склеивания применяют полуавтоматические машины мод. 880, 881, 882 (табл. 13).

13. Технические характеристики машин для склеивания оболочковых форм

Параметры	Модель			
	880	881	882	
Наибольшие размеры склеиваемых форм, мм:	длина . . . . .	500	600	800
	ширина . . . . .	400	500	600
	высота . . . . .	200	200	200
Производительность, форм/ч . . . . .	65—80			
Наибольший ход подвижной поперечины пресса, мм . . . . .	250			
Усилие на штоке пневмоцилиндра пресса, кгс . . . . .	1000	2000	3000	
Давление сжатого воздуха в пневмосети, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	5—7			
Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	0,5			
Род тока . . . . .	Переменный			
Напряжение тока, В . . . . .	380			
Частота тока, Гц . . . . .	50			
Габаритные размеры, мм:	длина . . . . .	1800	2000	2300
	ширина . . . . .	930	1000	1250
	высота . . . . .	2450	2450	2450
Масса с электрооборудованием, кг . . . . .	2000	2600	3000	

### Примеры планировок

Схема планировочного решения второго этажа<sup>1</sup> цеха литья в оболочковые формы и по выплавляемым моделям для серийного и мелкосерийного производства показана на рис. 16.

Технико-экономические показатели цехов литья в оболочковые формы, совмещенного с литьем по выплавляемым моделям, следующие:

Выпуск литья на 1 м <sup>2</sup> площади, т/год:	
общей . . . . .	1,77
производственной . . . . .	3,25

формовочной, заливочной и выливочной . . . . .	6,5
Производительность на одного человека, т/год:	
производственного рабочего . . . . .	85—100
рабочего . . . . .	44—80
работающего . . . . .	36—60

### ЦЕХИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЛИТЬЯ

#### Область применения

Наибольший технико-экономический эффект дает применение центробежного литья для отливки тел вращения. К числу этих изделий относятся: трубы различного назначения из чугуна, стали, цветных металлов, жаростойких, коррозионноустойчивых и твердых сплавов, втулки, гильзы цилиндров автомобильных, тракторных и других двигателей, маслоты для поршневых колец, полые крупногабаритные стальные слитки, кольца подшипников качения, бандажные железнодорожные и трамвайные.

Помимо отливки тел вращения центробежный метод изготовления применяют для получения фасонных деталей, подобных звездочкам, зубчатым колесам, турбинным дискам с лопатками, а также для отливок арматуры, зуботехнических и ювелирных изделий. Большое распространение метод получил при отливке биметаллических изделий.

<sup>1</sup> На первом этаже размещаются: оборудование для очистки чугуна и стального литья, по термообработке, склад готовой продукции, система вентиляции и кондиционирования, штампово-инструментальное хозяйство и ремонтные мастерские.

## Исходные данные для проектирования

Исходными данными являются: номенклатура деталей или их представителей (по маркам металла и геометрическим параметрам), программа цеха, ведомость технологического процесса по форме 3.

## ФОРМА 3

Ведомость технологического процесса изготовления отливок (или их представителей) центробежным литьем

Наименование отливки	Количество		Масса, кг		Тип формы
	на изделие	на про-грамму	одной отливкой	на про-грамму	

## Выбор изложниц

Металлические изложницы без покрытия целесообразно использовать только при массовой отливке однораструбных водопроводных труб средних размеров и небольшой длины.

Металлические изложницы с теплоизолирующим покрытием и поточная организация производства наиболее выгодны для массового производства однораструбных чугунных труб малых и средних размеров и канализационных труб.

Центробежная отливка в песчаные формы (сырые и сухие) наиболее целесообразна при изготовлении двухраструбных, двухфланцевых труб, труб большого диаметра, а также при серийном производстве труб различных типоразмеров. При условии применения современных методов формовки и поточной организации производства отливка труб в песчаные формы может быть применена для массового производства, в особенности для труб большой длины.

Теплоизолирующие покрытия для изложниц могут быть двух видов: сухие песчаные смеси с термореактивным связующим или жидкие в виде водных суспензий или растворов.

Для проектных расчетов можно принять один из следующих составов жидких покрытий изложниц для труб.

Первый состав, г:

Маршалит	100
Сульфитная барда	15
Белая глина	5
Вода	1000

Второй состав (плотность 1,26 г/см<sup>3</sup>), % по массе:

Огнеупорная глина	30
Сульфитная барда	10
Графит серебряный	0,5

Более качественные отливки получают при покрытии изложниц концентрированным раствором сульфитного щелока или раствором сульфитного щелока и хлористого бария. При толщине слоя 0,5—1,0 мм отбела отливок не наблюдается.

Сухие плакированные смеси получают на основе бакелитовых смол горячим методом, их наносят тонким равномерным слоем во время вращения изложницы. В состав этих смесей входят: кварцевый безглинистый песок 3—4%, бакелитовая смола 104, уротропин, стеарат цинка.

Часовую потребность в смесях, красках, покрытиях определяют по формуле

$$B_k = \eta_6 N_{\text{цм}} P_{\text{рк}}$$

где  $\eta_6$  — коэффициент, учитывающий потери и брак формы (для смесей  $\eta_6 = 1,25$ , для красок  $\eta_6 = 1,1$  и для покрытий  $\eta_6 = 1,15$ );

$N_{\text{цм}}$  — количество установленных центробежных машин;

$P$  — часовая производительность одной машины;

$P_k$  — расход смесей, красок и покрытий на одно изделие.

Для расчета величины  $P_k$  можно пользоваться следующими данными:

Толщина стенки втулки, мм	До 10	Св. 10 до 15	Св. 15 до 20	Св. 20
Толщина теплоизолирующего слоя, мм	1,5	2,5	4	5

Состав и расчет оборудования для подготовки изложниц производят исходя из следующих положений:

изложницы теплоизолирующим слоем покрывают на самой центробежной машине; в мелкосерийном производстве втулок различных типоразмеров, требующем систематической переналадки оснастки центробежной машины, накатка и заливка не могут следовать одна за другой, поэтому целесообразнее накатку форм выполнять на специальной машине, а затем, накопив заготовленные формы, передавать их под заливку на центробежную машину; в этом случае каждая из машин будет работать производительнее; в тех случаях, когда подготовку изложниц ведут на специальных участках, применяют обычно нестандартизованное оборудование, расчет которого выполняют по формуле

$$N_{\text{мр}} = \frac{1,1 N_{\text{цм}} P_3}{60},$$

где  $N_{\text{цм}}$  и  $P$  — те же обозначения, что и в предыдущей формуле;

3 — задолженность оборудования на изготовлении одной формы, мин;

1,1 — коэффициент, учитывающий брак форм.

Значение  $N_{\text{мр}}$  доводят до целого числа  $N_{\text{и}}$ , пользуясь коэффициентом использования оборудования.

## Машины для центробежного литья

Для изготовления втулок, обечаек, маслот и аналогичных им деталей с гладкой или с фасонной внешней поверхностью применяют центробежные машины мод. 552 и 553 (рис. 18, табл. 14).

При использовании этих машин для отливки деталей в накатные формы: высверливают в изложнице большое количество отверстий для выхода газов; предусматривают специальные устройства для подачи в изложницу формовочной смеси и для предварительного профилирования и накатки.

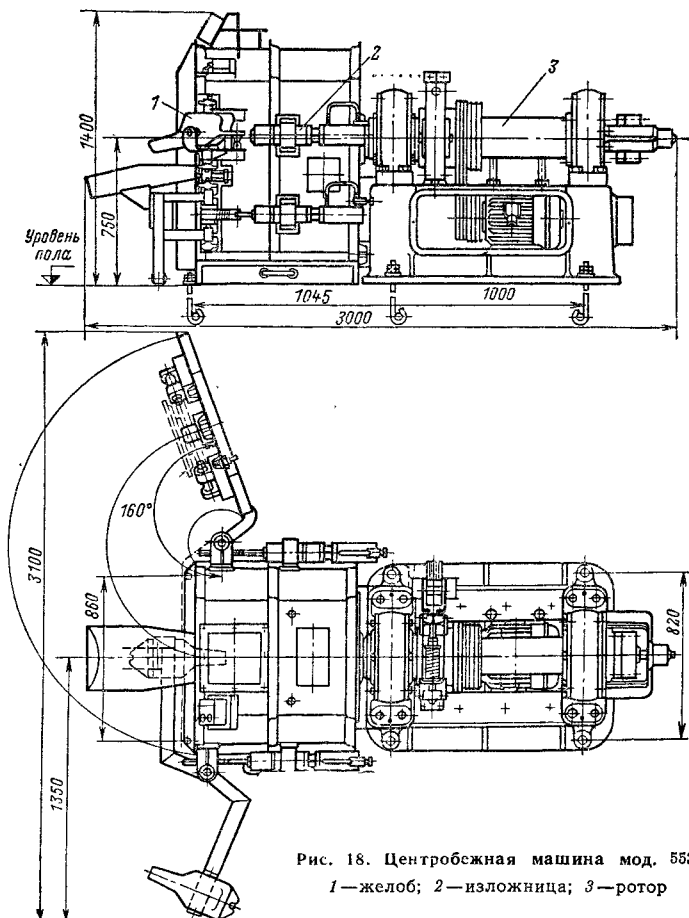


Рис. 18. Центробежная машина мод. 553:  
1—желоб; 2—изложница; 3—ротор

## 14. Технические характеристики машин для центробежного литья

Параметры	Модель				
	ЛН-102	ЛН-104	552-2	553-2	554-2
Заготовки:					
наружный диаметр, мм	100—150	200—300	75—200	200—320	320—500
длина наибольшая, мм	4000	5000	320	500	800
масса, кг	96—156	279—490	80	140	700
Производительность шт./ч	28—30	23—25	14	9	3
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	55	45	—	—	—
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	15	35—40	—	—	—
Установленная мощность электродвигателя, кВт	90	122	6,0	8,0	—
Габаритные размеры, мм	13 700× × 3230× 3200	22 100× × 6900× 4000	2500× 1895× × 1400	2500× 1895× × 1400	—

Примечания 1. Машины ЛН-102 и ЛН-104 предназначены для чугунных напорных раструбных труб, машины 552-2, 553-2 и 554-2 — для литья заготовок (втулок).

2. Машины 552-2, 553-2 и 554-2 консольные с горизонтальной осью вращения. Изготовитель — завод им. С. М. Кирова (г. Тирасполь). Машины ЛН-102, ЛН-104 изготовляет завод «Сиблитмаш» (г. Новосибирск).

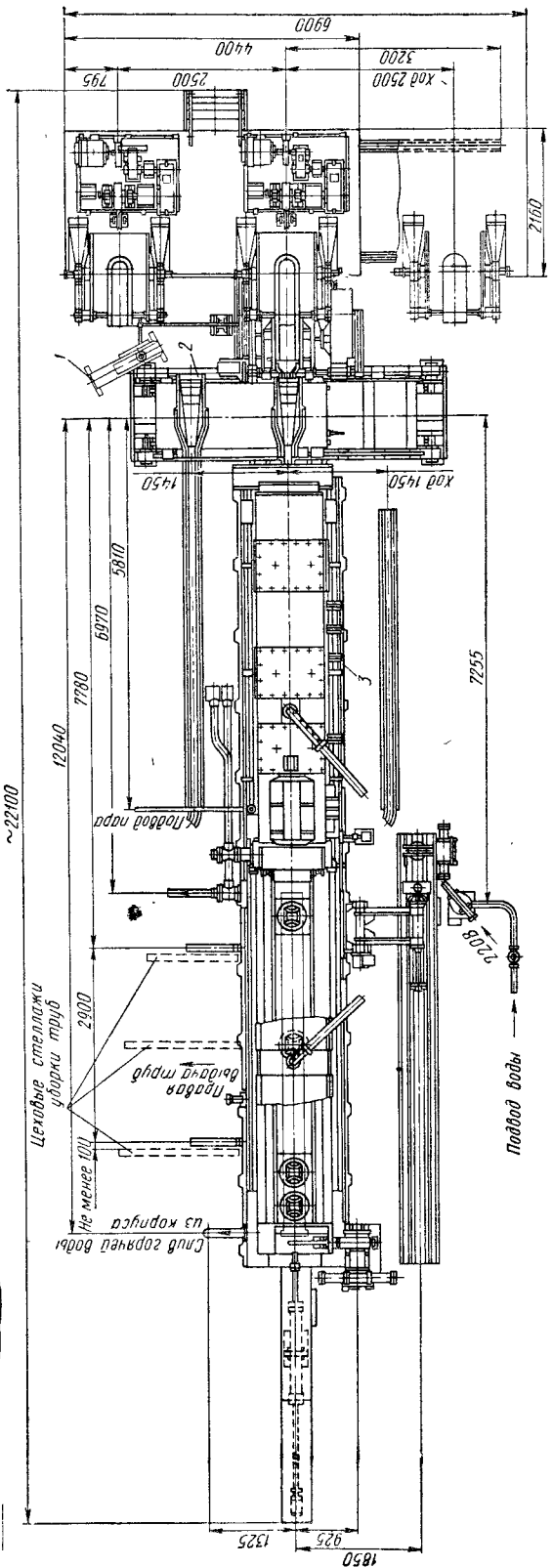
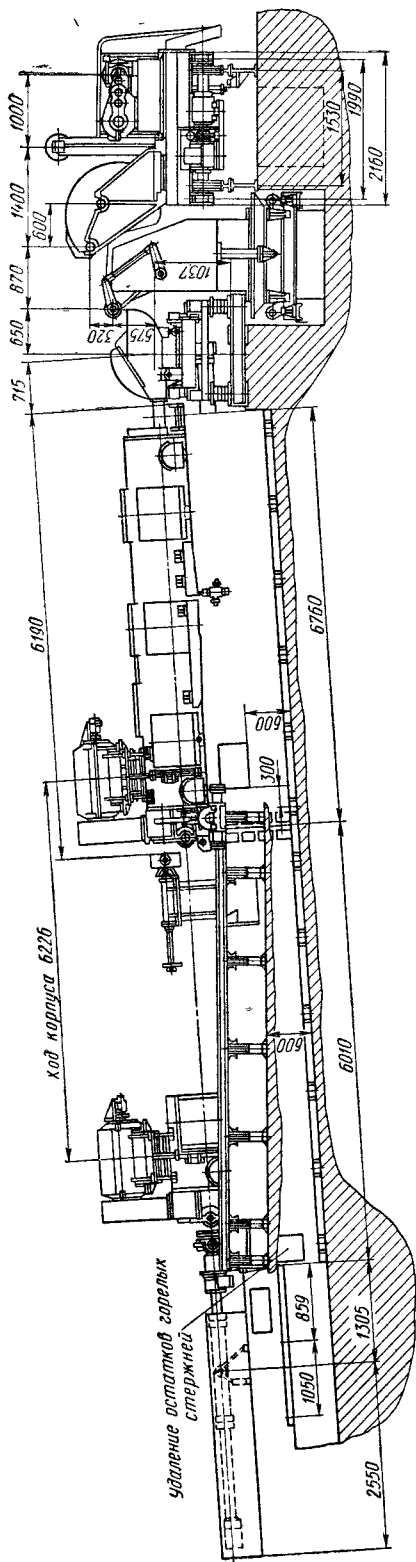


Рис. 19. Центробежные машины мод. ЛН104:  
 1 — весы для порции жидкого металла; 2 — желоб; 3 — изложница, стеллажи для уборки труб



Над машиной на швеллерах, прикрепленных к станине, располагают бункер для формовочной смеси.

Производительность центробежных машин при применении накатных сырых форм может быть принята 0,7 от указанной в табл. 14. В условиях мелкосерийного производства подготовку форм производят на отдельных устройствах.

Для производства чугунных напорных труб диаметром 200—300 мм строительной длиной 5 м применяют центробежные машины

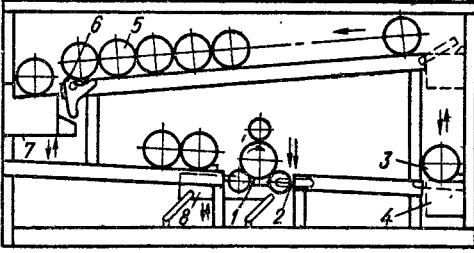


Рис. 20. Схема вертикально-замкнутой поточной линии для центробежной отливки труб:

1 — заливка; 2 — устройство для выкатки изложниц из центробежной машины; 3 — извлечение трубы; 4 — подъемное устройство для передачи изложницы на верхний стеллаж; 5 — участок очистки изложниц и нанесения теплоизолирующего покрытия; 6 — отсекальное устройство для поодиночной подачи изложниц; 7 — подъемное устройство для передачи изложниц на нижний стеллаж; 8 — устройство для закатки изложниц на позицию заливки

мод. ЛН104\* (рис. 19) Новосибирского завода литейных машин и автоматических линий «Сиблитмаш».

Схема установки для отливки канализационных труб со сменными изложницами показана на рис. 20.

В работе установки участвуют 20 изложниц, угол наклона изложниц  $1^\circ 30'$ , частота вращения изложницы на позиции заливки 100 и 1000 об/мин, на позиции нанесения покрытия 300 об/мин; общая мощность электродвигателей 13,1 кВт, габариты установки, мм: длина 8950, ширина 4700, высота 2800; масса агрегата (без изложниц) 14 т; производительность 60 труб/ч.

Движение изложниц по всему вертикально-замкнутому потоку механизировано.

Количество требуемых центробежных машин определяют по формуле

$$N_{\text{рцм}} = \frac{K_r \cdot 3 \cdot 1,1}{60 \Phi},$$

где  $K_r$  — заданное по годовой программе количество изделий, берут из формы 4;

3 — задолженность машин на одно изделие, мин;

1,1 — коэффициент, учитывающий потери от брака и по другим признакам;

$\Phi$  — фонд рабочего времени оборудования.

Расчитанное количество  $N_{\text{рцм}}$  доводят до ближайшего целого числа  $N_{\text{цм}}$  и определяют коэффициент использования машин  $\eta_m \leq 0,8$ . Достигнутые технико-экономические показатели производства канализационных труб центробежным способом обеспечивают съем 7,4 т/год с 1 м<sup>2</sup> площади и выпуск на одного работающего 115,6 т и выше.

Выход годного литья можно принять равным 80% для чугунных отливок и 70% для стальных заготовок. Средние нормы расхода материалов (на примере чугунных канализационных труб) приведены в табл. 15.

15. Средний расход материалов в кг/т чугунных труб

Материал	Трубы чугунные канализационные — центробежные литье	Фасонные части к трубам чугунным канализационным — кокильное литье
Чугун литейный . . . . .	594,7	690,8
Чугун перелитейный . . . . .	35,3	40,5
Лом чугунный . . . . .	387,2	422,0
Феэ росилиций 18%-ный	40,6	50,6
<b>Итого . . . . .</b>	<b>1057,8</b>	<b>1203,9</b>
Прокат черных металлов	0,42	1,73
Трубы стальные бесшовные	0,03	0,065
Смола каменноугольная	13,2	21,2
Глина формовочная . . . . .	2,4	2,0
Известняк . . . . .	55,6	69,2
Кирпич огнеупорный . . . . .	14,6	15,4
Маршалит . . . . .	0,42	0,492
Плавиковый шпат . . . . .	1,3	1,7
Песок формовочный . . . . .	5,1	145,36
Сульфитно-спиртовая барда	—	3,42

Примечания: 1. Выход годного при центробежном литье труб 86,3%, при кокильном литье фасонных частей 69,2%.  
2. Расход электроэнергии на 1 т труб 100 кВт·ч, на 1 т фасонных частей 120 кВт·ч.

### Варианты проектных решений

Различают три основных вида установок центробежных машин для изготовления втулок, обечаек, маслот гильз и других аналогичных отливок с гладкой поверхностью.

**Установка на участке 1—3 машин.** Такая организация отвечает условиям небольшого объема производства одного или многих типоразмеров отливки.

В зависимости от условий разливки в цехе металл может подаваться к машинам мерными ковшами или через промежуточные ковши.

**Установка группы машин.** Этот вариант организации отвечает условиям серийного производства одного или нескольких типоразмеров отливок. Подача металла при этой

\* При левом исполнении ЛН104Л.

организации может быть такая же, как и в первом случае. Однако, если вся группа машин производит отливки одного типоразмера, то более рационально выделить заливку в самостоятельную операцию, прикрепив к ней специальных рабочих, переходящих от машины к машине. Такое разделение труда увеличивает производительность труда и облегчает дозировку металла.

**Установка машин на карусели.** Этот вариант может быть применен лишь при крупносерийном или массовом производстве. Такая организация участка предполагает разделение труда по всем операциям. Производительность труда возрастает еще больше за счет уменьшения потерь времени на смену инструмента и рационального использования времени охлаждения отливок.

При первом и втором вариантах организации участка необходимо, чтобы на участке были установлены резервные машины. При третьем варианте резервные машины должны быть в запасе, чтобы в случае необходимости они могли быть легко установлены взамен выбывших из строя.

Кольцевой конвейер может быть особенно рекомендован при применении накатных форм в мелкосерийном производстве. Он может нести на себе 8—12 центробежных машин.

Сочетание быстрого вращения изложницы с заливкой в нее жидкого металла требует от проектировщиков особенно внимательного отношения к вопросам техники безопасности.

## ЦЕХИ ЛИТЬЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ФОРМЫ (КОКИЛИ)

### Область применения

Литье в металлические формы (кокили) является развивающимся технологическим процессом. Высокая стоимость оснастки, особенно при изготовлении отливок из тугоплавких металлов, обуславливает рента-

бельность кокильного литья только в крупносерийном производстве. При производстве алюминиевых отливок массой до 1 кг стальные кокили выдерживают до 50 тыс. заливок, а при производстве отливок из сплавов меди той же массы — только 10 тыс. Чугунные кокили для получения отливок из чугуна массой 1,5 кг выдерживают до 5 тыс. заливок.

В производстве алюминиевых отливок применение металлических форм целесообразно при количестве их в одной серии не менее 1,5 тыс. шт. для несложных отливок, 5—6 тыс. шт. для отливок средней сложности и более 12—15 тыс. шт. для сложных отливок.

### Исходные данные для проектирования

Исходными данными для проектирования служат: номенклатура деталей или их представителей (по маркам металла); программа цеха; ведомость технологического процесса по форме 4 (аналогичную ведомость составляют для стержней).

ФОРМА 4

Ведомость технологического процесса изготовления отливок

Наименование отливки (представителя) и марки сплава	Количество				Масса отливок		
	на изделе	на программу	в одной форме	форм на программу	одной	на программу	в форме

Подготовка кокиля заключается в его нагреве (или охлаждении) и нанесении теплоизоляционных покрытий. Для увеличения долговечности кокиля покрывают огнеупорной облицовкой слоем толщиной 0,1—1,0 мм и более (табл. 16) или красками перед каждой заливкой (табл. 17).

16. Примерные составы огнеупорных облицовочных смесей

Материал	Содержание (%) для отливок						
	алюминиевых		медных	чугунных		стальных	
	1	2		1	2	1	2
Пылевидный кварц . . . . .	—	—	—	66,8	—	—	63
Молотый шамот . . . . .	—	—	—	—	45—35	—	—
Молотый ферросилиций . . . . .	—	—	—	—	—	35—40	—
Огнеупорная глина . . . . .	—	—	—	—	—	4—5	5,5
Молотый мел . . . . .	10	15	—	33,4	—	—	—
Тальк, прокаленный при 100° С . . . . .	10	—	—	—	—	—	—
Марганцовокислый калий . . . . .	—	—	—	—	0,5	—	—
Вареное масло . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
Графит порошкообразный . . . . .	—	8	4	—	—	30—35	—
Жидкое стекло . . . . .	2	4	—	—	6	—	—
Жидкое мыло . . . . .	—	—	—	—	—	—	1,5
Патока * . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
Вода . . . . .	80	73	—	—	—	—	30

\* Плотность 1,75—1,8 г/см³.

## 17. Примерные составы красок

Материал	Содержание (%) для отливок			
	алюминиевых		чугунных	
	1	2	1	2
Молотый мел . . .	15—17	8—15	—	—
Графит . . . . .	—	5—80	—	—
Копоть ацетиленовая . . . . .	—	—	100	—
Ламповая сажа . . .	—	—	—	4,2
Огнеупорная глина	—	—	4	4,2
Марганцовокислый калий . . . . .	—	—	—	0,4
Жидкое стекло . . .	0,6	3—4	—	8,3
Вода . . . . .	Остальное	Остальное	—	82,9

Часовую потребность облицовки и красок определяют по формуле

$$O_k = \frac{V_{\Gamma} P_{\text{ок}} \cdot 1,2}{\eta_{\text{м}} \Phi},$$

где  $V_{\Gamma}$  — годовой выпуск годного литья, т;  
 $P_{\text{ок}}$  — расход на 1 т годного облицовки и краски, кг;

1,2 — коэффициент, учитывающий потери и запас;

$\eta_{\text{м}}$  — коэффициент использования кокильных станков;

$\Phi$  — фонд рабочего времени оборудования.

Процессы приготовления смесей и красок, оборудование и его расчет обычные для литейных цехов.

## Машины для кокильного литья

В небольших цехах применяют однопозиционные машины для литья в кокиль. Производительность однопозиционных кокильных машин приведена в табл. 18.

18. Производительность однопозиционных кокильных машин (заливок/ч)

Масса жидкого металла в форме, кг		С охлаждением	
		Без охлаждения	
		воздушным	водяным
Св. До 5 5 до 10 > 10 > 20 > 20 > 40 > 40 > 60	12	15	18
	8	10	12
	5	8	10
	5	7	8
	4	5	6

В цехах с большим выпуском литья рекомендуются многопозиционные карусели с установленными на них 6—12 машинами. Производительность карусельных машин для литья в кокиль приведена в табл. 19.

19. Производительность карусельных установок с 12 кокильными машинами (съемов/ч)

Вес жидкого металла в форме, кг	Без охлаждения	С воздушным охлаждением
Св. До 5	60	200
5 до 10	110	150
> 10 > 20	80	110
> 20 > 40	60	80
> 40 > 60	40	60

Технические характеристики кокильных машин, одно- и многопозиционных приведены в табл. 20.

Потребность оборудования рассчитывают по формуле

$$N_{\text{мр}} = \frac{K_{\text{к}} \cdot 1,1}{\Pi \Phi},$$

где  $K_{\text{к}}$  — количество форм, подлежащих изготовлению в течение года;

1,1 — коэффициент, учитывающий брак литья и другие потери;

$\Pi$  — часовая производительность установки (карусели или индивидуального станка), съемов/ч;

$\Phi$  — фонд рабочего времени оборудования.

Подсчитанное количество оборудования  $N_{\text{мр}}$  доводят до ближайшего целого числа  $N_{\text{м}}$  и определяют коэффициент использования станков, который для однопозиционных машин должен быть  $0,6 < \eta_{\text{м}} < 0,9$ ; для многопозиционных  $0,6 < \eta_{\text{м}} < 0,8$ .

Оборудование стержневых, плавильных и очистных отделений — обычно применяемое для литейных цехов.

## Примеры планировок

В практике проектирования однопозиционные или двухпозиционные кокильные машины устанавливают в поточные технологические линии, в которых предусмотрены систематическое обеспечение машин жидким металлом, красками, футеровочными смесями, механизированная уборка отливок и остатков металла, последовательная работа машин по разработанному циклу. В отдельных случаях кокильные машины и станки можно размещать на конвейере, при этом допускается применение съемных кокилей. Карусельно-кокильные машины также размещают в цехе по поточно-технологическому принципу. В практике проектирования даже в специализированных цехах совмещают производство отливок в кокиль с другими способами литья. Пример проекта цеха показан на рис. 21. В цехе совмещено производство

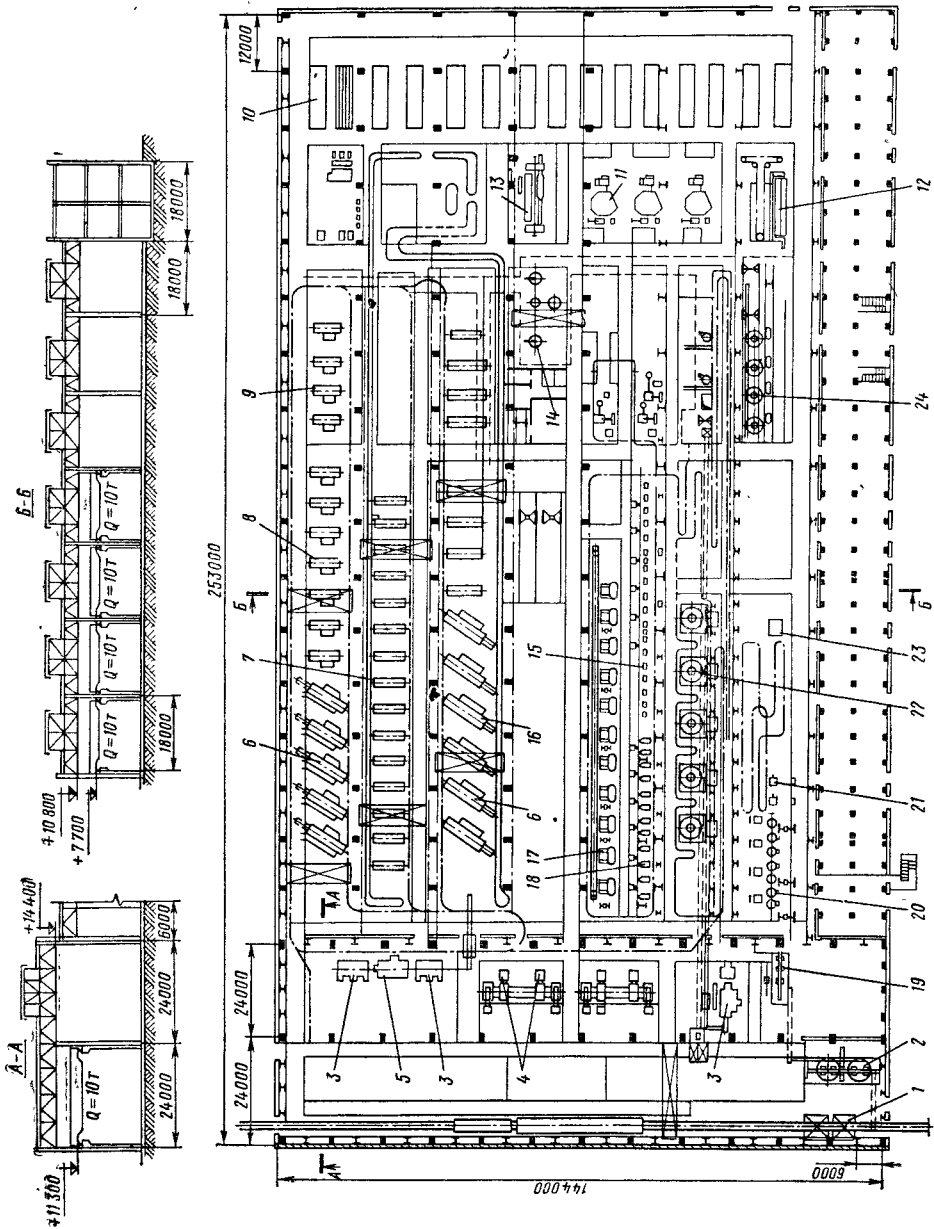


Рис. 21. Планировка цеха алюминевого литья автомобильных деталей в металлических формах мощностью 22—23 тыс. т.

1 — бункер для загрузки песка; 2 — бункер для песка; 3 — газовая плавильная печь емкостью 27 т; 4 — газовая плавильная печь емкостью 2 т; 5 — печь выдержки расплавленного алюминевого сплава емкостью 18 т; 6—9, 16 — машина для литья под давлением; 10 — стеллажи для складирования отливок; 11 — станки для черновой обработки поршей; 12 — установка для неразрушающего контроля мелких отливок; 13 — печь для термической обработки; 14 — термическая шахтная печь; 15 — кокильные станки РМ-1; 17 — кокильные станки для отливки поршей; 18 — кокильные станки 4МС; 19 — смешительная система; 20 — однопозиционные стержневые машины; 21 — двухпозиционные стержневые машины; 22 — печь для подсушки окрашенных стержней; 23 — смешительная система; 24 — пятипозиционная карусельно-кокильная машина

## 20. Техническая характеристика кокильных машин

Характеристика	Модель	Рабочие размеры на плите для крепления частей кокиля, мм	Наименьшее расстояние между плитами, мм	Ход плиты, мм	Усилие раскрытия (закрытия) формы, тс	Продолжительность цикла, с	Установленная мощность электродвигателя, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
<i>Машины литейные однопозиционные гидравлические</i>									
С вертикальной плоскостью разреза, одной подвижной плитой	5912	400×320	400	320	2,5	7	7,5	2230×850× ×1500	2,3
	5913	500×400	500	400	4	15	—	—	—
С вертикальной плоскостью разреза, двумя подвижными плитами и поддоном	5914	—	500	400	3	15	—	—	—
	5916	1000×800	630	630	16	25	—	—	—
С вертикальной плоскостью разреза, двумя подвижными плитами и поддоном	5922	400×320	400	200	2,5	10	7,5	2800×850× ×1500	2,8
	5923	500×400	500	200	4	15	—	—	1
С вертикальной плоскостью разреза, двумя плитами, поддоном и верхним стержнем	5944	630×500	500	250	8	45	—	—	—
С горизонтальной плоскостью разреза и верхней поворотной плитой	5966	1000×800	500	200	16	25	—	—	—
	5964	630×500	400	125	8	15	—	—	—
Специальная для отливки фланцевых подшипниковых щитов электродвигателей	Л-578	—	—	—	—	—	10,0	2300×1690 ×1610	3,86
<i>Гамма машин литейных кокильных однопозиционных гидравлических</i>									
С вертикальной плоскостью разреза, одной подвижной плитой	5915	800×630	630	500	12,5	20	10,0	2600×1400× ×1200	4,0
С вертикальной плоскостью разреза, двумя подвижными плитами и поддоном	5924	630×500	630	320	20	25	13,0	3560×1540× ×2075	7,32
	5926А	—	630	320	20	25	13,0	3560×1540× ×2675	7,32
С вертикальной плоскостью разреза, двумя подвижными плитами, поддоном и верхним стержнем	5946А	1250×630	630	320	20	65	13,0	3560×2835× ×2350	8,8
	5946Б	1250×630	1000	320	20	65	13,0	3930×2835× ×2350	9,15
<i>Машины многопозиционные гидравлические</i>									
Шестипозиционная, карусельная с вертикальной плоскостью разреза и одной подвижной плитой	4535Б	450×450	200	200	5	Регулируемые 10—30	13	3200×3200× ×1450	7,3
Трехпозиционная челночного типа с горизонтальной плоскостью разреза	4546Б	800×630	—	65; нижней 850; по- ворот верхней	20	60	5,5	2050×1550× ×950	3,0

Примечание. Оборудование изготовляет завод им. С. М. Кирова (г. Тирасполь).

алюминиевых отливок в кокиль и под давлением.

Технико-экономические показатели цеха, показанного на рис. 21, следующие:

Общий выпуск литья, тыс. т/год . . . . . 22—23  
Из общего количества отливается,  
тыс. т/год: . . . . .  
в кокиль . . . . . 11—12

под давлением . . . . . 10—11  
Серийность отливок, тыс. шт./год . . . . . 660—4000  
Количество рабочих:  
производственных . . . . . 650  
вспомогательных . . . . . 52  
рабочих ОТК . . . . . 74  
Выпуск на одного производственного  
рабочего, т/год . . . . . 43  
Общая площадь цеха, м<sup>2</sup> . . . . . 32 800  
Съем литья с 1 м<sup>2</sup> общей площади, т/год . . . . . 0,68

## ЦЕХИ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

### Область применения

Литье под давлением можно применять практически в производстве отливок из всех видов сплавов: цветных и черных. Высокая стоимость пресс-форм и трудоемкость их изготовления, а также малая стойкость привели к тому, что в производстве отливок из тугоплавких сплавов этот способ литья не применяют. Даже мелких отливок (150—200 г) из чугуна и стали в одной пресс-форме можно изготовить всего лишь 300—400 шт.

Большие расходы на изготовление оснастки и на ее содержание, поглощающие значительную долю экономии от снижения трудоемкости, предопределили применение этого способа для производства, в основном отливок из магниевых, цинковых, алюминиевых и медных сплавов в крупносерийном и массовом производствах.

Практически стойкость пресс-форм при проведении профилактического ремонта при производстве алюминиевых отливок массой до 1 кг составляет 100 тыс. запрессовок, 1—10 кг — 60—80 тыс., свыше 10 кг — 50 тыс. запрессовок, для отливок из цинковых сплавов — до 150 тыс. запрессовок и для латунных сплавов — 20—30 тыс.

Допускаемые габаритные размеры и масса отливки ограничиваются размерами камеры прессования и мощностью машины.

Литье под давлением применяют обычно для изготовления весьма тонкостенных отливок, которые не могут быть выполнены с такой высокой производительностью никакими другими способами. Из сплавов цветных металлов этим способом получают отливки с толщиной стенок менее 4 мм.

Наименьшая допускаемая толщина тела отливки зависит от давления на сплав в камере прессования машины: чем оно больше, тем более тонкие стенки отливок могут быть получены.

Мелкие детали, например алюминиевые массой 10—30 г или аналогичные по размерам цинковые, успешно отливают при толщине стенок 0,5—0,8 мм. Оптимальная толщина стенок для цинковых сплавов 1—3 мм, для магниевых и алюминиевых 1,5—4 мм и для медных 2,0—4 мм. Минимально допустимые толщины стенок для различных видов сплавов 0,8—1,5 мм.

Толщина стенок для всех указанных сплавов выше 6 мм из-за увеличения брака по пористости не рекомендуется без проведения специальных технологических мероприятий.

Способом литья под давлением можно получать отливки 3—5-го классов точности (ГОСТ 7713—62\*) и с чистотой поверхности 5—7-го и даже 7—8-го классов (ГОСТ 2789—59), если обработать рабочую поверхность формы методами полирования или отделочного шлифования.

Высокая точность размеров отливок позволяет выпускать их почти без механической обработки. Иногда требуется лишь сверление мелких отверстий, нарезание мелких резьб,

зачистка заусенцев и облоя и в некоторых случаях, отделка опорных поверхностей.

Широкое распространение получает литье под низким давлением с применением песчаных стержней, которому не свойственно большинство технологических недостатков, присутствующих в процессе литья под давлением. Для литья под низким давлением наиболее перспективны машины НИИГАвтопрома мод. 4545, 4566, 4569, 4575. Часть этих машин серийно изготавливает автозавод им. Ленинского комсомола и Минский автозавод. Принципы проектирования цехов и участков литья под низким давлением аналогичны принципам проектирования цехов для литья под давлением и в кокиль.

### Исходные данные для проектирования

Исходными данными при проектировании служат: номенклатура деталей или их представителей (по геометрии, массе и маркам металла); программа цеха; ведомость технологического процесса, составленная по форме 5.

ФОРМА 5

Ведомость технологических процессов изготовления литьем под давлением отливок из сплава

Наименование отливки (в случае отсутствия номенклатуры приводят отливки-представители)	Количество отливок			Тип машины	Масса			
	на изделие	на программу	в одной форме		одной отливки	порции сплава в форме	отливки на программу	жидкого металла на программу
<p>Примечания: 1. В первой графе указать, для какого изделия предназначены перечисленные ниже отливки и количество изделий на год.</p> <p>2. Если одна и та же отливка идет на несколько изделий, то в первой графе указать все изделия, в которых устанавливаются перечисленные ниже отливки, и частные и суммарные количества этих изделий.</p>								

### Машины для литья под давлением

Для получения отливок из легкоплавких сплавов на основе свинца, олова и цинка применяют машины с горячей камерой прессования. Эти машины не рекомендуются для изготовления отливок из более тугоплавких сплавов на основе алюминия, магния и меди из-за низкой температуры плавления и малой прочности материала черпаков.

Компрессорные машины с горячей камерой прессования можно иногда использовать для

21. Технические характеристики машин для литья под давлением

Параметры	Модель										
	БА12	БА13	512Г	5А14	5Т15	516М2	ЛН3404	71108	71109	ЛН313	БА22
Усилие заправки, тс	63	100	140	160	200,250	400	630	250	400	900	63
→ Наибольшая масса порции сплава, кг	7	10	1,98	16	19,8	34	45	30	20	—	5,3
Число холостых циклов, 1/ч	0,5	1,1	2,4	2,0	3,15	5,9	9,0	3,6	—	12,0	1,8 *1
Размер между колоннами в свету, мм:	500	400	200	200	200	—	125	160	—	100	500
по вертикали	320	400	—	500	495	515	—	530	630	450	320
→ по горизонтали	250	320	—	500	445	615	—	530	630	450	250
Ход подвижной плиты, мм	242	320	450	500	450	420	630	450	450	800	242
Наибольшее раскрытие плит, мм	510	670	—	800	900	—	1400	1050	1120	1800	5,10
Мощность электродвигателей, кВт	6	11	14—17	11	—	22	—	22—	—	—	6 *2
Габаритные размеры, мм:	2900	3400	3700	4300	3750	5540	6100	6000	6700	5700	3320
длина	1050	1100	1340	1120	600	1800	1320	1500	1150	2250	1850
ширина	1800	1800	1450	1900	1620	—	2000	1900	—	3950	1950
высота	24,5	3,70	6,10	6,46	5,30	—	20	9,6	13,6	38,5	4,0
Масса, т											

\*1 Для цинка.

\*2 Для движения, второй для нагрева 24 кВт.

Примечания: 1. Машины 512Г, 516М2, ЛН3404, ЛН313 изготовляет завод «Сиблитмаш», остальные — завод им. С. М. Кирова (г. Тирасполь).  
2. Все машины с холодной горизонтальной камерой прессования, кроме машин ЛН313 (с холодной вертикальной камерой прессования) и БА22 (с горячей камерой прессования)

производства алюминиевых отливок, не подвергаемых дальнейшей обработке. Если же от этих отливок требуются повышенная плотность и повышенные механические свойства, то применяют поршневые машины с холодными камерами прессования. Наиболее распространены машины с горизонтальными камерами прессования.

Для литья под давлением предусмотрен выпуск машин, приведенных в табл. 21. Следует учесть, что в ближайшее время эти, а также и вновь создаваемые машины будут автоматизированы (очистка и смазка пресс-формы, уборка отливок и т. п.).

Тип машины выбирают на основании обычных расчетов по требуемому давлению прессования, по площади проекции отливки и запирающему усилию машины и проверяют затем достаточность емкости ее камеры прессования при выбранном давлении, руководствуясь табл. 22.

Масса необходимой для заливки порции сплава (равная сумме масс отливки, литников, промывников и пресс-остатка) должна быть не менее 0,8—0,9 массы порции, указанной табл. 21. Технические характеристики дозаторов приведены в табл. 23. В зависимости от расчетного давления и необходимой порции сплава определяют диаметр камеры прессования. Давление на металл не должно быть ниже расчетного давления в камере, приведенного в табл. 22.

Количество требуемых машин каждого типа для литья под давлением определяют по формуле

$$N_{\text{мр}} = \frac{K_{\text{ф}}}{\Phi \Pi \eta_{\text{м}}},$$

где  $N_{\text{мр}}$  — количество машин одного какого-либо типа (приведенного в форме б), работающих с одной и той же часовой производительностью;

$K_{\text{ф}}$  — количество форм на годовую программу для отливки, переданных на машины рассчитываемого типа; определяемое в виде суммы соответствующих количеству, приведенных в форме б;

$\Phi$  — фонд рабочего времени оборудования;

$\Pi$  — производительность машины (форм/ч), принятая для рассчитываемой группы отливок;

$\eta_{\text{м}} = 0,8 \div 0,85$  — коэффициент использования машины.

22. Примерные расчетные давления в камерах машин для литья под давлением и емкости камер

Модель машины	Диаметр камеры, мм	Расчетное давление, кгс/см <sup>2</sup>	Наибольшая масса порции металла для сплавов		
			алюминевых	цинковых	медных
515	30	1835	300	800	1 000
	40	1930	550	1 500	1 800
	50	665	850	2 200	3 000
	60	460	1 250	3 250	—
	65	390	1 500	3 800	—
516	45	1255	950	2 600	3 300
	60	705	1 700	4 600	5 800
	75	450	2 700	7 200	—
	80	400	3 000	8 200	—
	85	350	—	9 200	—
517	65	1205	3 500	9 000	10 000
	75	905	4 600	12 000	15 000
	85	765	5 900	15 500	20 000
	100	510	8 200	21 000	—
	110	420	10 000	25 000	—
	120	350	—	30 000	—
518	90	1330	7 500	20 000	25 000
	100	1080	9 600	25 000	32 800
	125	690	15 000	40 000	50 000
	150	480	20 000	54 000	—
	160	420	25 000	64 000	—
511	40	1180	240	625	700
	50	750	375	975	1 200
	60	525	525	1 300	1 750
512	70	775	900	2 400	3 000
	80	799	1 500	4 000	—
	100	380	—	4 800	—
513	100	700	2 250	6 000	7 500
	120	475	3 250	8 000	—
	130	400	3 800	10 000	—
	140	350	—	12 500	—

Примечание. В графе «Диаметр камеры» указаны обычные для каждой машины наименьшие и наибольшие размеры, промежуточные размеры приведены лишь частично.

## Подготовка пресс-форм

Для профилактики через каждые 10 тыс. заливок форму следует снимать с машины, разбирать, очищать в пескоструйной установке мокрого типа «Гидрофиниш», а затем подвергать отпуску при 550° С.

В проектах следует предусмотреть помещение для профилактического ремонта пресс-форм.

Подготовка пресс-формы к работе заключается в подогреве ее до 200—300° С и окрашивании. Подогрев ведут специальными трубчатыми горелками (с отверстиями по всей поверхности трубы). Подогревают медленно (около 24 ч). При форсировании процесса подогрева форма прогревается неравномерно.

В дальнейшем эту температуру поддерживают при помощи водяного охлаждения.

Для охлаждения рекомендуется деминерализованная вода. Для сокращения ее расхода в цехе предусматривают замкнутую систему водоснабжения технологической оснастки и теплообменников литейных машин. Для пополнения этой системы требуется около 0,75—0,8 м<sup>3</sup>/ч свежей воды на одну машину для литья под давлением.

Пресс-формы окрашивают после предварительной очистки ее обдувкой. Для окраски, опрыскивания и обдува пресс-форм следует предусмотреть пистолеты с соплами на длинных трубах.

## Заливка металла

Металл от плавильной печи передают к раздаточным печам обычно в ковшах, установленных на тележках, или кранами. Применение индукционных печей и системы желобов резко улучшает условия труда в цехе, так как плавильные и раздаточные печи полностью герметизированы.

Заливка металла в машины для литья под давлением должна быть автоматизирована.

## 23. Технические характеристики дозаторов

Параметры	Модель			
	Д-63	Д-160	Д-250	Д-630
Масса дозы, кг:				
минимальная . . . . .	0,2	1	1	5
максимальная . . . . .	2	10	20	50
Емкость дозатора, кг . . . . .	70/63	170/160	270/250	630/700
Мощность, кВт . . . . .	11,6	165	21,6	30
Предел регулирования температур, °С . . . . .	1000	950	900	850
Габаритные размеры, мм	2030×1505× ×1282	1451×1780× ×2070	2650×1400× ×2600	3480×1900× ×2250
Масса, кг . . . . .	2000	2445	2600	3885

Примечание. Дозаторы предназначены для машин литья под давлением и кокильных машин при производстве отливок из алюминиевых сплавов.

Дозаторы разработаны НИИТАвтопромом. Их изготовляет завод литейных машин в г. Тирасполе.



### Финишные операции

На участках финишных операций в зависимости от характера отливок следует предусматривать: прессы и высокопроизводительные обрезающие станки для удаления облоя и литников, галтовочные барабаны с мокрыми абразивами и с автоматизированной загрузкой; барабаны с резиновой облицовкой и стальными шарами и конусами; стальные щетки, вращающиеся с частотой 600—1000 об/мин, абразивные ленты и полировальные круги для зачистки отливок и т. д.

В цехах, изготавливающих отливки из цинковых сплавов, следует предусмотреть возможность их отжига (при 95° С в течение 30 мин) для облегчения удаления облоя.

Для выполнения финишных операций при изготовлении алюминиевых отливок рекомендуется следующее оборудование:

для обрубки — гидравлические прессы усилием порядка 10 тс, ход поршня 500 мм с приводом от гидросистемы литейной машины и прессы усилием 20 тс с тем же ходом 500 мм и электродвигателем 17 кВт;

для обрезки литников и прибылей — вертикально-фрезерный карусельный станок (производительность ~120 отливок/ч и число оборотов фрезы 1470 в минуту, общая мощность около 70 кВт).

Следует предусмотреть возможность одновременной с удалением облоя вырубкой отверстий и пазов в тонкостенных отливках.

В проектных расчетах потребности в пресах и расходов на изготовление и эксплуатацию штампов для них следует учесть, что штампы обычно делают из среднеуглеродистой стали, а рабочие поверхности облицовывают стеллитовыми пластинами. Такая конструкция сборных штампов имеет ряд преимуществ перед цельными штампами: уменьшается стоимость материалов и конструирования, упрощается ремонт, увеличивается стойкость, повышаются технико-экономические показатели проекта. Для удаления облоя с отливок, получаемых в многогнездных формах, следует применять многогнездные штампы.

В отделениях финишных операций должна быть предусмотрена термообработка алюминиевых деталей, часто применяют закалку с 510—535° С в воде с температурой 10—60° С после выдержки в печи в течение 2—8 ч и последующее естественное старение в течение 4 дней. Применение прочных сплавов (в литом состоянии не нуждающихся в дальнейшем упрочнении при помощи термообработки) дает возможность проводить для большинства отливок лишь одно естественное старение в течение 4 дней. Находят широкое применение для термообработки отливок печи аэродинамических потерь.

Количество требуемого типа оборудования определяют по общей формуле

$$N_m = \frac{K_o}{\Phi\Pi\eta_m},$$

где  $K_o$  — количество отливок, подлежащих обработке на рассчитываемом оборудовании;

$\Phi$  — фонд рабочего времени оборудования, ч;

$\Pi$  — часовая производительность оборудования;

$\eta_m = 0,75 \div 0,85$  — коэффициент использования оборудования (включая необходимость изготовления отливок и возмещение брака).

В отделении финишных операций должны быть предусмотрены механизированный непрерывный транспорт облоя и элементов литниковых систем на шихтовый двор и автоматическая подача их на этот транспорт.

### Примеры планировок

В мощных цехах массового производства следует предусмотреть поточные линии для каждого отдельного наименования отливок. В других случаях рекомендуется групповая установка машин для литья под давлением.

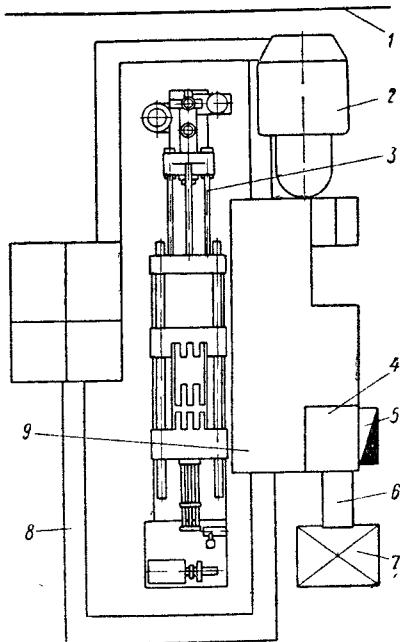


Рис. 22. Расстановка комплекса оборудования для литья под давлением и обрубки:

1 — монореоль для тельфера с жидким металлом; 2 — раздаточная печь; 3 — литейная машина; 4 — обрубный пресс; 5 — окно шахты, ведущей к подземному пластинчатому транспортеру для литников; 6 — автоматическое разгрузочное устройство прессы; 7 — короб отливок; 8 — решетка для слива; 9 — рабочая площадка

Для повышения производительности труда и улучшения использования рабочего времени следует устанавливать обрубные прессы непосредственно у машин для литья под давлением. Применяемая схема расстановки комплекса оборудования для литья под давлением и обрубки приведена на рис. 22.

Применение вакуумных устройств при литье под давлением существенно не должно

изменять принцип поточности производства. При этом во всех случаях машины и прессы устанавливаются в одной линии.

В ряде случаев рационально транспортировать отливки от машин для литья под давлением в отделение очистки в коробах при помощи толкающего конвейера с автоматическим программным адресованием.

При проектировании цехов литья под давлением необходимо учитывать следующие требования техники безопасности:

установка оградительных щитов, защищающих от брызг металла во время прессования, обязательна;

категорически запрещается размещать около машины и печей горючие вещества, загромождать проходы около машин формами и т. п.;

для выемки деталей из формы и снятия пресс-формы следует предусмотреть специальные приспособления.

Правильная организация разгрузки, хранения и подготовки свежих, а также регенерированных и оборотных материалов — важная задача, решаемая при проектировании литейных цехов. Ниже приведены сведения, необходимые для решения этой задачи.

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОРМ

Виды материалов и потребность в них определяются характером отливок (вид сплава, масса и толщина стенок) и принятым технологическим процессом формовки.

**Формовочные пески** (ГОСТ 2138—74) состоят из зерен кварца размером 0,05—1,0 мм. Частицы кварца менее 0,05 мм называют пылевидным кварцем или маршалитом.

При технологических процессах, требующих более чистых и однородных песков, чем предусмотрено ГОСТом, применяют обогащенные пески, поставляемые по специальному соглашению.

**Огнеупорные материалы** — шамот, хромит, магнезит, хромомагнезит, циркон и другие применяют в смесях для формовки крупного, массивного стального литья и отливок из легированных сталей. Эти материалы используют в размолотом виде (зерна, порошок). Для получения зерен (0,5—3,0 мм) и порошка можно использовать бой кирпичей. В отдельных случаях эти порошки поставляют в бумажных мешках.

**Формовочные глины и бентониты** (ГОСТ 3226—65) применяют в качестве связующих.

**Бентонитовые глины** при преобладании в них натрия и калия называют натриевыми, при преобладании кальция и магния — кальциевыми.

**Сульфитно-спиртовая барда** (ГОСТ 8518—57) — жидкость, плотность 1,27—1,30 г/см<sup>3</sup>. Поставляют в бочках или цистернах.

**Крепитель П и ПГ** — жидкость, плотность 0,82—0,88 г/см<sup>3</sup>. Поставляют в металлических бочках.

**Крепитель ГТФ** (ГОСТ 5339—50\*) — жидкость, плотность 1,01—1,03 г/см<sup>3</sup>. Поставляют в любых чистых емкостях, хранят при температуре не выше 30° С.

**Крепитель СБ и СП** — жидкость. Поставляют в металлических или деревянных бочках, а также в цистернах.

**Крепитель КО** — маслянистая жидкость. Поставляют в металлических бочках или цистернах.

**Крепитель ДП** — порошок. Поставляют в бумажных мешках.

**Пулвербакелит** — порошок. Поставляют в металлической герметически закрытой таре.

**Синтетические смолы** (фурановые, фенолоформальдегидные и др.) — густые жидкости, плотность 1,20—1,24 г/см<sup>3</sup>. Поставляют в бочках.

**Катализаторы** — технические кислоты: фосфорная, сульфобензойная, азотная и др. Поставляют в стеклянной посуде. Требуют специального хранения.

**Жидкое стеклосодовое** (ГОСТ 8264—56) марки Б, модуль 2,31—2,6 и плотность 1,47—1,51 г/см<sup>3</sup>. Поставляют в бочках или цистернах.

**Феррохромовый шлак** (МРТУ 14—11—64) — мелкий порошок (до 0,05 мм). Влажность не более 1%. Поставляют в крытых вагонах, в бумажных мешках или специальных контейнерах.

**Ангидрид хромовый** — порошок; токсичен, гигроскопичен. Хранить в сухом месте в плотно закрытой таре. Поставляют в металлических бочках.

**Поверхностно-активные вещества** (контакт Петрова, ДС-РАС и др.). Жидкости с плотностью 1,19—1,25 г/см<sup>3</sup>. Хранят в любой чистой таре.

**Каустическая сода** (едкий натр). Поставляют: твердую — в железных барабанах, жидкую — в бочках.

**Сернокислый алюминий** — реагент процесса осветления воды — поставляют в кусках, навалом.

**Полиакриламид** — реагент процесса осветления воды — поставляют в виде геля, с содержанием активного полимера 6—8%, в деревянной таре массой до 150 кг.

Все жидкости, применяемые в литейных цехах, хранятся при температуре выше 0° С.

Молотый каменный уголь марок ГК, Г или ПЖ — угольный порошок, просеянный через сито № 016 или гранулированный уголь. Поставляют в бумажных мешках или изготавливают на литейном складе из угля соответствующей марки, поступающего в открытых вагонах.

Мазут (ГОСТ 10585—63\*\*) поступает в цистернах или бочках.

Пылевидный кварц или маршалит (ГОСТ 9079—59\*, с 1.1.76 г. 19788—74) поставляют в бумажных мешках.

Графит кристаллический (ГОСТ 5279—74). Крупность помола до 0,2 мм. Поставляют в бумажных мешках.

Краски и натирки противогригарные, поставляют готовые в виде пасты в бочках. Перед употреблением разводят водой.

Древесные опилки или торфяная крошка. Поставляют с влажностью до 25% навалом в автомашинных или вагонах.

Помимо перечисленных выше формовочных материалов литейные цехи потребляют значительную номенклатуру таких материалов, как модельные пудры, восковые фитили, шпильки, стержневой клей, керосин и др., которые хранят на центральном материальном складе завода.

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПЛАВКИ МЕТАЛЛОВ

Металлическая шихта для плавки черных металлов. Чушкo зьe чугуны передельные (ГОСТ 805—69) и литейные (ГОСТ 4832—72). Масса чушек литейных чугунов 18 и 25 кг, передельных 40 и 50 кг.

Стальной и чугунный лом: оборотный — состоит из отходов своих литейных, кузнечно-прессовых и других цехов в виде прибылей, литников, скрапа, брака, обрезков и т. д.

Привозной чугунный лом (ГОСТ 2787—63\*) делят на три класса: габарит кусков лома I класса 250×200×100 мм, масса кусков от 1 до 35 кг; II и III классов — 400×250×50 мм. Масса кусков до 35 кг. При автоматическом взвешивании шихты габариты лома не должны превышать 200×200×100 мм, масса — не более 12 кг.

Стальной лом: для мартеновских печей должен иметь габариты не более 1,0×0,5×0,5 м, массу не более 1 т; для электродуговых печей — не превышать 0,6×0,35×0,25 м и массу не более 800 кг, для вагранок — не более 250×200×100 мм, а массу до 35 кг.

Чугунная и стальная стружка — в вагранках, мартеновских и электродуговых печах применяют в брикетированном виде. В индукционных печах — россыпью, но очищенную от масла.

Ферросплавы делят на электротермические и доменные.

Электротермические ферросплавы поставляют в ящиках или бочках; масса кусков не более 10—15 кг. Феррованадий, вольфрам, молибден выпускают в кусках массой до 5 кг. Ферросилиций отпускают также и навалом в закрытых вагонах. Масса чушек 25 кг. Доменные ферросплавы выпускают в чушках массой до 45 кг. Отгружают навалом в закрытых вагонах.

При проектировании мест хранения ферросплавов следует иметь в виду, что хранение ферромарганца и ферросилиция при повышенной влажности вызывает их самопроизвольный распад с выделением ядовитых и взрывоопасных газов.

Флюсы известняк дробленый трех сортов в кусках 25—100 мм; содержание мелочи не более 2%; известняк не дробленый в кусках, размер которых не ограничен; доломит сырой или обожженный в кусках 30—150 мм; содержание мелочи не более 2%; апатитонепелиновая руда в кусках 25—100 мм; содержание мелочи не более 10% по весу. Шпат плавиковый поставляют в виде брикетов величиной не менее 5 мм, с содержанием мелочи не более 10%.

Флюсы отгружают навалом в открытых вагонах.

Шихта для плавки цветных металлов. Первичные сплавы выпускают в чушках (алюминий, силумин, магний, олово, свинец, цинк, сурьма) массой 6—42 кг или в слитках (медь, никель) массой до 200 кг.

Вторичные сплавы (алюминий, силумин, латунь, бронза) поставляют в чушках массой 15—42 кг.

Используют также лом и отходы соответствующих металлов. Лом цветных металлов установочных габаритов не имеет.

Флюсы при плавке цветных металлов применяются комбинированные из различных химикатов, специально подобранных для каждого сплава.

Топливо — твердое, жидкое и газообразное. Хранение на складе при литейном цехе подлежат только твердое топливо: кокс литейный, реже металлургический или термоантрацит. Проектирование газо- и мазуто-снабжения литейных цехов выполняют в энергетической части проекта.

Огнеупорные и теплоизоляционные материалы применяют для футеровки печей и ковшей, а также для литниковых систем и изготовления полупостоянных форм. Нормальный прямой кирпич используют для кладки стен, клиновой для кладки сводов и шахтных печей, а также трубопроводов; применяют также сложные и особо сложные фасонные и крупноблочные изделия. Масса шамотного кирпича малого размера 3,3 кг; магнезитового 4,5 кг; кирпича из легковесного шамота 0,7 кг и из диатома 1,0 кг.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ

Расчет расхода формовочных и шихтовых материалов можно выполнять двумя способами.

1. Средние нормы расхода основных формовочных материалов (кг на 1 т годового литья) по роду металла и отраслям промышленности

Материал	Серый чугун			Ковкий чугун		Стальное литье				Бронза		Алюминий
	Тяжмаш	Станко-пром	Сель-хозмаш	Авто-пром	Сель-хозмаш	Авто-пром	Тяж-маш	Станко-пром	Сель-хозмаш	Авто-пром	Авто-пром	Авто-пром
Песок формовочный	1100,0	900,0	750,0	950,0	450,0	550,0	1534,0	1100,0	700,0	1200,0	1400,0	1270,0
Глина формовочная	108,0	160,0	75,0	58,0	70,0	41,0	125,7	170,0	80,0	145,0	20,0	13,0
Бентонит	11,2	—	5,0	—	5,0	—	6,2	—	4,5	27,0	—	—
Хромомagneзит	1,4	—	—	—	—	—	43,0	490,0	0,5	—	—	—
Древесные опилки	2,3	—	—	—	—	—	4,2	40,0	—	—	—	—
Маршалит	2,0	—	—	—	—	—	3,7	5,0	3,5	—	—	3,0
Уголь молотый	10,8	—	25,0	9,5	—	0,25	0,5	—	0,2	3,0	—	—
Графит разный	3,0	—	23,0	—	—	11,0	0,5	—	0,2	—	—	—
Сульфитно-спиртовая барда	12,0	—	0,5	0,7	0,2	0,2	0,7	15,0	8,0	20,0	—	3,0
Крепители СПиСВ	11,5	—	10,0	14,0	4,8	6,0	1,0	28,0	—	—	—	62,0
Прочие крепители	20,7	—	9,0	29,3	—	—	1,0	—	—	—	—	—
Жидкое стекло	6,3	—	—	—	4,4	—	10,7	70,0	7,0	7,6	11,5	53,0
	—	—	—	—	—	—	0,1	—	10,0	1,3	7,0	—

2. Средние нормы расхода основных шихтовых материалов (% к заванке) для производства отливок из стали

Материал	Углеродистая сталь по отраслям промышленности										Легированная сталь по маркам (плавка в электропечах)						
	Гяжмаш		Станкопром		Общмаш		Сельхозмаш		Автопром		УКЭ	УОЭ	УКЭ	УОЭ	УКЭ	УОЭ	
	УОМ	УОЭ	УКЭ	УОМ	УОЭ	УКЭ	УОМ	УОЭ	УКЭ	УОЭ							
Чугун передельный	38,0	8,0	2,0	45,0	3,0	1,0	35,0	6,0	1,0	37,0	2,5	1,0	4,0	0,5	2,0	2,5	
Лом стальной и возврат своего производства	53,9	34,3	96,0	46,6	91,7	86,2	57,3	82,2	96,9	55,3	88,6	88,2	88,2	97,3	84,7	94,4	97,0
Стружка стальная	5,0	6,0	—	5,0	3,5	6,0	5,0	6,0	7,0	—	—	6,0	6,0	—	10,0	—	—
Чугун аскальный	0,6	—	—	0,8	—	—	0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ферромарганец доменный	0,8	0,9	1,2	1,0	0,9	0,9	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,4	2,4	1,1	0,9
Ферросилиций доменный	—	—	—	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ферросилиций 45%	0,8	—	—	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	1,0	1,0
Феррохром	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Никель гранулированный	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ферромolibден	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Обозначения сталей: УОМ — углеродистая основная мартовенская; УОЭ — углеродистая основная электропечная; УКЭ — углеродистая кислая электропечная; марки легированных сталей по ГОСТу.

Первый способ — более точный, применяют тогда, когда известны составы и количества формовочных и стержневых смесей, проценты выхода годных отливок от завалки, составы и количества шихт, используемых в цехе. В этом случае из таблиц расчета шихт и смесей (см. гл. 2) определяют годовые расходы формовочных и металлических шихтовых материалов для изготовления смесей и выплавки металла. Количество материалов, поступающих на склад, должно равняться рассчитанным величинам с учетом потерь на складе и при транспортировании в цех. Эти потери принимают до 5%, за исключением стружки брикетированной (до 8%) и не брикетированной (10—12%). Этот способ применяют;

при проектировании литейных цехов массового и крупносерийного производства, когда составы смесей и шихт немногочисленны и известны;

при применении в проектах новых технологических процессов формовки и плавки металлов, например при применении ЖСС, ПСС, смесей с фурановыми смолами, при плавке чугуна в индукционных или дуговых печах и др., так как в этих случаях отсутствуют стабильные показатели и нормативы расхода материалов;

при определении расхода шихтовых материалов и флюсов в проектах цехов цветного литья, так как выход годных цветных отливок меняется в очень широких пределах (40—90%) и средние нормативы расхода шихтовых материалов не разрабатывают.

Расчет расхода флюсов, топлива и огнеупоров во всех случаях ведут по показателям или отраслевым нормативам расхода материалов (см. ниже) с учетом принятого типа плавильного оборудования.

Второй способ — приближенный, основан на использовании нормативов или показателей расхода материалов в литейном производстве данных отраслей промышленности. Этот способ применяют при приближенных расчетах и при отсутствии более точных данных.

Удельные нормы учитывают потери при хранении и транспортировании материалов, поэтому дополнительного учета потерь не требуется. Нормативы расхода основных формовочных материалов при применении песчано-глинистых смесей по видам сплавов и отраслям промышленности приведены в табл. 1.

Для определения нормативного расхода шихтовых материалов сначала определяют показатель выхода годного литья в процентах к массе металлической завалки по данным, приведенным в гл. 2. Затем определяют массу металлической завалки и по табл. 2 и 3 находят годовой расход отдельных матери-

Расход кокса при плавке чугуна в обычной вагранке с холодным дутьем составляет 14—16% массы металлической завалки; при плавке в вагранке с горячим дутьем — 9—11%.

3. Средние нормы расхода основных шихтовых материалов (% к завалке) для производства отливок из чугунов при плавке в вагранках

Материал	Тяжмаш			Станкопром			Общмаш			Сельхозмаш			Автопром				
	СЧ	МСЧ	ВЧ	СЧ	МСЧ	ВЧ	СЧ	МСЧ	ВЧ	СЧ	МСЧ	ВЧ	СЧ	МСЧ	ВЧ	КЧ	
																	КЧ
Чугун:																	
литейный	35,5	30,0	79,0	37,0	27,0	3,4	15,0	40,0	28,0	12,0	40,5	20,0	40,0	38,5	28,0	40,0	18,0
передельный	2,0	—	—	1,0	—	—	—	—	1,6	—	1,0	10,0	—	1,0	1,6	—	—
хромоникелевый	1,5	—	—	2,0	3,0	—	—	1,5	—	—	0,5	—	—	1,5	—	—	—
специальный	—	—	—	—	—	10,0	—	—	—	12,0	—	—	7,0	—	—	—	—
Итого чушковых чугунов	39,0	30,0	79,0	40,0	30,0	34,0	25,0	41,5	29,6	38,0	42,0	30,0	40,0	41,0	29,6	40,0	18,0
Лом стальной	10,0	31,0	10,0	13,0	36,0	30,0	36,0	6,5	27,5	11,0	32,0	6,0	7,0	7,0	27,5	7,0	46,0
Лом чугунный и возврат своего производства	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Чугун зеркальный	48,15	35,0	7,0	44,4	28,5	36,0	37,5	50,2	39,5	49,3	49,3	39,0	51,5	48,6	39,5	51,5	31,2
Ферросилиций доменный	0,8	2,0	—	3,0	—	—	1,0	0,5	1,0	1,0	0,6	3,0	—	0,5	1,6	—	—
Ферросилиций 45%	1,8	2,0	4,0	1,4	2,5	—	1,5	1,2	1,6	1,7	2,0	1,5	1,5	2,5	1,6	1,5	4,2
Ферромарганец доменный	0,15	—	—	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	—	—	0,25
Ферромарганец	0,1	—	—	—	—	—	—	0,1	—	—	0,1	—	—	0,1	—	—	0,35

Обозначения марок чугунов: СЧ — серый чугун всех марок; МСЧ — модифицированный серый чугун; ВЧ — высокопрочный чугун; КЧ — ковкий чугун

4. Средние нормы расхода шлакообразующих материалов (флюсов) (% массы металлической завадки) при плавке черных металлов

Материал	Стальное литье (по роду плавки)			Чугунное литье (по роду чугуна)		
	ОМ	ОЭ	КЭ	СЧ	МСЧ; ВЧ	КЧ
Железная руда . . .	3,0	4,0	1,8	—	—	—
Марганцевая руда . . .	0,7	0,7	1,0	—	—	—
Известняк . . . . .	8,6	—	—	4,8	5,2	6,0
Известняк метал- лургический . . . . .	4,5	6,0	1,0	—	—	—
Боксит . . . . .	1,2	0,1	—	—	—	—
Плавиковый шпат . . . . .	0,2	0,4	—	0,1	0,1	—
Кварцевый песок . . . . .	—	—	5,3	—	—	—

Обозначения: ОМ — основная мартеновская печь; ОЭ — основная электропечь; КЭ — кислая электропечь; СЧ; МСЧ; ВЧ и КЧ — см. табл. 3.

Нормативы расхода шлакообразующих материалов (флюсов) при плавке черных металлов даны в табл. 4; расхода огнеупорных материалов — в табл. 5.

5. Средние нормы расхода огнеупорных материалов на ремонт печей и ковшей (кг на 1 т годного литья)

Материал	Плавильные печи и ковши					Печи	
	Стальное литье			Чугунное литье		сушильные	термические
	ОМ	ОЭ	КЭ	СЧ	КЧ; МСЧ; ВЧ		
Шамотный кирпич и фасонные изделия . . .	43,0	41,0	35,0	34,0	42,0	2,5	5,5
Магнезитовые и хромомagneзитовые кирпичи . . .	10,5	18,7	—	—	—	—	—
Динасовый кирпич . . . . .	28,0	32,0	25,0	—	—	—	—
Изоляционный кирпич . . . . .	1,5	1,0	1,0	—	—	—	1,0
Доломит . . . . .	30,0	10,0	—	—	—	—	—
Огнеупорные порошки разные . . . . .	19,0	34,0	10,0	6,0	6,0	0,15	2,0
Песок кварцевый . . . . .	—	—	10,0	5,2	5,2	—	1,0
Глина огнеупорная . . . . .	10,0	10,0	10,0	7,5	7,5	0,25	1,0

Обозначения см. табл. 4.

### СКЛАДЫ ФОРМОВОЧНЫХ И ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для бесперебойной работы необходимо иметь минимальный, но достаточный для обеспечения нормальной работы цеха запас всех необходимых формовочных и шихтовых материалов. Величину запаса на складе определяют в календарных сутках в зависимости от климатического пояса, в котором размещен литейный цех, и от вида транспорта, доставляющего материалы (табл. 6). При доставке материалов водным транспортом принимают

сроки хранения по данным местного судостроения, при доставке автотранспортом — минимальные.

Все формовочные и шихтовые материалы, как правило, следует хранить в закрытых помещениях (формовочные материалы и кокс при температуре не ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ ), помещения для хранения шихтовых материалов могут не отапливаться. В малоснежных южных районах допускается хранение чушковых чугунов, стального и чугуна лома на открытых площадках.

Формовочные пески сухие и сырые хранят отдельно в большинстве случаев в железобетонных закромах, заглубленных в землю на 2,5—4,0 м. В механизированных складах сырые и сухие пески хранят в металлических или железобетонных бункерах. Сухой песок при большом объеме запаса рекомендуется хранить в железобетонных или металлических силосах вне здания склада, тогда как в помещении отапливаемого склада хранят только сырой песок и размещают установки для сушки и подготовки формовочных материалов. Сырую глину хранят в приемных ямах или железобетонных закромах, сухую молотую глину и бентонит — в закрытых металлических бункерах и емкостях.

Жидкие крепители хранят в цистернах, установленных в подземном отапливаемом

помещении. Их целесообразно хранить вместе с горюче-смазочными материалами в специальных складах, там же размещают участки по их подготовке. Эти склады выполняют по отдельным проектам. В технологической части составляют только задание на проектирование.

Чушковые чугуны хранят в закромах или штабелях. Для каждой марки чугуна рекомендуется отводить по два закрома. Площадки под штабеля бетонировать, штабеля с торцов укреплять клеточной кладкой из чушек или металлическими стойками.

## 6. Нормы запаса формовочных и шихтовых материалов на складах

Материал	Запас в сутках для климатических поясов			
	I	II	III	IV
Песок формовочный . . . . .	20—30	30—45	45—75	60—90
Глина формовочная:				
сырая . . . . .	30—45	45—75	60—90	90—120
сухая молотая . . . . .	20—30	30—45	30—45	45—60
Маршалит, феррохромовый шлак, бентонит, цемент	15—20	20—30	20—30	30—45
Опилки, торфяная крошка . . . . .	10—20	10—20	10—20	10—20
Огнеупорные изделия . . . . .	15—20	20—45	20—45	20—45
Чугун чушковый, лом чугунный и стальной	20—30	20—30	30—45	30—45
Отходы своего производства (литники, обрезки, стружка и др.) . . . . .	3—5	3—5	3—5	3—5
Стружка привозная . . . . .	10—15	10—15	10—15	10—15
Ферросплавы . . . . .	10—30	10—30	30—45	30—45
Флюсы (известняк, шлак маргеновский, плавиковый шпат) . . . . .	15—30	15—30	30—45	30—45
Кокс литейный: уголь каменный . . . . .	15—30	15—30	30—45	30—45
Цветные металлы и сплавы . . . . .	10—20	10—20	20—30	20—30
Огнеупорные порошки и раскислители . . . . .	15—30	15—30	30—45	30—45

Примечание. Климатические пояса: I — южнее Одессы, Ростова-на-Дону; II — севернее I пояса до Харькова; III — севернее II пояса до Москвы; IV — севернее III пояса.

Чугунный и стальной лом хранят на вымощенных или бетонированных площадках раздельно по видам и габаритам, разделанный лом — в закромах.

Чушки цветных металлов хранят в запираемом помещении на поддонах в грузовых пакетах, для чего чушкам придана удобная для складывания форма. Размер и форма чушек из различных цветных сплавов таковы, что позволяют сложить из них пакет с размерами в плане 800×800 мм, что удобно для компактной загрузки ж.-д. вагона. Высота пакета определяется грузоподъемностью электропогрузчика, применяемого для их транспортирования. Обычная высота пакета 1200 мм, масса достигает 1500 кг.

Стружку и отходы цветных сплавов хранят в металлических закрывающихся ящиках, распределенными по сплавам, виду и качеству. При хранении легкозагорающихся отходов магния и алюминия необходимо соблюдать специальные правила противопожарной безопасности.

Доменные ферросплавы хранят в закромах или реже в контейнерах, электротермические ферросплавы — в контейнерах или в таре поставщика. Из-за высокой стоимости ферровольфрама, ферромolibдена, феррованадия, ферротитана и феррохрома рекомендуется хранить в запираемом помещении или на центральном заводском складе в таре поставщика.

Кокс располагают в закромах, приемных ямах или бункерах, обязательно в сухом, закрытом помещении.

Все виды огнеупоров хранят в закрытых холодных складах в контейнерах, пакетах или штабелях на мощеных площадках.

Закрома для хранения шихтовых материалов строят в закрытых складах, заглубленными на 2—3 м ниже уровня пола, в открытых складах — надземными. Стенки закровов изготовляют из железобетона с обкладкой деревом. Расчет размеров закровов, силосов

и бункеров и их элементов на прочность производят по средним данным табл. 7 и 8.

## 7. Погрузочные данные формовочных материалов

Материал	Удельный объем, м <sup>3</sup> /т	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	Угол внутреннего трения, градусов	Максимальная высота хранения, м
Песок формовочный:				
сухой . . . . .	0,67	1,50	30	10,0
с влажностью 5% . . . . .	0,63	1,60	36	
с влажностью 10% . . . . .	0,60	1,70	36	
Глина в комках:				
сухая . . . . .	0,65	1,55	35	3,0
с влажностью 15% . . . . .	0,55	1,80	40	
Глина и бентонит сухие				
молотые . . . . .	1,00	1,00	20	3,0
Пылевидный кварц . . . . .	0,90	1,10	40	
Шамот молотый . . . . .	0,67	1,50	35	
Хромомагнезит . . . . .	0,60	1,70	35	2,0
Каменный уголь:				
молотый . . . . .	1,43	0,70	20	
в кусках . . . . .	1,20	0,85	30	4,0
Опилки и торфяная крошка . . . . .	2,50	0,40	35	3,0
Феррохромовый шлак молотый . . . . .	0,95	1,05	40	
Древесный пек молотый . . . . .	2,0	0,5	35	

При использовании данных таблицы для расчетов стенок закровов и бункеров на прочность объемную массу всех материалов следует увеличить на коэффициент перегрузки  $K_{\text{п}} = 1,2$ , а углы внутреннего трения уменьшить на 5°. При конструировании же течек и пересыпных устройств углы их наклона должны быть больше угла внутреннего трения



8. Погрузочные данные шихтовых материалов

Материал	Удельный объем, м <sup>3</sup> /т	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	Угол внутреннего трения, градусов	Максимальная высота хранения, м
Чугун чушковый	0,24	3,50	35	3,0
Чугунный лом, классов:				
I . . . . .	0,47	2,20		
II . . . . .	0,50	2,00		
III . . . . .	0,65	1,60		
Стальная лом, классов:				45
I . . . . .	0,48	2,10		
II . . . . .	0,65	1,60		
III . . . . .	0,77	1,30		
Литники и сливы: чугунные и стальные	0,56	1,80	45	2,0
алюминиевые	1,65	0,60		
бронзовые и латунные	0,40	2,50		
свинецобаббитовые . . . . .	0,35	3,00		
Стальная стружка: дробленая	1,20	0,85	60	3,0
витая . . . . .	4,00	0,25	45	
Чугунная стружка	0,65	1,60		
Алюминиевая стружка . . . . .	5,00	0,20	45	1,2
Олово, цинк и баббит в чушках в штабеле . . . . .	0,25	4,00	—	2,0
Медь и свинец в чушках в штабеле . . . . .	0,20	5,00	—	2,0
Алюминий в чушках . . . . .	0,67	1,50	35	
Ферросплавы: в кусках	0,50—0,30	2,00—3,50		3,0
дробленые	0,60	1,70	45	2,0
Камень известковый . . . . .	0,67	1,50	37	5,0
Известняк дробленый . . . . .	0,60	1,70	42	4,0
Руда железная . . . . .	0,42	2,40	45	
Шлак мартеновский в кусках	0,60	1,70	35	5,0
Огнеупорные кирпичи и изделия в штабеле . . . . .	0,56	1,80	—	2,0
Кокс: литейный	2,00	0,50	45	5,0
отсевы . . . . .	1,85	0,55	40	2,0
Ремонтный мусор	0,65	1,50	45	
Шлак ваграночный гранулированный . . . . .	1,20	0,85	35	4,0
Зола коксовая . . . . .	1,40	0,70	45	

не менее чем на 10—15°. При определении геометрических размеров бункеров, закрываем учитывают коэффициент их заполнения  $K_z = 0,8$  и размеры их в плане, обеспечивающие удобную загрузку и разгрузку. Рекомендуются минимальные размеры закрываем 4×4 м, бункеров — 3×3 м. Конструкцию бункеров и питателей под ними выбирают по данным гл. 5.

Расчет мест хранения и площадок для складов формовочных и шихтовых материалов

выполняют по форме 1. При заполнении формы следует:

исключить графу 3 при расчете материалов по нормативам;

учесть, что на площадках склада формовочных материалов хранят материалы в контейнерах или в бумажных пакетах (феррохромовый шлак, бентонит, угольную пыль и др.). Вид тары следует указать в графе 8. Нагрузки на площадку определяют расчетом с учетом проходов;

учесть, что на площадках склада шихты хранят не менее 10% чугунов и доменных ферросплавов, проверяемых лабораторией, неразделанные литники, брак и отходы, а также огнеупорные материалы. Нагрузки на 1 м<sup>2</sup> этих площадок принимают с учетом проходов для чушковых чугунов 2 т/м<sup>2</sup>, для огнеупоров 1,8 т/м<sup>2</sup> и без учета проходов для литников, брака и отходов 2,2 т/м<sup>2</sup>.

Проектирование складов формовочных и шихтовых материалов рекомендуется выполнять с учетом следующих основных положений.

Для литейных заводов, имеющих в своем составе несколько литейных цехов, хранение формовочных и шихтовых материалов проектируют в базисных складах. В этих же зданиях обычно размещают цехи или отделения по подготовке этих материалов к использованию. Расположение базисных складов по отношению к литейным цехам должно обеспечивать рациональные грузопотоки материалов.

В случаях, если это обусловлено компоновкой генплана завода, склады формовочных материалов, кокса и шихтовых материалов, а также цехи и отделения по их подготовке размещают в отдельных зданиях. Такое решение требует специального обоснования.

Оптимальным видом транспорта сухого песка и прочих подготовленных сыпучих материалов из склада в цехи является пневмотранспорт, в отдельных случаях допускается транспорт ленточными конвейерами.

Транспорт всех шихтовых материалов и кокса в литейные цехи, в аналогичных случаях рекомендуется осуществлять большегрузным автотранспортом в специальных контейнерах. Такие транспортные решения уменьшают количество перегрузок, обеспечивают чистоту и порядок в шихтовых отделениях литейных цехов и позволяют свести к минимуму размеры площадки, занятой заводом.

Для машиностроительных заводов с одним литейным цехом склад формовочных и шихтовых материалов проектируют при цехе. В этих случаях для подачи материалов к местам потребления используют внутрицеховой транспорт.

Для базисных складов и складов при литейных цехах большой мощности (с выпуском более 20 тыс. т отливок в год) рекомендуется проектировать следующую организацию разгрузки и хранения материалов. Сырой песок доставляют на склад в саморазгружающихся вагонах (гондолах) в течение всего года, за исключением складов, распо-

Расчет складов формовочных и шихтовых материалов

Материал	Потребность, т/год		Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	Запас на складе			Место и способ хранения	Закрома			Бункеры			Площадка		
	по расчету	с учетом потерь		на число суток	т	м <sup>3</sup>		высота хранения, м	Площадь, м <sup>2</sup>		Емкость, м <sup>3</sup>	Количество		Нагрузка, т/м <sup>2</sup>	Площадь, м <sup>2</sup>	
									по рас-чету	принято		по рас-чету	принято		по рас-чету	принято
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

ложенных в IV климатическом поясе, которые снабжают только летом. Нормальная величина состава 8—12 вагонов по 60 т каждый. Для быстрой разгрузки такого состава проектируют так называемые «точечные» устройства (рис. 1), где одновременно разгружают 1—2 вагона. Обязательны при

Можно рекомендовать емкость склада сырого песка независимо от количества потребляемого песка в пределах 900—1200 т. В отдельных случаях, в северных районах III пояса, применяют разгрузку всего прибывшего эшелона песка в приемные бункера, размещенные в крытом помещении под

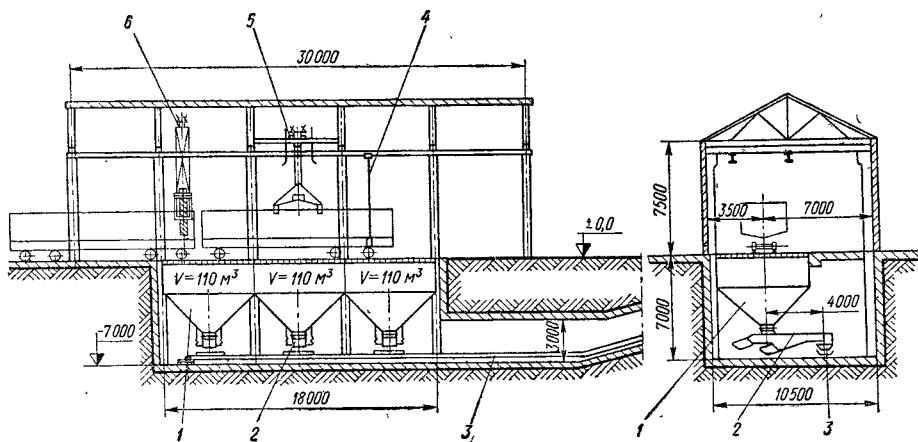


Рис. 1. «Точечное» разгрузочное устройство:

- 1 — приемный бункер; 2 — вибропитатель; 3 — ленточный конвейер; 4 — люкоподъемник; 5 — виброплита; 6 — бурорыхлительная машина

этом механизированная передвижка вагонов и мощные системы непрерывного транспорта (200—300 т/ч) для бесперебойного отбора разгружаемого песка из приемных бункеров. Помещение для разгрузки вагонов следует размещать в отдельном здании или в пристройке к складу. В холодных районах III климатического пояса необходимо предусматривать в нем оборудование для разрыхления или оттаивания смерзшегося песка, а также для обогрева приемных бункеров.

Разгруженный сырой песок транспортируют в отопляемый склад сырого песка, емкость которого должна позволить разместить в нем весь одновременно прибывший песок с некоторым резервом емкости.

ж.-д. путем. Эти бункера одновременно являются и складом сырого песка.

После сушки и соответствующей обработки сухой песок доставляют непрерывным транспортом на склад сухого песка, который обычно размещается в железобетонных силосных башнях (табл. 9), откуда транспортируется потребителям пневмотранспортом.

Для складов меньшей емкости при литейных цехах рекомендуется упрощенная организация разгрузки и хранения кварцевых песков.

Вагоны с сырым песком разгружают в приемную яму. Приемная яма должна вмещать 300—500 т песка, т. е. состав из 5—8 вагонов, что соответствует длине ямы 50—

## 9. Основные размеры железобетонных силосных башен и показатели нормализованных силосных корпусов

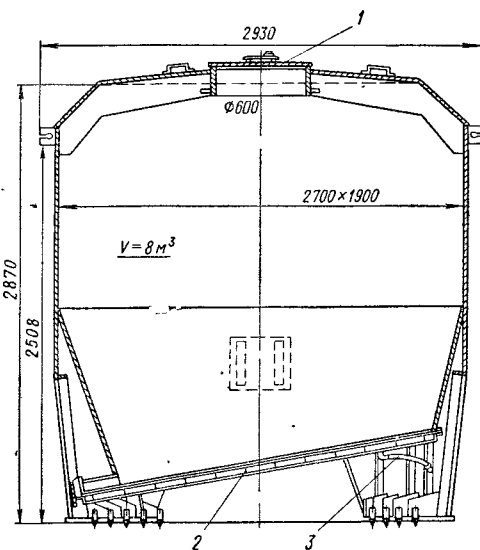
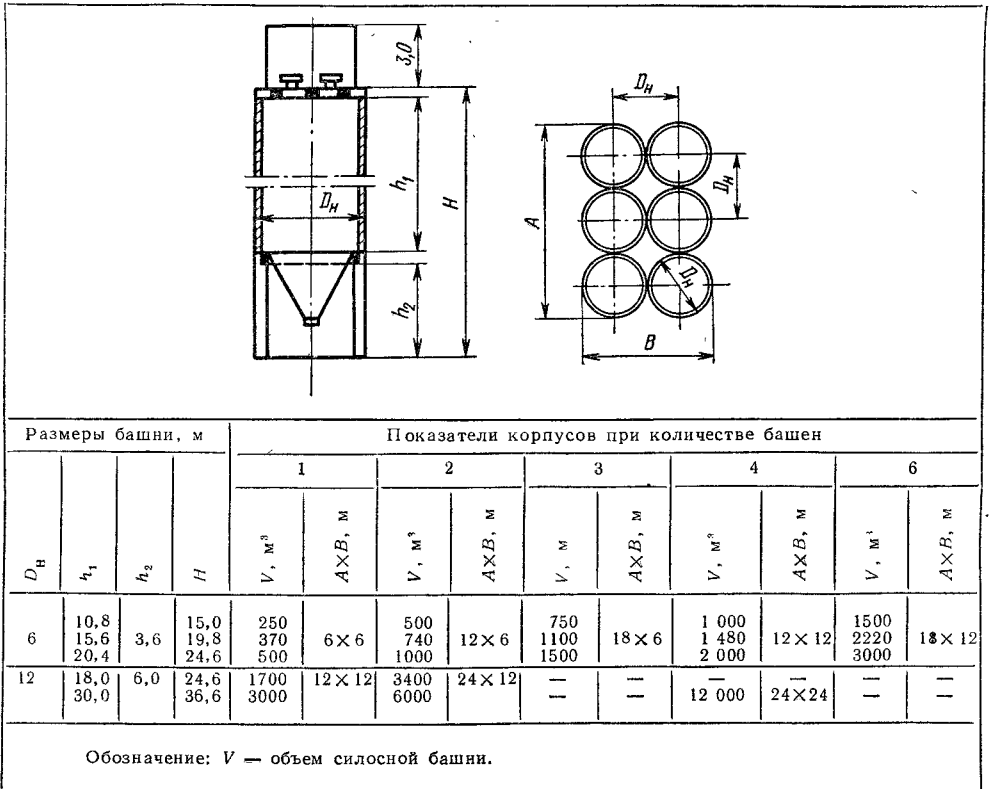


Рис. 2. Контейнер для перевозки и хранения пылевидных материалов:

1 — загрузочный люк; 2 — аэрожелоб для разгрузки; 3 — подвод сжатого воздуха

60 м. Приемную яму в таких складах используют как часть склада сырого песка. Специального склада сырого песка не проектируют. Весь песок сырой и сухой хранят в железобетонных закромах с высотой хранения 6—10 м.

Передачу сырого песка из приемной ямы в закрома и из закромов в сушильные устройства или в цех для использования производят грейферными кранами обычно грузоподъемностью 5 т с моторными грейферами емкостью 1,5 м<sup>3</sup>. Количество мостовых кранов, обслуживающих склады формовочных и шихтовых материалов, определяется из расчета установки одного крана на 40—60 м длины склада, обслуживаемого кранами.

Сырую глину и уголь доставляют на склад на открытых платформах. Разгрузку глины и угля в складах всех типов производят в приемные ямы в большинстве случаев вручную или грейферным краном. Из приемной ямы сырую глину и уголь грейфером же перегружают в закрома, аналогичные применяемым для песка, из которых с помощью того же механизма доставляют к агрегатам для подготовки к использованию.

Значительное количество формовочных материалов доставляют на склады в размолотом виде готовыми к применению (бентонит, шамотный порошок, высокоогнеупорные до-

бавки, феррохромовый шлак, цемент, пульвербакелит, пылевидный кварц, графит и др.).

Пылевидные материалы доставляют потребителям: ж.-д. транспортом в металли-

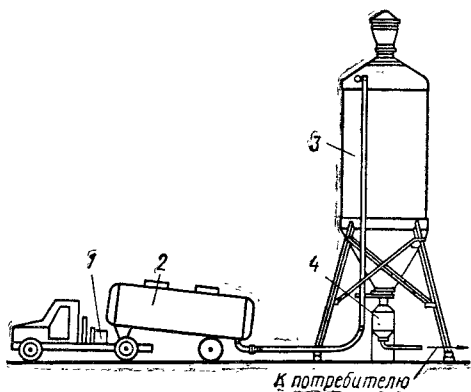


Рис. 3. Устройство для разгрузки пылевидных материалов:

1 — автотягач; 2 — цементовоз; 3 — приемный резервуар; 4 — пневмонасос

ческих плотно закрытых контейнерах (рис. 2) на открытых платформах, в бумажных пакетах (30 кг) в закрытых вагонах или

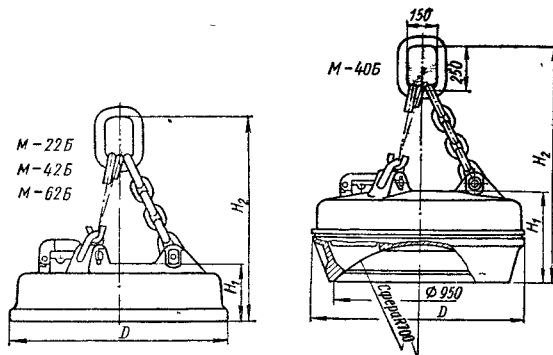
специальными автомашинами — цементовозами. Устройство для разгрузки проектируют в зависимости от вида транспорта и упаковки материала. Эти условия должны определяться заданием на проектирование.

Разгрузку платформ с контейнерами производят мостовыми кранами. Эти же контейнеры служат также и для хранения материалов, для чего на складе нужно предусмотреть соответствующую площадь. Желательно также, чтобы контейнеры подавались непосредственно к местам потребления, тогда перегрузки, а следовательно, потери и пыление будут исключены полностью.

Разгрузку бумажных пакетов из крытых вагонов или из кузовов грузовых автомобилей рекомендуется производить на специальную разгрузочную платформу малогабаритными электропогрузчиками. Для облегчения этой операции желательно, чтобы пакеты в вагонах были уложены на транспортные поддоны. Можно также использовать передвижные ленточные конвейеры.

Для разгрузки автоцементовозов, снабженных устройствами для пневмовыгрузки, рядом с приемной площадкой сооружают герметичные приемные бункера. В эти бункера пылевидные материалы перекачивают пневмонасосом автомашины (рис. 3), затем, в случае надобности, перекачивают стационарным пневмотранспортом в бункера-хранилища этих материалов.

#### 10. Грузоподъемные магниты



Параметры	М-22Б	М-40Б	М-42Б	М-62Б
Размеры, мм:				
$D$	785	1 150	1170	1600
$H_1$	235	465	290	375
$H_2$	785	1 300	1120	1320
Масса, кг	550	1 600	1500	3500
Мощность установленная, кВт	7	14	14	28
Подъемная сила (кг) при грузе:				
чугун в чушках	200	—	600	1800
скрап стальной	200	—	600	1800
стружка стальная	80	—	200	600
чугунный шар	—	10 000	—	—

Чушковые чугуны и доменные ферросплавы, как правило, прибывают в саморазгружающихся вагонах, поэтому разгрузку их производят прямо в приемные ямы, расположенные обычно по обе стороны ж.-д. пути. Одновременно разгружают несколько вагонов. Размеры ям для чушковых чугунов принимают меньше, чем для формовочных материалов и кокса. Из приемной ямы чуш-

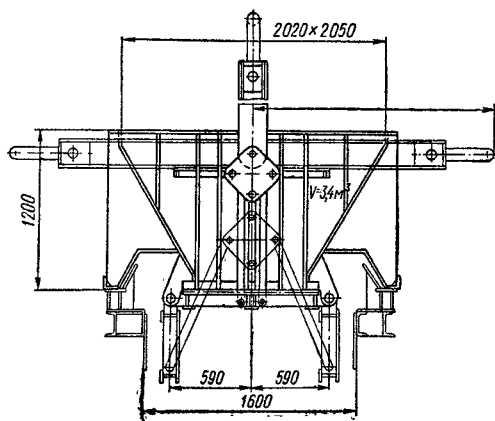


Рис. 4. Контейнер для металлической шихты

ковые чугуны и ферросплавы, имеющие магнитные свойства (ферросилиций доменный), грузоподъемным магнитом, подвешенным к крюку мостового крана, перегружают в закрома для хранения. Габаритные размеры магнитов и их параметры приведены в табл. 10

Чугунный и стальной лом, прибывающий на склад в открытых платформах, разгружают грузоподъемным магнитом при помощи железнодорожного или мостового крана. Тем же способом неразделанный лом доставляют на участки разделки, а разделанный — в закрома для хранения или в контейнеры для отправки в плавильное отделение.

Транспортирование металлических шихтовых материалов из базисного склада, как уже указывалось выше, в цехи-потребители рекомендуется в специальных контейнерах емкостью до 10 т (рис. 4) или в корзинах для загрузки электропечей. Для загрузки контейнеров или корзин на складах применяют магнитные краны. Для установки загруженных контейнеров в базисном складе на платформу автомашины и для разгрузки их в шихтовых пролетах литейных цехов необходимы мостовые краны грузоподъемностью не менее 15 т.

Ферросплавы немагнитные и чушки цветных металлов, прибывающие навалом, разгружают на разгрузочную площадку и затем электропогрузчиком с ковшем перегружают в закрома или контейнеры для хранения и дальнейшего транспортирования. Для разгрузки вагонов с немагнитными штучными материалами можно также применять передвижные ленточные конвейеры.

Чушки цветных металлов, прибывающие уложенными на поддонах, разгружают и перевозят на склад и в цехи электропогрузчиками.

Кокс поступает только в саморазгружающихся вагонах (гондолах). Обычная величина состава до 10 вагонов по 30 т каждый. Для быстрой разгрузки такого состава на базисных и других складах большой емкости проектируют «точечные» устройства, аналогичные устройствам для разгрузки формовочных песков (см. рис. 1), или ряд подземных бункеров по всей длине разгрузки, являющихся одновременно и хранилищем кокса.

Отдельно стоящие помещения с «точечными» устройствами иногда делают общими для разгрузки песка и кокса при условии ввода в него двух параллельных ж.-д. путей: одного для подачи вагонов с коксом, другого — для вагонов с песком.

Разгруженный в «точечном» устройстве кокс передается системой непрерывного транспорта большой производительности в бункера — хранилища кокса, откуда по мере надобности доставляется к местам потребления.

Для складов меньшей емкости при литейных цехах вагоны с коксом разгружают в приемную яму. Приемная яма должна вмещать не менее 200 т кокса. Часто приемную яму совмещают с завромом-хранилищем всего запаса кокса (рис. 5). Распределение кокса по закрому и транспортировке кокса из приемной ямы в хранилища производится грейферным краном.

При проектировании транспорта для кокса следует иметь в виду, что этот материал легко

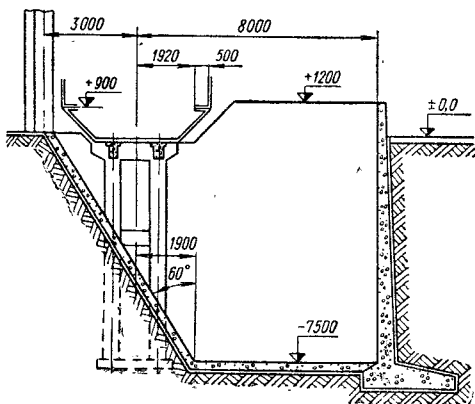


Рис. 5. Двусторонняя приемная яма-закром для кокса

крошится, а куски менее 40 мм не годны в производство, влажный кокс на морозе разрушается. В связи с этим при проектировании разгрузки и транспортирования кокса следует соблюдать следующие правила: разгрузочные помещения, приемные бункер и трапезы должны быть защищены от дождя и снега. В приемных бункерах холодных разгрузочных помещений кокс не должен

задерживаться, количество перегрузок и пересыпок должно быть минимальным, высота падения кокса при пересыпках — не более 1—1,5 м. Грохот для просева необходимо устанавливать возможно ближе к месту потребления.

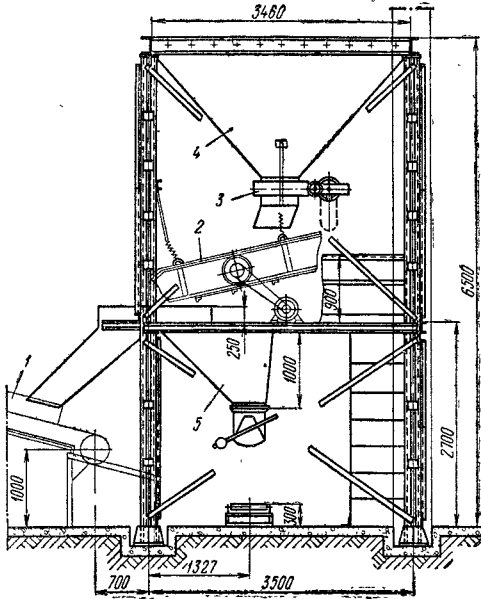


Рис. 6. Установка для грохочения кокса:

1 — ленточный конвейер для подачи просеянного кокса; 2 — грохот инерционный с ситом; 3 — шиберный затвор; 4 — бункер для кокса; 5 — бункер для отсева

Рекомендуются следующие способы транспортирования кокса. При хранении кокса при литейном цехе в закромах последний грейфером подают в бункер установки для грохочения (рис. 6). Просеянный кокс ленточным конвейером транспортируется в расходные бункера, откуда засыпается в бадьи или ковш скипового подъемника, загружающие шихту в вагранки. Если кокс хранят в подземных или надземных бункерах, размещенных близко к плавильному отделению, то из них кокс выдается преимущественно вибропитателем на систему ленточных конвейеров в бункер грохота и через него после грохочения транспортируется в раздаточные бункера на участке шихтовки, затем загружается в вагранку. В случае, если хранение кокса организовано на базисном складе, общем для нескольких цехов, то просеянный кокс загружают на складе в контейнеры (рис. 7), которые безрельсовым или рельсовым транспортом доставляют в плавильные отделения чугулитейных цехов. Такой контейнер может служить также расходным бункером.

Известняк и другие флюсы поступают на склад в открытых полувагонах или на платформах, как правило, в дробленом виде; их

разгружают в приемную траншею, из которой грейфером передают в закрома для хранения и затем также грейфером и системой ленточных конвейеров транспортируют в расходные бункера для шихтовки. Для разгрузки и транспортирования дробленого известняка на базисных складах и складах большой емкости целесообразно использовать те же разгрузочные и транспортные устройства, что и для кокса, посредством которых известняк транспортируют в свои надземные бункера-хранилища, смежные с бункерами для хранения кокса, откуда либо непосредственно ленточными конвейерами в бункера для шихтовки, либо в контейнеры, подобные показанным на рис. 7, но меньшей емкости, для транспортирования наземным транспортом в литейные цехи.

Недробленый известняк, поступающий на открытых платформах, разгружают грейфером в траншею или на специальную площадку, размещенную рядом с вагоном.

Огнеупорные изделия, прибывающие в крытых вагонах или на платформах в сплошной укладке, разгружают с применением подвижных ленточных конвейеров, причем изделия укладывают в контейнеры или на подоны. Дальнейшее транспортирование огнеупорных изделий на склад и к местам потребления производят в таре мостовыми кранами или электропогрузчиками. В случае, если огнеупорные изделия прибывают в крытых вагонах, уложенными в контейнеры, то разгрузку их производят электропогрузчиками непосредственно из вагонов. Такими же электропогрузчиками производят и дальней-

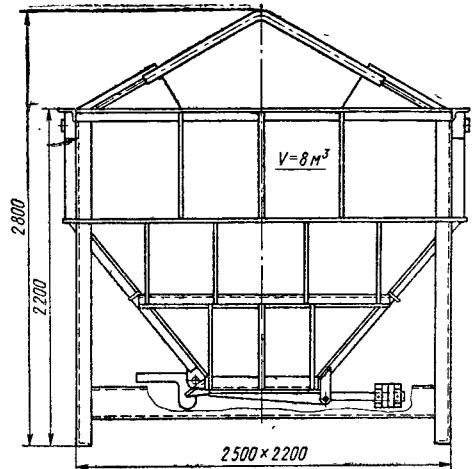


Рис. 7. Контейнер для кокса

шее транспортирование огнеупоров в контейнерах с мест складирования и затем к потребителям.

Рекомендуемые размеры пролетов и типы мостовых кранов складов формовочных и шихтовых материалов приведены в табл. 11. Грузоподъемность мостового крана 15 т несбыдима при транспортировании шихты

## 11. Размеры пролета и грузоподъемные средства складов

Назначение и размещение пролета	Грузоподъемные средства		Схема пролета	Размеры пролета, м		
	Тип механизма	Грузоподъемность, т		Ширина А	Высота	
					до подкрановых путей Б	до низа конструкций покрытия В
Разгрузка и хранение шихтовых материалов, отдельно стоящий или при базисном складе	Мостовой кран со съемными магнитом и грейфером. Для немагнитных материалов съемный многоцелостный грейфер	5/5; 15/3 *1 10	Рис. 8, а	24; 30	8,15; 9,65	10,80; 12,60
Разгрузка и хранение ферросплавов электропечных огнеупоров, молотых глины и бентонита при базисном складе в таре	Электропогрузчик, мостовой кран	5	Рис. 8, з	24; 30	8,15	10,80
Разгрузка и хранение кокса, песка в складе при литейном цехе	Мостовой грейферный кран	5/5; 5	Рис. 8, д	24; 30	9,65; 11,45	12,6; 14,40
Разгрузка кокса и песка при базисном складе	Вибропитатели, люкоподъемник	—	Рис. 8, е	12; 24	—	7,20; 8,40; (10,8) *2
Хранение сырого песка и кокса при базисном складе	Ленточные конвейеры	—	Рис. 8, б	24; 30	—	12,6
Разгрузка и хранение сырой глины в комках при базисном складе или в складе при литейном цехе	Мостовой грейферный кран	5; 5/5	Рис. 8, в	24; 30	9,65; 11,45 *3	12,60; 14,40

\*1 Съемный грейфер в этом случае не используют.  
\*2 В скобках — при установке передвижного рыхлителя внутри пролета.  
\*3 Высота подкрановых путей: 9,65 — соответствует высоте закровов; 5 500 мм; 11,45 — высота закровов; 7000 мм. Хранение сухого песка предусматривается в силосных башнях (см. табл. 9).

в контейнерах. Типовые строительные схемы зданий складов показаны на рис. 8. При проектировании складов шихтовых и формовочных материалов необходимо соблюдать следующие нормы техники безопасности:

Расстояния, м:	
внутри здания от стены до оси ж.-д. пути . . . . .	3,3—3,5
между стенкой вагона и краем рабочего места, при расположении стеллажей для мульд вдоль ж.-д. пути . . . . .	1,0
от стенки вагона до края приемной ямы, не менее . . . . .	0,7
от оси ж.-д. пути до стенок закровов до высоты 1,2 м . . . . .	1,92
от штабеля чушкового чугуна до ближайшего рельса ж.-д. пути между поперечными проходами . . . . .	2,0 40—60
Высота (м) ограждения вокруг закровов и ям для шихты и других материалов, не менее . . . . .	0,8
Ширина, м:	
свободных проходов вдоль и поперек складов и между штабелями проходов по стенкам закровов и бункеров . . . . .	1,0 0,7

Проходы для людей должны обеспечивать их безопасность и не проходить в зонах действия магнитных и грейферных кранов. На складах предусматривают утепленные помещения для отдыха рабочих и санузлы. Для покрытия полов рекомендуются сле-

дующие материалы: вся площадь складов включая проезды и проходы, — сборные железобетонные плиты (нагрузка 5 т/м<sup>2</sup>); закрома для шихты — брусчатка или булыжник (нагрузка 15 т/м<sup>2</sup>); закрома для формовочных материалов — сборные железобетонные плиты (нагрузка 10—12 т/м<sup>2</sup>); закрома для кокса — сборные железобетонные плиты (нагрузка 5 т/м<sup>2</sup>).

Склады шихты и формовочных материалов по СН и П-11-М2-72 не являются пожаро- и взрывоопасными помещениями и относятся к категории Д, кроме участков хранения стораемых материалов: торфяной крошки, каменноугольной пыли, древесного угля, которые относятся к категории В.

В проектах складов рассчитывают только транспортное оборудование: краны (см. выше), электрокары и погрузчики по их грузоподъемности с учетом коэффициента недогрузки  $K_n = 0,7 \div 0,75$  и по количеству ездки. Оборудование непрерывного транспорта рассчитывают в проекте механизации. Расчет производственных рабочих ведут по рабочим местам; крановщиков и водителей электротележек — по количеству действующих машин в каждую смену. Количество подсобных рабочих на складах шихтовых и формовочных материалов вместе принимают для складов при цехе один рабочий на 3—4 тыс. т, а для базисных складов —

на 6 тыс. т отливок годовой мощности цеха. Для сталелитейных цехов численность рабочих увеличивают на 10—15%. Кроме этого, в механизированных складах дополнительно

стах их добычи с тем, чтобы литейные цехи-потребители получали материалы полностью подготовленными к использованию. Однако в большинстве случаев этого не делается и

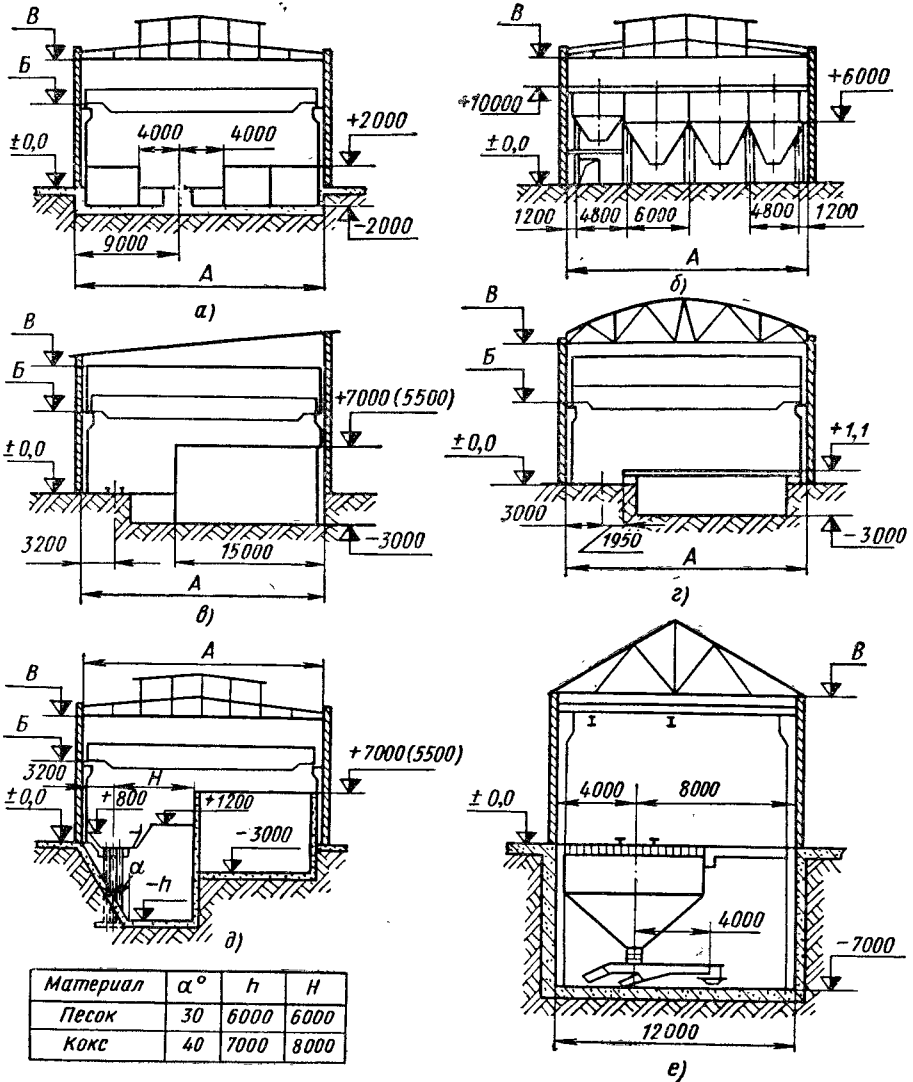


Рис. 8. Типовые строительные схемы складов

предусматривают рабочих, обслуживающих ленточные конвейеры, из расчета один рабочий на 20 тыс. т песка или на 8 тыс. т кокса, транспортируемого по конвейерам.

### ОТДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ФОРМОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Широкое применение автоматизации производственных процессов требуют высокой стабильности всех показателей формовочных и стержневых материалов. Обработку материалов целесообразнее выполнять в ме-

пока приходится предусматривать необходимую обработку в специальных отделениях при складах формовочных материалов или при литейных цехах.

Формовочные пески проходят следующие подготовительные операции: разрыхление и дробление комьев песка при разгрузке в случае получения смерзшегося песка; просев сырого песка через сито с ячейками размером до 40×40 мм; сушка кварцевых песков при температуре до 600° С, глинистых до 200° С, в обоих случаях до влажности 0,5—1,0%;



охлаждение песка до температуры  $+30^{\circ}\text{C}$  в случае необходимости немедленного употребления; при наличии склада сухого песка большой емкости операция охлаждения может быть исключена;

просев сухого песка непосредственно при подаче его для потребления через сито с ячейками  $5 \times 5$  мм.

Глина формовочная или бентонит в кусках проходят следующие операции: измельчение комков на куски размером до  $70 \times 70$  мм;

сушка при температуре до  $400^{\circ}\text{C}$ , до влажности 4—5%;

подогревают при сливе. Их технологические параметры (концентрацию и состав) доводят до заданных в баках и мешалках.

Крепители густые, поставляемые в бочках, разводят водой до заданных параметров в мешалках.

Крепители твердые в кусках дробят и просеивают.

Для просеивания песка и других сыпучих формовочных материалов применяют полигональные барабанные сита. Эти сита не только отделяют крупные включения, но одновременно дробят непрочные комки сырого и сохшегося песка. Промышленность выпускает ряд таких сит (табл. 12).

12. Сита барабанные полигональные

Параметры	Модель				
	173М	175М	176М	178М	1А79
Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	5	20	40	80	125
Длина барабана, м . . . . .	1000	1800	2350	3150	4250
Диаметры барабана, мм:					
наибольший . . . . .	600	1120	1500	2000	2500
наименьший . . . . .	450	850	1120	1500	2000
Число оборотов в минуту . . . . .	32	27	23	20	16
Размеры загрузочной воронки, мм	155 × 300	400 × 550	300 × 550	400 × 700	450 × 700
Количество отсасываемого воздуха, м <sup>3</sup> /ч	2000	5000	7000	8500	17 000
Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	1,1	3,0	5,5	7,5	13,0
Масса, кг . . . . .	660	1060	1730	2900	6400

магнитная сепарация для удаления случайных металлических включений, если конструкция мельницы может пострадать от них; разлом до размера частиц менее 1 мм; просев через сито с ячейками 1—2 мм; эту операцию осуществляют при отсутствии приспособлений для просева и классификации продукта помола в разномольном оборудовании.

Опилки древесные просеивают через сито с ячейками  $20 \times 20$  мм. Влажность опилок должна быть доведена до 25—30%.

Горфяную и асбестовую крошку просеивают через сито с ячейками  $20 \times 20$  мм.

Высокоогнеупорные материалы (шамот, хромистый железняк, магнезит и др.) дробят в бегунах или валковых дробилках и просеивают через сито с ячейками 3—5 мм.

Каменный уголь для получения порошка сушат при температуре до  $100^{\circ}\text{C}$ , дробят в валковой дробилке, проводят магнитную сепарацию, затем мелют до размера менее 0,2 мм и подвергают воздушной классификации.

Все пылевидные материалы, получаемые в готовом размолотом виде в бумажных мешках (глина, бентонит, угольная пыль, маршалит, графит и др.), требуют только удаления тары.

Крепители жидкие, поставляемые в цистернах, в холодное время года

Для просева рыхлых материалов (опилок, торфяной крошки) обычно применяют инерционные грохоты. Для просева сухих пылевидных материалов (глины, угля, маршалита и др.) рекомендуются плоские вибрационные или механические сита типа СМ-50 (табл. 13).

Наиболее употребительным оборудованием для сушки песка и глины являются барабанные сушилки, разработанные институтом «Теплопроект». Глину и глинистые жирные пески можно сушить только в них. В этих сушилах можно сушить также смерзшийся песок.

Барабанный сушило показано на рис. 9. Технические характеристики барабанных сушилок для песка и глины приведены в табл. 14.

Наибольшее распространение для сушки кварцевых песков получили трубные сушилки или сушилки пневмопотока (рис. 10, табл. 15). Применяют также решетчатые сушилки или сушилки кипящего слоя, в которых сушка песка происходит при продувке горячими газами.

Производительность сушилок всех типов, указанная в таблицах, рассчитана на начальную влажность песка 10%, конечную 0,5%; для глины соответственно 25 и 3%. При других условиях производительность сушилок меняется.

Организационно участки подготовки формовочных материалов рекомендуется созда-

13. Грохоты для кокса, шихтовых и формовочных материалов

Тип	Количество сит	Размеры сит, мм	Производительность, т/ч	Размеры отверстий сита, мм		Мощность двигателя, кВт	Масса, кг	Завод-изготовитель
				верхнего	нижнего			
<i>Грохоты инерционные щелевые для кокса</i>								
ГЖ-1	1	400×800	До 6	24	—	0,6	138	—
ГЖ-2		800×1600	» 15	и 30 24	—	1,7	632	
ГИС-32	2	1250×3000	» 25	и 30 40	12	7,5	1050	
ГИЛ-42		1500×3750	» 35	50	8	8,0	3200	
<i>Грохоты инерционные щелевые для ферросплавов</i>								
ГЖД-1	2	400×800	До 5	14	2	0,6	147	—
ГЖД-2		800×1600	» 10	14	2	1,7	590	
<i>Сито инерционное для глины и гвля</i>								
СМ-50	1	800×1800	До 30	15	—	5,5	790	Волковский завод литейных машин
<i>Грохоты инерционные для отвальной смеси и регенерата</i>								
171Гр	2	1250×2500	До 120	25	12	4,5	3910	Воронежский завод горно-обогатительного оборудования
166Гр		1500×3000	» 25	10	4	10,0	2600	

14. Сушила барабанные для песка и глины (см рис. 9)

Тип	Производительность, т/ч	Расход топлива		Установленная мощность, кВт	Размеры, мм								
		газа, м³/ч	мазута, кг/ч		барабана		установки						
					Д	Л	А	Б	В	Г	Е	Ж*	И
<i>Сушила для песка</i>													
ПБ2-0,6	0,6	10,0	9,0	5,5	1100	1 100	1 170	—	3 320	2760	—	1830	—
ПБ3-3,2	3,2	50,0	46,0	8,2	1600	1 650	3 540	2000	6 500	3590	4200	2160	—
ПБ1-3,0	3,0	50,0	46,0	17,3	1000	4 000	4 900	1830	7 260	3000	3230	1930	1100
ПБ1-6,0	6,0	100,0	90,0	25,3	1200	6 000	6 950	2370	9 820	3400	4070	2670	1400
ПБ1-15,0	15,0	250,0	230,0	53,7	1600	8 000	8 950	2670	12 640	4150	5100	2900	1585
ПБ1-24,0	24,0	377,0	345,0	90,8	1600	12 000	13 150	3830	18 080	4360	4310	2900	2565
ПБ1-43,0	43,0	710,0	—	145,0	2200	12 000	13 600	3640	19 100	6270	6430	4020	1590
<i>Сушила для глины</i>													
ГБ1-0,6	0,6	27,0	25,0	15,5	1000	4 000	4 900	1860	7 420	3000	3230	2320	—
ГБ1-1,2	1,2	58,0	53,0	15,5	1200	6 000	6 950	2600	10 700	3400	4070	2670	—
ГБ1-3,3	3,3	140,0	128,0	30,5	1600	8 000	9 300	3830	14 630	4150	5700	3130	—
ГБ1-4,8	4,8	207,0	190,0	51,0	1600	12 000	13 700	4060	18 800	4360	5270	3130	—
ГБ1-9,2	9,2	390,0	—	145,0	2200	12 000	13 600	3640	19 100	6270	6430	4020	—

Обозначения: ПБ1 и ГБ1 — одноходовые сушила для песка (ПБ) и глины (ГБ); ПБ2 — двухходовое сушило; ПБ3 — трехходовое сушило.

\* Ширина сушила.

15. Сушила трубные для песка (см. рис. 10)

Тип	Производительность, т/ч	Расход топлива		Установленная мощность, кВт	Размеры, мм									
		газа, м³/ч	мазута, кг/ч		трубы		установки							
					Д	Л	А	Б	В	Г	Е	Ж	И	
ПТ-3	3	46	43	20	350	10 000	Сушило не разработано							
ПТ-6	6	90	85	30	480	12 000	3700	3350	1200	1520	400	500	375	
ПТ-12	12	180	170	40	720	13 000	4000	3420	3000	4150	500	700	500	
ПТ-24	24	350	330	60	850	16 500	4500	4450	2800	2800	670	800	650	

вать, как отделения при складах. Нормальный режим работы отделений подготовки формовочных материалов — двухсменный.

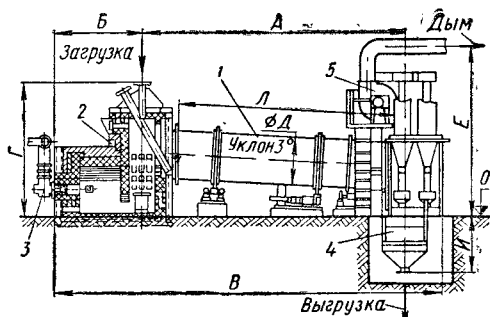


Рис. 9. Барабанное сушило для песка:

1 — сушильный барабан; 2 — топка; 3 — горелка для газа; 4 — холодильник; 5 — вытяжная установка с фильтром

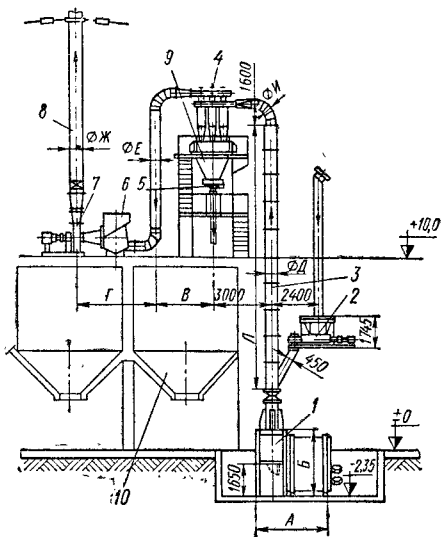


Рис. 10. Трубное сушило для песка:

1 — узел загрузки; 2 — сушильная труба; 3 — циклон; 4 — дозатор; 5 — фильтр «СИОТ»; 6 — газодувка; 7 — дымовая труба; 8 — бункер для хранения сухого песка

Расчет оборудования выполняют по форме 2.

Количество складских рабочих, кроме крановщиков, определяют из расчета один рабочий на 16 тыс. т свежих материалов в год.

В отдельных случаях в состав этих отделений включают участки регенерации отработанного формовочного песка.

Некоторые планировки отделений подготовки формовочных материалов даны ниже.

## УСТАНОВКИ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ПЕСКА

Назначение установки — выделение из отвалных, непригодных к непосредственному использованию в литейном цехе смесей годных продуктов: регенерированного песка и металлических включений; при этом вода и воздух, участвующие в процессах регенерации, должны быть, в свою очередь, очищены до установленных норм.

Существуют «мокрые», «сухие» и «комбинированные» схемы регенерационных систем.

Более универсальны и более сложны «комбинированные» схемы регенерации, рекомендуемые отечественной практикой, в которых пылевидно-глинистые частицы удаляют с помощью воды, а ряд операций осуществляется в воздушной среде. Установки состоят из нескольких участков. Состав и взаимосвязь участков при «комбинированной» схеме установки показаны на рис. 11.

Стержневая смесь поступает в установку в виде пульпы, образующейся при вымыве отливок в гидравлических камерах или электрогидравлических установках, а также из сухих отвалных формовочных и стержневых смесей. Установка выдает: сухой регенерированный песок, соответствующий требованиям ГОСТ 2138—73, предъявляемым к кварцевым формовочным пескам (содержание глинистой составляющей до 1,0%); оборотную воду: грубого осветления с содержанием взвешенных веществ до 4,0 г/л, используемую для смешивания отвальной смеси с водой, и для гидротранспорта пульпы глубокого осветления с содержанием взвешенных веществ до 0,2 г/л, используемую для промывки песка в классификаторах и питания гидравлических камер; металлические от-

Расчет оборудования для подготовки формовочных и шихтовых материалов

ФОРМА 2

Материал и операция	Потребность, т/ч		Оборудование				
	средняя	максимальная	Тип	Производительность, т/ч	Количество		Загрузка, %
					расчетное	принятое	

Примечание. При определении максимальной потребности учитывают коэффициент неравномерности (~1,2).

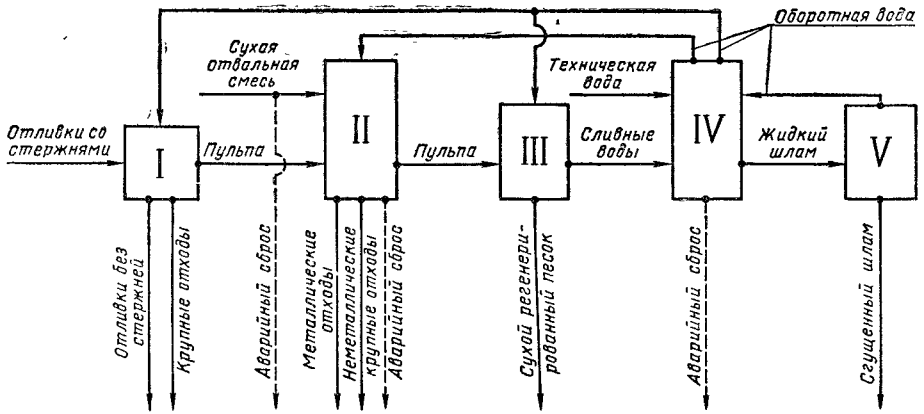


Рис. 11. Состав установки для регенерации песка:

I — участок гидрокамер или электрогидравлических установок; II — участок переработки сухих отвалных смесей; III — участок регенерации песка; IV — участок осветления воды; V — участок сгущения шлама

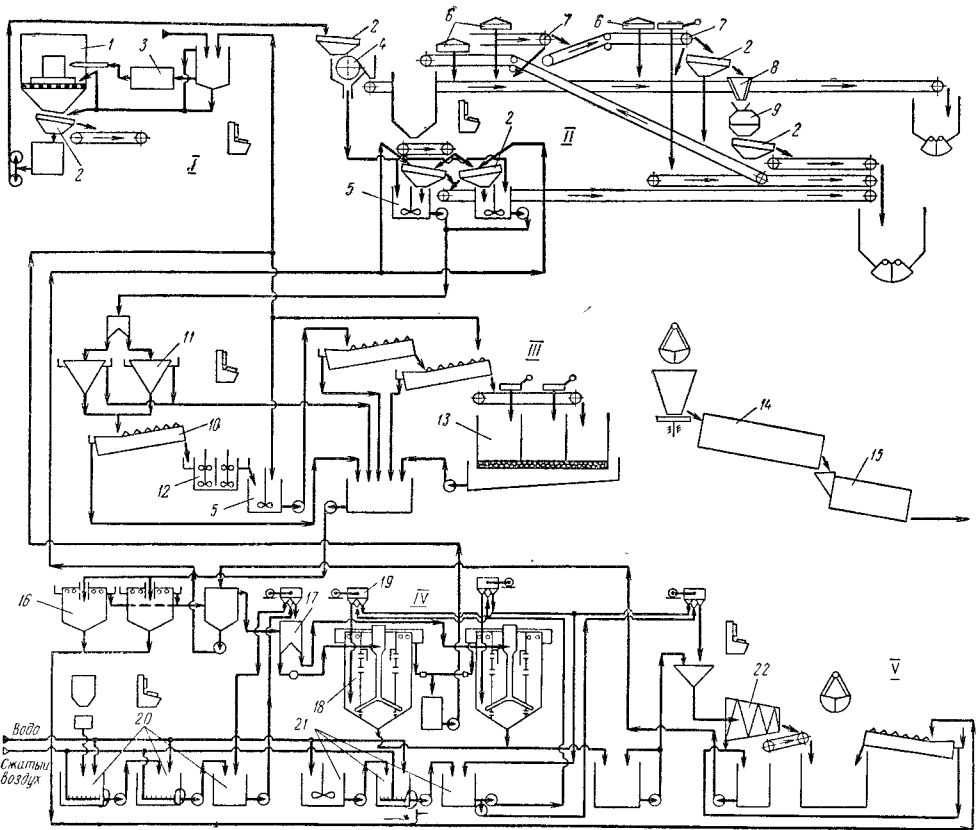


Рис. 12. Схема цепи аппаратов в участках базовых моделей установок для регенерации песка; I — V — участки (см. рис. 11); 1 — гидрокамера; 2 — грохот; 3 — насос высокого давления; 4 — сепаратор электромагнитный однобаранный; 5 — агитчан; 6 — сепаратор электромагнитный подвесной; 7 — электромагнитный шкив; 8 — дробилка щековая; 9 — дробилка роторная; 10 — классификатор спиральный; 11 — классификатор конусный; 12 — машина оттирочная; 13 — закром дренажный; 14 — сушило барабанное; 15 — охладитель барабанный; 16 — песколовка; 17 — камера реакции; 18 — осветлитель; 19 — дозатор реагентов; 20 — приготовление раствора  $Al_2(SO_4)_3$ ; 21 — приготовление раствора ППА; 22 — центрифуга отстойная

ходы, реализуемые как вторичное сырье; крупные сухие отходы с размером частиц более 4,0 мм и пылевидные отходы в виде шлама, вывозимые на свалку. Установок

16. Базовые модели регенерационных установок

Обозначение	Производительность		
	по загрузке отвалной смесью, т/ч	по оборотной воде, м <sup>3</sup> /ч	
		всего	в том числе подвергаемой реагентной очистке
14411	8	160	80
14412	16	320	80
14413	32	630	320

может также перерабатывать пульпу от вентиляционных систем, разделяя ее на оборотную воду и шлам.

17. Техническая характеристика оборудования регенерационных систем

Оборудование	Тип	Производительность		Установленная мощность, кВт	Масса, т	Завод-изготовитель
		по твердому, т/ч	по пульпе, м <sup>3</sup> /ч			
Электромагнитный мокрый барабанный сепаратор	167М-СЭ	50	—	1,0	1,2	Воронежский завод горнообогатительного оборудования Ворошиловградский завод им. Пархоменко
	ЭБМ-3	60	210	2,2	4,6	
Конусный классификатор	ККП-2,4	4,0—6,0	80—120	—	1,215	Новосибирский завод «Труд»
Классификатор спиральный с непогруженной спиралью	1КСН-10	14—20	30—60 *	8,7	3,87	Владивостокский завод «Металлист»
Оттирочная машина с конической передачей	ОМ-1220/2,4	До 25	—	6	4,8	Разработчик — институт «Уралмеханобр», г. Свердловск
Центрифуга отстойная	УЦМ-1-УТ	—	20,0 **	100	7,0	Киселевский машиностроительный завод им. Черных

\* Производительность по сливу.

\*\* Производительность по опытным данным ВНИИЛИТмаша.

общими); участок осветления воды — в отдельном здании (помещении) или на складе формовочных материалов; участок сгущения шлама, при отсутствии централизованного шламонакопителя, — совместно с участком осветления воды.

Технологическую схему и состав оборудования уточняют по результатам предварительного исследования.

ВНИИЛИТмашем предложено три типоразмера комбинированных базовых моделей регенерационных установок (рис. 12, табл. 16). Рекомендуемая схема практически проверена и внедрена при регенерации отвалных смесей комплекса чугунолитейных цехов с массой отливок 0,5—5000 кг. Основными примесями кварцевого песка в отвалной смеси являлись глина, жидкое стекло, шлак феррохромового производства, уголь и сульфитная барда.

Оборудование участка I рассмотрено в гл. 2. Участок II комплектуют из оборудования, выпускаемого серийно. Оборудование, установленное для переработки сухих отвалных смесей до накопительного бун-

При проектировании новых литейных цехов рекомендуется участок переработки сухих отвалных смесей размещать в изолированном помещении литейного цеха рядом с централизованным местом сбора и вывоза сухих отвалных смесей автотранспортом; участок получения регенерированного песка — на складе формовочных материалов (при этом сушильные и транспортные устройства для свежего песка и регенерата могут быть

кера, должно быть рассчитано на пиковые нагрузки, которые, как правило, превышают расчетные средние нагрузки более чем в 4—5 раз.

Участок III комплектуют из оборудования, выпускаемого серийно, за исключением оттирочной машины. Общее количество дренажных закроев рекомендуется не менее трех при объеме каждого закроя не менее 100 м<sup>3</sup> для хранения материала. Размеры каж-

18. Состав основного технологического оборудования базовых моделей регенерационных установок

Наименование оборудования	Основная характеристика	Базовые модели		
		14411	14412	14413
Входит в состав литейного цеха				
Участок гидрокамер и электрогидравлических установок Участок переработки сухих отвалных смесей	Производительность: по твердому, т/ч по жидкому, м <sup>3</sup> /ч	5—8 160	10—16 320	20—32 630
Сепаратор электромагнитный подвесной	Количество Тип	3 ЭПР-120		
Шкив электромагнитный	Количество Тип	2 ШЭ80-80		
Грохот (до дробления)	Производительность: по твердому, т/ч Количество Тип	100 1 ГИТ-32 (171Гр)		
Дробилка щековая	Производительность, т/ч Количество Тип	7,0 1 ШС25×90 (СМ 166 А)		
Дробилка роторная	Производительность, т/ч Количество Тип	50 1 ДРК-8Х6 (СМД-85)		
Грохот контрольный (после дробления)	Производительность, т/ч Количество Тип	20 1 ГИТ-11 (ГЖ-2)		
Грохот (мокрое грохочение)	Производительность: по твердому, т/ч по жидкому, м <sup>3</sup> /ч Количество Тип	37 320 3 ГТС-42 (166 гр)		
Сепаратор электромагнитный, однобарабанный	Производительность: по твердому, т/ч по жидкому, м <sup>3</sup> /ч Количество Тип	60 210 1 ЭБМ-3		
Участок получения регенерированного песка	Производительность: по твердому, т/ч по жидкому, м <sup>3</sup> /ч	8,0 160	16,0 320	32,0 630
Пульподелитель	Производительность: по твердому, т/ч по воде, м <sup>3</sup> /ч Количество Тип	8,0 *1 160	16,0 *1 320	32,0 *1 630
Классификатор конусный	Производительность: по твердому, т/ч по жидкому, м <sup>3</sup> /ч Количество Тип	40—6,0 80—120		
Классификатор спиральный	Количество Тип Производительность: по песку, т/ч по сливу, м <sup>3</sup> /ч	2   4   8 ККП-2,4 14—20 30—60		
Оттирочная машина	Количество Тип Производительность: по твердому, т/ч по жидкому, м <sup>3</sup> /ч	3   6   12 1КСН-10 25 9,0		
Сушило барабанное **	Количество Тип Производительность, т/ч	1   2   4 ОМ1220/2,4 9,4		
Холодильник барабанный **	Количество Производительность, т/ч Количество, шт.	1   2   3 9,4 1   2   3		

\*1 Расчетная величина.

\*\* Диаметр барабана 1,6 м, длина 12 м.

\*\* Диаметр барабана 1,6 м, длина 16 м.

Продолжение табл. 18

Наименование оборудования	Основная характеристика	Базовые модели		
		14411	14412	14413
Участок осветления воды	Производительность: по твердому, т/ч по жидкому, м <sup>3</sup> /ч	1,12 160 10	2,24 320 20	4,48 630 40
Песколовка	Производительность: по твердому, т/ч по жидкому, м <sup>3</sup> /ч	1,12 160	2,24 320	4,48 630
Осветлитель	Количество Производительность, м <sup>3</sup> /ч Количество Диаметр, м	1 40 2 4	1 80 2 6	1 160 2 8
Участок сгущения шлама	Тип Производительность: по твердому, т/ч по жидкому, м <sup>3</sup> /ч	ЦНИИ МПС		
Центрифуга	Количество Производительность пуды, м <sup>3</sup> /ч	1 20,0		
	Количество	1	1	2
Классификатор спиральный	Тип Количество Тип	УЦМ1-УТ 1 1КСН-10		

дого закрома определяются возможностью работы грейферного крана. Низ закромов должен быть оборудован обратным гравийным фильтром. При отсутствии в системе участка / вместо дренажных закромов с грейферной разгрузкой рекомендуется установка серийно выпускаемых ленточных вакуум-фильтров. При расчете сушил для регенерированного песка необходимо учитывать, что влажность регенерированного песка после дренажного закрома составляет 6,0—8,0%; после ленточного вакуум-фильтра 8,0—10,0%; а у формовочного песка, поступающего с карьера, — 4,0—6,0%.

Участок /V комплектуют в основном из оборудования, изготавливаемого на месте. Осветлители следует выполнять с принудительным отсосом и концентрированной выгрузкой шлама типа ЦНИИ МПС. При отсутствии экспериментальных данных дозы реагентов для осветления воды рекомендуется принимать: сернокислого алюминия 750 г на 1 м<sup>3</sup> осветляемой воды (по товарному продукту с содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 14% и при реагентной очистке 50% объема сливных вод); полиакриламида 50 г на 1 м<sup>3</sup> осветляемой воды (по товарному продукту с содержанием активного полимера 6—8%).

При растворении сернокислого алюминия готовится раствор 20%-ной концентрации (по товарному продукту), время приготвления которого при перемешивании воздухом и растворении в холодной воде 5 ч. Рабочий раствор 10%-ной концентрации. При растворении полиакриламида готовится раствор 10%-ной концентрации (по товарному продукту), время приготвления которого при

механическом перемешивании в холодной воде 1,0—1,5 ч. Рабочий раствор 1%-ной концентрации.

Дозирование растворов сернокислого алюминия и полиакриламида осуществляют с помощью дозаторов типа ДИМБА, исполнительные механизмы которых получают сигналы от соответствующих датчиков: для сернокислого алюминия — от pH-метра, установленного после камеры реакции (делительного бака); для полиакриламида — от расходомеров воды, установленных на выходе из осветлителей.

Участок V комплектуют в основном из оборудования, выпускаемого серийно. Расход полиакриламида 8 кг (по товарному продукту) на 1 т обезвоживаемого в центрифуге твердого шлама. Рабочий раствор 1%-ной концентрации. Влажность шлама на выходе из центрифуги 50%.

Технические характеристики оборудования, используемого преимущественно в системах регенерации, приведены в табл. 17, а в табл. 18 дан состав основного технологического оборудования, рекомендуемого ВНИИЛИТмашем для базовых моделей.

## ОТДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Подготовительные операции.** Почти все шихтовые материалы перед поступлением в производство подвергаются подготовительной обработке для придания им удобной формы. Автоматизация транспортных и дози-

ровочных операций требует обычно более мелкой разделки, стабильности формы и массы шихтовых материалов. Дополнительные затраты на операции подготовки шихтовых материалов обычно вполне рентабельны.

**Чушковые чугуны** подвергают разламыванию по пережимам. Эта операция необходима для подготовки шихты к автоматической загрузке в вагранки с диаметром шахты до 1100 мм. Для более крупных вагранок чушки литейных чугунов массой до 25 кг можно не разламывать. Чушки перелдельных и специальных чугунов массой до 50 кг подлежат обязательному разламыванию для всех размеров вагранок.

**Стальной и чугунный лом** — привозной, как правило, поступает разделанный в соответствии с нормами с баз Вторчермета. Куски лома не должны превышать нормальные размеры и массу, указанные выше для лома соответствующего назначения. Литники, прибыли и брак своего завода — оборотный лом — очищают от пригара и земли в очистных барабанах и затем разделяют с тем, чтобы их размеры и масса не превышали норм, установленных для соответствующего привозного лома. Стальной лом, поступающий в виде отходов металлопроката, подвергают огневой и механической резке.

**Ферросплавы доменные**, применяемые для добавки в металлическую ковшу, дробят на куски массой 3—5 кг.

**Ферросплавы электротермические**, применяемые для добавки в металлическую ковшу, дробят до 3—5 кг, а применяемые для модифицирования в ковше или на желобе — на куски размером до 10 мм и просеивают через два сита: с размером ячеек 10×10 мм для отбора крупных кусков и 1,5×1,5 мм для отсева мелочи.

**Чугунную и стальную стружку**, применяемую в вагранках, мартеновских и электродуговых печах, брикетируют холодным или горячим способом. Установки для дробления стальной стружки и для брикетирования чугунной и стальной стружки обычно размещают при механических цехах.

**Первичные и вторичные цветные металлы**, поставляемые в чушках небольшого развеса, обычно не дробят. Однако в случае необходимости при плавке

цветных металлов в печах малой емкости их приходится резать пилой или дробить.

**Флюсы** (известняк, доломит или плавиковый шпат), как правило, поступают дробленными с размерами кусков 25—100 мм. Дробленый известняк необходимо просеять для отбора мелочи на сите с размерами ячейки 20×20 мм. В случае получения недробленных флюсов их необходимо раздробить и просеять.

**Кокс** сортируют для отсева мелочи (кусков менее 40 мм). Рекомендуется также отсеивать крупные куски (более 60 мм) для использования их в холостой колоше вагранки.

**Огнеупорные изделия** поступают в готовом виде, подготовительных операций не требуют.

**Оборудование.** Для разделки негабаритных бракованных чугунных и стальных отливок, машинного лома, мартеновских козлов и крупного скрапа применяют копры. Копер состоит из: шабота — массивной литой плиты, на которую укладывают разбиваемый лом, стального падающего на него бойного шара или каплевидной бабы и механизма для их подъема. Бабу и шабот отливают из мягкой стали. Бойное место копра должно быть ограждено.

Мощность копра выражают в тоннометрах — произведение массы бабы на высоту ее падения. Основные показатели копров приведены в табл. 19.

По форме ограждения копры делят на башенные и открытые.

Башенные имеют ограждение в форме закрытой пирамиды. Такие копры отличаются малой мощностью до 24 т·м, малой производительностью и создают тяжелые условия труда.

Открытые копры размещают в крановых пролетах или на эстакадах и обслуживают мостовым магнитным краном. Стальной бойный шар поднимают специальным грузовым магнитом типа М-40Б (см. табл. 10). Такой магнит подвешивают на крановую тележку, движущуюся по неподвижным балкам, или на специальный мостовой магнитный кран. Управление передвижением этих механизмов, а также подъемом и сбрасыванием шара — дистанционное с пульта, размещенного в укрытии.

Для обеспечения большей безопасности и уменьшения высоты крановой эстакады бой-

19. Копры для разбивки лома

Параметры	Масса шара или бабы, т					
	1	2	3	5	8	10
Высота падения, м	8—10	10—12	10—15	15—20	10—15	15—20
Мощность копра, т·м	8—10	20—24	30—45	75—100	80—120	150—200
Максимальная масса разбиваемого лома, т	2	5	10	15	20	30
Средняя производительность, т/ч	0,5	1,0	1,2—1,6	1,7—2,3	2,4—2,8	3,0—3,5
Диаметр бойного шара, мм	625	785	900	1070	1250	1350
Шабот:						
масса, т	12	20	30	40	60	75
диаметр, мм	2000	2500	3000	3000	3500	3500
толщина, мм	500	600	600	800	900	1100



ное место рекомендуется заглубить ниже уровня пола. Его ограждают бетонными бронированными стенками на высоту 4—5 м. Выше идет ограждение из подвешенных бревен. Кроме того, ту часть пролета или эстакады, где размещен копер, огораживают глухими стенами с трех наружных сторон.

Для очистки литников и другого оборотного лома своего цеха и завода применяют проходные галтовочные барабаны, аналогичные применяемым для очистки отливок. Данные таких барабанов приведены в гл. 2. Дробилки щековые (табл. 20). Применяют для дробления материалов,

20. Дробилки и мельницы для формовочных и шихтовых материалов

Тип	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Размер загрузочного отверстия, мм	Размеры кусков, мм		Мощность двигателя, кВт	Масса, кг	Завод-изготовитель
			до обработки	после обработки			
<i>Дробилки валковые для смерзшегося песка и горелой земли</i> Предел прочности материала 60 кг/см <sup>2</sup>							
155	20	430×350	150	12	4,5	1 100	им. Калинин, г. Тбилиси
156	40	650×500	300	16	7,0	2 300	
157	80	800×500	300	16	13,0	3 000	
<i>Дробилка валковая для сырой глины</i>							
СМ416А	35,5	400×600	250	12	22,0	1 760	«Красный Октябрь», г. Харьков
<i>Дробилки щековые для известняка и ферросплавов.</i> Предел прочности материала 2500 кг/см <sup>2</sup>							
С-182Б	12	250×400	200	20	22	5 100	«Строммашина», г. Кострома
СМ166А	35	250×900	212	20	40	2 500	
<i>То же, предел прочности 3000 кг/см<sup>2</sup></i>							
СМ741	До 48	400×900	340	40	40	9 670	Дробильно-размольного оборудования, г. Выкса
<i>Мельницы маятниковые для глины и угля</i>							
СМ493	10 *	—	6—20	0,06	55	12 400	«Строммашина», г. Куйбышев
СМ432	14 *	—	6—20	0,06	22	4 510	
<i>Вальцы для мелкого дробления ферросплавов</i>							
—	2,7 *	300×600	15	1—3	7	1 970	ЗИЛ
<i>Дробилки однороторные для отвальной смеси</i>							
ДРК8×6	50	630	400	16	40	6 230	Завод дробильно-размольного оборудования, г. Выкса
ДРК12×10	125	1000	600	25	100	15 000	

\* В т/ч.

С четвертой внутренней стороны оставляют проемы только для прохода крана и для транспортирования груза. Подход мостового крана блокируют с работой механизма подъема бабы. Для управления работой копра предусматривают подземное укрытие. Описание открытого копра дано ниже.

А л л и г а т о р н ы е н о ж и ц ы. Длинномерный стальной лом и бракованный прокат целесообразно разделять на ножницах типа Н2230 Азовского завода кузнечно-прессового оборудования.

Р е з а к и г а з о в ы е и б е н з о р е з ы. Для разделки более крупного стального лома, прибылей и литников применяют газовые резки для ручной резки. В качестве топлива для них применяются ацетилен, природный газ или керосин. Среднюю производительность одного газорезчика принимают 0,4—0,5 т/ч.

имеющих предел прочности менее 2500 и 3000 кг/см<sup>2</sup> (электротермические ферросплавы, известняк, флюсы, шлак и др.). Эти же дробилки можно применять и для дробления тонкостенного чугунного лома и литников.

В а л к о в ы е д р о б и л к и используют для получения мелкодробленых ферросплавов, применяемых для присадки в жидкий чугун (см. табл. 20).

Для просева кокса, ферросплавов, известняка применяются грохоты различной конструкции (см. табл. 13).

Отделения для подготовки шихтовых материалов могут включать все или некоторые из следующих участков: просева кокса; дробления и сортировки известняка; дробления и сортировки ферросплавов; разделки стального скрапа; копровой разделки чугунного и стального лома.

Организационное отделение для подготовки шихтовых материалов рекомендуется проектировать при складах. В отдельных случаях, например в реконструируемых заводах, копровые и скрапоразделочные участки можно размещать в специальных зданиях отдаленно от прочих производственных зданий. Расчет программы отделения подготовки шихты производят в форме 3.

ФОРМА 3

Расчет программы отделения подготовки шихты

Материалы	Потребность, т/год	В том числе по операциям подготовки, т/год					
		Разбивка под копром	Очистка в барабане	Дробление	Газовая резка	Резка ножницами	

Участок дробления электротермических ферросплавов также обычно размещают при складе рядом с местами хранения этих материалов. В случае необходимости в более мелких фракциях ферросплавов для присадок на желоб или в ковш дополнительно устанавливают валковую дробилку без механизации.

Расчет технологического оборудования сводится к подбору дробилок и грохота.

Механизированный участок просева кокса в большинстве случаев встраивают в транспортную линию подачи кокса в контейнеры или непосредственно потребителям. В состав участка входит установка грохота и система уборки отходов кокса. Расчет технологического оборудования сводится к подбору грохота по производительности.

Участок дробления и сортировки известняка предусматривают только в случае невозможности получить дробленый известняк. Расчет технологического оборудования сводится к подбору дробилки и грохота.

Расчет производственных рабочих отделения производят по рабочим местам, причем для обслуживания копра принимают три человека. Количество вспомогательных рабочих берут из расчета одного человека на 2000—3000 т материалов в год.

**ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СЛУЖБЫ**

В состав вспомогательных служб и помещений литейных цехов, подлежащих самостоятельному проектированию, входят:

- ремонтная служба цеха;
- участок текущего ремонта технологической оснастки и модельных комплектов;
- участок ремонта ковшей, тиглей и съемных сводов печей;

экспресс-лаборатории для постоянного контроля состава жидкого металла и свойств формовочных смесей;

цеховые кладовые и конторы мастеров. Вспомогательные участки: оперативные склады моделей и стержневых ящиков, изготовления каркасов входят в проекты соотвествующих производственных отделений, а участок переработки отходов — в проект механизации цеха.

**Ремонтная служба цеха** (служба механика и энергетика цеха). В соответствии с последними разработками системы планово-предупредительного ремонта (ППР) в проектах литейных цехов предусматривается, что малый, средний и капитальный ремонты оборудования, а также ремонт инструмента, оснастки, КИПа и автоматики выполняют централизованные службы завода (машинно-строительного или литейного) с применением методов поузлового ремонта. Ремонтные службы цеха выполняют только межремонтное обслуживание.

Проектирование этих служб сводится к определению количества ремонтных слесарей, станочников, электриков, затем определяют размеры помещения ремонтной мастерской и количество простейших станков.

Количество ремонтных рабочих рассчитывают по объему ремонтных работ, выраженному в ремонтных единицах (РЕ). В табл. 21

21. Объем ремонтных работ в чугунолитейных цехах в ремонтных единицах на 1000 т мощности цеха

Тип цеха	Род ремонта	Количество ремонтных единиц (РЕ) при мощностях цехов, тыс. т в год			
		10—20	21—30	31—40	Ст. 40
		Конвейерный цех мелкого литья с массой отливок до 100 кг/шт.	М Э	200 140	190 140
Конвейерный цех среднего литья с массой отливок до 2000 кг/шт.	М Э	150 100	140 100	120 90	100 90
Крановый цех крупного литья с массой отливок свыше 1000 кг/шт	М Э	140 150	130 140	120 130	100 120

Обозначения: М — механический; Э — электрический.

приведено количество РЕ на все оборудование чугунолитейных цехов в зависимости от их мощности и типа, пересчитанное на 1000 т мощности. При наличии в составе оборудования электрических печей — плазменных или термических — объем электро-ремонтных работ принимают с коэффициентом 1,10—1,15.

Объем обслуживания оборудования одним рабочим в тех же единицах принимают:

Станочники . . . . .	1260
Дежурные слесари . . . . .	350
Смазчики . . . . .	790
Дежурные электрики . . . . .	770

По объему ремонтных работ и объемам обслуживания рассчитывают количества рабочих по профессиям.

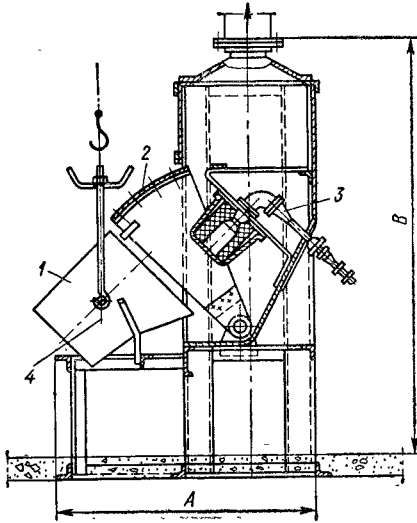


Рис. 13. Стенд для сушки монокельсовых ковшей:

1 — ковш емкостью до 0,8 т; 2 — откидной зонт; 3 — газовая горелка; 4 — ось монокельса

По количеству станочников в первую смену (70% общего числа станочников) определяют количество станков: сверлильных, токарных, универсально-фрезерных, а по количеству станков и рабочих в наибольшую смену — площадь ремонтного отделения: на каждый

станок по 10 м<sup>2</sup>, на каждого дежурного слесаря и электрика по 4—5 м<sup>2</sup>. Рядом с ремонтным отделением предусматривают кладовую ремонтного инструмента площадью 20—25 м<sup>2</sup>. Ремонтное отделение лучше разместить в первом этаже бытовых помещений с удобным выходом в цех. Размеры помещений уточняют планировкой.

Участок ремонта технологической оснастки и модельных комплектов требует площади 20—25 м<sup>2</sup>, в проекте цеха обычно не выделяют и оборудования не планируют, но в составе вспомогательных рабочих для этой цели предусматривают двух-трех модельщиков и слесарей из расчета один рабочий на 6000—7000 т годного литья в год.

Ковшовое отделение предназначено для капитального ремонта и футеровки ковшей, тиглей и сводов печей, а также для сушки ковшей после ремонта. Тигли и своды сушат при первых плавках. В сталелитейных цехах в этих отделениях производят также набор и сушку стопоров. В личный состав ковшового отделения включают еще печников, ремонтующих печи и сушила.

Номенклатура и данные разливочных ковшей для чугуна и стали приведены в гл. 2.

Количество огнеупорных материалов, потребляемых ковшовым отделением, можно определить по табл. 5.

В случае отсутствия огнеупорных порошков последние готовят из битого кирпича соответствующего состава, сначала в щековой дробилке, затем в бегунах типа 1А11 или 1А12 до нужной крупности. В этих же бегунах готовят и огнеупорные составы. При расчете количества бегунов учитывают, что объем загрузки кирпича для размолва составляет половину нормального и время размолва 15—20 мин.

Для сушки ковшей после ремонта применяют стенды, отапливаемые газом (табл. 22). Конструкция стендов для монокельсовых

22. Стенд для сушки и нагрева литейных ковшей (см. рис. 13 и 14)

Тип	Емкость ковша, т	Температура, °С		Расход топлива		Установленная мощность, кВт	Размеры стендов, мм					
		сушки	нагрева	газа, м <sup>3</sup> /ч	мазута, кг/ч		А	Б*	В	Г	Д	Е
<i>Стенд — плита для ручных ковшей</i>												
КО-0,06 (на 4 ковша)	0,06	300	800	4,0	6	—	2250	725	750	—	—	—
<i>Стенд для монокельсовых ковшей (рис. 13)</i>												
КГ-0,8	0,8	300	800	6	6	—	1730	910	2300	—	—	—
<i>Стенды для крановых ковшей (рис. 14)</i>												
КЗ-1	1,0	300	900	6,0	6,0	0,8	2425	1380	2745	1800	1250	2480
КЗ-3	3,0			16,0	15,0	3,8	2910	1650	3150	2160	1500	2530
КЗ-10	10,0			32,0	32,0	4,8	3800	2450	4260	2650	2300	4450
КЗ-25	25,0			80,0	71,0	6,3	4750	3450	5300	3150	3300	5040

\* Б — ширина стенда.

ковшей показана на рис. 13, для крановых — на рис. 14. Для разогрева ковшей перед заливкой применяют такие же стенды, размещаемые в плавильном отделении.

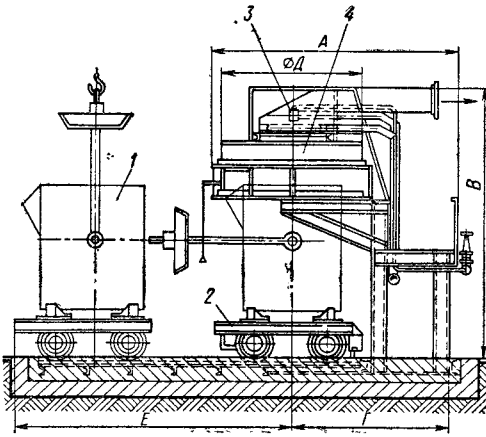


Рис. 14. Стенд для сушки крановых ковшей: 1 — ковш емкостью до 25 т; 2 — самоходная тележка; 3 — газовая горелка; 4 — вытяжной зонт

Стопоры сушат в подвешенном состоянии в электросушилках с искусственной рециркуляцией при температуре 100—120° С. Режим сушки должен соблюдаться очень строго, так как плохо просушенный стопор может быть причиной аварии.

Ковшовые отделения размещают рядом с плавильным отделением, в том же пролете, где производят разливку жидкого металла. Площадь определяется планировкой. Количество рабочих принимают по следующим нормам:

ковшовые и печники в цехах мелкого чугунного литья из расчета один рабочий на 6—7 тыс. т. мощности цеха;

в цехах среднего чугунного литья один рабочий на 5—6 тыс. т мощности цеха;

в цехах крупного чугунного литья один рабочий на 3—4 тыс. т мощности цеха.

Для сталелитейных цехов эти нормы снижают на 25—30%.

Кроме ковшовых в отделении предусматривают одного рабочего для обслуживания бегунов.

Металлургическая и земельная экспресс-лаборатории предназначены для оперативного контроля металла и формовочных смесей. Они работают под методическим руководством и контролем центральной заводской лаборатории.

При выплавке углеродистых сталей экспресс-анализы выполняют по трем элементам: углероду, кремнию и марганцу. При выплавке легированных сталей дополнительно определяют серу и основные легирующие элементы. Анализы берут от каждой плавки углеродистой стали 3—4 раза и 4—5 раз легированной.

При плавке чугуна экспресс-анализы выполняют по четырем элементам: углероду, сере, кремнию и марганцу. При плавке в вагранках пробы берутся 1—2 раза в час; при плавке дуплекс-прессом — вагранка + + индукционная печь — количество проб удваивают. Углерод и серу определяют химическим анализом, прочие элементы — спектральным.

Трудоемкость анализа трех и четырех элементов — 0,4 человеко-часа, большего количества элементов — 0,7 человеко-часа.

По этим данным определяют количество лаборантов в каждой смене, одного из которых назначают старшим, кроме того, в штате предусматривают одну уборщицу.

Металлургические лаборатории размещают возможно ближе к рабочей площадке печей. Если это невозможно, то лабораторию связывают с печами пневмотранспортом для быстрой доставки проб. Результаты анализов сообщают по телефону или показывают на электротабло возле печей. Размер помещения определяется планировкой. Примерный состав основного оборудования и планировка лаборатории на четыре лаборанта показаны на рис. 15.

При плавке чугуна из стальных отходов в электропечах необходимо брать 3—4 анализа от каждой плавки по значительно большему количеству элементов (12—20), чтобы уловить присутствие нежелательных примесей от случайных отходов. Для этой цели предусматривают сложное автоматическое

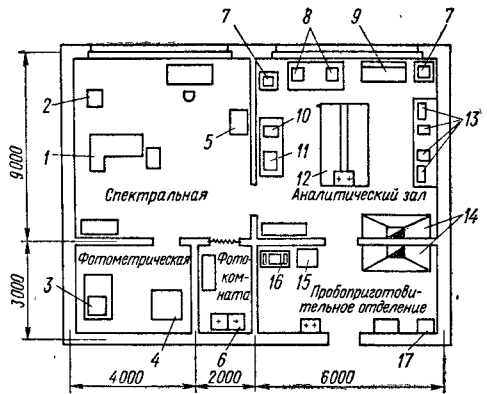


Рис. 15. Metallургическая экспресс-лаборатория:

- 1 — фотоэлектрический стилетометр; 2 — спектрограф; 3 — микрофотомер; 4 — спектропроектор;
- 5 — твердомер; 6 — стол-мойка; 7 — весы аналитические; 8 — фотоэлектрокалориметр; 9 — титровальная установка; 10 — печь муфельная;
- 11 — сушильный шкаф; 12 — стол химический; 13 — приборы для определения углерода и серы;
- 14 — шкаф вытяжной; 15 — сверильный станок; 16 — точило; 17 — пробоприемник пневмопочты

оборудование (квантометры). Такие лаборатории выполняют по специальным проектам.

Предполагается, что формовочные смеси, приготовляемые в автоматическом режиме, подвергают непрерывному автоматическому

анализу влажности и температуры при выходе из смесеприготовительного отделения.

Задачей земельной экспресс-лаборатории является контроль показаний автоматических приборов и систематическое определение основных физических параметров формовочных и стержневых смесей в процессе их приготовления и на рабочих местах.

При анализе формовочных смесей определяют прочность по-сырому, влажность и

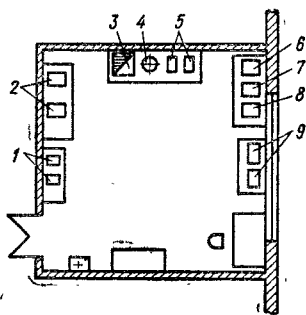


Рис. 16. Земельная экспресс-лаборатория:

1 — копер; 2 — шкаф сушильный; 3 — определение прочности; 4 — определение газопроницаемости; 5 — ускоренное определение влажности; 6 — изготовление образцов из ЖСС; 7 — определение подвижности ЖСС; 8 — определение прочности образцов из ЖСС; 9 — весы аналитические

газопроницаемость. При анализе стержневых смесей дополнительно определяют прочность по-сырому. Для жидкостекольных смесей вводят дополнительный анализ — продувку  $\text{CO}_2$ .

Пробы для анализов берут от каждого бегунов: от наполнительной и единой смесей через каждые 10 замесов, от облицовочной и стержневой — через 5 замесов. Пробы на рабочих местах — 2 пробы в смену.

Трудоёмкость анализа 0,1 ч.

По этим данным определяют количество лаборантов в одну смену. Площадь лаборатории принимают из расчета 8—10  $\text{м}^2$  на одного работающего лаборанта, но не менее 15  $\text{м}^2$ .

Примерный состав основного оборудования и планировка лаборатории на два-три лаборанта показаны на рис. 16.

Земельная экспресс-лаборатория, как правило, размещается в помещении смесеприготовительного отделения, с удобным выходом на площадку обслуживания бегунов.

**Цеховые кладовые и конторы мастеров.** Хранение вспомогательных материалов, инструмента и запасных частей оборудования осуществляется в цеховых кладовых. Площади кладовых меняются в зависимости от принятого технологического процесса, выпуска цеха и серийности производства. Для ориентировочных соображений можно принять следующие средние площади ( $\text{м}^2$ ) кладовых:

Общая материальная цеха . . . . .	30—50
Инструментальная обрубного отделения . . . . .	40—60
Материальная грунтовоочного отделения . . . . .	15—20
Службы механика и энергетика . . . . .	60—100

Количество кладовщиков определяют по количеству кладовых и по сменности их функционирования.

В производственных отделениях цеха должны быть предусмотрены конторы мастеров площадью по 15—20  $\text{м}^2$  каждая. Цеховые кладовые и конторы размещают на первом этаже бытовых помещений в местах, удобных для посещения, и на площадях основных отделений в местах, не пригодных для производственных операций (площади, не обслуживаемые кранами, между колоннами здания, под площадками и пр.). Размеры и размещение кладовых и контор определяют при разработке планов литейных цехов.

Оборудование в кладовых не предусматривают: конторы и кладовые снабжают производственным и хозяйственным инвентарем.

## ПРИМЕРЫ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Ниже приведены примерные схемы рациональных проектных решений объектов складского хозяйства и участков по подготовке материалов для литейного производства.

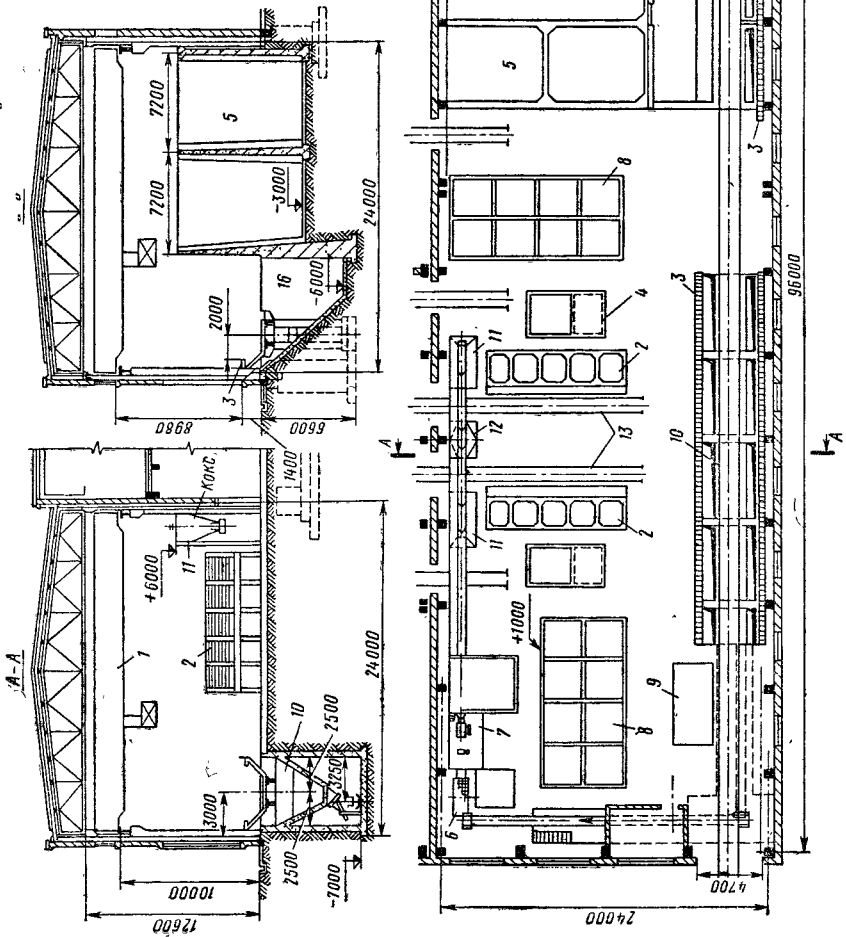
**Склад формовочных и шихтовых материалов при литейном цехе** (рис. 17) может обеспечить производство чугуна мощностью до 20 тыс. т в год. Склад площадью 2300  $\text{м}^2$  размещается в одном пролете, примыкающем к литейному цеху. Доставка на склад всех материалов осуществляется ж.-д. транспортом. Основным транспортным механизмом на складе является мостовой кран грузоподъемностью 5 т со съёмными грейфером и магнитом. Прибывающие сырые песок и глину разгружают в приемную яму, затем грейфером перегружают в закрома для хранения. Прибывший кокс разгружают и хранят в подземных бункерах, откуда системой ленточных конвейеров со встроенным грохотом транспортируют в расходные бункера у вагранок.

Для хранения шихты запроектированы две группы закромов. Объем хранилищ склада обеспечивает хранение трехмесячного запаса песка и глины, месячного запаса кокса, десятидневного — шихты и известняка.

**Открытый копер со складом лома** (рис. 18) может переработать до 5000 т чугуна лома в год, этого достаточно для производства чугуна мощностью до 30 тыс. т в год. Внешний транспорт копра осуществляется ж.-д. транспортом; внутренний — мостовыми кранами грузоподъемностью 10 т. Мощность копровой установки при массе шара 5 т и высоте падения 13 м равна 65 т·м. Максимальная масса разбиваемого лома 10 т.

Копер размещается в отдельном холодном здании площадью 1400  $\text{м}^2$ , в том числе: площадь, занятая непосредственно копром, 280  $\text{м}^2$ ; площадка для лома, ожидающего

Рис. 17. Склад шихты и формовочных материалов при лигнейном цехе:  
 1 — мостовой кран со съёмными магнитом и грейфером; 2 — суточные закрома для шихты; 3 — мостик для открывания люков вагонов; 4 — яма для грануляции шлака; 5 — закрома для песка и глины; 6 — грохот для кокса; 7 — дробилка для известняка; 8 — закрома для шихты; 9 — яма для извещения; 10 — подземные бункера хранения для кокса; 11 — расходные бункера для кокса; 12 — бункера для известняка; 13 — пути весовых тележек; 14 — установка для регенерации песка; 15 — землесушильное отделение; 16 — разгрузочная яма для песка; 17 — закрома для регенерата



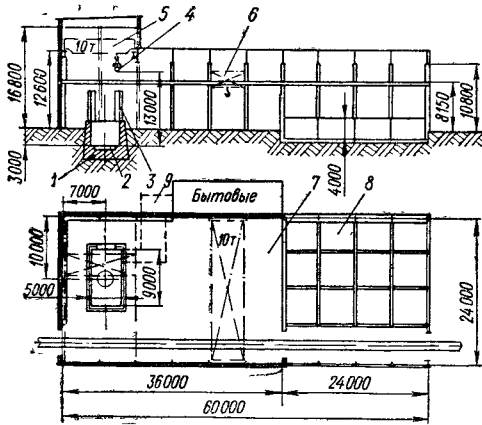


Рис. 18. Открытый копер со складом лома:

1 — фундамент бойного места; 2 — шабот; 3 — подвесное ограждение; 4 — магнит с бойным шаром массой 5 т; 5 — магнитный кран с дистанционным управлением; 6 — магнитный кран; 7 — площадка для лома перед разбивкой; 8 — закрома для битого лома; 9 — укрытие

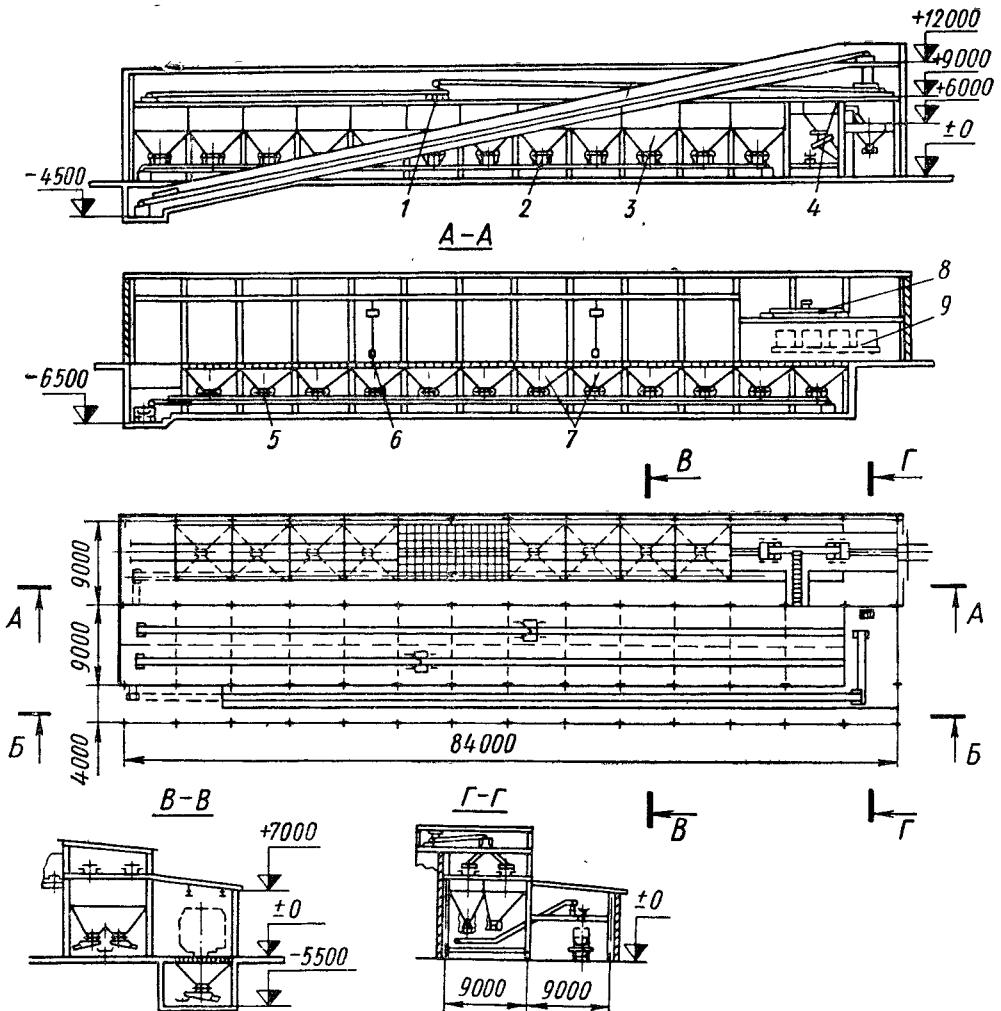


Рис. 19. Склад кокса и известняка:

1 — разгрузочная барабанная тележка; 2 — ленточные конвейеры; 3 — бункера-хранилища; 4 — грохот; 5 — вибропитатели; 6 — моноподъемники; 7 — приемные бункера для кокса и известняка; 8 — реверсивный конвейер; 9 — конвейер для доставки в цех кокса и известняка

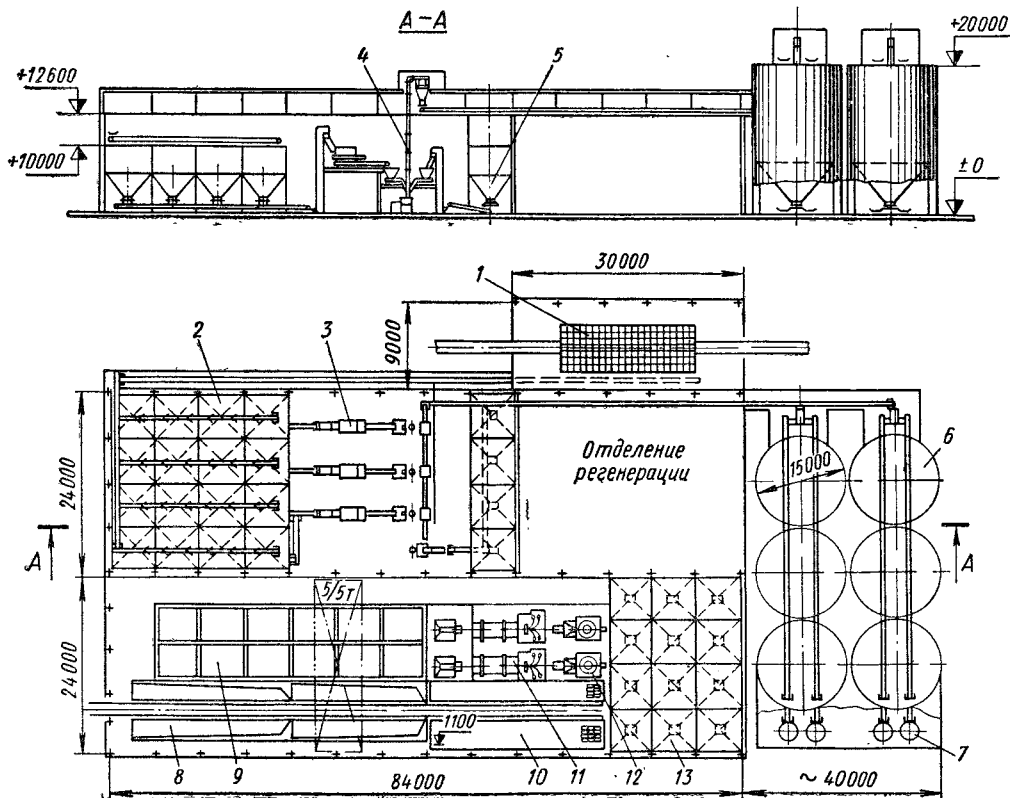


Рис. 20. Склад формовочных материалов:

1 — «точечное» разгрузочное устройство для песка; 2 — склад сырого песка; 3 — полигональное сито; 4 — грубые сушила; 5 — склад сырого регенерата; 6 — склад сухого песка; 7 — пневмотранспорт сухого песка, 8 — приемная яма для глины; 9 — склад сырой глины; 10 — площадка для разгрузки готовых материалов; 11 — барабанные сушила; 12 — мельницы; 13 — склад сухой глины и пневмотранспорт

разделки,  $560 \text{ м}^2$  и площадь склада разделанного лома  $560 \text{ м}^2$ . Копровая установка и площадка неразделанного лома ограждены глухими кирпичными стенами. Емкость склада разделанного лома  $2000 \text{ т}$ .

В случае надобности часть закроев может быть использована для хранения чушковых чугунов.

Склад кокса и известняка (рис. 19) общей емкостью до  $1000 \text{ т}$  кокса и  $700 \text{ т}$  известняка, этого достаточно для производства до  $100 \text{ тыс. т}$  чугунного литья в год. Весь внешний транспорт склада (доставка материалов на склад и выдача в цех) осуществляется по ж.-д., внутренний транспорт — системами ленточных конвейеров.

Склад размещен в отдельно стоящем двухпролетном холодном здании площадью  $1800 \text{ м}^2$ . В первый пролет шириной  $9 \text{ м}$  введен ж.-д. путь, под которым расположены приемные бункера для кокса (9 шт.) и известняка (3 шт.). На складе одновременно могут разгружаться  $10\text{--}12$  вагонов. Из приемных бункеров прибывшие материалы системой ленточных конвейеров перегружаются в бункера-хранилища для кокса

( $10 \text{ шт.}$ ) и известняка ( $2 \text{ шт.}$ ) или непосредственно в раздаточные бункера, из которых они поступают на грохот и затем в контейнеры для перевозки их в цех по тому же ж.-д. пути. Кокс и известняк из бункеров-хранилищ по мере надобности передаются в те же расходные бункера для последующего просева и засыпки в контейнеры, отправляемые в цех.

Склад формовочных материалов (рис. 20) рассчитан на прием и переработку в год до  $50 \text{ тыс. т}$  песка,  $15 \text{ тыс. т}$  глины и прочих материалов, этого достаточно для производства  $50\text{--}60 \text{ тыс. т}$  чугунного литья в год. Доставка всех материалов на склад производится ж.-д. транспортом; отправка подготовленных материалов в литейные цехи — пневмотранспортом.

Склад размещен в отдельно стоящем здании, которое состоит из двухпролетного отапливаемого здания площадью  $4000 \text{ м}^2$ , к нему пристроено холодное «точечное» разгрузочное устройство для приема сырого песка. Рядом со зданием склада расположен склад сухого песка, состоящий из 6 силосных башен диаметром  $15 \text{ м}$ , общей емкостью  $1700 \text{ м}^3$ .



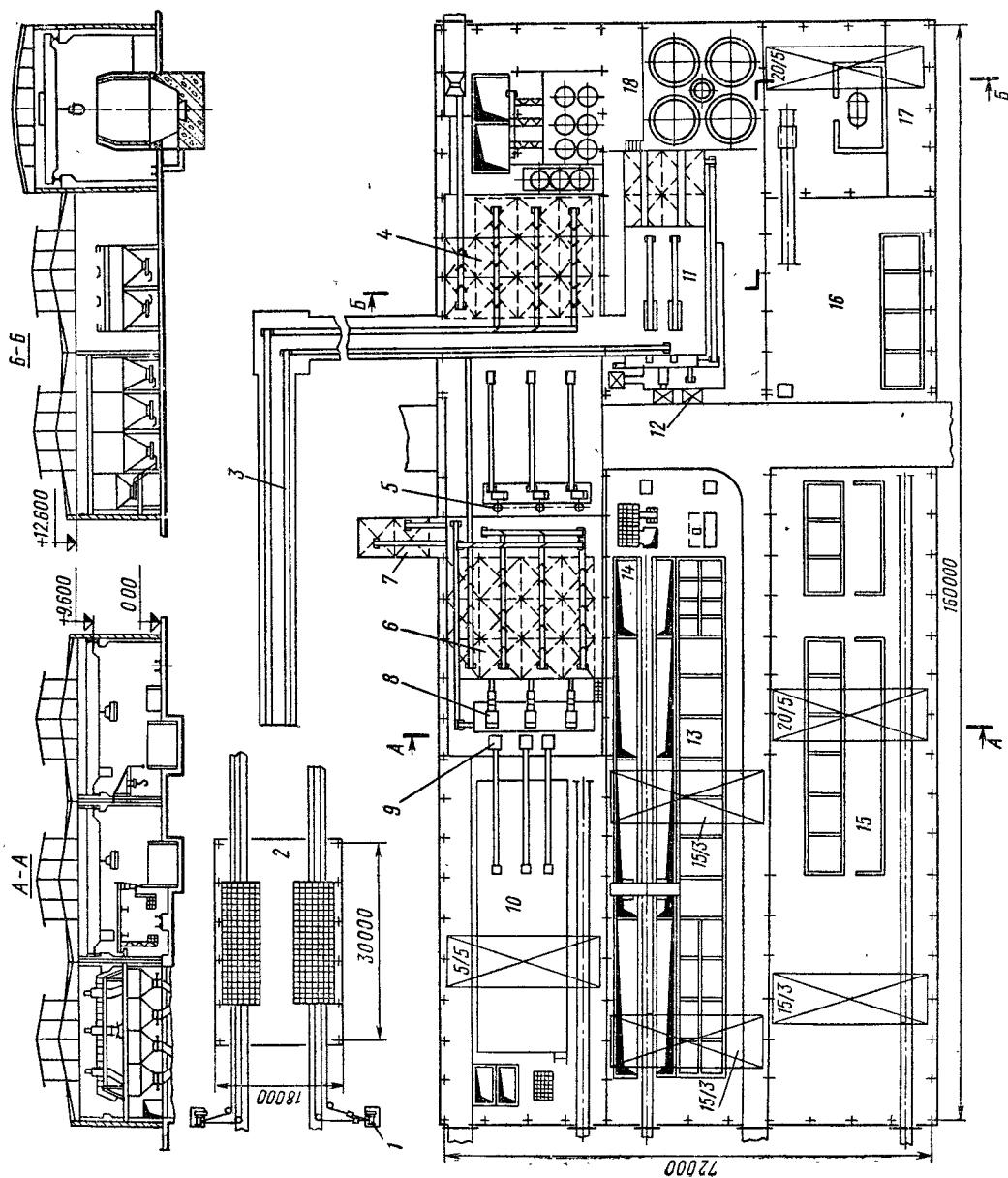


Рис. 21. Базисный цех подготовки и хранения формовочных и шихтовых материалов:

1 — маневровое устройство; 2 — «точечное» разгрузочное устройство для песка и кокса; 3 — транспортные системы для песка и кокса; 4 — склад сырого песка; 5 — сушка песка; 6 — склад сухого песка и регенерата; 7 — бункера для выдачи сухого песка и регенерата; 8 — сита; 9 — насосы пневмотранспорта; 10 — площадка для хранения материалов в таре; 11 — мехавизированный склад; 12 — загрузка контейнеров; 13 — прием и хранение чушковых чугунов; 14 — прием и хранение ферросплавов; 15 — прием и хранение стального и чугуна; 16 — участок легирования; 17 — копровый участок; 18 — регенерация песка и осветление воды

В первом пролете размещены склады сырого песка и регенерата и три сушильные установки производительностью по 10 т/ч. Остальную часть пролета занимает отделенная регенерация. В пролете мостовых кранов нет, весь транспорт осуществляется системами непрерывного транспорта.

Во втором пролете размещены приемные ямы и склад для сырой глины, а также барабанные сушила и мельницы. Сухая молотая глина из мельниц поступает в герметично закрытые бункера-хранилища, из которых пневмотранспортом направляется в цехи-потребители.

В этом же пролете предусмотрена приемная рампа для разгрузки из вагонов и хранения готовых формовочных материалов в таре поставщика. Пролет оборудован мостовым краном со съемным грейфером для транспорта глины из приемной ямы в закрома и затем к барабанным сушилам, а также для других транспортных операций.

Силосный склад сухого песка оборудован системами непрерывного транспорта для загрузки и подачи песка к камерным насосам систем пневмотранспорта.

Базисный цех подготовки и хранения формовочных и шихтовых материалов (рис. 21) рассчитан на прием и переработку в год 60 тыс. т песка, 17 тыс. т глины, 45 тыс. т различных покупных шихтовых материалов, 2 тыс. т ферросплавов, 25 тыс. т чугунной стружки, 25 тыс. т своего возвратного лома, 5 тыс. т кокса и прочих материалов. Такого количества материалов достаточно для производства 60—80 тыс. т. чугунного литья. Доставка на склад всех покупных материалов производится ж.-д. транспортом, возвратного лома — автотранспортом.

Отправка подготовленных формовочных материалов предусмотрена пневмотранспортом, шихтовых материалов, кокса и известняка — автотранспортом в специальных контейнерах.

Базисный цех состоит из трехпролетного здания общей площадью 11 500 м<sup>2</sup> и из отдельно стоящего здания «точечного» разгрузочного устройства для разгрузки песка и кокса, связанных между собой транспортными галереями.

В первом пролете размещают склады сырого и сухого песка и регенерата общей емкостью соответственно 1700 и 350 м<sup>3</sup>. Затем расположена группа из трех трубных сушил для песка и регенерата производительностью по 10 т/ч. Остальную часть пролета занимают склад сухой молотой глины (бентонита), получаемой в готовом виде в таре поставщика, и устройства для пневмотранспорта сухих подготовленных материалов в цехи-потребители.

Во втором (центральном) пролете размещаются приемные ямы и закрома для хранения свежих шихтовых материалов и ферросплавов. Эти материалы здесь же загружают магнитным краном в контейнеры для отправки в цехи. В остальной части пролета размещен механизированный склад кокса емкостью 650 м<sup>3</sup>, где кокс просеивают и засыпают в контейнеры для отправки в цехи. Торцы первого и второго пролетов занимают установки для регенерации использованного песка и осветления воды.

В третьем пролете осуществляют прием и разделку стального и чугунного лома и своего возврата. В торце пролета размещен копер с бойным шаром массой 8 т и высотой падения 16 м.

В литейных цехах широко применяют многие конвейерные машины и механизмы, которые в сочетании с машинами технологическими и различными вспомогательными устройствами (бункерами, затворами, желобами и т. п.) составляют комплексные механизированные, а в ряде случаев автоматизированные системы и установки.

В настоящей главе приводятся сведения об основных машинах и устройствах, используемых для механизации транспорта в литейных цехах.

### ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Ленточные конвейеры широко применяют в литейных цехах для транспортирования: формовочных песков, готовых смесей, горелых земель, отходов (отсевы, просыпы, выбитые стержни, отходы в очистных отделениях), кокса и известняка на складах шихты, а также для транспортировки мелких литников и в качестве рабочих столов для межоперационных передач в поточных линиях стержневых и обрубных отделений. Основные схемы ленточных конвейеров показаны на рис. 1.

Наибольшие допустимые углы  $\beta$  наклона конвейера к горизонту для гладких прорезиненных лент в зависимости от транспортируемого материала (в градусах):

Песок сырой . . . . .	22
» сухой . . . . .	16
Формовочная смесь . . . . .	23
Горелая земля влажная . . . . .	22
» сухая . . . . .	20
Выбитые стержни, отсевы, отходы . . . . .	17
Кокс и известняк . . . . .	17

Величины радиусов  $R$ , по которым выполняется сопряжения горизонтальных участков с наклонными, бывают в пределах 80—150 м и уточняются специальным расчетом.

Для насыпных грузов (земля, песок, кокс и др.) ленточные конвейеры применяют только с желобчатой рабочей ветвью ленты. Плоская лента допускается лишь на горизонтальных участках, где с них производится разгрузка сыпучих материалов с помощью плужковых сбрасывателей. Общий вид ленточного конвейера показан на рис. 2.

Характеристика конвейеров и лент, применяемых для транспортирования формовочных материалов, приведена в табл. 1.

Лента для этих конвейеров — резино-тканевая по ГОСТ 20—62\* типа 2 из хлопчатобумажного бейтинга Б-820. Возможна за-

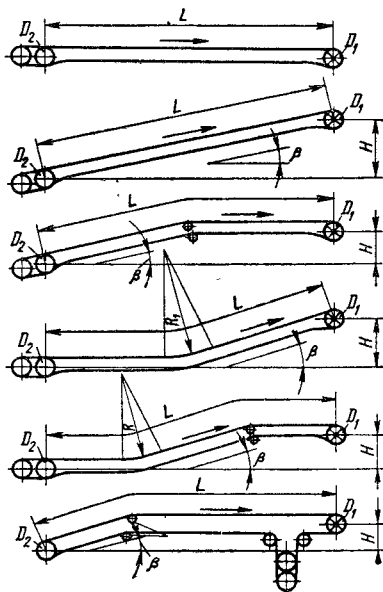


Рис. 1. Основные схемы ленточных конвейеров ( $D_1$  — приводной,  $D_2$  — концевой барабаны)

мена этой ленты лентой типа 2 из ткани БКНЛ-65 по ТУ 38-105189—70.

Для кокса и известняка толщину резиновой обкладки на рабочей стороне ленты рекомендуется принимать не менее 3 мм.

Для конвейеров, принимающих землю изпод выбивных решеток, используют теплоустойчивую ленту, допускающую температуру транспортируемого материала до 130° С.

Скорости конвейеров, транспортирующих насыпные грузы в литейных цехах, принимают в пределах 0,8—1,25 м/с. Наиболее употребительные скорости 0,8 и 1,0 м/с.

Скорости конвейеров, устанавливаемых на линиях обработки стержней и отливок, обычно бывают в пределах 2—8 м/мин, их

Шаг роликоопор для конвейеров, транспортирующих насыпные грузы, рекомендует-ся: верхних 1000 мм, нижних 2500—3000 мм.

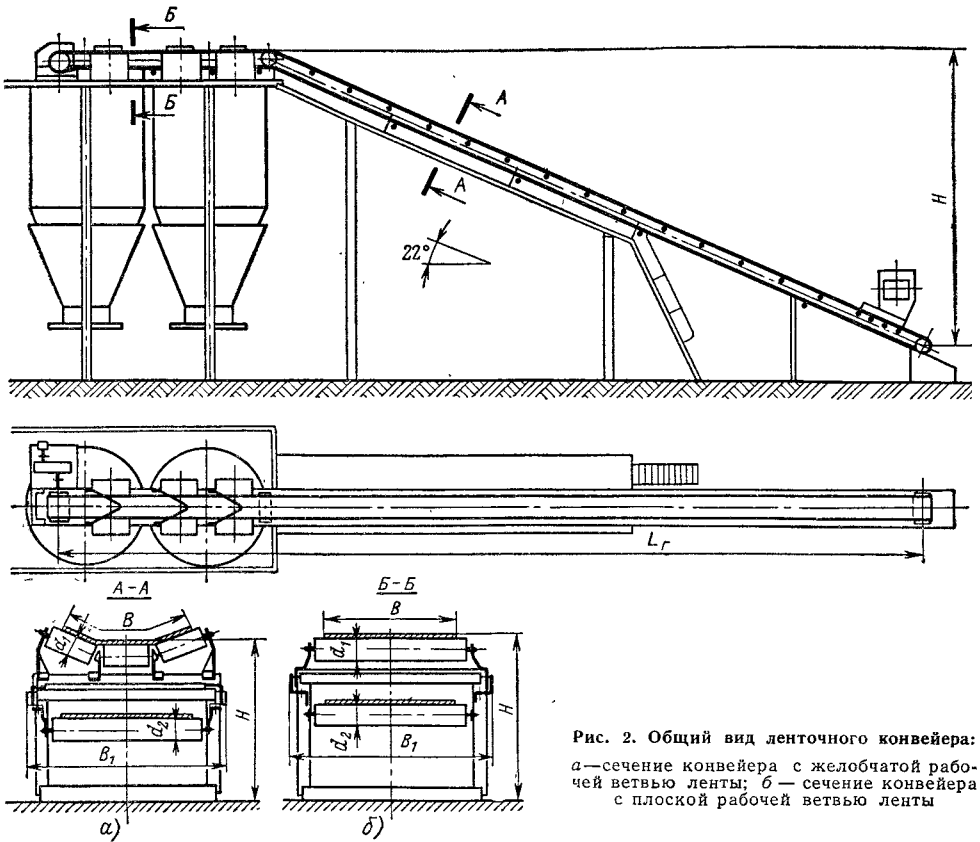


Рис. 2. Общий вид ленточного конвейера:  
а — сечение конвейера с желобчатой рабочей ветвью ленты; б — сечение конвейера с плоской рабочей ветвью ленты

назначают с учетом потребной производительности и выполняемых технологических операций.

Основные размеры средних частей конвейеров приведены в табл. 2.

В пунктах загрузки конвейеров роликоопоры устанавливают с шагом 300—400 мм.

В литейных цехах много конвейеров размещают в туннелях, на эстакадах и площадках, ширину которых следует назначать

1. Ленточные конвейеры и ленты

Ширина ленты, мм	Тип конвейера по ГОСТ 10624—63	Диаметры барабанов, мм		Лента типа 2, Б-820, по ГОСТ 20—62*			Наибольший крутящий момент на валу приводного барабана, кгс·см
		приводного	концевого	Количество прокладок	Толщина резиновых обкладок, мм		
					на рабочей стороне	на нерабочей стороне	
500	Б-5040	400	320	3	3,0	1,0	9 600
	Б-5050	500	400	4			16 000
650	Б-6540	400	320	3	3,0	1,0	9 100
	Б-6550	500	400	4			20 700
	Б-6563	630	500	5			29 800
800	Б-8040	400	320	4	3,0	1,0	9 300
	Б-8050	500	400	4			25 500
	Б-8063	630	500	5			36 800
1000	Б-10050	500	400	5	3,0	1,0	32 000
	Б-10063	630	500	5			45 000

## 2. Размеры (мм) средних частей конвейеров (см. рис. 2)

Ширина ленты $B$	$B_1$	$H$	$a_1$	$a_2$
500	788	700	102	102
650	906	700 850	102	102
800	1136	850 1000	127	127
1000	1344	850 1000	127	127

с учетом обеспечения проходов вдоль конвейеров: в тоннелях не менее 1200 мм, на площадках и эстакадах 1000 мм и ремонтных зазоров не менее 400 мм для конвейеров с лентой шириной 500 и 650 мм и не менее 500 мм для конвейеров с лентой шириной 800 и 1000 мм. При двух параллельных конвейерах проход между ними должен

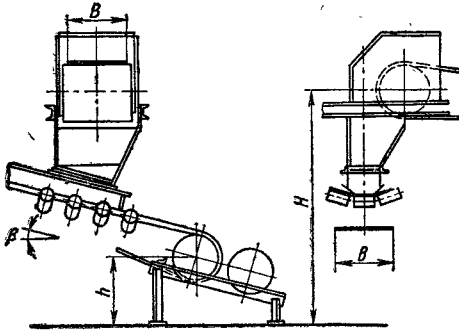


Рис. 3. Узел перегрузки формовочных материалов с конвейера на конвейер

быть: в тоннелях не менее 1200 мм, на площадках и эстакадах 1000 мм.

Минимальная высота тоннелей и галерей в свету 2400 мм. Минимальная свободная высота над площадками 2000 мм.

В местах размещения приводных и натяжных механизмов конвейеров туннели и площадки должны иметь уширения, обеспечивающие проходы для обслуживания оборудования не менее 800 мм, а при наличии в указанных местах сквозных проходов их ширина должна быть не менее 1000 мм.

Основные размеры узла перегрузки формовочных земель с конвейера на конвейер приведены в табл. 3 и на рис. 3.

На конвейерах, транспортирующих горючие земли и сухие пески, делают укрытия над верхней ветвью ленты с вентиляционными отсосами для локализации и удаления пыли и газов. В узлах перегрузки указанных материалов с конвейера на конвейер также следует предусматривать вентиляционные отсосы.

Для полной или частичной разгрузки формовочных материалов с ленты в средней части конвейера применяют плужковые (скребковые) сбрасыватели односторонние или

двусторонние. Привод сбрасывателей пневматический, электрический или ручной.

Сбрасыватели с пневматическими и электрическими приводами допускают дистанционное управление и могут быть включены в систему автоматического распределения формовочных материалов по бункерам.

## 3. Размеры узла перегрузки материала с конвейера на конвейер (см. рис. 3)

Угол наклона $\beta$ , градусов	Размеры (мм) при ширине ленты			
	500—650		800—1000	
	$H$	$h$	$H$	$h$
0	1500	500	1750	550
Св. 0 до 6	1650	500	1750	550
» 6 » 12	1800	600	1900	600
» 12 » 18	2000	600	2200	600
» 18	2200	650	2450	650

Установка на конвейере в качестве приводного барабана магнитного шкива позволяет при разгрузке произвести отбор из горючей земли мелких магнитных включений. Данные о магнитных шкивах приведены в гл. 2.

4. Расчетные производительности ленточных конвейеров ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) при  $m = 1$ 

Ширина ленты, мм	Желобчатая лента при скорости, м/с			Плоская лента при скорости, м/с		
	0,8	1,0	1,25	0,8	1,0	1,25
500	60	80	100	30	40	50
650	100	130	160	50	65	80
800	160	200	250	80	100	125
1000	250	300	380	125	150	190

Ширину ленты (м) определяют по формулам:

желобчатая

$$B = \sqrt{\frac{Q_m}{310 \sigma \gamma}} = \sqrt{\frac{V_m}{310 \sigma}},$$

плоская

$$B = \sqrt{\frac{Q_m}{155 \sigma \gamma}} = \sqrt{\frac{V_m}{155 \sigma}},$$

где  $Q$  и  $V$  — расчетная производительность, т/ч или  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$\sigma$  — скорость движения ленты, м/с;

$\gamma$  — объемная масса транспортируемого материала, т/м<sup>3</sup>;

$m$  — коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки конвейера и прочие условия его работы.

Ширину ленты, определенную по приведенным формулам, округляют до стандартной. Следует отметить тенденцию (как в отечественной, так и в зарубежной практике) к применению в литейных цехах ширин лент со значительными запасами по производительности против средней расчетной, что объясняется желанием максимально уменьшить просыпание материалов (образующиеся в основном при случайных перегрузках ленты), загрязняющее цех. Поэтому для коэффициента  $m$  рекомендуются следующие значения:

при транспортировании готовых смесей от смесителей периодического действия  $m = 2,5 \div 3,5$ ;

при транспортировании горелых земель из-под выбывных решеток  $m = 2,0 \div 2,5$ ;

при транспортировании формовочных материалов на других участках  $m = 1,7 \div 2,0$ .

Расчетные производительности конвейеров, определенные по приведенным выше формулам, при значении коэффициента  $m = 1$  даны в табл. 4. Эта таблица является вспомогательной для выбора ширины ленты.

Мощность (кВт) электродвигателя привода конвейера определяют по приближенной формуле

$$N_{\text{дв}} = 1,5 [(L_r v K_1 + 0,00015 Q L_r + 0,0027 Q H) K_2 + N_{\text{раз}}],$$

где  $L_r$  — длина конвейера по горизонтали, м (см. рис. 2);

$v$  — скорость движения ленты, м/с;

$Q$  — расчетная (средняя) производительность, т/ч;

$H$  — высота подъема материала, м;

$N_{\text{раз}}$  — мощность (кВт), расходуемая на плужковые сбрасыватели, находящиеся одновременно в рабочем (опущенном) положении;  $N_{\text{раз}} = 0,007 B Q$ , но не менее 0,4 кВт; здесь  $B$  — ширина ленты, м;

$K_1$  — коэффициент, зависящий от ширины ленты; для лент шириной 500, 650, 800, 1000 мм значения  $K_1$  соответственно принимают 0,02; 0,025; 0,03; 0,04;

$K_2$  — коэффициент, зависящий от длины конвейера; значения  $K_2$  принимают:

$L$ , м	До 15	Св. 15 до 30	Св. 30 до 45	Св. 45
$K_2$	1,3	1,2	1,1	1,0

### КОВШОВЫЕ ЛЕНТОЧНЫЕ ЭЛЕВАТОРЫ

В литейных цехах преимущественное применение имеют вертикальные ленточные ковшовые элеваторы по ГОСТ 2036—66. Эти элеваторы используют для перемещения по вертикальному направлению следующих материалов:

сырого формовочного песка в складские емкости или в бункера смесеприготовительных установок;

сырого песка в бункера сушильных установок или в закрома складов;

сухой немолотой глины (в мелких комьях) после сушильных печей в бункера размольных установок;

горелых земель в бункера запаса или бункера смесеприготовительных установок;

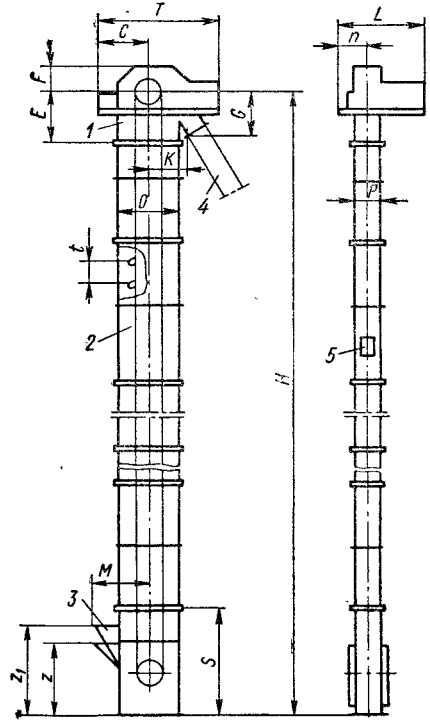


Рис. 4. Ленточные ковшовые элеваторы:

1 — верхняя часть; 2 — секции средней части; 3 — загрузочный лоток; 4 — разгрузочный лоток; 5 — смотровые люки

формовочных смесей при подаче их в бункера-отстойники, а также в раздаточные бункера над формовочными агрегатами или у мест формовки;

земельных отходов в бункера для последующей погрузки на железнодорожный или автомобильный транспорт.

Элеваторы надежно работают при транспортировании сухих и хорошо сыпучих мелкозернистых материалов и при равномерной подаче их в загрузочные лотки.

По этим причинам для готовых формовочных смесей элеваторы применяют при небольших производительностях или в тех случаях, когда особенно стесненные местные условия исключают установку наклонных ленточных конвейеров. Элеватор в этих случаях рекомендуется выбирать с большим запасом по производительности.

Для обеспечения равномерной загрузки элеваторов перед ними обычно устанавливают емкости, оборудованные питателями. При

## 5. Ленточные элеваторы (см. рис. 4)

Типоразмер элеватора	Ширина ковша, мм	Наибольшая производительность*, м <sup>3</sup> /ч	Наибольшая высота Н, м	Скорость ленты, м/с	Номинальная емкость ковша, л	Мощность привода (кВт) при высотах Н, м			
						≤18	≤23	≤30	>30
ЛМ-160	160	4,0	35	1,10	0,35	2,8	2,8	2,8	2,8
ЛГ-160		7,0							
ЛМ-250	250	17,0	33	1,40	1,4	4,5	8,0	8,0	8,0
ЛГ-250		25,0							
ЛМ-320	320	28,0	35	1,40	2,7	6,0	8,0	11,0	13,0
ЛГ-320		40,0							
ЛМ-400	400	47,0	33	1,50	4,2	10,0	13,0	17,0	22,0
ЛГ-400		70,0							
ЛГ-650	650	180,0	40	1,40	18	22	22	40	40

\* Производительность указана теоретическая, при выборе элеватора ее следует умножать на коэффициент φ, учитывающий условия работы: неравномерность загрузки, свойства транспортируемых материалов и прочие факторы, влияющие на производительность элеватора; значения коэффициента φ приведены ниже.

## 6. Размеры (мм) ковшовых ленточных элеваторов (см. рис. 4)

Типоразмер элеватора	r	P	O	S	z	z <sub>1</sub>	M	E	F	K	G	L	T	C	n
ЛМ-160	320	426	900	1580	1050	1310	795	950	423	500	800	1340	1573	460	450
ЛГ-160															
ЛМ-250	400	552	1112	1850	1250	1510	953	850	523	600	764	1460	1890	570	480
ЛГ-250															
ЛМ-320	500	676	1226	1850	1380	1380	1010	1070	620	715	825	1610	1933	620	560
ЛГ-320															
ЛМ-400	500	800	1400	2000	1600	1720	1100	1180	650	820	1950	1750	2312	710	640
ЛГ-400															
ЛГ-650	500	1210	1760	2000	—	2000	1425	1900	1120	908	1000	2505	3282	1802	720

Примечание. Элеваторы выполняются с правым и левым исполнением приводных устройств.

транспортирования горелых земель элеваторы устанавливаются после дробилок, сит и магнитных металлоотделителей. Для хорошо сыпучих материалов (сухие пески, сухие горелые земли) применяют элеваторы с глубокими ковшами — типа ЛГ; для влажных материалов, склонных к слеживанию и налипанию, — с мелкими ковшами — типа ЛМ.

Техническая характеристика и основные установочные размеры элеваторов приведены в табл. 5, 6 и на рис. 4.

Загрузочный лоток элеватора может иметь два исполнения: с днищем под углом 60° для влажных материалов и под углом 45° для хорошо сыпучих (сухих) материалов.

При установке нижней части элеватора в прямом направлении для обслуживания ее должны быть предусмотрены проходы не менее 1000 мм с боковых и с одной из торцовых сторон элеватора.

При выборе производительности элеватора (см. табл. 5) коэффициент φ, учитывающий условия работы, способы загрузки и свойства материала, принимают:

Сухие горелые земли при установке перед элеватором сита и питателя . . . . . 0,7—0,75  
 Сухие горелые земли при установке перед элеватором сита . . . . . 0,6—0,65

Влажные горелые земли при установке перед элеватором сита . . . . . 0,5—0,6  
 Формовочные смеси . . . . . 0,45—0,5  
 Сухие пески при установке питателей . . . . . 0,7—0,8  
 Сырые пески при установке питателей . . . . . 0,5—0,6

Приведенные значения коэффициента φ учитывают при поверочных расчетах и при подборе элеваторов по данным табл. 5.

### КОНВЕЙЕРЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ

Для транспортирования литейных форм применяют следующие типы конвейеров: тележечные горизонтально-замкнутые и вертикально-замкнутые. Эти конвейеры обычно называют литейными.

Выбор типа и размеров конвейера зависит от ряда технологических данных (см. гл. 2), планировки формовочной линии и организации работы на ней.

Скорости конвейеров с непрерывным движением определяют расчетом по производительности формовочных участков и количеству форм, устанавливаемых на платформе конвейера с учетом коэффициента неравномер-

ности, принимаемого в пределах 1,1—1,25. Употребительные скорости 2,0—6,0 м/мин.

Полную (развернутую) длину конвейера определяют как сумму соответствующих длин технологических участков, обслуживаемых конвейером: формовки, сборки, заливки, охлаждения и выбивки форм.

Охладительный участок конвейера изолируют вентилируемым кожухом.

**Горизонтально-замкнутые тележечные литейные конвейеры.** Конвейерами этого типа оборудовано преобладающее большинство механизированных литейных. Основные их параметры согласно ГОСТ 5938—51 приведены в табл. 7. Общий вид показан на рис. 5.

с откидными плитами (шириной 500 и 650 мм) (рис. 6, в), допускающими автоматическое сбрасывание безоачных форм на выбивке. Высоту  $H$  платформ от пола (см. рис. 5 — сечение  $B—B$ ) выбирают с учетом высоты формы, она должна быть увязана с технологическим и транспортным оборудованием, примыкающим к конвейеру. Размеры  $H$  обычно колеблются в пределах 400—600 мм.

Приводное устройство конвейера размещают под полом цеха в приемке (см. рис. 5); наиболее целесообразно устанавливать его у зоны выбивки, где имеются наибольшие натяжения в цепи конвейера.

7. Основные параметры горизонтально-замкнутых тележечных литейных конвейеров \*\*\*

Размеры платформ, мм		Шаг платформ $T$ , мм	Грузоподъемность $Q$ , кг	Радиусы закругления трассы $R$ , мм		Наибольшая допустимая развернутая длина конвейера**, м	Примерные размеры опок в свету, мм (наибольшие)		Скорости движения платформ, м/мин	
Ширина $B$	Длина $L$			номинальный	минимальный		Ширина $B_1$	Длина $A_1$		
500 *	650	800	500	1250	—	130 160 190	400	550	3,0—9,5	
	800	1000		1000	—			700		
	1000	1300		—	—			900		
650 *	800	1000	1000	1600	—	150 190 210	500	700		
	1000	1260		—	—			900		
	1250	1640		—	—			1100		
800 *	1000	1260	2000	1600	—	140 160 195	650	900	2,0—7,5	
	1250	1600		1500	—			1100		
	1600	2060		—	—			1400		
1000	1250	1600	4000	2500	—	175 210 255	800	1100		1,5—6,0
	1600	2000		—	—			1400		
	2000	2600		—	—			1800		
1250	1600	2000	8000	3200	—	150 180 225	1000	1400	1,2—5,0	
	2000	2500		3000	—			1800		
	2500	3260		—	—			2250		

\* Эти типоразмеры конвейеров изготовляют серийно.  
 \*\* Наибольшая длина дана при установке на конвейере одного приводного устройства и при полном использовании грузоподъемности всех платформ.  
 \*\*\* С 1.1.76 г. будет действовать ГОСТ 5938—73.

Конструкция ходовых частей этих конвейеров допускает выполнение их трасс по различным схемам для получения наиболее целесообразных планировок формовочных участков.

Стандартом предусмотрены следующие три исполнения платформ (рис. 6):

с плоским чугуном настилом (рис. 6, а); это исполнение получило наиболее широкое применение для всех размеров платформ;

с роликовым настилом (рис. 6, б), позволяющим накатывать формы (или полуформы) на конвейер с рольгангов; это исполнение применяют реже из-за трудности очистки платформ от просыпавшейся земли и возможных заливов роликов жидким металлом;

Основные характеристики приводов и размеры приемков для них приведены в табл. 8. Приводы выполняют правого и левого исполнения.

В тех случаях, когда развернутая длина конвейера превышает наибольшие длины, приведенные в табл. 7, следует выполнять детальный тяговый расчет конвейера (с учетом конкретной нагрузки на платформы) и при необходимости устанавливать на конвейере второе приводное устройство.

Для высокопроизводительных формовочных линий применяют конвейеры с ходовой частью, которая может изгибаться как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости, что позволяет располагать охлажда-





8. Приводные устройства горизонтально-замкнутых литейных конвейеров

Размеры платформы, мм		Мощность электродвигателя, кВт	Размеры приямка (см. рис. 5), мм		
Ширина	Длина		l	a	b
500	800	4,5	4500	1250	1750
650	1000	8,0	6000	1600	2400
800	1000	9,0	6000	1600	2400
800	1250	9,0	5400	1600	2400
1000	1600	15,0	6200	1650	2850

ную ветвь конвейера в два яруса или размещать основную ее часть в подвальном помещении или на первом этаже при двухэтажном здании цеха. Схема такого конвейера показана на рис. 7.

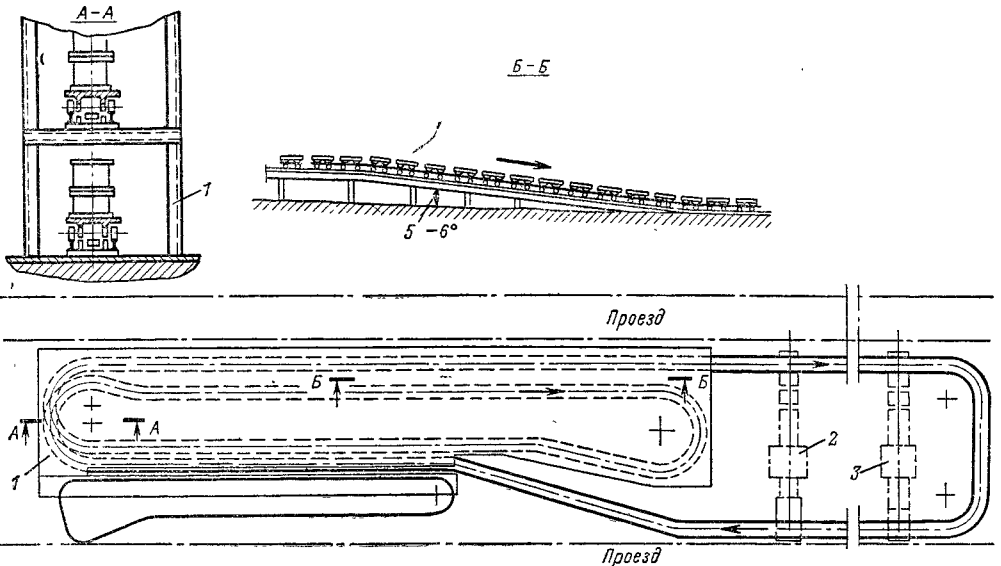


Рис. 7. Пространственный горизонтально-замкнутый тележечный литейный конвейер: 1 — охладительный кожух; 2 — формовка верхней полуформы; 3 — формовка нижней полуформы

Основные размеры и шаги платформ, а также радиусы поворотов трассы в горизонтальной плоскости пространственных конвейеров могут быть выполнены такими же, как и у стандартных конвейеров. Настил платформ — гладкий чугунный, аналогичный платформе, показанной на рис. 6, а. Радиусы поворотов в вертикальной плоскости пространственных конвейеров принимают в пределах 5—10 м в зависимости от размера платформ.

Вертикально-замкнутые литейные конвейеры применяют редко, они являются машинами индивидуального исполнения. Конвейеры непрерывного действия используют для мелких форм высотой до 400 мм, перемещение сред-

них и крупных форм механизуют конвейерами периодического действия. Нижние охладительные ветви этих конвейеров размещают в приямках или подвальных помещениях цеха.

Для механизации перемещения форм применяют также специальные роликовые и тележечные устройства периодического действия, заблокированные с формовочными и другими технологическими машинами, работающие с ними в едином цикле и входящие в комплект оборудования автоматизированных формовочных линий.

**Заливочные площадки.** Для облегчения и удобства выполнения операций по заливке форм на литейном конвейере с непрерывным движением используют заливочные площадки: стационарные и движущиеся синхронно с конвейером.

Длину площадок принимают по длине заливочного участка (обычно в пределах 10—25 м); ширину — 700—1000 мм; высоту — по соображениям удобства заливки.

ПЛАСТИНЧАТЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Пластинчатые конвейеры применяют для транспортирования следующих грузов:

- средних и мелких отливок от мест выбивки в очистные отделения, причем на конвейере в этих случаях обычно происходит остывание отливок и выполняют операции по отбивке литников и сортировке литья;

- средних и мелких отливок для межоперационной передачи их в отделениях очистки, обрубки и термообработки;

- литников от мест выбивки отливок или из очистных отделений на склад шихтовых материалов;

- пустых опок от мест выбивки форм к формовочным машинам;

кокса и известняка на складах шихтовых материалов в тех случаях, когда по местным условиям исключается (из-за углов подъема) применение ленточных конвейеров.

охлаждения отливок и длины пути от загрузки отливок до их выгрузки. Углы  $\beta$  (см. рис. 9) наклона к горизонту принимают:

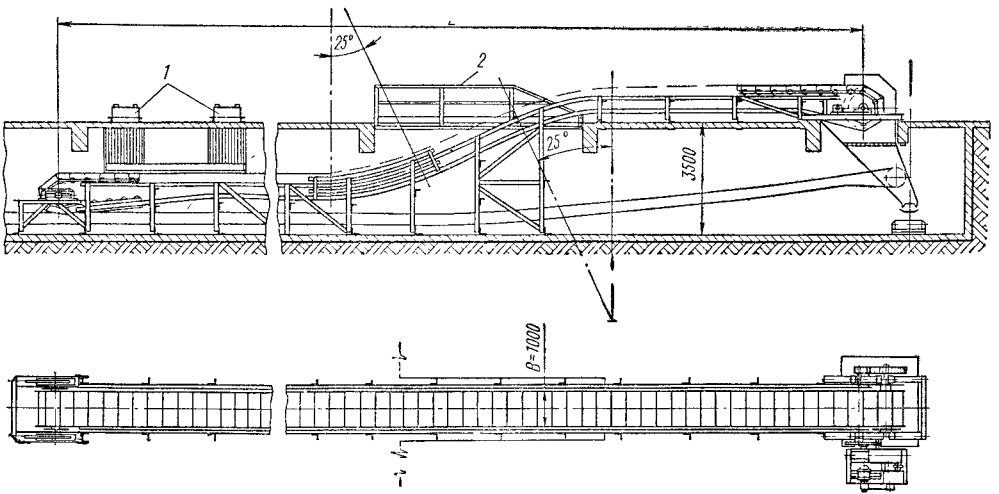


Рис. 8. Общий вид пластинчатого конвейера:  
1 — выбивные устройства; 2 — ограждение проема

Пластинчатый конвейер для транспортирования отливок из-под выбивных решеток показан на рис. 8, а наиболее употребительные схемы — на рис. 9.

для отливок и литников до  $25^\circ$ , а для мелких отливок при наличии на настиле поперечных перегородок до  $30^\circ$ ;

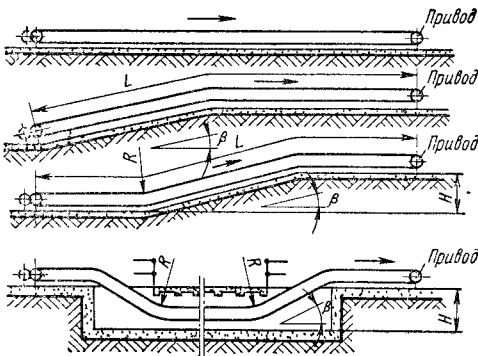


Рис. 9. Основные геометрические схемы пластинчатых конвейеров

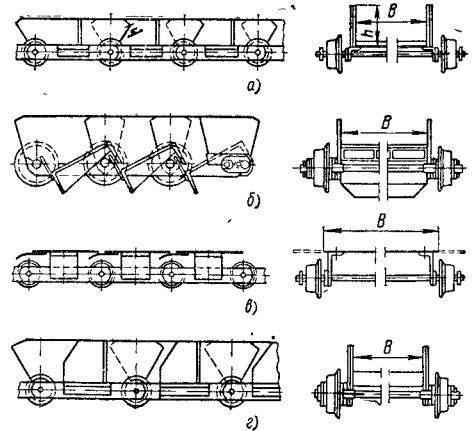


Рис. 10. Типы настилов пластинчатых конвейеров:  
а — бортовой волнистый с катками (БВК); б — специальный швеллерный усиленный; в — безбортовой плоский с катками (ПК); г — бортовой глубокий волнистый с катками (БГВК)

Основное достоинство этих конвейеров состоит в возможности исполнения их металлического настила достаточной прочности для приема на него горячих отливок и литников с ударами.

В литейных цехах устанавливают конвейеры с настилом следующей ширины по ГОСТ 2035—54:  $B = 400, 500, 650, 800, 1000, 1200$  мм, длина может достигать 200 м и более.

Типы настилов показаны на рис. 10, а в табл. 9 приведены основные параметры.

Скорости охлаждающих конвейеров назначают с учетом времени, потребного для

для кокса и известняка до  $30^\circ$ , а при глубоким бортовом настиле до  $45^\circ$ .

Радиусы сопряжения горизонтальных и наклонных участков берут в пределах 4—15 м в зависимости от конструкции настила и натяжения в тяговых цепях; при больших длинах принимают большие радиусы.

Отливки после выбивки загружают на конвейер по лоткам (склизам) из листовой стали с наклоном днища в пределах  $25\text{--}30^\circ$ .

## 9. Основные типы и параметры пластиначатых конвейеров

Назначение	Тип настила по рис. 10	Обозначение конвейера по ГОСТ 2035—54	Ширина настила $B$ , мм	Высота бортов $h$ , мм	Масса настила $q_0$ , кг/м	Пределы скоростей конвейеров, м/мин
Охлаждение мелких отливок и транспортирование литников (до 20 кг)	а	БВК-50	500	125	80	0,5—3,5
		БВК-65	650	125	110	
		БВК-80	800	160	150	
		БВК-100	1000	160	200	
Охлаждение средних отливок и кустов отливок (до 500 кг) *	б	Специальный швеллерного типа	800	160	230	3,5—12
			1000	160	255	
			1200	160	285	
Межоперационное транспортирование отливок в очистных отделениях **	в	ПК-65	650	—	100	3,5—12
		ПК-80	800	—	130	
		ПК-100	1000	—	190	
Транспортирование кокса и известняка	г	БГВК-65	650	160	85	10—15
		БГВК-80	800	200	130	
		БГВК-100 <sup>б</sup>	1000	250	165	

\* Отливки массой ~ 75 кг и выше грузят на пластиначатые конвейеры с помощью грузоподъемных устройств.

\*\* Для межоперационного транспортирования отливок применяют также пластиначатые конвейеры с настилом типа БВК (высота бортов 125 мм).

Такая загрузка происходит автоматически, что выгодно отличает пластиначатые охлаждающие конвейеры от подвесных, погрузка отливок на которые, как правило, требует участия рабочих.

Крупные отливки грузят на конвейер с помощью электроталей или пневматических подъемников.

При размещении конвейера в туннелях или подвальных помещениях проходы (в свету) вдоль конвейеров должны быть не менее 1,2 м, а у конвейеров, транспортирующих горячие отливки, не менее 2 м. При одностороннем проходе зазор от стены до конструкции должен быть у конвейеров, транспортирующих горячие отливки, не менее 0,8 м и у конвейеров прочего назначения не менее 0,5 м. Высота туннелей в свету — не менее 2,4 м. Высота рабочей (груженой) ветви конвейера на участках, где вдоль его располагаются рабочие места, должна быть в пределах 700—800 мм от уровня пола или рабочей площадки. Для возможности очистки пола под конвейером размер в свету от пола до холостой ветви должен быть не менее 400 мм при размещении конвейера в туннеле и не менее 200 мм в остальных случаях.

Ширину конвейера (м) с бортовым настилом при транспортировании грузов навалом (мелкие отливки, литники, кокс) определяют по формуле

$$B = \frac{Q}{3600 h v \gamma \varphi k},$$

где  $Q$  — расчетная (средняя) производительность, т/ч;

$v$  — скорость движения настила, м/с;

$h$  — высота бортов м;

$\gamma$  — объемная масса материала, т/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  — коэффициент заполнения настила, принимаемый в пределах 0,5—0,7 для отливок; 0,3—0,5 для литников; 0,7—0,8 для кокса и известняка;

$k$  — коэффициент, учитывающий угол  $\beta$  наклона конвейера, при  $\beta = 10^\circ \div 20^\circ$ ,  $k = 0,9$ , при  $\beta > 20^\circ$ ,  $k = 0,8 \div 0,85$ .

Расчетную ширину  $B$  (мм) округляют до стандартной и дополнительно проверяют по наибольшему размеру грузов по формуле

$$B \geq (1,7 a + 200),$$

где  $a$  — наибольший размер груза, мм.

При наличии крупных грузов более 10% от общего количества проверять рекомендуется по формуле

$$B \geq (2,5 a + 200),$$

Ширину настила для крупных отливок, укладываемых на конвейер поштучно, принимают на 150—200 мм больше габарита наиболее крупной отливки.

Мощность электродвигателя (кВт) привода ориентировочно может быть определена по приближенной формуле

$$N_{дв} = 0,004 q_0 L + \frac{Q}{180} (0,1L + H),$$

где  $q_0$  — масса 1 м настила, кг (по табл. 9);

$Q$  — средняя расчетная производительность, т/ч;

$L$  — длина конвейера по горизонтали, м;

$H$  — высота подъема груза конвейером, м.

## ВИНТОВЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Винтовые конвейеры (шнеки) по ГОСТ 2037—65 применяют для транспортирования молотых глины и угля и раздачи этих материалов

отливок от мест выбивки (или от кокильных машин) в отделения очистки и обрубки, к пунктам выбивки стержней (или к местам обрезки литников); на конвейере при этом обычно происходит охлаждение отливок, и

10. Основные параметры винтовых конвейеров

Диаметр винта $D$ , мм	Шаг винта $S$ , мм	Основные размеры, мм				Производительность* ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) при номинальных числах оборотов винта $n$ , об/мин				
		$K$	$H$	$H_1$	$h$	23,6	30	37,5	47,5	60
200	160	296	200	330	180	1,4	1,8	2,3	2,9	3,6
320	250	412	240	420	234	5,7	7,2	9,0	11,5	14,5
400	320	516	310	540	310	11,0	14,5	18,0	23,0	29,0

\* Производительность в таблице определена при коэффициенте заполнения желоба 0,2

по бункерам, а также для транспортирования сухой немолотой глины после сушильных печей. Наклон конвейера берут не более  $10^\circ$ .

поэтому такие конвейеры называются охлаждаемыми;

отливок в отделениях обрубки и очистки литья на участках очистки, окраски и дру-

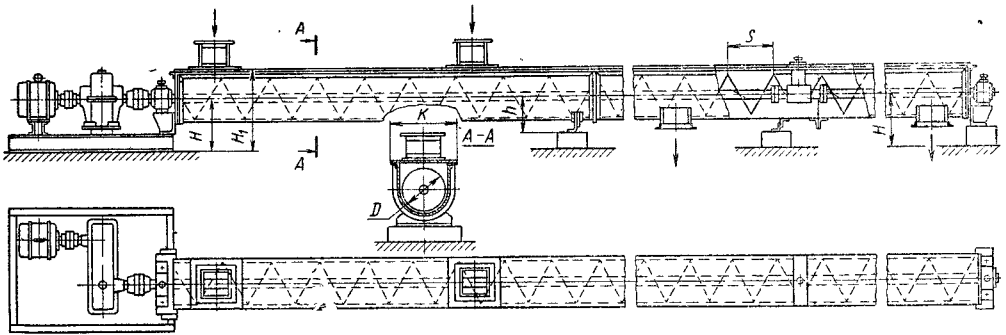


Рис. 11. Винтовой конвейер

Основные характеристики и установочные размеры стандартных конвейеров даны в табл. 10 и на рис. 11.

## ПОДВЕСНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

В литейных цехах крупносерийного и массового производств находят широкое применение подвесные конвейеры: а) грузонесущие и б) толкающие.

Основным достоинством этих конвейеров следует считать возможность выполнения их трасс по сложным пространственным контурам, что позволяет осуществлять ими бесперегрузочную доставку грузов во многие пункты, расположенные на разных уровнях и значительно удаленные друг от друга, без загромождения рабочих площадей, цеховых проездов и проходов. В необходимых случаях эти конвейеры (особенно толкающие) позволяют создавать подвесные склады (заделы) грузов, необходимые перед соответствующими технологическими операциями.

**Подвесные грузонесущие конвейеры.** Конвейерами этого типа механизмируют транспортирование:

готовых отливок на склады литья и в цехи механической обработки; стержней на участках их изготовления (сушка, окраска, склейка и пр.) и на склады готовых стержней, а также к местам сборки форм, конвейеры в этих случаях могут служить также подвесными складами стержней;

мелких форм, полуформ, отливок и прочих грузов в отделениях и цехах специальных способов литья; литников и брака литья на склад шихтовых материалов.

Мелкие отливки и литники транспортируют обычно навалом в металлических коробах, лотках или корзинах, крупные отливки — на крюковых и клещевых подвесках, литейные формы — на полочных подвесках, стержни — на многополочных подвесках-этажерках.

Загрузку и разгрузку конвейеров производят на ходу: легких грузов — обычно

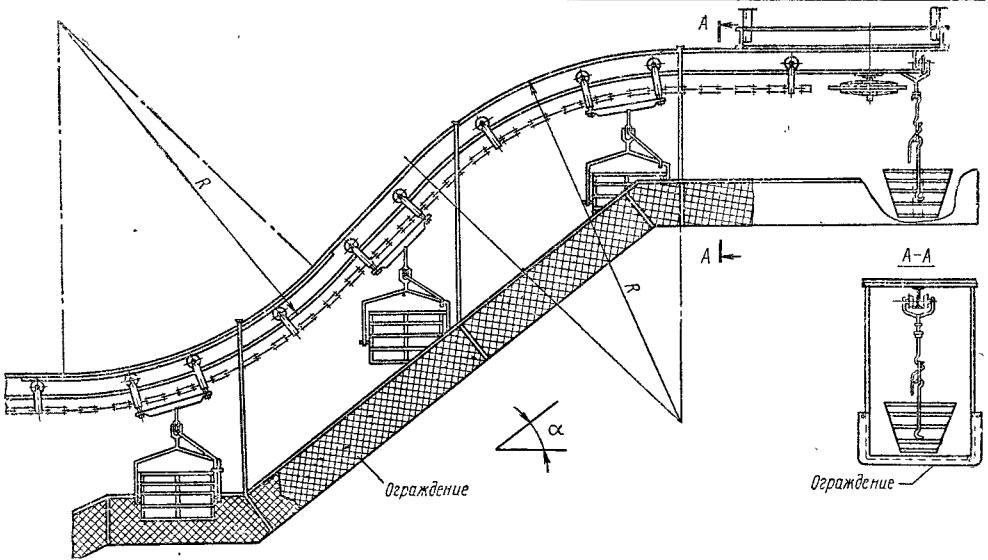


Рис. 12. Подвесной грузонесущий конвейер; участок перегиба трассы в вертикальной плоскости и его ограждение

11. Характеристика оборудования подвесных грузонесущих конвейеров по ГОСТ 5946—66

Оборудование	ГН-80	ГН-100	ГН-160
<i>Цепь</i>			
Тип: разборная по ГОСТ 589—4	P2-80-10,6	P2-100-22	P2-160-40
Шаг цепи, мм . . . . .	80	100	160
Масса 1 м цепи, кг . . . . .	2,8	5,0	9,1
Разрушающая нагрузка, кгс . . . . .	10 600	22 000	40 000
Максимальная рабочая нагрузка, кгс . . . . .	800	1 250	2 750
Рекомендуемая рабочая нагрузка, кгс . . . . .	650	1 100	2 500
<i>Каретка</i>			
Диаметр натка, мм . . . . .	65	80—83	125
Наибольшая статическая нагрузка, кгс . . . . .	250 *1	500 *1	800 *1
Ориентировочная рабочая нагрузка, кгс (полезная) . . . . .	75 *1	150 *1	300 *1
Шаги кареток, наиболее распространенные, мм . . . . .	480; 640	600; 800	640; 960
Масса каретки, кг . . . . .	2,1	5,2	10
Масса двойной каретки с траверсой . . . . .	6,0	13,2	25
<i>Звездочки и блоки</i>			
Число зубьев . . . . .	10; 16	10; 13	8; 10
Диаметр звездочки, мм . . . . .	514,9; 820,6	643,6; 834,6	827,1; 1029,8
Диаметр блока, мм . . . . .	479; 787	600; 792	965
<i>Роликовые поворотные устройства</i>			
Радиус поворота, мм . . . . .	1000	1000; 1600	1000; 1600
Угол поворота, градусов . . . . .	30, 45, 60, 90, 180	15; 30; 45; 60; 90; 180	15; 30; 45; 90; 180
<i>Ходовой путь</i>			
Профиль пути—дуга по ГОСТ 8239—72 . . . . .	№ 10	№ 14	№ 16/18
Радиусы вертикальных перегибов, мм . . . . .	1250—3000 **	3000—5000 **	4500—7000 *3
Угол подъема, градусов . . . . .	15; 20; 30	15; 20; 30	15; 20; 30
<i>Привод *2</i>			
Тип редуктора . . . . .	КДВ-160 и 200	КДВ-200 и 250	КДВ-350
Скорость движения, м/мин . . . . .	0,4—20	0,6—20	0,6—20
Мощность, кВт . . . . .	0,6—4,0	0,8—5,5	1,1—17

\*1 Суммарная нагрузка, приходящаяся на каретку, определяется расчетом: сложением веса полезного груза, веса подвески и составляющей натяжения цепи, действующей на каретку на вертикальных перегибах конвейера. Допустимая рабочая нагрузка на каретку определяется с учетом суммарной нагрузки и скорости конвейера.

\*2 Радиусы вертикальных перегибов зависят от шага кареток и натяжения цепи в месте перегиба. При больших шагах и больших натяжениях применяются большие радиусы.

\*3 Привод угловой и гусеничный.

вручную; тяжелых — посредством различных подъемников, перемещающихся на подвесных рельсовых путях, поворотных кранах или кран-балках.

Разгрузку мелких отливок и литников во многих случаях осуществляют автоматически из коробов с открывающимися днищами или опрокидывающихся в пунктах разгрузки.

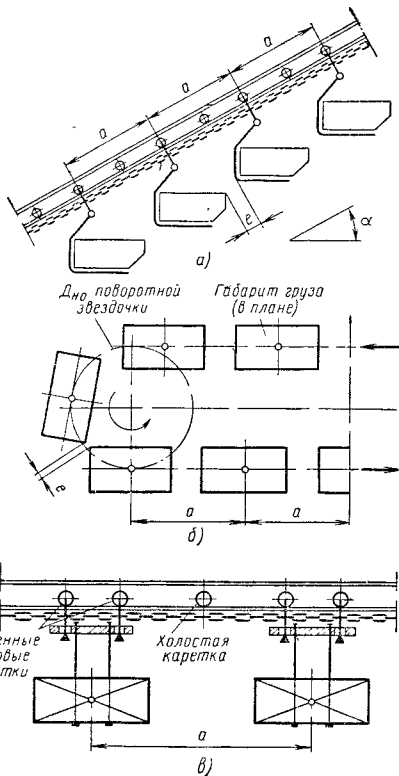


Рис. 13. Проверка наименьшего шага  $a$  между грузами:

$a$  — на подъеме или спуске;  $b$  — на горизонтальном повороте трассы конвейера;  $e$  — подвеска груза на двух каретках, соединенных траверсой

Задача надежно действующей автоматической загрузки отливок на конвейер пока не решена, и эту операцию выполняют с участием рабочих.

В местах, где трасса конвейера проходит над производственной площадью цеха или над проходами и проездами, под конвейером делают ограждение (рис. 12), габарит которого необходимо учитывать при проектировании. Длина конвейера может быть от нескольких метров до 1,5 км и более.

Скорость подвесных конвейеров (м/мин) назначают в зависимости от их производительности обычно в пределах:

Горячие отливки при охлаждении на конвейере	0,5—4,0
Сырые и готовые стержни	2,0—8,0
Отливки в очистных отделениях	4,0—8,0
Межцеховые конвейеры	6,0—12,0

Расстояние между грузами или шаг подвесок  $a$  зависит от габаритных размеров перевозимых грузов, производительности, радиуса поворотных устройств и скорости конвейера. Наименьшие шаги подвесок должны обеспечивать прохождение грузов без задевания одного за другой на наклонных участках (рис. 13, а) и горизонтальных поворотах трассы (рис. 13, б).

Зазор между грузами  $e$  (рис. 13, а, б) рекомендуется: не менее 250 мм для грузов размером до 800 мм и не менее 400 мм для грузов больших размеров.

При транспортировании отливок шаг подвесок назначают обычно в пределах  $a = 1,0 \div 2,5$  м в зависимости от габаритов отливок или коробов. В ряде случаев шаг подвесок  $a$  принимают из расчета обеспечения возможности прохода между грузами (размер в свету 800—1000 мм), например, между этажерками со стержнями.

Углы наклона к горизонту  $\alpha$  (см. рис. 12) участков подъемов и спусков конвейера обычно не превышают  $45^\circ$ , наиболее употребительные значения  $\alpha = 20 \div 30^\circ$ .

Промышленность изготавливает три типа конвейеров по ГОСТ 5946—66\*: легкий ГН-80, средний ГН-100 и тяжелый ГН-160. Характеристика этих конвейеров приведена в табл. 11.

Тип конвейера выбирают исходя из длины пути транспортирования грузов и их массы. Ориентировочно может быть рекомендовано принимать:

Масса груза, кг	До 50	Св. 50 до 150	Св. 150
Тип конвейера	ГН-80	ГН-100	ГН-160

Если нагрузка на каретку от веса груза, подвески и составляющей от натяжения цепи на вертикальном перегибе трассы превышает допустимую, то груз (подвеску) подвешивают на две каретки, соединенные траверсой (рис. 13, в). Сдвоенные каретки рекомендуются применять также в тех случаях, когда масса полезного груза и подвески превышает следующие значения:

Тип конвейера	ГН-80	ГН-100	ГН-160
Масса полезного груза и подвески, кг	40	100	200

С грузами, несущими подвески с грузами, располагают так называемые холодные каретки (с шагами по табл. 11), служащие только для поддержания тяговой цепи конвейера.

Производительность конвейера определяют по формулам (т/ч или шт./ч)

$$Q = \frac{3,6 G v \varphi}{60 a},$$



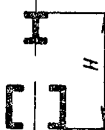



$$n = \frac{60 v z \varphi}{a},$$

где  $G$  — масса груза на одной подвеске, кг;  
 $a$  — шаг подвесок с грузом, м;  
 $v$  — скорость конвейера, м/мин;  
 $z$  — количество грузов на подвеске;





## 12. Оборудования подвесных толкающих конвейеров

Оборудование	Тип конвейера		
	ТП-80	КТ-100	КТ-160
<i>Цепь тяговая</i>			
Тип: разборная по ГОСТ 589—74	P2-80-10,6	P2-100-22	P2-160-40
Шаг, мм . . . . .	80	100	160
Разрушающая нагрузка, кгс . . . . .	10 600	22 000	40 000
Рекомендуемая рабочая нагрузка, кгс . . . . .	600—800	1100—1250	2100—2500
Шаг кареток, поддерживающих цепь, мм . . . . .	160; 480; 640	200; 600; 800	320; 640; 960
<i>Грузовые цепи двухтележечные</i>			
Наибольшая допустимая нагрузка, кгс:			
при скорости 10—18 м/мин и при углах подъема грузов 30° . . . . .	150	500	1250
при скорости до 10 м/мин и при горизонтальной трассе . . . . .	350	800	2000
Наименьший шаг грузов при складировании, мм . . . . .	520	1675	1855
<i>Путь грузовой с конвейерной тягой (ГЦ)</i>			
Профиль пути . . . . .			
Высота H, мм . . . . .	316—330	356—385	419—459
Наибольший угол подъемов и спусков, градусов . . . . .	45	30	30
Радиусы вертикальных перегибов, мм . . . . .	2500; 3150; 4000	3000; 3500	6097
Радиусы горизонтальных роляковых поворотов, мм . . . . .	510; 1000	610; 915	922
<i>Путь грузовой на неприводных участках (Г)</i>			
Профиль пути . . . . .			
Радиусы горизонтальных поворотов, мм . . . . .	510; 665	610; 915	922
<i>Путь для холостой цепи (Ц)</i>			
Профиль пути . . . . .	Двутапный, высота 80 мм	Двутапный, высота 101 мм	Двутапный, высота 101 мм
Наибольший угол подъемов и спусков, градусов . . . . .	45	45	45
Радиусы вертикальных прогибов, мм . . . . .	1960; 2460; 3110	2438	4572
Радиусы горизонтальных поворотов, мм . . . . .	254; 331; 410	457; 610; 915	617; 922
<i>Стрелочные переводы</i>			
Приводное устройство . . . . .	Электромагнитное	Пневматическое	Пневматическое
Радиус стрелочных переводов, мм . . . . .	410; 670	457	610
Угол подхода сопряжения путей, градусов . . . . .	60	60	45
<i>Приводные устройства</i>			
Угловые 90°:			
скорость, м/мин . . . . .	1,2—18,0	1,1—19,6	1,1—18,2
мощность, кВт . . . . .	0,8—4,0	1,1—7,5	1,1—13,0
Гусеничные:			
скорость, м/мин . . . . .	0,46—18,0	0,61—12,2	0,5—18,25
мощность, кВт . . . . .	0,4—3,0	0,8—3,0	1,1—17,0

Системы конвейеров могут иметь пространственную трассу практически неограниченной длины, учитывая возможность автоматической передачи грузов с конвейера на конвейер.

Наиболее употребительные скорости толкающих конвейеров 6—12 м/мин. Основные характеристики оборудования подвесных толкающих конвейеров приведены в табл. 12.

ность его работы. В технических проектах литейных цехов должна быть определена целесообразность применения толкающих конвейеров, даны предварительная схема грузовых путей, принципиальные указания по управлению и основные параметры.

Проекты толкающих конвейеров должны выполнять специализированные организации (на стадии технического проекта и рабочих чертежей).

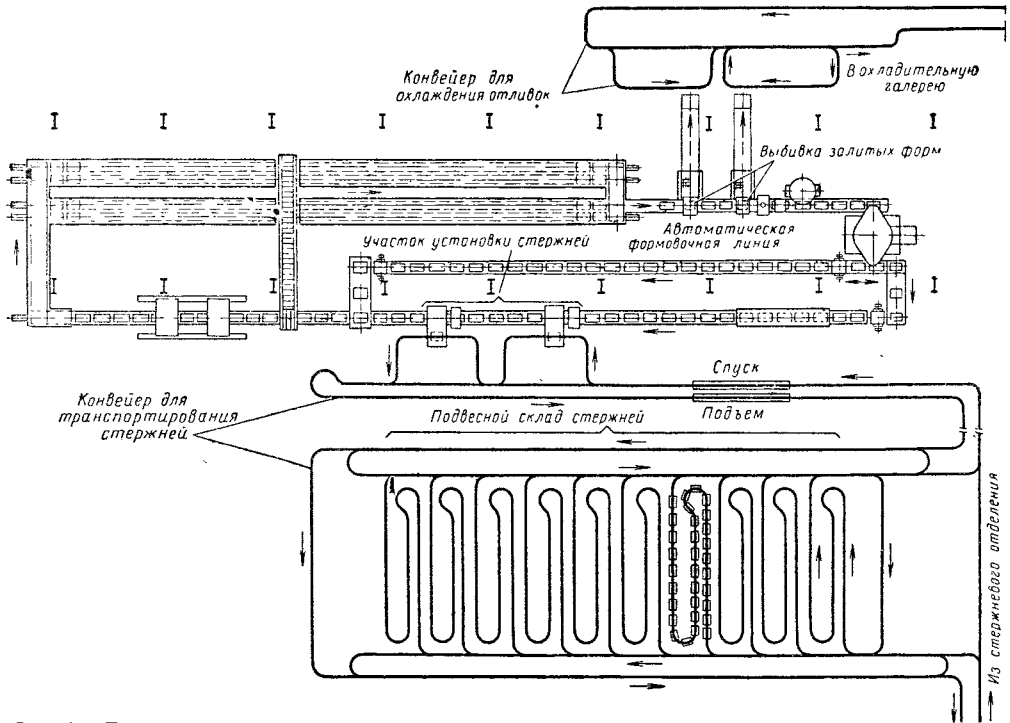


Рис. 15. План подвесных толкающих конвейеров для транспортирования стержней и охлаждения отливок

Из различных систем адресования наиболее распространены системы с адресоносителем на грузовой тележке: электромеханическая контактная, например клавишная, или штыревая, и более прогрессивная — бесконтактная с применением специальных магнитных устройств.

При определении шага грузов необходимо не только учитывать конструктивные особенности конвейера (наименьшие шаги сцепов и условия автоматической передачи грузов с конвейера на конвейер), но также проверять проходимость грузов на подъемах, спусках и горизонтальных поворотах, как это указано на рис. 13 для грузонесущих подвесных конвейеров. План подвесных толкающих конвейеров для транспортирования стержней и отливок и складирования стержней показан на рис. 15.

При проектировании необходимо стремиться к наиболее простой и короткой трассе и наименьшему количеству адресов. Это упрощает и удешевляет механическую и электрическую часть конвейера и повышает надеж-

## ПИТАТЕЛИ

В литейном производстве применяют следующие типы питателей: ленточные, пластинчатые; дисковые, качающиеся, вибрационные, винтовые и барабанные.

**Ленточные питатели** применяют для выдачи из бункеров готовых формовочных смесей, просеянных горелых земель и формовочных песков. Они бывают стационарные и поворотные.

Стационарные питатели выполняют с шириной ленты 500, 650, 800, 1000 и 1200 мм, скорость движения ленты 0,1—0,5 м/с и длина до 10 м.

Такие питатели могут быть горизонтальными и наклонными (рис. 16), их можно подвешивать к бункерам или опирать на площадки, предназначенные для обслуживания питателей.

Наклонные питатели выполняют с углом наклона до 18°.

Основные характеристики и установочные размеры подвешиваемых к бункерам

горизонтальных питателей приведены в табл. 13.

Поворотные ленточные питатели используют преимущественно в цехах с индивидуаль-

13. Подвесные ленточные питатели с шириной ленты 650 мм

Размеры (см. рис. 16, в), мм		Мощность электродвигателя, кВт
L	A	
1250 1500	800 1050	2,2
2000 2500 3000 3500	1400 1900 2400 2900	

Примечание. Скорость ленты 0,26 м/с; производительность при непрерывной работе 30—90 м³/ч.

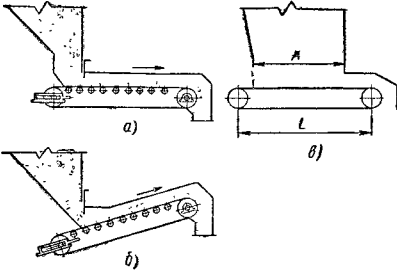


Рис. 16. Стационарные ленточные питатели:

б — наклонный; в — горизонтальный подвесной (на бункере)  
а — горизонтальный;

ным и мелкосерийным характером производства для подачи формовочных смесей в опоки больших размеров, для распределения их по

Питатели, показанные на рис. 17, б и в, предназначены для распределения формовочных смесей по кессонам.

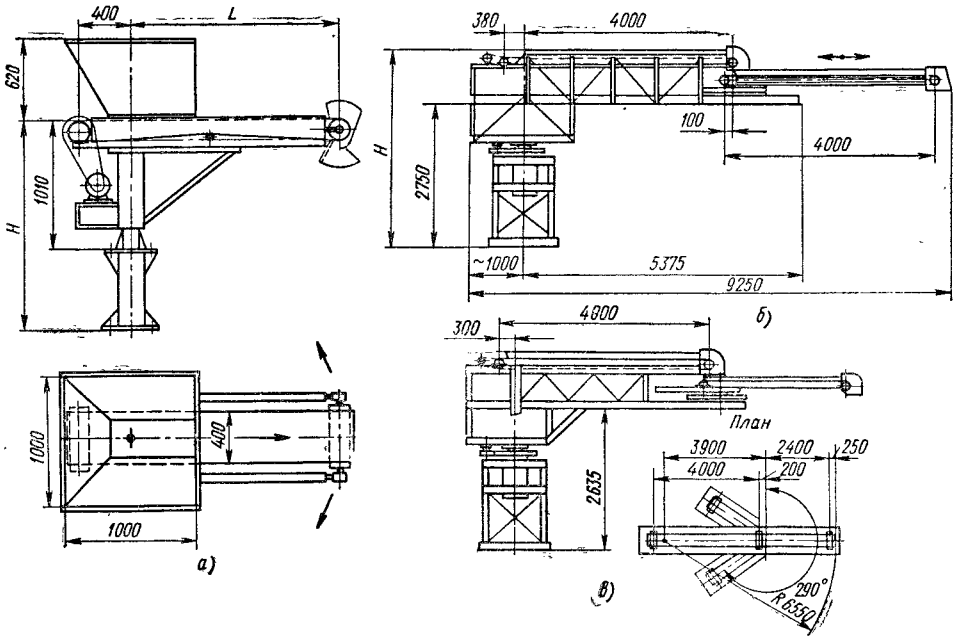


Рис. 17. Питатели ленточные поворотные.

а — поворотный; б — поворотный с выдвигной консолью; в — с двумя поворотными консолями

кессонам и для подачи стержневых смесей в стержневые ящики. Такие питатели обычно работают в сочетании со стационарными питателями, и поэтому одним питателем можно подавать облицовочную и наполнительную смеси.

Ниже приведены основные характеристики поворотных питателей по данным проектов.

Поворотные ленточные питатели (см. рис. 17, а)

Ширина ленты, мм	400
Размеры питателя, мм:	
L	1600, 2000, 2500
H	1600—2800
Скорость ленты, м/с	2,5
Производительность при непрерывной работе, м³/ч	150

Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	2,2
<b>Ленточный поворотный питатель с выдвигной консолью (см. рис. 17, б)</b>	
Ширина ленты, мм . . . . .	500
Скорость ленты, м/с . . . . .	2
Угол поворота питателя, градусов . . . . .	360
Возможное число оборотов в минуту . . . . .	2
Ход выдвигной консоли, мм . . . . .	3900
Скорость движения консоли, м/с . . . . .	0,23
Высота питателя Н, мм . . . . .	3600, 2800
Производительность при непрерывной работе, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	135

<b>Ленточный питатель с двумя поворотными консолями (см. рис. 17, в)</b>	
Ширина ленты, мм . . . . .	500
Скорость ленты, м/с . . . . .	2
Угол поворота, градусов: питателя . . . . .	360
второй консоли . . . . .	290
Возможное число оборотов в минуту питателя и второй консоли . . . . .	2
Производительность при непрерывной работе, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	135

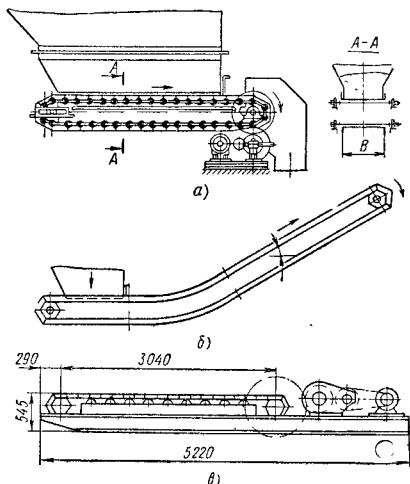


Рис. 18. Пластинчатые питатели:

а — горизонтальный с волнистым бортовым полотном; б — горизонтально-наклонный с волнистым бортовым полотном; в — горизонтальный с полотном из пластин типа траков

Ширину ленты питателей определяют по формуле

$$B = \frac{V}{3600 hv \varphi}$$

где  $B$  — ширина ленты, м;  
 $V$  — производительность, м<sup>3</sup>/ч;  
 $h$  — высота слоя материала на ленте, м; принимают для сухих песков и земель (0,025÷0,3)  $B$  и для влажных (0,1÷0,4)  $B$ ;  
 $v$  — скорость ленты, м/с;  
 $\varphi = 0,65 \div 0,7$  — коэффициент, учитывающий отношение ширины лотка питателя к ширине ленты.

**Пластинчатые питатели.** В литейных цехах применяют преимущественно питатели по ГОСТ 7424—71 с ходовой частью, имеющей волнистое полотно с бортами и тяговые цепи (рис. 18, табл. 14). Такие питатели используют для подачи из бункеров: сырой глины в глинорезки; формовочных смесей; песков и других материалов в тех случаях, когда не могут быть использованы для этого ленточные или другие типы питателей.

Производительность питателей (м<sup>3</sup>/ч) определяют по формуле

$$Q = 3600Bhv\varphi,$$

где  $B$  — ширина полотна, м;  
 $h$  — высота бортов или неподвижных направляющих, м;  
 $v$  — скорость ходовой части, м/с;  
 $\varphi = 0,65 \div 0,8$  — коэффициент заполнения настила материалом.

Питатель, показанный на рис. 18, в, применяют для выдачи из бункеров металлических компонентов шихты и мелких отливок; он имеет следующую характеристику:

Ширина полотна, мм . . . . .	800
Скорость полотна, м/с . . . . .	0,075 и 0,15
Электродвигатель:	
тип . . . . .	Двухскоростной
мощность, кВт . . . . .	5,2/7
Допускаемая нагрузка на полотно, кгс . . . . .	5000

14. Пластинчатые питатели по ГОСТ 7424—71

Тип	Ширина полотна, мм	Длина питателя*, мм	Скорость полотна, м/с
3 — легкий	500	2000, 3000, 4500, 6000	0,1—0,25
	650, 800, 1000, 1200	3000, 4500, 6000, 9000, 12 000, 15 000	
2 — средний	800	4500	0,02—0,20
	1000	6000	
	1200	3000, 4500, 6000, 9000, 12 000	

\* Допускается применение питателей других длин, кратных шагу тяговой цепи.

Дисковые (тарельчатые) питатели по ГОСТ 7202—66\* применяют для выдачи из бункеров сухих и сырых песков, готовых формовочных смесей и горелых земель.

Основные параметры и размеры этих питателей приведены в табл. 15 и на рис. 19.

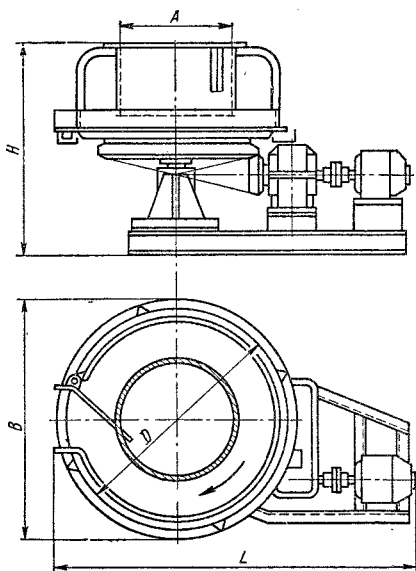


Рис. 19. Дисковый питатель

Производительность дисковых питателей можно достаточно точно регулировать путем изменения положений скребка, снимающего материал с диска питателя и телескопического патрубка, установленного над диском питателя. Поэтому такие питатели можно использовать для подачи формовочных мате-

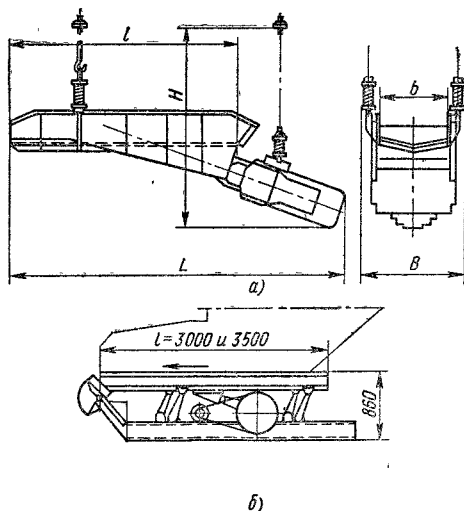


Рис. 20. Вибрационные питатели:

а — с электромагнитным приводом; б — с электро-механическим приводом

#### 15. Дисковые питатели

Тип	Диаметр диска $D$ , мм	Число оборотов диска в минуту	Максимальная производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	Мощность электродвигателя, кВт	Размеры, мм			
					$L$	$B$	$H$	$A$
ДЛ-10	1000	7—11	18—28	2,2	1850	1250	1250	550
ДЛ-16	1600	7—11	70—112	5,5	2550	1900	1650	900
ДЛ-20	2000	7—11	140—220	10,0	2900	2200	2300	1200

#### 16. Вибрационные питатели с электромагнитным приводом по ГОСТ 11217—66

Параметры	ПЭВ1-0,125×2,5	ПЭВ1-0,5×3,6	ПЭВ1-1×5	ПЭВ2-0,5×5	ПЭВ2-1×7	ПЭВ2-2×9,5	ПЭВ2-4×12	ПЭВ2-8×15
Номинальная производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	7,5	30	60	30	60	90	150	300
Мощность привода, Вт	125	500	1000	500	1000	2000	4000	8000
Размеры лотка, мм:								
$b$	250	360	500	500	700	950	1200	1500
$l$	900	1200	1400	1600	1800	2000	2500	3000
Габаритные размеры, мм, не более:								
$L$	950	1590	2000	2670	3150	5470	5580	4800
$B$	350	775	900	860	1000	1400	2400	2930
$H$	510	970	1125	1340	1535	1800	2100	2350

Примечание. Производительность указана при горизонтальном положении и подаче песка с объемной массой 1,55 т/м<sup>3</sup>, влажностью 3—4%.

риалов в весовые дозаторы, устанавливаемые над смешивающими бегунами.

Качающиеся питатели типа КТ по ГОСТ 7010—64 можно применять для подачи из бункеров дробленого известняка, земельных отходов, боя огнеупоров, непросеянных горелых земель из бункеров; установленных под большими выбивными решетками.

Для равномерной подачи из бункеров на ленточные конвейеры готовых формовочных смесей и просеянных горелых земель применяют качающиеся питатели колосникового типа. Такие питатели имеют небольшую высоту, и в конструкции их предусмотрена возможность регулирования производительности в широких пределах.

подъемники с прямоугольными ковшами, которые разгружаются через откидные днища (рис. 22); такие подъемники можно применять только для вагранок закрытого типа, загружаемых сверху; направляющие пути этих подъемников устанавливают наклонно, они должны быть прямолинейными что затряднет применение таких подъемников в действующих цехах.

Оба типа подъемников могут быть блокированы с установками для набора шихты, механизмами вагранок и работать в автоматизированном режиме.

Характеристики подъемников приведены в табл. 17.

17. Подъемники для загрузки вагранок

Параметры	Подъемники					
	с бадьей (рис. 21)			с ковшом (рис. 22)		
Производительность вагранки . . .	5	10	20	8	12	20—30
Емкость бадьи или ковша подъемника, м <sup>3</sup> . . . . .	0,4	0,9	1,8	0,85	1,5	2,5
Скорость подъема, м/с . . . . .	0,4	0,4	0,45	0,48	0,48	0,6
Мощность электродвигателя, кВт . .	11	22	45	30	30	80

Вибрационные питатели с электромагнитными приводами по ГОСТ 11217—66 (рис. 20, а, табл. 16) можно использовать для выдачи из бункеров мелких отливок, чушкового чугуна литников, стального и чугунного лома, стружки, кокса, известняка, ферросплавов, сырого и сухого песка, горелой земли, земельных отходов и отходов из плавильных отделений литейных. Производительность таких питателей регулируется плавно от нуля до максимума путем изменения силы тока возбуждения вибратора, поэтому их часто применяют в сочетании с весовыми устройствами.

Для выдачи из бункеров металлических компонентов шихты получили распространение вибрационные питатели с электромеханическим приводом (рис. 20, б), техническая характеристика которых приведена ниже.

Лоток:	
ширина, мм . . . . .	920
длина, мм . . . . .	3000, 3500
Число колебаний в минуту . . . . .	360
Амплитуды колебаний, мм . . . . .	6
Нагрузка на 1 м длины, кг . . . . .	500
Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	2,8

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПОДЪЕМНИКИ ДЛЯ ЗАГРУЗКИ ВАГРАНОК

Для загрузки шихты в вагранки применяют два типа подъемников:

подъемники, имеющие цилиндрические бадьи с открывающимися днищами (рис. 21), которые могут производить загрузку обычных вагранок с боковым завалочным окном и вагранок закрытого типа, загружаемых сверху. Направляющие пути таких подъемников могут иметь различную конфигурацию, наклонные и вертикальные участки, благодаря чему они находят широкое применение;

### ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ

Этот вид транспорта в литейных цехах широко применяют для пылевидных материалов: глины, бентонита и угля, а также для сухих формовочных песков.

Основные достоинства пневмотранспорта состоят в малых габаритах транспортного трубопровода, в возможности размещения его по пространственной трассе, практически в любых местных условиях, и в сохранении материала от распыления при его перемещении, т. е. в гигиеничности этих установок. Недостатком пневмотранспорта является большой удельный расход мощности, достигающий до 8—12 кВт на тонну транспортируемого материала, а также быстрый износ отдельных элементов установок при транспортировании абразивных материалов.

Пневмотранспортными системами в литейных цехах оборудуют установки для размола глины и угля с пневматическим отбором продуктов помола. Перед подачей в мельницы глина должна пройти глинорезку и просушку, а уголь — дробление.

Установка с шаровой мельницей типа СМ-432, работающая с замкнутой циркуляцией воздушного потока, показана на рис. 23. Из бункера 1 подлежащий размолу материал питателем подается в мельницу 2. Из мельницы продукт помола поступает в сопло 3, далее вентилятором 7 засасывается в транспортный трубопровод 4 и поступает по нему в сепаратор 5. В сепараторе происходит выделение крупных частиц материала, которые по желобу возвращаются в мельницу, а мелкий продукт помола в виде пылевоздушной смеси поступает в приемный циклон 6, где основная его часть оседает и загружается в бункер

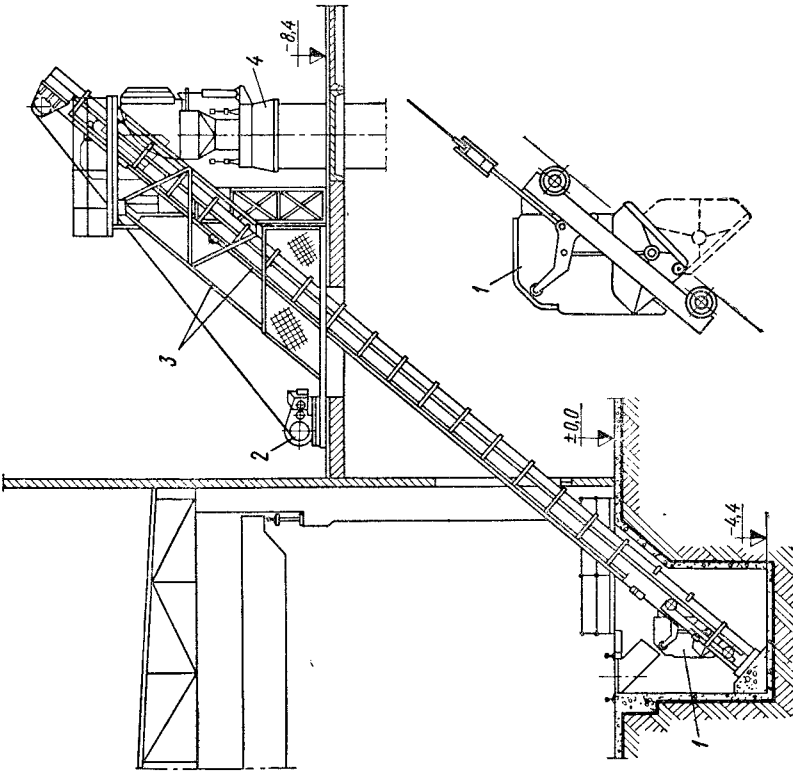


Рис. 22. Подъемник с прямоугольным ковшом для загрузки вагранки:  
 1 — тележка с ковшом; 2 — лебедка; 3 — опорные конструкции и пути для тележки; 4 — вагранка с верхней загрузкой

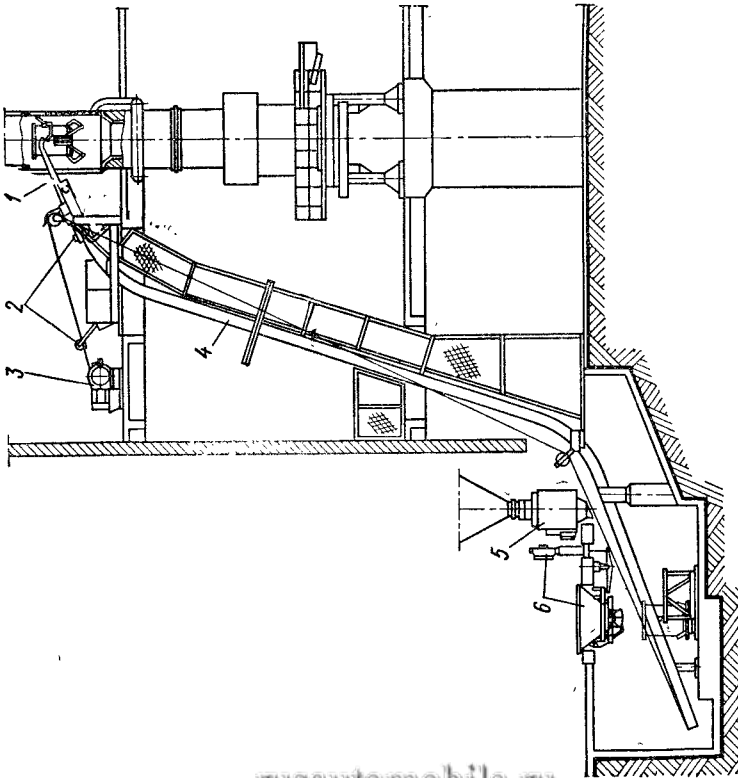


Рис. 21. Подъемник для загрузки вагранки с цилиндрической бадьей:  
 1 — тележка с бадьей; 2 — выключающее устройство; 3 — лебедка; 4 — опорные конструкции и пути для тележки; 5 — весовой дозатор для кокса и известняка; 6 — весы для шихты

12 готового материала. Оработанный воздух из циклона 6 через вентилятор 7 по трубопроводу 8 снова возвращается к соплу 3 и следует в трубопровод 4. Излишний воздух,

не следует допускать горизонтальных участков транспортных трубопроводов.

Для подачи молотых глины и угля, а также сухих песков из землесушильных отделений

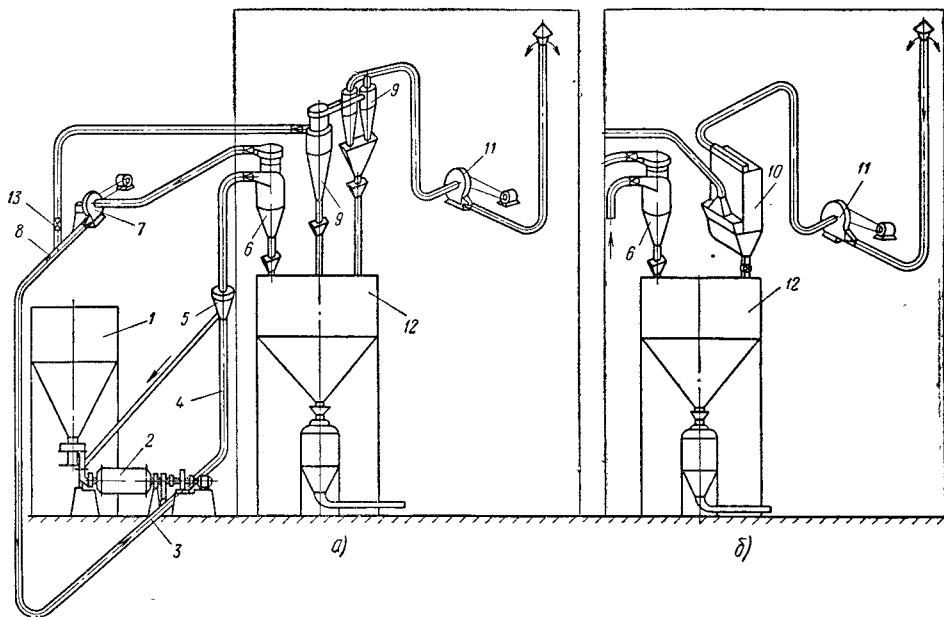


Рис. 23. Схема размольной установки с шаровой мельницей SM-432

попадающий в систему через различные неплотности, удаляется из системы вентилятором 11, пройдя через очистительную установку, которая, может состоять или из группы циклонов 9 (рис. 23, а), или из мате­ричатого фильтра 10 (рис. 23, б). Пылевидный материал, который улавливается очистной установкой, по трубам самотеком также направляется в бункер 12. Дроссельный клапан 13 позволяет регулировать количество воздуха в системе и создавать оптимальный режим ее работы. Техническая характеристика этой установки приведена в табл. 18.

Установка с маятниковой мельницей SM-493, также работающая по замкнутому циклу, показана на рис. 24. Из бункера 1 материал загружается в мельницу 2. Мельница SM-493 имеет встроенный в нее сепаратор для отделения крупных частиц, поэтому продукт помола из мельницы вентилятором 5 засасывается в трубопровод 3 и поступает в циклон 4, где основная часть продукта осаживается и следует в бункер 10. Из циклона 4 воздух через вентилятор 5 возвращается в мельницу. Дроссельным клапаном 6 регулируется количество воздуха в системе для нормальной ее работы. Излишний воздух удаляется из системы вентилятором 9 через очистительные установки, состоящие или из группы циклонов 7 (вариант I) или из мате­ричатого фильтра 8 (вариант II). Техническая характеристика этой размольной установки приведена в табл. 18.

или складов формовочных материалов в сме­сеприготовительные отделения применяют высоконапорные (нагнетательные) пневмотранспортные установки с камерными насо­

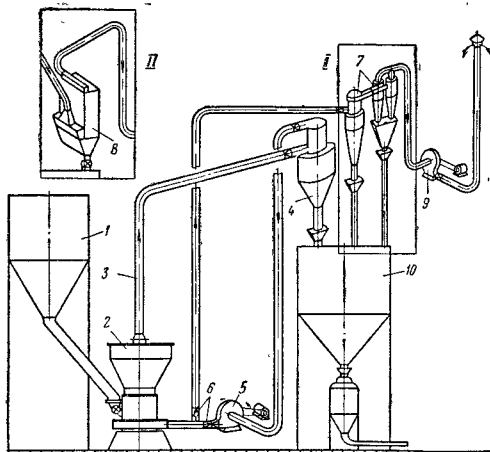


Рис. 24. Схема размольной установки с маятниковой мельницей SM-493

сами (питателями). Такая установка показана на рис. 25, а в табл. 19 приведена ее техниче­ская характеристика. Работа камерных насо­сов может быть автоматизирована.

Для распределения по бункерам приме­няют:

для песка — ленточный конвейер 8 (ва­риант I на рис. 25), для молотых глины,



угля, а также для бентонита — винтовой конвейер 9 (вариант II на рис. 25).

Запыленный воздух из отделителя отсасывается вентилятором 7 и перед выбросом в атмосферу проходит очистку: от песчаной пыли в мокрых скрубберах 5 (вариант I на рис. 25) и в матерчатых фильтрах 6 при транспортировке глины, угля и бентонита.

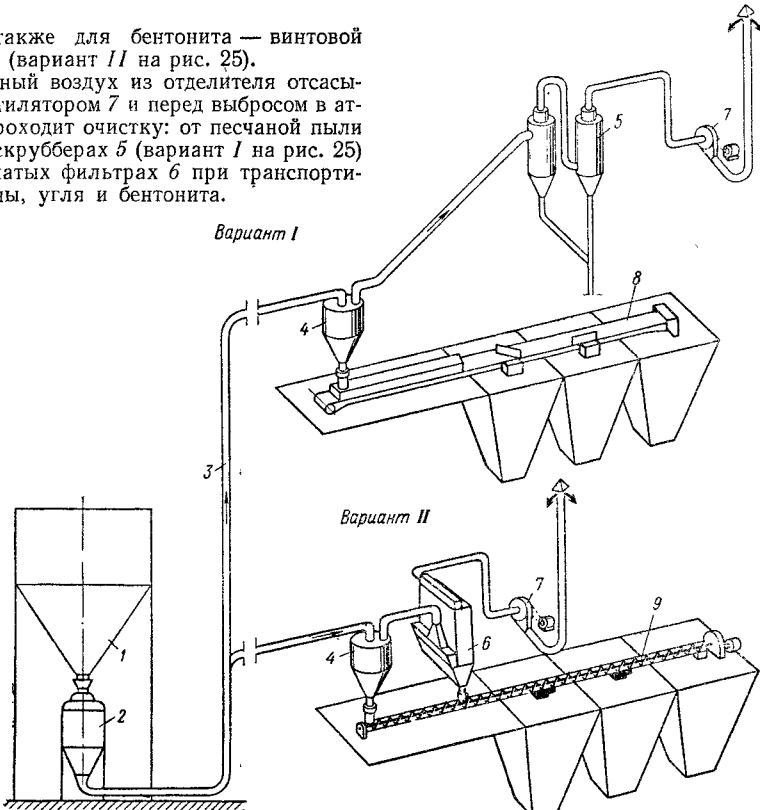


Рис. 25. Схема высоконапорной пневмотранспортной установки с камерным насосом (питателем):

1 — бункер; 2 — камерный насос; 3 — трубопровод; 4 — отделитель; 5 — мокрые скрубберы; 6 — матерчатый фильтр; 7 — вентилятор; 8 — ленточный конвейер; 9 — винтовой конвейер

#### 18. Размольные установки с пневматическим отбором продуктов помола

Параметр	Установка с мельницей	
	СМ-432	СМ-493
Производительность, кг/ч:		
при размоле угля	700—800	2000—2300
при размоле глины	900—1000	До 3000
Крупность загружаемого в мельницу материала, мм	20—30	20—25
Максимальная длина выпрямленного замкнутого трубопровода, м	До 50	До 30
Диаметр транспортного трубопровода, мм	250	500—650
Количество воздуха, циркулирующего в системе, м <sup>3</sup> /ч	3500—4000	15 000—20 000
Тип вентилятора циркуляционной системы	Ц10-28 № 4	ЦП7-40 № 8
Тип вентилятора отсасывающей системы	Ц10-28 № 3	ЦП7-40 № 5
Установочная мощность, кВт:		
вентиляторов	16,8	35
мельницы	20	55

Пневматический транспорт в литейном производстве применяют также для перемещения по трубопроводу в специальных патронах литейных проб в лабораторию для анализа. Установки этого вида транспорта (называемого пневматической патронной почтой) бывают нагнетательного и всасывающего типа. Дальность транспортировки патронов достигает 1000—1200 м, масса патрона до 1,2 кг, скорость движения 10—12 м/с.

#### 19. Высоконапорные (нагнетательные) пневмотранспортные установки с камерными насосами (питателями)

Параметры	Диаметр насоса, мм	
	1200	1400
Полезная емкость резервуара насоса, м <sup>3</sup>	1,0	2,5
Внутренний диаметр транспортного трубопровода, мм	75—100	125
Дальность транспортирования, м	≤400	≤400
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	6—10	12—15
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	10—12	15—18
Рабочее давление воздуха, кгс/см <sup>2</sup>	3—5	3—5

### ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

Состав производственных и вспомогательных участков и оборудования, входящих в комплекс литейного цеха, должен обеспечивать выполнение всего технологического процесса производства отливок, предусмотренных производственной программой цеха, включая, в случае надобности, грунтовку и первичную обработку.

Практика проектирования литейных цехов показывает, что в современных условиях невозможно рационально разместить на одном уровне весь необходимый для этой цели комплекс помещений и оборудования технологического, транспортного, санитарно-технического и энергетического назначений. Это вынуждает сооружать обширные подвалы, туннели, площадки и антресоли, причем подвалы трудно выполнимы в случае высоких грунтовых вод. Поэтому отечественная практика проектирования большинства литейных цехов с массой отливки до 1000 кг и даже более предусматривает двухэтажные здания. При этом на первом этаже размещают вентиляционное, сантехническое оборудование, трансформаторные силовые и печные подстанции, тепловые вводы, оборудование непрерывного транспорта (пластинчатые ленточные, подвесные и другие конвейеры), технологическое оборудование с вредными выделениями и подлежащее локализации (выбивающие установки, охлаждательные конвейеры, галтовочные барабаны и пр.), пульты управления, склады оснастки, литья и др. На втором этаже размещают основные производственные отделения: плавильные, формовочные, стержневые, термической обработки и обрубные, грунтовочные, приготовления стержневых смесей.

В одноэтажных зданиях размещение перечисленного выше вспомогательного оборудования рекомендуется в специальных вставках между пролетами шириной 6, 9, 12 м, на антресолях и площадках, в подвалах и на специальных этажах бытовых помещений. Стержневые и отделения термической обработки и обрубки в меньшей степени нуждаются в размещении на двух этажах, поэтому эти

отделения могут быть размещены также и в одноэтажном здании.

Смесеприготовительные отделения в цехах массового производства, обеспечивающие смесями автоматические формовочные линии, как правило, занимают всю высоту двухэтажного здания, а часто и превышают его, но размещаются в несколько ярусов, при этом междуэтажное перекрытие на месте их размещения отсутствует.

Смесеприготовительные отделения в цехах единичного и мелкосерийного производства размещают иногда в многоэтажных пристройках или в отдельных зданиях, высота которых может быть выше основного здания.

Склады шихтовых материалов при литейных цехах независимо от ввода ж.-д. путей размещают в одноэтажных пролетах.

Распределение площадей цеха по категориям (производственные вспомогательные, складские), а также перечень площадей двухэтажных цехов, не входящих в расчетную, сравнимую с одноэтажными цехами площадь цеха, см. в гл. 7.

Нагрузки на полы и перекрытия второго этажа и материалы для устройства полов назначают по расчету в зависимости от принятого технологического процесса и установленного оборудования или по данным табл. 1.

Здания литейных цехов должны иметь прямоугольную форму. Рекомендуются превышение длины над шириной здания не менее чем в 1,5—2,0 раза. Максимальная ширина зданий литейных цехов, частично использующих естественные вентиляцию, проветривание и освещение, не должна превышать 96 м. При проектировании особо крупных цехов поточного производства с локализованными пыле-газо-тепловыделениями допускается большая ширина здания при обязательном условии обеспечения во всех частях здания и во все времена года нормальных санитарно-гигиенических условий труда за счет эффективных искусственной вентиляции и освещения. Можно рекомендовать следующие общие положения по проектированию вентиляции и освещения. Во всех литейных цехах следует предусматривать мощную искусственную вентиляцию, обеспечивающую стабильные нормальные условия труда в цехе

1. Нормы расчетных нагрузок на полы и перекрытия и рекомендуемые материалы покрытий полов на различных участках литейных цехов

Отделения и участки цеха	Расчетная нагрузка (т/м <sup>2</sup> ) при максимальной массе отливок, кг			Материал для покрытий полов
	≤1000	≤5000	>5000	
Плавильное отделение: площадь, не обслуживаемая краном	3—4	3—4	3—4	Чугунные плиты
подкрановая площадь	—	8—10	—	
Формовочное отделение почвенной формовки	—	—	10—15	Земляной пол
То же машинной и пескочетной формовки	—	—	—	Сборные железобетонные плиты
Участок заливки в опоках на плацу	3—4	5—6	—	Чугунные плиты
То же на конвейере	—	—	10—15	
Выбивное отделение	—	—	—	—
Стержневое отделение	2—3	2—3	3—4	Сборные железобетонные плиты
Смесеприготовительное отделение	3—4	3—4	—	
Отделения обрубки	—	—	—	Чугунные плиты
Отделение грунтовки	3—4	5—6	10—15	Сборные железобетонные или чугунные плиты
Промежуточный склад моделей	2	2	3	Сборные железобетонные плиты
Магистральные проезды	—	—	—	Чугунные плиты
Ж.-д. путь	5	5	5	Сборные железобетонные плиты или брусчатка

Примечания: 1. Динамические и вибрационные нагрузки, а также нагрузки от стационарного оборудования указывают дополнительно в строительном задании.  
2. В строительных расчетах необходимо учитывать коэффициенты перегрузки: междуэтажных перекрытий  $K = 1,2$ ; перекрытий туннелей  $K = 1,5$ .  
3. В таблице не учтены нагрузки, возникающие при транспортировании оборудования и грузов, не участвующих в выполнении технологического процесса. Такие нагрузки воспринимают конструкции за счет резерва прочности и специальные приспособления.  
4. Полы из сборных железобетонных плит можно заменить бетонными монолитными полами.

во все времена года. Естественную аэрацию можно предусматривать в плавильных отделениях только как дополнительное средство при особо неблагоприятных погодных условиях.

Освещение предусматривают естественное через окна и герметически закрытые фонари, так как оно наилучшим образом влияет на самочувствие работающих.

Преимущественная ширина пролетов рекомендуется 24 и 30 м, допускается в отдельных случаях 18 м. Ширину, высоту и другие параметры всех пролетов цеха необходимо максимально унифицировать.

Высоту первого этажа для зданий литейных цехов всех типов принимают 8,4 или 7,8 м. В отдельных случаях в зависимости от размещаемого на первом этаже оборудования и высоты перекрытия, включая ригельные балки, допускается высота 7,2 м. Рекомендуемые ширина пролетов и высота основных производственных помещений и складов приведены выше в соответствующих главах.

Для связи со вторым этажом кроме грузовых, грузопассажирских лифтов и лестниц целесообразно устройство транспортных пандусов, обеспечивающих возможность въезда автотранспорта на второй этаж здания.

Учитывая ускоряющийся прогресс техники, здания литейных цехов следует проектировать с учетом применимости к меняющимся технологическим процессам и предусматривать возможность смены оборудования.

## КОМПОНОВочНЫЕ СХЕМЫ

Взаиморасположение основных производственных отделений литейного цеха в конкретных условиях проектируемого цеха определяется компоновкой, при разработке которой необходимо обеспечить:

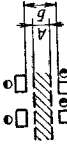
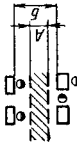
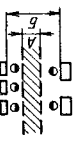
наименьшую протяженность основных производственных грузопотоков: шихты, жидкого металла, стержней, формовочных, стержневых и оборотных смесей, при этом в первую очередь из технологических соображений необходимо стремиться к наиболее коротким грузопотокам жидкого металла, стержневых смесей и готовых стержней;

удобные связи с заводскими транспортными, энергетическими и санитарно-техническими коммуникациями;

размещение наиболее людных и с большими тепловыми выделениями производственных отделений (формовочные, стержневые, плавильные) в помещениях, обеспеченных хорошей освещенностью и вентиляцией;

основные цеховые и магистральные проезды, согласованные с генпланом завода. Нормальные размеры проездов приведены в табл. 2. При дальнейшей разработке планировки цеха, при размещении оборудования на стадии технического проекта следует учитывать допускаемые расстояния от выступающих частей оборудования до стен или колонн

2. Нормы размеров цеховых проездов

Характеристика проездов	Эскиз проезда	Направление движения	Обозначение	Размеры проездов : расстояний между оборудованием (мм) при различных средствах транспорта										Автомашина грузоподъемностью					
				Электрокары		Электропогрузчики		Краны и кран-балки		Электротележки по рельсовому пути		1 т		5 т					
				800	1500	2000	800	1500	2000	1500	3000	1500	2200	2600	1 т	5 т			
При отсутствии зон обслуживания и магистральные		Одностороннее	А Б	2000	2500	3000	2500	3000	4000	4000	2500	4000	2500	3500	4000	4700	—	—	
				2500	3000	3500	3000	3500	4500	3000	4500	3000	4000	3000	4000	4500	4000	4700	—
При обслуживании оборудования с одной стороны		Двустороннее	А Б	3000	3500	4000	3500	4000	5000	5000	—	—	—	—	—	—	4500	5500	
				3500	4000	4500	4000	4500	5500	4500	5000	4500	5500	—	—	—	—	5000	6000
Между двумя зонами обслуживания		Одностороннее	А Б	2000	2500	3000	2500	3000	4000	4000	2500	4000	2500	3500	4000	—	—	—	
				3300	3800	4300	3800	4300	5300	3800	5300	3800	4800	3800	4800	5300	—	—	—
			А Б	2000	2500	3000	2500	3000	4000	4000	2500	4000	2500	3500	4000	—	—	—	—
				4000	4500	5000	4500	5000	6000	4500	6000	4500	5500	4500	5500	6000	—	—	—

Примечания: 1. Высоту проемов для проездов устанавливают с учетом максимальных габаритных размеров транспортируемых грузов и стандартного ряда высот 3000, 4200, 5600 мм и выше. В отдельных исключительных случаях допускается снижение высоты проездов до 2300 мм при соответствующем обосновании в проекте.  
 2. В таблице принята минимальная ширина проходов 800 мм. Размеры проходов и проездов предусматривают от наружных габаритов оборудования с учетом ограждений.  
 3. Магистральные проезды предназначены для межцеховых перевозок иногда с возможностью проезда автомашин и могут быть продольными или поперечными, преимущественно сквозными. Количество и расположение магистральных проездов определяют в начальной стадии проектирования.  
 4. Передаточные тележки на рельсовом пути не должны размещаться на магистральных проездах.  
 5. Ширина проездов при транспортировании электропозрузчиков дана с учетом возможности поворота их на 90°.  
 6. При поперечном размере транспортируемых грузов выше 3000 мм ширина проезда и расстояние от него до оборудования устанавливаются особо в каждом конкретном случае.  
 7. Вдоль наружных остекленных стен рекомендуется предусматривать проезд для транспортно-подъемных средств с целью очистки остеклений.

здания. Эти расстояния рекомендуются: для оборудования габаритом до 1500 мм — не менее 800 мм; для оборудования габаритом до 4000 мм — не менее 1000 мм и для крупного оборудования — не менее 1200 мм. При обслуживании оборудования мостовым краном

изводства и требованиями генплана завода.

Однако в целях сокращения площади, занятой заводом, увеличения коэффициента застройки и снижения стоимости строительства следует стремиться размещать весь комплекс помещений литейного цеха в одном здании.

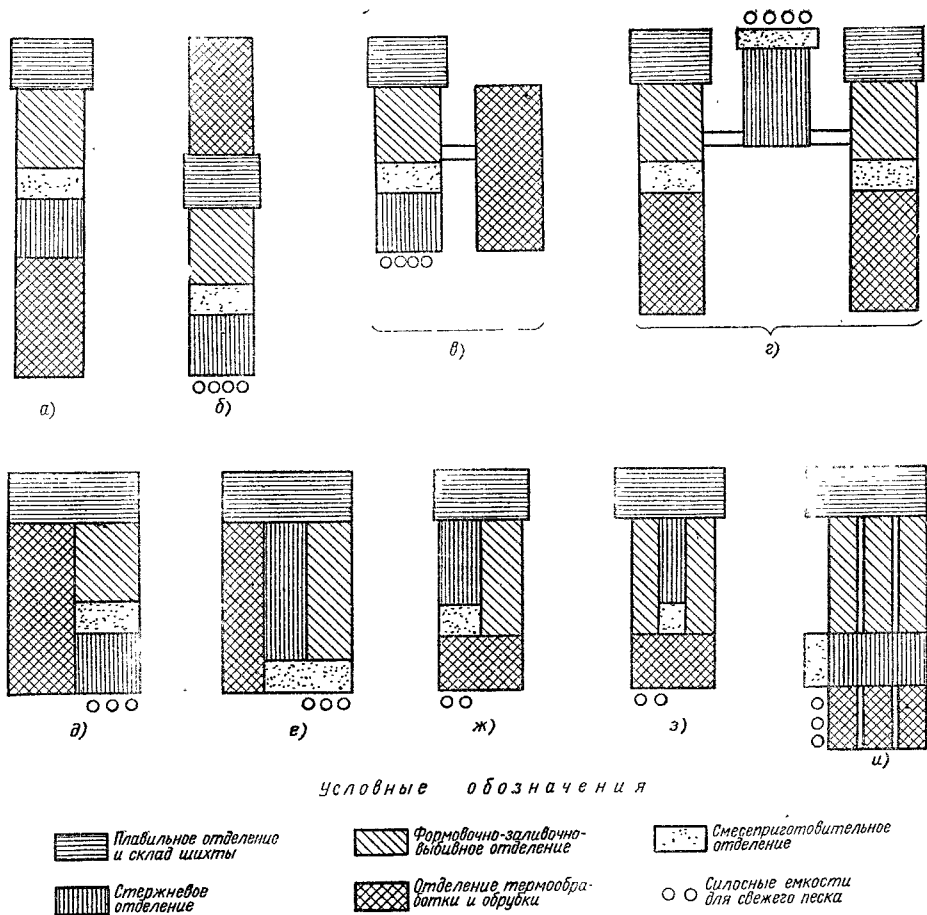


Рис. 1. Компонентные схемы литейных цехов

указанные размеры могут быть при необходимости увеличены. Определение размеров площадей производственных и вспомогательных отделений цеха для компоновочного плана производят по материалам, приведенным в соответствующих главах. При этом необходимо учитывать дополнительные площади для размещения впоследствии энергетических и санитарно-технических служб и оборудования и резервные площади для возможности смены основного оборудования.

Комплекс производственных и вспомогательных помещений литейного цеха может размещаться в одном или нескольких зданиях, что определяется в основном масштабом про-

Такое решение, как правило, дает и наиболее короткие внутрицеховые грузопотоки.

Схемы рекомендуемых компоновочных решений чугуно- и сталелитейных цехов различного назначения показаны на рис. 1.

Большинство схем предусматривает двухэтажное решение, однако почти всегда возможно размещение стержневых отделений и отделений обработки и обрубki в одноэтажных частях зданий или в отдельных одноэтажных зданиях.

Некоторые схемы допустимо применить и для одноэтажных литейных цехов крупного и тяжелого литья, с размещением части оборудования и помещений в подвалах или на

антресолях. Специально для одноэтажных цехов рекомендуется схема на рис. 1, и, имеющая специальные вставки для размещения вспомогательного оборудования.

Схема на рис. 1, а дает компоновку цеха в одном здании шириной до 96 м. Эта схема соответствует изложенным выше требованиям и рекомендуется для сталелитейных цехов любого назначения. Недостаток ее — большая длина здания, такое здание не всегда удобно размещается на генпланах некоторых заводов.

Схема на рис. 1, б. Она отличается от схемы на рис. 1, а тем, что отделение термической обработки и обрубки размещается за складом шихты. Преимущества этого варианта: короткий грузопоток возврата литников в шихтовый пролет и открытое с торца стержневое отделение, что позволяет разместить силосные емкости свежего песка ближе к основному потребителю.

Недостаток схемы — ввод ж.-д. пути в середину корпуса, что трудно осуществить на генплане завода, если рядом размещаются несколько однотипных цехов.

Схема на рис. 1, в отличается тем, что отделение термической обработки и обрубки расположено в отдельном здании вблизи основного. Такое решение дает меньшую длину корпуса, его применяют при большом объеме производства или при большом объеме термических и обрубных работ для сталелитейных цехов или цехов ковкого чугуна.

Схема на рис. 1, г предусматривает размещение отдельно стоящего здания для стержневого отделения, обслуживающего два однотипных по программе литейных цеха, например, цехов мелкого серого и ковкого чугуна. Такое решение позволяет лучше использовать однотипное стержневое оборудование и упрощает грузопоток свежего песка. Длина корпусов также сокращается. Все корпуса имеют ширину менее 96 м. Недостаток — длинные грузопотоки стержней.

Схема на рис. 1, д. Взаимное расположение отделений такое же, как и в схеме на рис. 1, в, но все отделения размещены под одной крышей. Это предопределяет большую ширину здания. Схему используют для цехов массового производства большой мощности в случаях, рекомендованных для схемы на рис. 1, в. Литейные цехи, построенные по этой схеме, требуют искусственных отопления и вентиляции.

Схема на рис. 1, е требует минимальной длины цеха при большой ширине. Применяют для цехов малой и средней мощности. Удобное транспортирование стержней к местам сборки. Особенно подходит для мелкосерийного и единичного производств. Цех, выполненный по этой схеме, также требует искусственных вентиляцию и освещения.

Схема на рис. 1, ж для цехов малой мощности чаще с мелкосерийным производством. Ширина здания 48 м, что обеспечивает хорошие естественные вентиляцию и освещение. Удобное транспортирование стержней на сборку.

Схема на рис. 1, з также чаще применяется для цехов медкосерийного производства средних и крупных отливок. Удобное расположение стержневого отделения между двумя формовочными отделениями. Для раздельных формовочных отделения позволяют выпускать отливки широкой номенклатуры. Ширина здания 96 м. При применении схемы для крупного литья, требующего формовки на первом этаже, можно выполнить стержневое отделение в двухэтажном среднем пролете.

Схема на рис. 1, и аналогична предыдущей, рассчитана на широкую номенклатуру средних и крупных отливок. Наличие двух вставок для размещения транспортного и другого вспомогательного оборудования удобно для одноэтажных цехов. Центральное смесеприготовительное отделение, характерное для цехов мелкосерийного производства, вынесено в специальную пристройку, что обеспечивает просторное размещение смесеприготовительного оборудования и лучшие условия работы в цехе.

Приведенные выше схемы представляют широкий выбор компоновочных решений для цехов различного назначения и различных условий генпланов заводов.

В схемах имеются решения цехов в многопролетных корпусах (здания сплошной застройки), в которых особо остро стоит вопрос естественного освещения за счет светопроемов в кровле (фонарей колпаков, плафонов и т.д.). Применение светоаэрационных фонарей не рекомендуется.

За последние 5 лет в США построены крупные цехи одноэтажные с плоской кровлей и, как правило, без окон и фонарей. По мнению американских специалистов, ликвидация окон и аэрационных фонарей в литейных цехах связана с необходимостью улучшения чистоты окружающей среды и обеспечения слегка положительного давления воздуха внутри цеха. Значение окон для освещения цеха, по мнению американских специалистов, не имеет существенного значения, так как в современных литейных цехах освещенность 600—1100 лк, являющаяся стандартной для основных производственных отделений, не может быть обеспечена за счет естественного освещения. Европейские же специалисты считают необходимым использовать естественное освещение.

## ПРИМЕРЫ ПЛАНИРОВОК

Планировка цеха серого чугуна для производства автомобильных отливок мощностью 75—85 тыс. т в год показана на рис. 2.

Цех размещен в двухэтажном здании. Шихтовый пролет — одноэтажный. Все производственные отделения располагаются на втором этаже. Здание состоит из четырех пролетов шириной по 18 м. Отметка пола второго этажа +7,2 м.

Шихтовые материалы поступают по ж.-д. пути. Формовочные материалы из базисного склада подаются пневмотранспортом.

Плавка материала запроектирована ду-plex-процессом: вагранка — индукционный



канальный миксер. Вагранка длительного режима работы, с подогревом дутья и водяным охлаждением. Производительность вагранок 20 т/ч. Одновременно работают две вагранки. Жидкий материал из вагранки по желобам подается в каналные индукционные миксеры емкостью по 45 т.

Для изготовления форм приняты три автоматические линии с опокой 1100×750×300/300 мм, производительностью по 240 форм/ч и одна безопочная линия «Дизаматик» с формой 500×400×250 мм и производительностью 300 форм/ч. Каждая линия имеет свой смесеприготовительный участок.

Все стержни изготавливают по горячей оснастке на фурановых крепителях.

Выбитые отливки подают в очистное отделение на пластинчатых охлаждающих транспортерах.

Очистка и обрубка осуществляется на поточных линиях, оборудованных дробеметными установками и зачистным оборудованием.

#### Показатели цеха

Общая полезная площадь, м <sup>2</sup> . . . . .	27 210
Общее число работающих . . . . .	809
Выпуск литья на 1 м <sup>2</sup> общей полезной площади, т/год . . . . .	2,9
Выпуск литья на одного работающего, т/год . . . . .	92,7

Планировка цеха для изготовления комплектов отливок из серого высокопрочного и ковкого чугуна для легковых автомобилей мощностью 80—90 тыс. т в год, в том числе колечных и кулачковых валов из высокопрочного чугуна, показана на рис. 3.

Цех размещается в двух зданиях, соединенных между собой служебно-бытовыми помещениями.

В первом здании располагается собственно литейный цех и во втором — отделение термической обработки и обрубки. Первое здание двухэтажное, за исключением одноэтажного шихтового пролета. Отметка пола второго этажа +7,2. Здание отделения термообработки и обрубки одноэтажное. Для въезда на отметку +7,2 предусмотрен пандус.

Подача шихтовых материалов осуществляется по ж.-д. пути. Формовочные материалы хранят в отдельно стоящем силосном корпусе и подают: песок — ленточным транспортером, бентонит и уголь — пневмотранспортом.

Плавка металла запроектирована в электропечях. Металл для серого и высокопрочного чугуна выплавляют в дуговых печах емкостью 50 т. Выплавленный металл выдают из каждой печи в две индукционные тигельные печи емкостью по 25 т, из которых и раздают на заливку. Металл для ковкого чугуна выплавляют в двух индукционных тигельных печах емкостью по 25 т, из которых металл выдают в два канальных индукционных миксера емкостью по 45 т. Подача металла на заливку — автопогрузчиками.

Формы изготавливают на шести формовочных линиях, из них четыре опочные и две безопочные «Дизаматик». Из опочных линий одна предназначена для блоков цилиндров, формируемых по две отливки в форме. Размер формы 900×700 мм. Три остальные опочные линии предназначены для средних отливок. У этих линий охлаждательная зона конвейера выполнена в два яруса.

Каждая опочная линия имеет собственную смесеприготовительную установку. Для двух линий «Дизаматик» предусмотрена одна смесеприготовительная установка.

Выбитые из форм отливки на подвесных конвейерах поступают в охлаждательную галерею, расположенную над отделением термообработки и обрубки, и после охлаждения следует в это отделение.

Изготовление всех стержней принято в горячих ящиках на одно- и двухпозиционных машинах. Готовые стержни на подвесных конвейерах подают на участки сборки форм.

Охлажденные отливки поступают в термообрубочное отделение на поточные линии, где проходят очистку, обрубку, зачистку и термообработку.

#### Показатели цеха

Общая площадь цеха, м <sup>2</sup> . . . . .	51 200
Общее число работающих . . . . .	1465
Выпуск литья на 1 м <sup>2</sup> общей площади, т/год . . . . .	1,56
Выпуск литья на одного работающего, т/год . . . . .	54,6

Планировка отдельно стоящего стержневого цеха блока цехов автомобильного стального литья и ковкого чугуна, примерно на 100 тыс. т в год каждого, показана на рис. 4.

Цех размещается в одноэтажном здании, состоящем из четырех пролетов шириной по 24 м. Участок цеха вправо от складов стержней предназначен для производства стержней для цеха ковкого чугуна, а участок влево — для производства стержней стального литья. Каждое из этих двух отделений имеет собственные смесеприготовительные участки.

Производство всех стержней принято по горячим ящикам.

Оборудование для изготовления стержней сгруппировано в комплексные поточные линии на основе общности технологического процесса и оборудования.

Изготовленные стержни укладываются на этажерки подвесного толкающего конвейера и поступают на двухъярусные подвесные склады. Со складов стержни по галереям следуют в соответствующие цехи на участки сборки форм.

Планировка цеха стального автомобильного литья на выпуск 95 тыс. т в год показана на рис. 5.

Цех размещен в двухэтажном здании. Склад шихты одноэтажный. Отметка пола второго этажа +8,4 м. Для въезда на второй этаж запроектирован пандус.



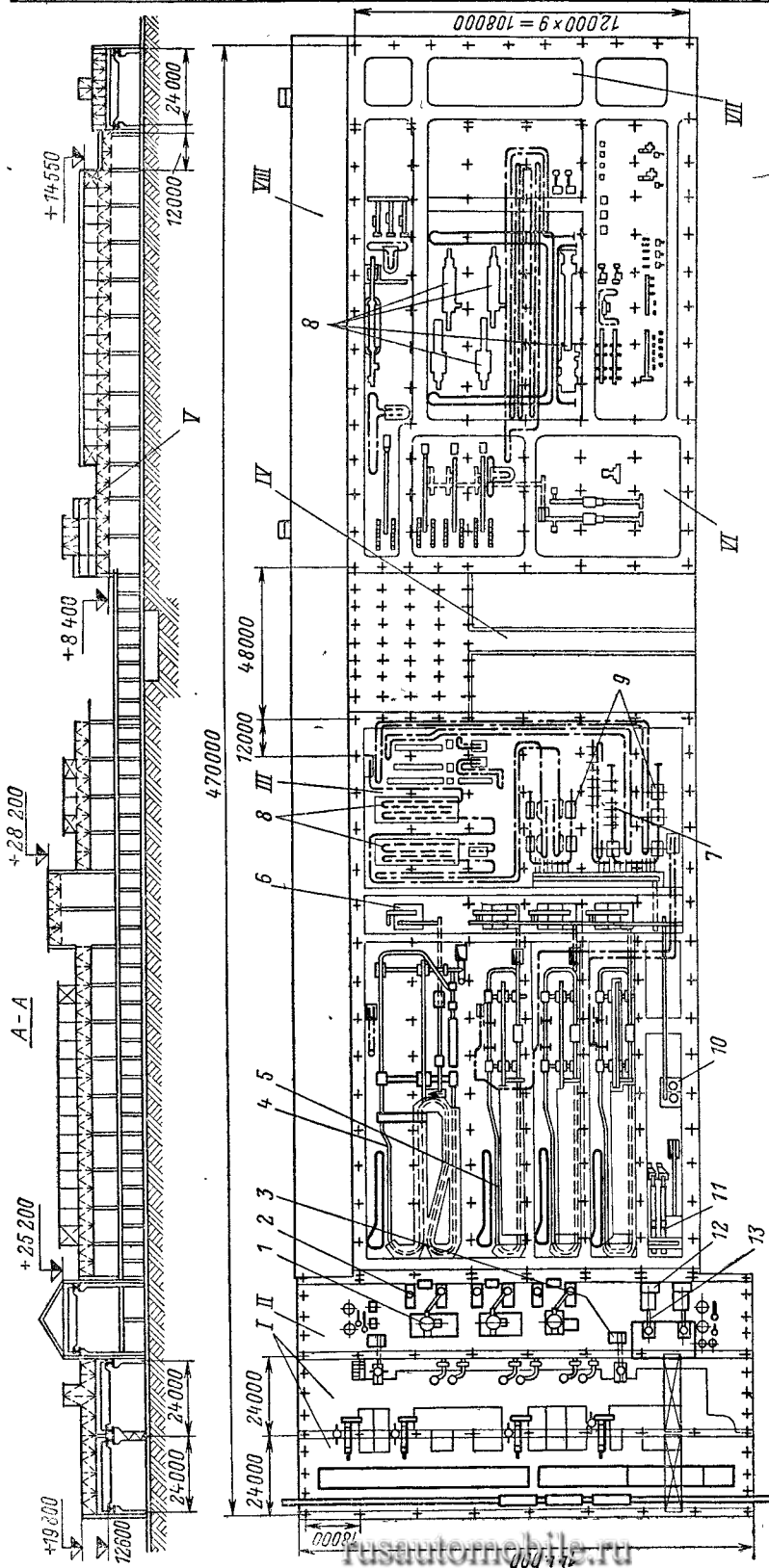


Рис. 3. Цех двухэтажный для производства отливок из серого, высокопрочного и ковкого чугуна для легковых автомобилей:  
 I — склад шихты; II — плавильное отделение III — стержневое отделение; IV — пандус для вьезда на второй этаж; V — трехъярусная газосера печь охлаждаемых конвейеров для отливок; VI — очистное отделение; VII — склад литья; VIII — служебно-бытовое помещения; I — электрическая дуговая печь емкостью 40 т; 2 — индукционный тигельный миксер емкостью 20 т; 3 — блок для подачи шихты; 4 — автоматическая линия для блоков цилиндров, размер опок 900 X 700 мм; 5 — автоматическая формовочная линия для разных деталей, размер опок 800 X 500 мм; 6 — комплексные смеспритовительные установки с системой охлаждения горелой земли для линии опочной формовки; 7 — машины однопозиционные для изготовления стержней по горячим ящикам; 8 — сушило для полусухих стержней; 9 — машины челночного типа для изготовления стержней по горячим ящикам; 10 — смеспритовительная установка для безопочной формовки; 11 — автоматическая формовочная линия безопочной формовки («Дизаматик»); 12 — индукционный каналный миксер емкостью 40 т; 13 — индукционная тигельная печь емкостью 25 т

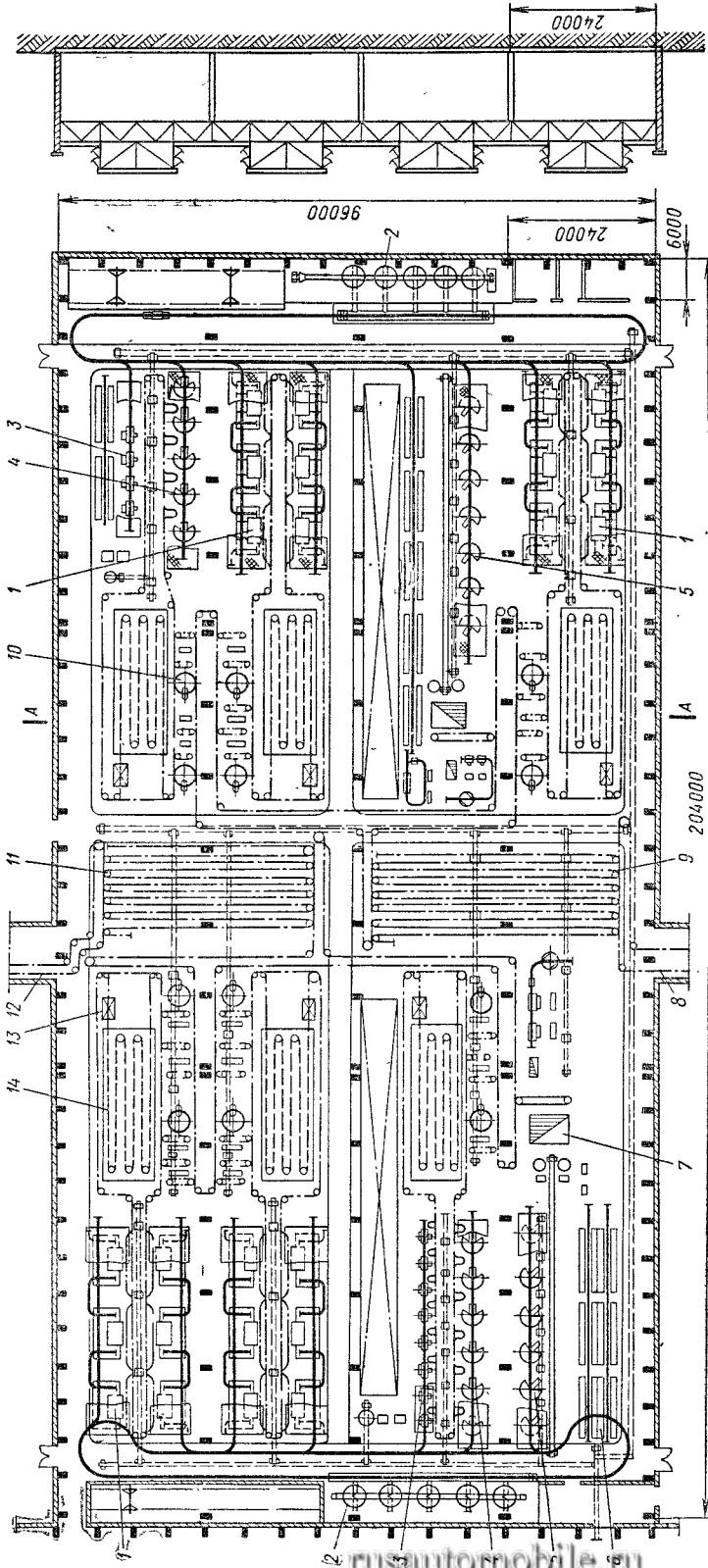


Рис. 4. Стержневое отделение блока цехов ковкого чугуна и стального литья:

1 — машина двухпозиционная челночного типа для изготовления стержней по горячим ящикам; 2 — смеситель для стержневых составов; 3 — машина мод. 4544 для изготовления стержней по горячим ящикам; 4 — то же, мод. 450ДС; 5 — то же, мод. 4509А; 6 — штабелный склад осистки; 7 — сушило вертикальный нос для подсушки мелких стержней; 8 — станок для калибровки стержней; 9 — склад стержней ковкого чугуна; 10 — станок для окраски стержней; 11 — камера для окраски стержней; 12 — подвесной толкающий конвейер для подачи стержней в корпус ковкого чугуна; 13 — камера для окраски стержней; 14 — камера для подсушки стержней

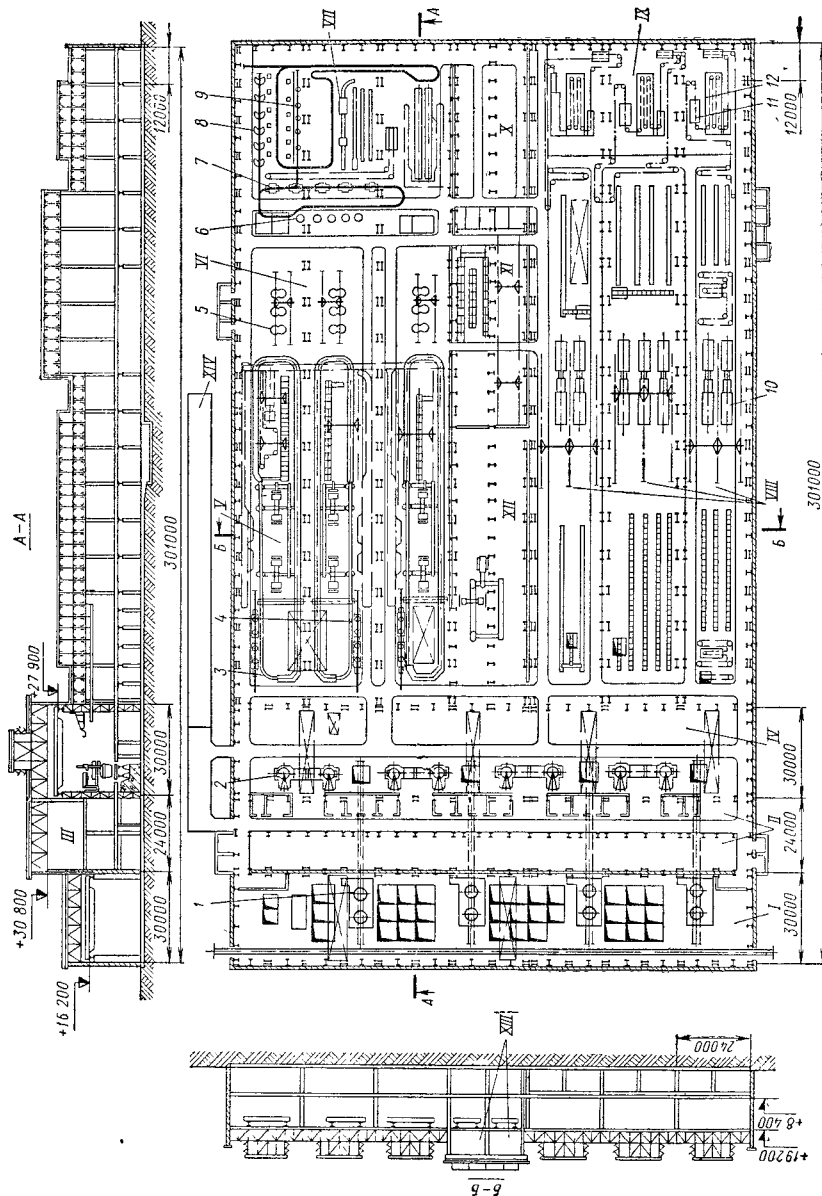


Рис. 5. Двухэтажный цех стальных отливок для автомобилестроения:

I — склад шихты; II — вспомогательный пролет плавильного отделения; III — помещение на отметке +19,2 м для вентиляционных систем и газоочистки; IV — плавильное отделение; V — формовочное-заливочно-выбывное отделение; VI — отделение смесеприготовления; VII — стержневое отделение; VIII — термомоющее отделение; IX — отделение грунтовок; X — ремонтные службы; XI — склад оснастки; XII — экспериментальный участок; XIII — приточные вентиляционные системы; XIV — пандус для въезда автотранспорта на второй этаж; I — установка для подпрессовки шихты; 2 — электрическая дуговая печь марки ДСП-12; 3, 4 — автоматическая формовочная линия для опок размером 1100 X 750 мм; 5 — комплексное смесеприготовительное отделение со смесителями непрерывного действия, системой автоматизации и охлаждения; 6 — смесители для приготовления стержневых составов мод. 1А12; 7 — машина двухпозиционная челночного типа мод. Т-40 для изготовления стержней по горячим ящикам; 8 — то же, мод. 4509А; 9 — то же, мод. 4532Б; 10 — термическая печь для нормализации отливок; 11 — камера для грунтовок отливок; 12 — сушило для сушки после грунтовок

Шихтовые материалы подают по ж.-д. пути. Формовочные материалы хранят на базисном складе. Песок подают ленточным транспортером и бентонит — пневмотранспортом.

Плавку металла производят в восьми дуговых печах емкостью по 12 т. Печи снабжены трансформаторами мощностью по 9000 кВА. Шихту перед подачей в печь подогревают в специальных установках до 600—650° С.

Для изготовления форм установлены три автоматические формовочные линии с опоками размером 1100×750×300/300 мм. Производительность каждой линии 240 форм/ч. Каждая линия имеет самостоятельную смесеприготовительную установку.

Изготовление всех стержней принято по горячим ящикам. Изготовленные стержни проходят отделку, окраску, подсушку в конвейерных печах, установленных на первом этаже, и поступают на подвесной склад. Со склада стержни подвесным толкающим конвейером подают на участки сборки форм.

Отливки после выбивки поступают на первый этаж на охлаждающие транспортеры. Предусмотрено искусственное охлаждение отливок в специальных дождевальных камерах.

Отливки с каждой линии проходят две охлаждающие камеры, в которых охлаждаются до температуры цеха, после чего они поступают в галтовочные барабаны, где выбиваются стержни, удаляются литники и прибылки.

Опыт показывает, что в барабанах отбивается 70—75% всех литников и прибылей.

Далее отливки проходят дробеметную очистку и поступают на линии обработки отливок в отделение термообработки и обрубки. После обрубки и зачистки отливки проходят нормализацию в толкательных печах. Затем осуществляется вторая очистка, правка и грунтовка отливок. После этого отливки поступают на склад литья, расположенный на первом этаже.

Средний пролет цеха представляет собой трехэтажную вставку. На первом и втором этажах расположены подсобные помещения и на третьем размещены приточные вентиляционные камеры. Подсобный пролет плавильного отделения также выполнен в три этажа; на третьем этаже размещаются вентиляционные системы.

В цехе оборудован экспериментальный участок, имеющий такую же автоматическую формовочную машину, как и на производственных линиях. Этот участок предназначен для отработки технологического процесса отливок и отладки оснастки, после чего производство этих отливок может быть передано на основные формовочные линии.

#### Показатели цеха

Общая полезная площадь, м <sup>2</sup> . . . . .	56 600
Общее число работающих . . . . .	1185
Выпуск литья на 1 м <sup>2</sup> полезной площади, т/год . . . . .	1,68
Выпуск литья на одного работающего, т/год . . . . .	80,0

Планировка цеха стального автомобильного литья на выпуск 30 тыс. т в год показана на рис. 6.

Цех размещается в одноэтажном здании, состоящем из пяти продольных и двух поперечных пролетов. Все пролеты шириной по 24 м.

Подача шихтовых и формовочных материалов производится по железнодорожному пути.

Плавка металла осуществляется в пяти дуговых печах ДС-5МТ емкостью по 5 т.

Изготовление форм производится на двух литейных конвейерах, оборудованных машинами мод. 2М265. Каждый конвейер имеет свою смесеприготовительную установку, расположенную внутри конвейера. Выбивка на каждом конвейере автоматическая. Выбитые отливки попадают на пластинчатые охлаждающие транспортеры, расположенные в туннелях. Охлаждение отливок искусственное в дождевальных камерах. На каждом транспортере по две охлаждающие камеры, расположенные последовательно.

После охлаждения отливки попадают в галтовочные барабаны непрерывного действия, где производится выбивка стержней и отбивка литников и прибылей. Затем отливки поступают наверх и подвергаются дробеметной очистке, проходят нормализацию в толкательных печах, повторную очистку в дробеметных установках и заточку на наждачных станках.

После этого отливки навешивают на подвесной конвейер и подают на антресоли на грунтовку методом окунания. После грунтовки отливки поступают вниз на склад литья.

Цех действующий. Проектная мощность цеха (30 тыс. т) перекрыта примерно на 25%.

#### Показатели цеха

Общая площадь цеха, м <sup>2</sup> . . . . .	17 280
Общее количество работающих . . . . .	542
Выпуск литья на 1 м <sup>2</sup> общей площади, т/год . . . . .	1,87
Выпуск литья на одного работающего, т/год . . . . .	55,3

Планировка цеха для производства автомобильных поршневых колец на выпуск 150 млн. шт. показана на рис. 7.

Цех расположен в трехпролетном здании. Все три пролета одной высоты, но два из них имеют на отметке +7,8 межэтажное перекрытие, превращающее их в двухэтажные.

Шихтовые и формовочные материалы подают по ж.-д. пути.

Плавку металла производят в индукционных тигельных печах с последующей передачей готового металла в раздаточный миксер. Плавильные средства цеха сгруппированы в четыре блока, состоящие каждый из двух плавильных печей и одного тигельного раздаточного миксера. Имеется в виду, что из плавильной печи в миксер металл подают в количестве 20—25% емкости тигля,

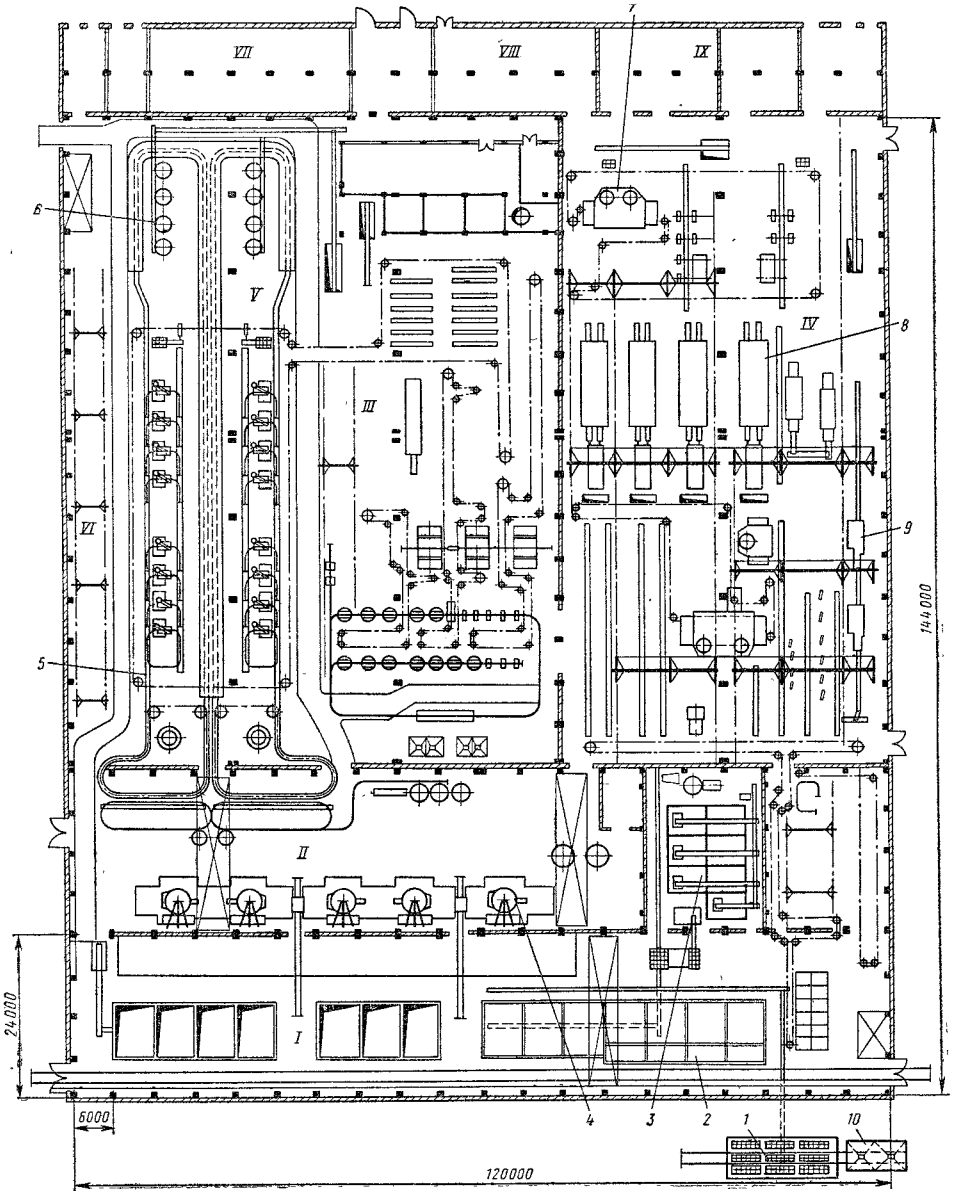


Рис. 6. Одноэтажный цех стальных отливок:

1 — склад шихты и формовочных материалов; II — плавильное отделение; III — стержневое отделение; IV — отделение термообработки и обрубки; V — смесеприготовительное отделение; VI — склад оснастки; VII — бытовые помещения; VIII — лаборатория; IX — ремонтные службы; 1 — разгрузочные устройства для песка; 2 — закрома для сырого песка; 3 — закрома для сухого песка; 4 — электрическая дуговая печь мод. ДС-5МТ; 5 — литейный конвейер с формовочными машинами мод. 2М265; 6 — смесеприготовительная установка со смесителями мод. 114; 7 — дробебетная 12-турбинная камера; 8 — термические печи для нормализации отливок; 9 — дробебетный барабан мод 317; 10 — бункера для земельных отходов

после чего в плавильную печь добавляют такое же количество твердой шихты.

На формовочном участке запроектирована установка 12 коротких литейных конвейеров. Наличие большого количества конвейеров позволяет на каждом из них изготавливать одновременно кольца только одного наиме-

Схема планировки чугунолитейного цеха фирмы «Дженерал Моторс», построенного в 1966 г. в г. Дефансе (США), показана на рис. 8.

Цех предназначен для производства колеччатых валов из перлитного чугуна с шаровидным графитом, деталей передачи из пер-

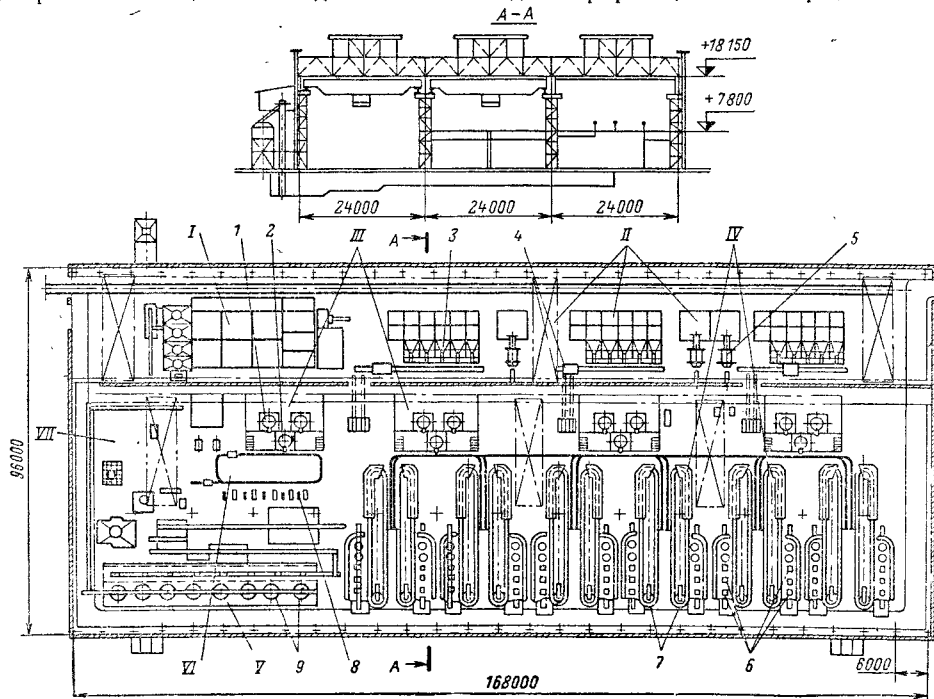


Рис. 7. Двухэтажный литейный цех поршневых колец:

I — склад формовочных материалов; II — склад шихты; III — плавильное отделение; IV — формовочно-заливочно-выбивное отделение; V — смесеприготовительное отделение; VI — участок центробежной отливки заготовок для колец; VII — участок ремонтного литья; VIII — индукционная тигельная печь ИЧТ-6; IX — индукционный тигельный миксер ИЧТМ-6; 1 — шихтовые бункера; 2 — весовая электротежка; 3 — галтовочные барабаны для очистки литников; 4 — формовочные полуавтоматы; 5 — литейные конвейеры; 6 — центробежные машины; 7 — смесители мод. 114

нования. Это позволяет одновременно выплавлять несколько марок металла и ликвидировать весьма трудоемкую операцию по сортировке колец.

Каждый конвейер оборудуют двумя формовочными автоматами или пятью универсальными машинами. Формы на конвейеры подают стопками по 18 форм в стопке.

Залитые стопки поступают на выбивку. Выбитые отливки проваливаются на первый этаж, там производят отделение колец от стоек и очистку в барабанах.

Наряду с индивидуальной отливкой колец в цехе имеется участок центробежной отливки колец в виде маслот.

Смесеприготовительное отделение запроектировано единым для всех конвейеров.

#### Показатели цеха

Выпуск цеха, тыс. т/год	12,4
Общая площадь цеха, м <sup>2</sup>	16 452
Общее количество работающих	517
Выпуск литья на 1 м <sup>2</sup> общей площади, т/год	0,75
Выпуск литья на одного работающего, т/год	24,0

литного ковкого чугуна и ряда деталей из ферритного чугуна с шаровидным графитом.

Цех запроектирован на работу в две и частично в три смены.

Плавка металла производится дуплекс-процессом: вагранка горячего дутья производительностью 55 т/ч, индукционный миксер емкостью 60 т и четыре тигельные индукционные печи емкостью по 33 т. Шихту для индукционных печей подсушивают. Для изготовления форм установлены две формовочные линии, оборудованные напольными конвейерами длиной по 375 м. Производительность каждой линии 270 форм/ч. Скорость конвейера регулируют. На каждом конвейере установлено по две автоматические формовочные машины. Период охлаждения отливок до выбивки составляет 45—60 мин и для отливок из чугуна с шаровидным графитом строго контролируется. Каждый конвейер обслуживает самостоятельная смесеприготовительная установка. Стержни изготавливают только по горячим ящикам.

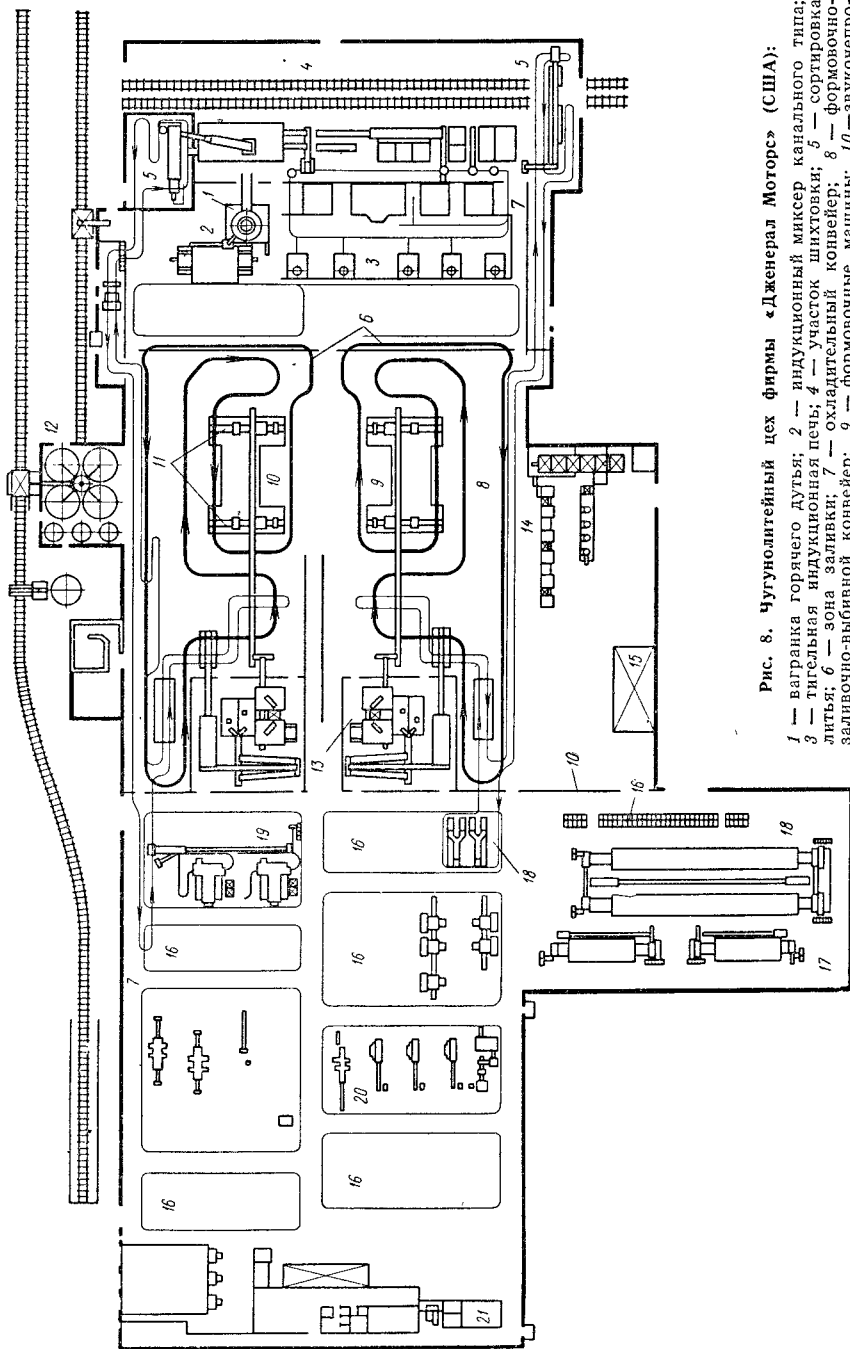


Рис. 8. Чугунный цех фирмы «Дженерал Моторс» (США):

- 1 — вагранка горячего дутья; 2 — индукционный миксер канального типа; 3 — тигельная индукционная печь; 4 — участок шихтовки; 5 — сортировка литья; 6 — зона заливки; 7 — охлаждательный конвейер; 8 — формовочно-заливно-выбивной конвейер; 9 — формовочные машины; 10 — звукоизолируемые переторжки; 11 — выбивные агрегаты; 12 — силосы для песка; 13 — смеярготовительные установки; 14 — стержневое отделение; 15 — бытовое помещение; 16 — промежуточный склад отливок; 17 — термические печи с контролируемой атмосферой; 18 — механизмы перегрузки отливок; 19 — участок установок, облуживающей изотопами (кобальт-60) обдирочные станки и прессы; 20 — автоматические

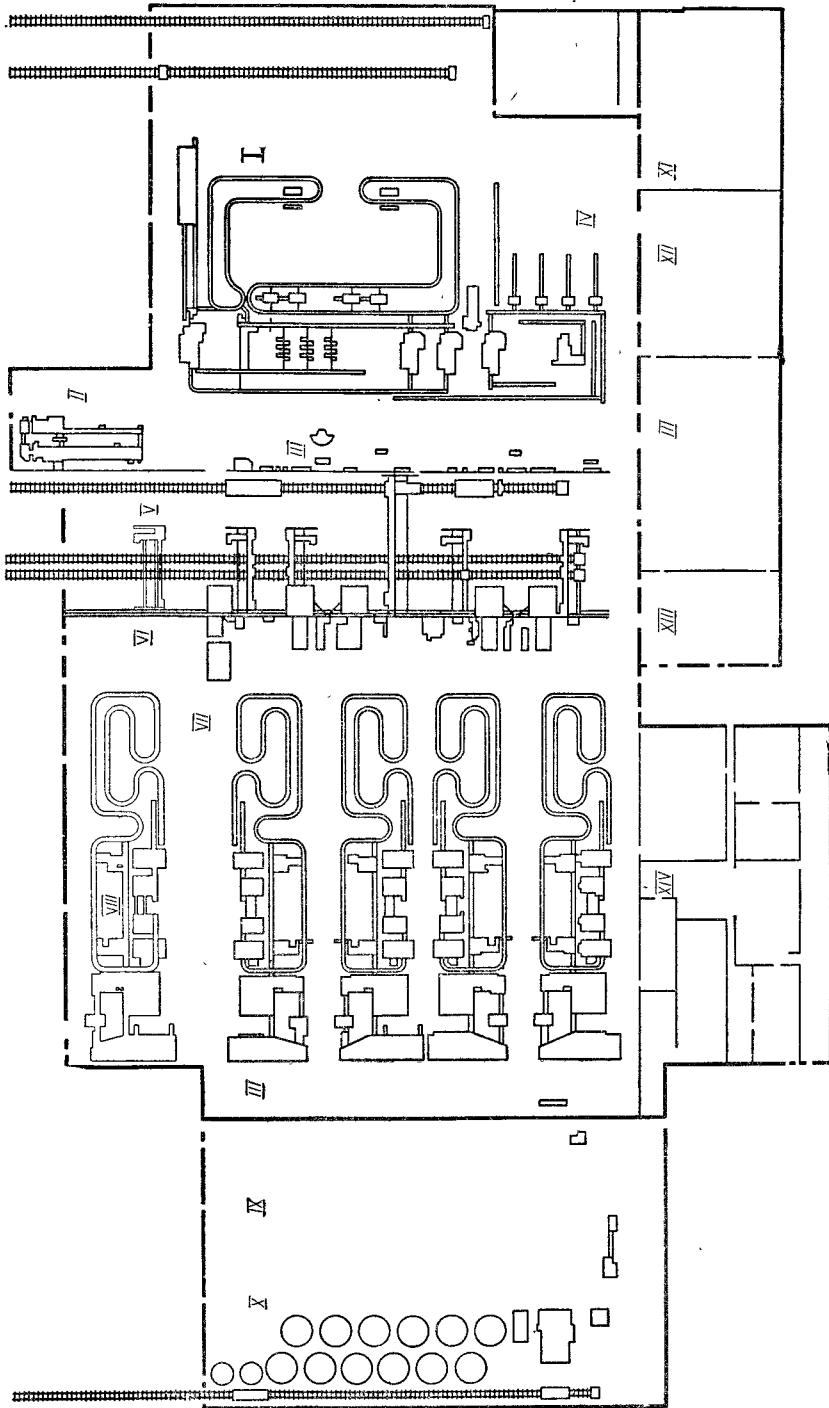
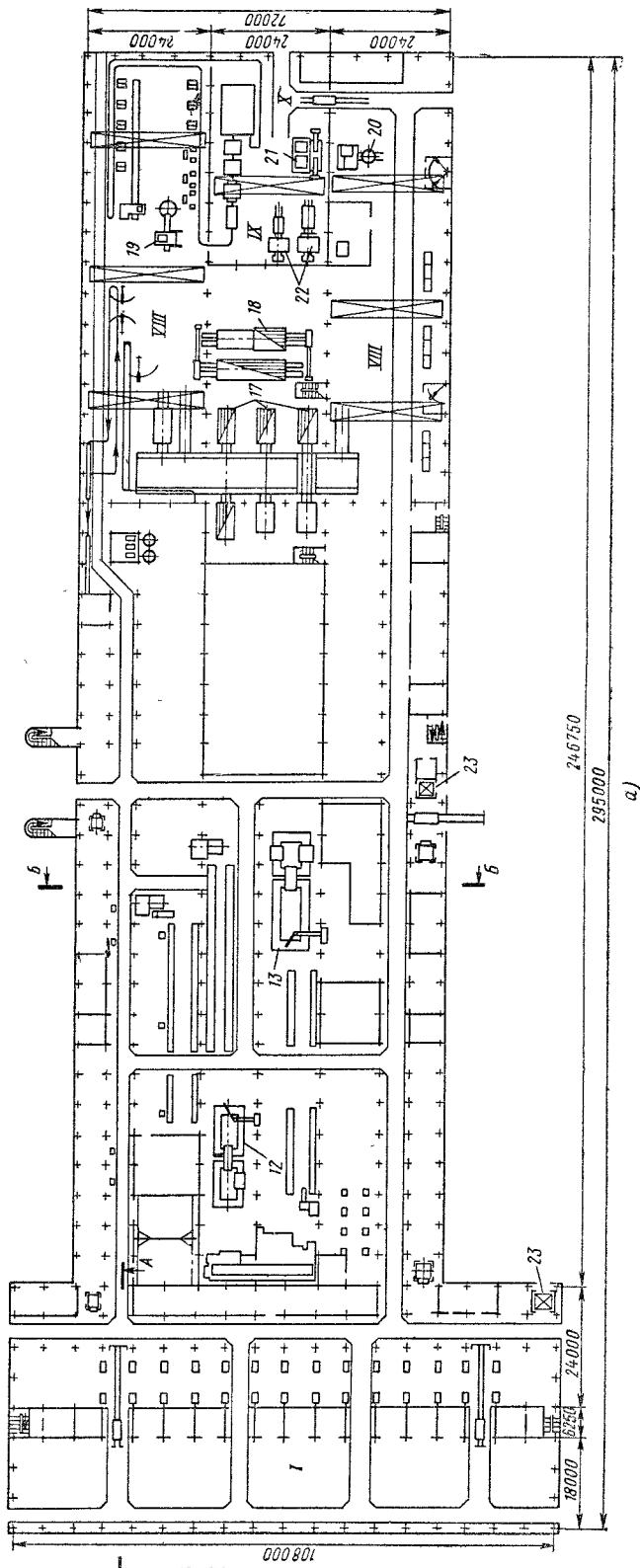


Рис. 9. Чугунолитейный цех фирмы «Шевроле» (США):

I — отделение очистки; II — печь для термообработки; III — площадь для текущего ремонта; IV — участок контроля отливок; V — склад шихты и шихтовый участок; VI — плавильное отделение; VII — формочное отделение; VIII — место для резервной формочной линии; IX — отделение очистки; X — слесари склада формочных материалов; XI — склад литейных материалов; XII — модельная мастерская; XIII — гараж; XIV — контроля





a.)

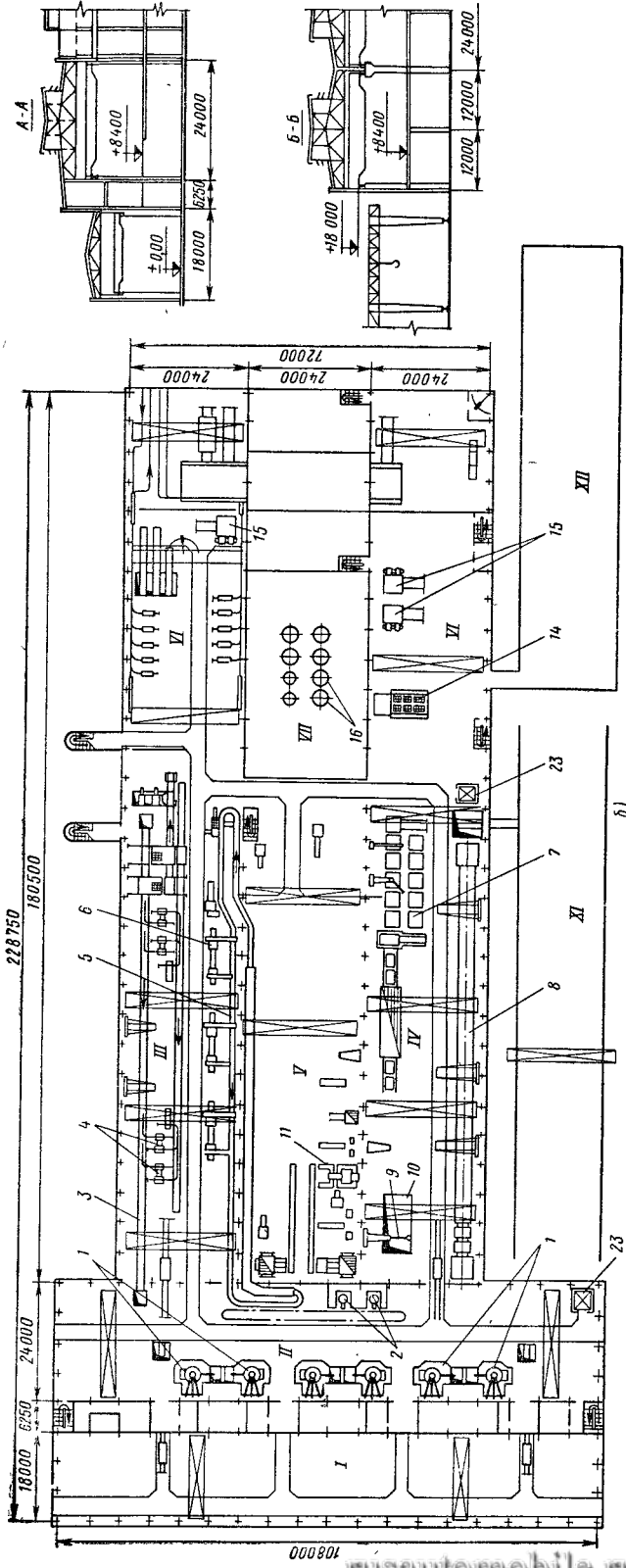


Рис. 10. Цех стального фасонного литья центролитов:

а — план первого этажа; б — план второго этажа; 1 — шахтовый пролет; 11 — плавильное отделение; 111 — формовочное отделение мелкого и среднего литья. 114 — формовочное отделение крупного литья; V — стержневое отделение; VI — участок отрезки литников; VII — смежитовительное отделение; VIII — обрубочно-сцигные миксеры ИЧТМ-6; 3 — вертикально-замкнутый литейный конвейер среднего литья; 4 — формовочные машины ФУР-50; 5 — литейный конвейер мелкого литья; 6 — формовочный автомат АЗЛ92265; 7 — линия пескометной формовки; 8 — вертикально-замкнутый литейный конвейер крупного литья; 9 — консольный передвижной пескомет; 10 — кесон; 11 — стержневая линия Л9128В5; 12 — стержневая линия ИКЛ9128В11; 13 — стержневая линия 7КЛ9128В9; 14 — вышибная решетка; 15 — гидрокамера ЛН408; 16 — бегуны 114; 17 — газовые печи для отжига; 18 — агрегат для отжига и нормализации; 19 — дробебетный барабан мод. 326М2; 20 — дробебетная камера; 21 — грунтовка огликов; 22 — сушилка; 23 — лифт

Здание цеха одноэтажное с подвалом. Окна и фонари отсутствуют. Приточная вентиляция обеспечивает восьмикратный обмен воздуха в 1 ч.

Освещенность в цехе около 1100 лк/м<sup>2</sup>.

#### Показатели цеха

Выпуск цеха в год, тыс. т . . . . .	200
Общая площадь цеха, м <sup>2</sup> . . . . .	41 000
Общее число работающих . . . . .	1000
Выпуск отливок с 1 м <sup>2</sup> общей площади, т/год . . . . .	4,9
Выпуск отливок на одного работающего, т/год . . . . .	200

Схема планировки чугунолитейного цеха фирмы «Шевроле», построенного в 1967 г. в г. Сагино (США), показана на рис. 9. Цех является самым большим в мире по производству чугуна с шаровидным графитом. Он предназначен для производства широкой номенклатуры автомобильных отливок, в том числе колеччатых валов.

Плавка производится дуплекс-процессом вагранка — электропечь. Установлены четыре водоохлаждаемые вагранки производительностью до 40 т/ч, две дуговые электропечи емкостью по 22 т и две индукционные печи емкостью по 40 т. В цехе производится чугун трех типов — твердый, мягкий и средний. Формовочное отделение запроектировано в составе четырех автоматических линий производительностью каждая по 270 форм/ч. Каждая линия имеет свою смесеприготовительную систему. Линия оборудована тележечным конвейером длиной 504 м; размер площадки 1700×865 мм; размер опоки в свету 1270×810 мм. Скорость конвейера может меняться в пределах 4,6—9,2 м/мин. Охлаждательная зона конвейера проходит в подвале. Время охлаждения залитых форм 52 мин. Все четыре смесеприготовительные установки сблокированы между собой, и формовочную смесь можно передавать с любой линии на другую. Стержневое отделение рассчитано на изготовление стержней тремя методами: 45% изготавливают по горячим ящикам, 10% — из песчано-масляных смесей и 45% — оболочковые. Всего в стержневом отделении установлено 45 стержневых машин. Часовая производительность по стержням составляет 20 т.

Здание цеха одноэтажное с подвалом. Окна и фонари отсутствуют. В здании цеха резервирована площадь для установки в дальнейшем пятой формовочной линии и связанных с ней плавильных и очистных установок.

Подача свежего воздуха в здании цеха достигает 13 млн. м<sup>3</sup>/ч. Это соответствует в среднем десятикратному обмену. На отдельных же участках обеспечивают 30-кратный обмен.

#### Показатели цеха

Годовой выпуск цеха, тыс. т . . . . .	350
Общая площадь цеха, м <sup>2</sup> . . . . .	93 000
Общее количество работающих . . . . .	1750
Выпуск отливок с 1 м <sup>2</sup> общей площади, т/год . . . . .	3,8
Выпуск отливок на одного работающего, т/год . . . . .	200

Цех стального фасонного литья массой до 5 т/шт. серийного и мелкосерийного произ-

водства различного машиностроительного назначения показан на рис. 10.

Цех размещается в одном здании, но различной этажности: плавильное, формовочное и стержневое отделения размещаются в двухэтажной части, а шихтовой пролет, обрубное отделение и участок термической обработки отливок — в одноэтажных частях здания. Для удобства транспортирования тяжелых отливок со второго этажа на пол одноэтажного обрубного отделения часть последнего имеет два яруса кранов, из которых верхний является продолжением подкранового пути второго этажа. Работу в цехе ведут в две смены. Все шихтовые материалы поступают в цех из базисного склада автотранспортом в специальных корзинах для непосредственной загрузки их в дуговые печи. Все формовочные материалы поступают в цех с того же склада пневмотранспортом.

Плавку металла производят в дуговых электропечах емкостью 6 т типа ДСП-6. Шихту перед загрузкой подогревают. Цех имеет четыре формовочных участка: мелкое литье массой до 100 кг/шт. формуют на автоматах типа АЗЛ92265 с размером опок 700×800 мм. Формы заливают на конвейере; литье массой до 200 кг/шт. формуют на формовочных машинах типа FRW-50 в опоках размером 1000×1200 мм, собирают и заливают на вертикально-замкнутом конвейере; литье массой до 1500 кг/шт. формуют в опоках 2400×1800 на пескочетной линии, собирают и заливают также на вертикально-замкнутом конвейере. Все стержни изготовляют из смесей холодного твердения на поточных линиях. Выбывку стержней отливок среднего и крупного развеса выполняют в гидрокерамах. Термообработку серийных отливок производят в туннельных газовых печах, термообработку крупных и других отливок мелких серий — в газовых печах с выкатными подами, очистку поверхности отливок — в дробеметных барабанах и камерах, грунтовку — на поточных линиях.

#### Показатели цеха

Выпуск цеха, тыс. т/год . . . . .	35
Общая площадь цеха, м <sup>2</sup> . . . . .	26 000
Общее число работающих . . . . .	690
Выпуск отливок с 1 м <sup>2</sup> общей площади, т . . . . .	1,35
Выпуск отливок на одного работающего, т/год . . . . .	50

Цех мелкого чугуноного литья массой до 100 кг/шт. серийного и мелкосерийного производства различного назначения показан на рис. 11.

Цех размещается в двухпролетном двухэтажном здании, только шихтовой пролет одноэтажный. Все основные производственные отделения цеха: плавильное, формовочное, стержневое и обрубное размещаются на втором этаже. Смесеприготовительное, грунтовочное отделения, экспедиция, вспомогательные помещения и склады оснастки — на первом этаже. Цех работает в две смены.

Все шихтовые и формовочные материалы поступают в цех из базисного склада: ших-

товые материалы — автотранспортом в контейнерах, формовочные — пневмотранспортом. Плавку чугуна производят в двух блоках закрытых вагранок производительностью по 8 т/ч с водяным охлаждением и полной очисткой газов. Загрузка шихты автоматизи-

Показатели цеха

Выпуск цеха, тыс. т	30
Общая площадь цеха, м <sup>2</sup>	13 920
Общее число работающих	460
Выпуск литья на 1 м <sup>2</sup> площади цеха, т/год	2,15
Выпуск литья на одного работающего, т/год	65

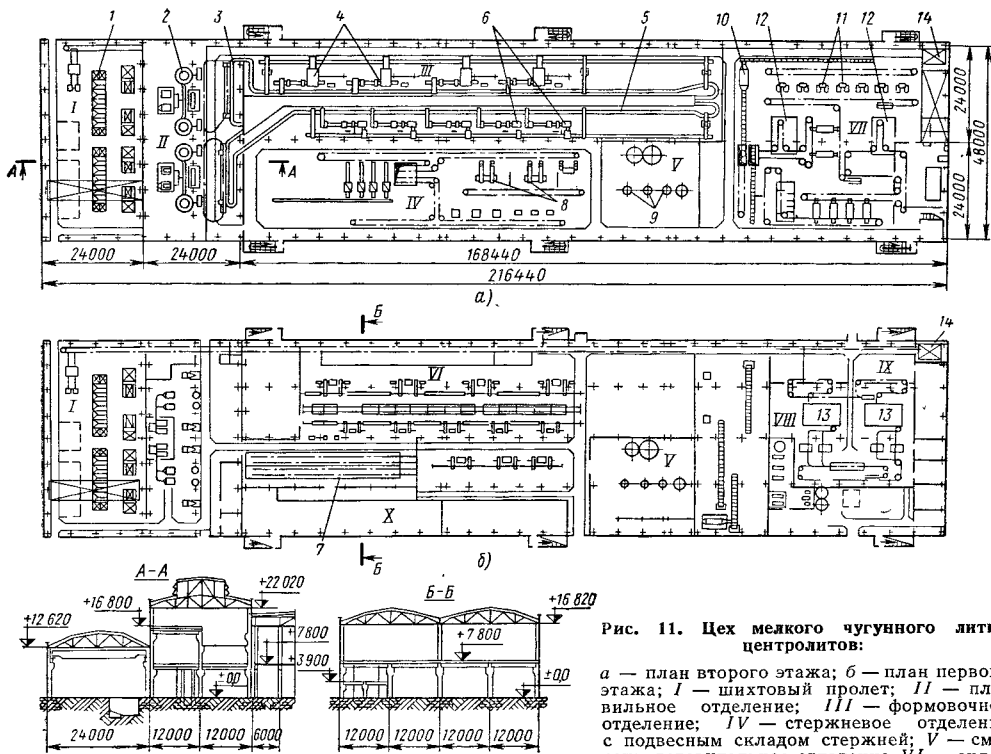


Рис. 11. Цех мелкого чугунного литья центролитов:

а — план второго этажа; б — план первого этажа; I — шихтовый пролет; II — плавильное отделение; III — формовочное отделение; IV — стержневое отделение с подвесным складом стержней; V — смесеприготовительное отделение, VI — склад оснастки; VII — обрубно-очистное отделение; VIII — грунтовочное отделение; IX экспедиция; 1 — участок навески шихты; 2 — закрытые вагранки; 3 — большой литейный конвейер 4 — формовочные автоматы АЛ91265; 5 — малый литейный конвейер; 6 — формовочные автоматы АЛ91А271; 7 — конвейерное сушило для стержней; 8 — стержневые пескострельные машины; 9 — бегуны 116М; 10 — дробеметный барабан мод. 317; 11 — обдирочные станки; 12 — дробеметные камеры; 13 — сушила грунтового отделения; 14 — лифт

зирована. В формовочном отделении установлены два конвейера: на одном заливают формы размером 400×500 мм, на другом — размером 700×800 мм.

Для изготовления форм малого размера у конвейера установлены пять автоматов типа АЛ91А271 производительностью по 70 форм/ч, для форм большего размера — четыре автомата типа АЛ91265С производительностью по 35 форм/ч. Все стержни изготавливают пескострельным способом и вручную с последующей сушкой в горизонтальном сушиле. Смесеприготовительное отделение автоматизировано. Охлаждение отливок — на пластинчатых конвейерах. Очистка отливок — в дробеметных барабанах и камерах. Обрубка, зачистка и грунтование — на точных линиях.

Цех среднего чугунного литья массой до 1000 кг/шт., серийного и мелкосерийного производства различного назначения показан на рис. 12. Цех размещается в одном двухэтажном здании, только шихтовой пролет, служащий для приема и хранения контейнеров с шихтой, — одноэтажный.

Все производственные отделения цеха: плавильное, формовочные, стержневое и обрубное размещаются на втором этаже здания. Смесеприготовительное, грунтовочное, экспедиция, склады моделей и стержневых ящиков, а также вспомогательные помещения и транспорт размещаются на первом этаже.

Плавку чугуна производят в двух блоках закрытых вагранок производительностью 8 и 10 т/ч с водяным охлаждением и полной

очисткой газов. Загрузка шихты и управление процессом плавки автоматизированы. В цехе предусмотрены два формовочных участка (пролета). В одном пролете производят отливку в опоках размером 1200×

ной ветвью охлаждения на промежуточном этаже. Выбивка в обоих пролетах — на выбивных решетках с помощью мостовых кранов и специальных манипуляторов.

В среднем пролете, между двумя формо-

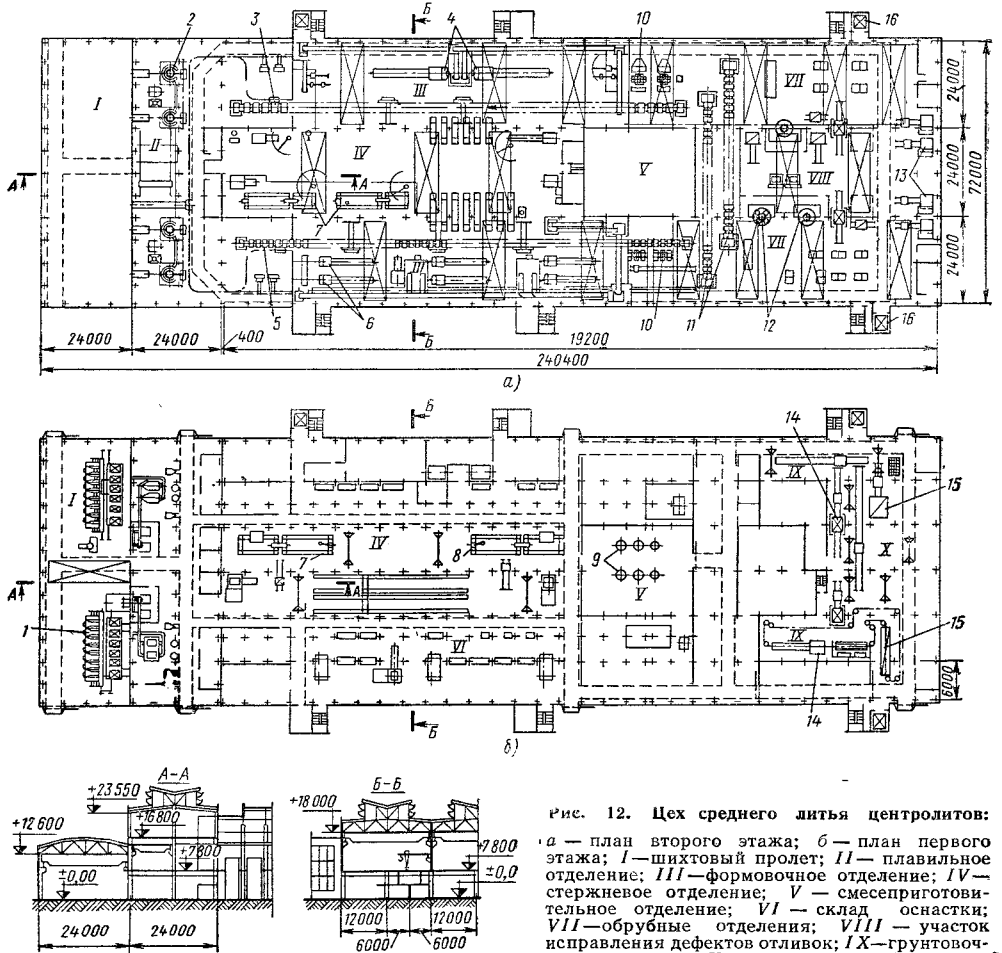


Рис. 12. Цех среднего литья центролитов:

а — план второго этажа; б — план первого этажа; I — шихтовый пролет; II — плавильное отделение; III — формовочное отделение; IV — стержневое отделение; V — смешеприготовительное отделение; VI — склад оснастки; VII — обрубные отделения; VIII — участок исправления дефектов отливок; IX — грунтовочные отделения; X — экспедиция; I — участок навески шихты; 2 — закрытие вагранки; 3 — большой вертикально-замкнутый конвейер; 4 — формовочная машина мод. 235; 5 — малый вертикально-замкнутый конвейер; 6 — формовочные машины мод. 234М; 7 — линии изготовления стержней 6КJ9128В9; 8 — линии изготовления стержней 1КJ9128В11; 9 — бегуны мод. 114; 10 — выбивка форм; 11 — вертикально-замкнутые конвейеры для охлаждения отливок; 12 — роторные гидрокамеры; 13 — дробетные камеры; 14 — грунтовка отливок; 15 — сушильные камеры; 16 — лифты

× 1600 мм, массой до 500 кг/шт. на трех парах формовочных машин мод. 234М с применением пластичной самотвердеющей смеси (ПСС). Сборка и заливка форм — на вертикально-замкнутом литейном конвейере с двумя ветвями охлаждения, расположенными на промежуточном этаже под полом второго этажа.

Во втором пролете производят отливку в опоках размером 1600×2000 мм, массой до 1200 кг/шт. на одной паре формовочных машин мод. 235 также с применением ПСС. Сборка и заливка форм — на аналогичном вертикально-замкнутом конвейере, но с од-

вичными, на первом и втором этажах размещается стержневое отделение. Все стержни изготовляют из смесей на холодотвердеющих синтетических смолах на поточных автоматизированных линиях, охлаждение отливок после выбивки также на вертикально-замкнутых конвейерах.

Стержни удаляют из отливок в роторных гидрокамерах. Очистка отливок — в дробетных камерах.

В цехе предусмотрены участок горячего и холодного исправления дефектов отливок и грунтовочное отделение.

Показатели цеха

Выпуск цеха, тыс. т	35
Общая площадь цеха, м <sup>2</sup>	20 500
Общее число работающих	490
Выпуск литья на 1 м <sup>2</sup> общей площади, т/год	1,7
Выпуск литья на одного работающего, т/год	72

Х 2000 мм. Полуформы подсушивают в конвейерном сушиле, формы собирают и охлаждают на конвейере. Более тяжелое литье — массой до 20 т/шт. получают в другом формовочном пролете. Набивку форм выполняют консольными передвижными пескочематами. Сборка и заливка форм в опоках — на

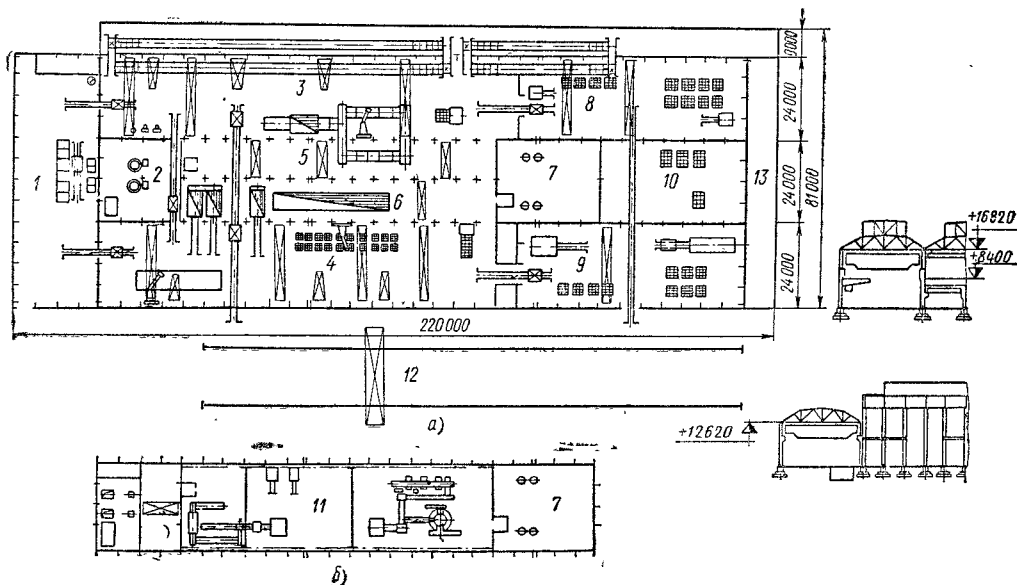


Рис. 13. Цех крупного чугунолитейного централитов:

а — первый этаж; б — второй этаж; 1 — отделение навески шихты; 2 — плавильное отделение с закрытыми вагранками; 3 — формовочное отделение конвейерного литья с пескочематной линией; 4 — формовочное отделение плацевого и кессонного литья с консольными пескочематами; 5 — участок подготовки модельной оснастки; 6 — участок подготовки стержневой оснастки; 7 — смешеприготовительное отделение; 8 — обрубно-очистное отделение для конвейерного литья; 9 — обрубно-очистное отделение для плацевого кессонного литья; 10 — отделение грунтовки; 11 — стержневое отделение; 12 — эстакада для опок литья с козловым краном; 13 — бытовые помещения

Цех крупного чугунолитейного массой 0,500—20 т/шт., серийного и мелкосерийного производства показан на рис. 13. Цех размещается в одном здании смешанной этажности: средний продольной пролет цеха частично имеет два этажа. Эту двухэтажную часть занимает стержневое отделение. Все остальные отделения цеха размещены на первом этаже.

Работу ведут в две смены. Плавку чугуна производят в блоке из двух закрытых вагранок производительностью 12 т/ч с водяным охлаждением и полной очисткой газов. Формовочное отделение имеет два участка: отливки массой 0,500—2 т формуют на поточной пескочематной линии в опоках 3000Х

плацу. Тяжелое литье формуют и заливают в кессоне.

Стержни изготовляют из жидких самотвердеющих смесей (ЖСС) на специальной поточной линии. Выбивка стержней — в гидрочамерах, очистка поверхности отливок — в дробебетных камерах, грунтование — на решетках с нижним отсосом, сушка грунта — в сушильных камерах.

Показатели цеха

Выпуск цеха, тыс. т	25
Общая площадь цеха, м <sup>2</sup>	17 200
Общее число работающих	420
Выпуск отливок на 1 м <sup>2</sup> общей площади, т/год	1,46
Выпуск отливок на одного работающего, т/год	60

РАСЧЕТ РАБОЧЕЙ СИЛЫ

Продолжение табл. 1

Номенклатура профессий производственных и вспомогательных рабочих литейных цехов и методические указания по определению их численности приведены в табл. 1.

1. Номенклатура профессий производственных и вспомогательных рабочих и методика определения их численности

Профессия	Методика определения численности с учетом числа смен	Профессия	Методика определения численности с учетом числа смен
<p><i>Производственные рабочие</i></p> <p>Шихтовщики (для вагранок, электропечей, мартеновских печей), операторы, весовщики Рабочие на подогреве шихты Завальщики шихты, операторы на завалочных устройствах Сталевары и их подручные (на электропечах, мартеновских печах и бессемерах) Плавильщики цветных металлов и их подручные Вагранщики и их подручные Заливщики Формовщики (всех видов формовки), операторы на линиях Сборщики форм и установщики стержней Сборщики кокилей Формовщики оболочковых форм, операторы на линиях Сборщики оболочковых форм Формовщики литья по выплавляемым моделям Сборщики форм по выплавляемым моделям</p>	<p>По количеству рабочих мест</p>	<p>Литейщики-операторы на машинах литья под давлением Стерженщики (на машинах и вручную), операторы на линиях Стерженщики на отделке стержней Рабочие на окраске стержней Наладчики автоматических линий</p> <p>Сушильщики форм и стержней, операторы на сушилах Каркащики на отливке рамок Выбивщики, операторы выбивных установок Отбивщики литников Земледельцы, операторы на смесеприготовительных установках Выбивщики стержней, операторы на выбивных установках Электрогазорезчики литников и прибылей, рабочие на огневой зачистке литья Рабочие на галтовочных барабанах Рабочие на дробеметных установках Рабочие на дробеструйных установках Рабочие на очистке отливок в гидроочистных камерах Рабочие электрогидравлической очистки отливок Рабочие на химической и электрохимической очистке отливок Обрубщики и вырубщики дефектов отливок под заварку Рабочие на исправлении дефектов литья (газовая и электрозаварка и другие методы исправления)</p>	<p>По количеству рабочих мест</p> <p>По количеству автоматического оборудования</p> <p>По количеству рабочих мест</p>

Продолжение табл. 1

Продолжение табл. 1

Профессия	Методика определения численности в учетном числе смен
Наждачники; операторы линий зачистки Термисты Рихтовщики отливок	По количеству рабочих мест
Разметчики отливок Рабочие по выплтаную отливок Грунтовщики отливок Бакелитировщики отливок	
<i>Вспомогательные рабочие</i>	
Наладчики оборудования (за исключением автоматических линий) Машинисты	По количеству обслуживаемого оборудования и его сложности
Лаборанты цеховых лабораторий	По количеству выполняемых анализов
Рабочие на конвейерах отработанной смеси Распределители формовочных составов на смешераздаточных конвейерах Сушильщики формовочных материалов (песка, глины, бентонита), операторы на сушилах	По количеству рабочих мест
Рабочие на приготовлении жидкого стекла, сульфитного шлока, глиняной суспензии, красок и других добавок	
Рабочие на подготовке формовочных материалов Рабочие по обслуживанию регенерационных установок для отработанной смеси Комплектовщики стержней	
Комплектовщики литья и маркировщики Кладовщики	По числу кладовых и количеству обслуживаемых рабочих
Крановщики	По числу кранов, требующих крановщиков
Стропальщики (подкрановые)	По количеству рабочих мест с учетом совмещения профессий
Подсобные рабочие (на складах и транспорте)	По грузообороту материалов и уровню механизации работ
Печники (ремонт печей всех видов — сушильных термических, плавильных и пр.)	По количеству обслуживаемого оборудования и его сложности
Ковшовые (ремонт ковшей)	По количеству ковшей, требующих ремонта, и их емкости
Глиномялы (приготовленные футеровочной массы) Каркащики (изготовленные проволочных каркасов)	По количеству рабочих мест

Профессия	Методика определения численности с учетом числа смен
Пирометристы	По количеству рабочих мест с учетом совмещения профессий с контролерами БТК
Модельщики по ремонту Слесари по ремонту оснастки Уборщики производственных помещений	По объему выполняемых работ По обслуживаемой площади (ОМТМ 0796—00165)
Плотники	По объему выполняемых работ
Шорники	По количеству оборудования с ремешным приводом
Смазчики	По количеству ремонтных единиц с учетом совмещения профессий
Дежурные электрики	По количеству ремонтных единиц электротехнического оборудования
Дежурные слесари	По количеству ремонтных единиц с учетом совмещения профессий
Ремонтные слесари	По количеству ремонтных единиц и с учетом малого ремонта
Электромонтеры по оборудованию	По количеству ремонтных единиц электротехнического оборудования с учетом малого ремонта
Сварщики по ремонту оборудования Слесари по сантехнике	По объему малого ремонта
Станочники ремонтной базы	По количеству ремонтных единиц с учетом малого ремонта
Аппаратчики на ацетиленовой установке Аппаратчики на установке по производству СО <sub>2</sub> Водители безрельсового транспорта	По количеству рабочих мест
Контролеры БТК	По количеству транспортных единиц
Рабочие на копровой установке Рабочие скрапобазы	По количеству контрольных мест
	По количеству перерабатываемого материала



Расчет количества производственных и вспомогательных рабочих, определяемых по рабочим местам соответствующих отделений и участков в зависимости от выбранных типов оборудования и норм производительности, выполняют по форме 1.

ФОРМА 1

Расчет состава работающих по отделениям

№ по пор.	Профессии рабочих	Расчетные данные нормы обслуживания	Число рабочих					
			всего	в том числе по сменам				
				I	II	III		

При укрупненных расчетах численность производственных рабочих определяют по трудоемкости 1 т литья. Трудоемкость 1 т литья определяют как частное от деления действительного фонда времени в часах производственного рабочего на показатель выпуска литья на одного производственного рабочего в год. Примерные показатели трудоемкости 1 т литья для основных отраслей машиностроения и видов металла приведены в табл. 2.

ФОРМА 2

Состав работающих

Группы работающих	Численность				Расчетный показатель	
	всего	в том числе по сменам				Рабочие механизированного труда
		I	II	III		

При укрупненных расчетах общего числа рабочих и всего работающего в цехе принимают на основании достигнутой производительности труда для отдельных отраслей машиностроения и вида металла, приведенных в табл. 3.

Численность ИТР, служащих и младшего обслуживающего персонала определяют в процентах общего числа рабочих и принимают примерно:

ИТР	7—9
Служащие	0,6—1,0
Младший обслуживающий персонал	1,5—2

Большие величины следует принимать для малых цехов.

Полный состав работающих приводят в проектах по форме 2. Количество работников ОТК принимают в зависимости от численности производственных рабочих: ИТР 0,4%, рабочих 6%.

## 2. Трудоемкость работ на 1 т литья

Отрасль машиностроения	Масштаб производства, ва. тыс. т	Трудоемкость 1 т литья, чело-в.-ко-часы
Серый чугун		
Автомобилестроение		
Автомобили грузовые	60—100	9,5—12,0
То же	100	8,5—10,0
и выше		
Автомобили легковые	60—100	12,0—16,0
Автоприцепы	40—60	9,0—11,0
Поршневые кольца (индивидуальные)	5—10	40,0—60,0
Тракторостроение	60—100	9,0—11,0
То же	100	8,5—10,5
и выше		
Сельхозмашиностроение	30—50	9,5—11,5
То же	40—70	9,0—11,0
Станкостроение		
Мелкое литье	15—30	12—15
Среднее литье	30—35	13—16
Крупное литье	20—25	14—17
Тяжелое машиностроение		
Металлургическое машиностроение	25—30	16,0—20,0
То же	50—60	15,0—19,0
Тепловозостроение	15—20	22,0—26,0
Котлостроение	15—20	18,0—22,0
То же	25—30	17,0—21,0
Дизельостроение	25—30	23,0—27,0
Электротехническое машиностроение	60—100	10,0—13,0
Бумажноделательные машины	60—100	13,0—15,0
Арматура	30—70	10,0—13,0
Санитарно-техническое оборудование		
Радиаторы	100—150	6,0—8,0
Котлы	30—50	5,0—7,0
Трубы	50—80	4,0—5,5
Ванны	40—60	4,0—5,5
Фасонные части	40—80	9,0—11,0
Ковкий чугун		
Автомобилестроение		
Автомобили грузовые	30—60	11,0—13,0
То же	50—120	10,0—12,0
Автомобили легковые	30—50	16,0—20,0
Прицепы	40—60	10,0—12,0
Тракторостроение	40—60	12,0—14,0
То же	50—100	11,0—13,0
Сельхозмашиностроение	15—25	15,0—20,0
То же	10—15	18,0—22,0
Санитарно-техническое оборудование	20—30	10,0—12,0
Стальное литье		
Автомобилестроение		
Автомобили грузовые	30—50	16,0—20,0
То же	60—100	12,0—16,0
Тракторостроение		
Углеродистая сталь	50—100	12,0—14,0
То же	100—150	10,0—12,0
Марганцовистая сталь	50—100	9,0—11,0
То же	100—150	8,0—10,0
Вагоностроение		
Мелкое литье	50—70	14,0—16,0
Автосцепка	50—80	16,0—20,0
Крупное литье	70—100	9,0—12,0
Станкостроение	30—35	15—18
Тяжелое машиностроение		
Металлургическое машиностроение	20—25	19,0—24,0
То же	50—60	18,0—22,0
То же	100—120	17,0—21,0
Тепловозостроение	15—20	26,0—30,0
То же	50—60	25,0—29,0
Котлостроение	10,0—15	28,0—32,0
То же	15—20	25,0—29,0
Дизельостроение	15—20	19,0—24,0
Экскаваторостроение	30—50	16,0—20,0

## 3. Показатели производительности труда

Отрасль машиностроения	Масштаб производст-ва, тыс. т	Выпуск годового литья т/год	
		на одного списочного рабочего	на одного работающего
<b>Серый чугун</b>			
<i>Автомобилестроение</i>			
Автомобили грузовые . . . . .	60—100	80—110	70—100
То же . . . . .	100 и более	90—125	80—110
Автомобили легковые . . . . .	60—100	60—80	50—70
Автоприцепы . . . . .	40—60	100—120	90—105
Поршневые кольца (индивидуальные) . . . . .	5—10	20—30	17—25
Тракторостроение . . . . .	60—100	90—110	80—100
То же . . . . .	100 и более	100—130	90—120
Сельхозмашиностроение . . . . .	30—50	90—120	80—105
То же . . . . .	40—70	100—130	90—115
<i>Станкостроение</i>			
Мелкое литье . . . . .	15—30	65—85	60—80
Среднее литье . . . . .	30—35	70—90	65—85
Крупное литье . . . . .	20—25	55—75	50—70
<i>Тяжелое машиностроение</i>			
Металлургическое машиностроение . . . . .	25—30	56—64	44—48
	50—60	58—66	46—50
Тепловоозроение . . . . .	15—20	36—44	30—34
Котлостроение . . . . .	15—20	48—53	46—48
То же . . . . .	25—30	54—59	48—52
Дизелестроение . . . . .	25—30	38—46	28—32
Электротехническое машиностроение . . . . .	60—100	80—120	70—105
Бумагоделательные машины . . . . .	60—100	70—90	60—80
Арматура . . . . .	30—70	60—90	50—80
<i>Санитарно-техническое оборудование</i>			
Радиаторы . . . . .	100—150	200—250	180—220
Котлы . . . . .	30—50	150—200	130—170
Трубы . . . . .	60—100	250—300	210—260
Ванны . . . . .	40—60	110—140	100—120
Фасонные части . . . . .	40—80	100—130	90—120
<b>Ковкий чугун</b>			
<i>Автомобилестроение</i>			
Грузовые автомобили . . . . .	30—60	50—75	45—65
То же . . . . .	50—120	70—100	60—90
Прицепы . . . . .	40—60	70—100	60—90
Легковые автомобили . . . . .	30—50		
Тракторостроение . . . . .	40—60	55—80	50—70
То же . . . . .	50—100	65—90	55—80
Сельхозмашиностроение . . . . .	15—25	50—70	45—60
То же . . . . .	10—15	45—60	40—55
<i>Санитарно-техническое оборудование</i>			
Фитинги . . . . .	20—30	80—110	70—100
<b>Стальное литье</b>			
<i>Автомобилестроение</i>			
Автомобили грузовые . . . . .	30—50	60—80	50—70
То же . . . . .	60—100	80—95	70—85
<i>Тракторостроение</i>			
Углеродистая сталь . . . . .	50—100	85—100	75—85
То же . . . . .	100—150	90—110	80—100
Марганцовистая сталь . . . . .	50—100	90—110	80—100
То же . . . . .	100—150	100—120	90—110
<i>Вагоностроение</i>			
Мелкое литье . . . . .	50—70	75—95	65—85
Автоцепка . . . . .	50—80	70—90	60—80
Крупное литье . . . . .	70—100	90—110	80—100
<i>Станкостроение</i>			
Тяжелое машиностроение . . . . .	30—35	55—75	50—70
<i>Металлургическое машиностроение</i>			
	20—25	42—45	36—41
	50—60	44—50	38—42
	100—120	48—52	40—44
Тепловоозроение . . . . .	15—20	32—40	28—32
	50—60	34—42	30—34
Котлостроение . . . . .	10—15	31—34	20—25
	15—20	32—39	24—28
Дизелестроение . . . . .	15—20	40—48	30—38
Экскаваторостроение . . . . .	30—50	60—80	50—70
Металлургия . . . . .	50—80	70—90	60—80

## РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ

Площади цеха первоначально определяют по показателям выпуска годного литья с  $1 \text{ м}^3$  общей площади в год и в дальнейшем уточняют при разработке компоновки и планировки цеха.

Примерные показатели выпуска годного литья с  $1 \text{ м}^3$  общей площади, а также формовочно-заливочно-выбивной и термообрубной площади по отраслям машиностроения и видам металла приведена в табл. 4.

Уточненные планировкой оборудования площади цеха приводят в сводной форме 3.

ФОРМА 3

Площади цеха ( $\text{м}^2$ )

Наименование отделений и участков цеха	Площадь по эта- жам		Всего	В том числе новых
	I	II		
Производственные отделения				
Итого производственная площадь				
Вспомогательные отделения				
Итого вспомогательная площадь				
Склады (закрытые) .....				
Итого крытых складов				
Всего общая площадь (без конторско-бытовых помещений)				

Распределение площадей по отдельным категориям рекомендуется производить в соответствии с классификацией, приведенной ниже.

**Производственные площади.** К этой категории относят площади отделений:

плавленное, включая участок навески шихты;

формовочно-заливочно-выбивное с участком литых каркасов (включая сушильные установки);

стержневое со складом стержней (включая сушильные установки);

смесеприготовительное для формовочных и стержневых смесей (включая бункера-отстойники и установки для охлаждения оборотной смеси);

обрубки, очистки и термообработки литья с участком исправления дефектов литья (включая участок гидроудаления стержней);

Вспомогательные площади. К этой категории относят площади: отделения подготовки формовочных материалов (в случае размещения при цехе), в том числе участки: сушки и просева песка, размола глины и угля, приготовления глиняной суспензии, приготовления креплителей, приготовления лакированного песка, подготовки маршалита.

**Участков:**

подготовки производства и текущего ремонта модельно-опочной оснастки;

ремонта ковшей и сводов, набивки тиглей, набора, сушки ступоров и приготовления огнеупорной массы;

приготовления литейной краски;

приготовления проволочных каркасов;

приготовления краски при грунтовочном отделении;

удаления, переработки и гидрошламоудаления отходов смесей;

получения защитной газовой атмосферы для печей;

регенерации отходов формовочных и стержневых смесей (в случае размещения его в цехе).

Кроме перечисленных участков к вспомогательным относят площади:

вентиляционных установок, насосных станций и другого вспомогательного оборудования и сооружений, входящих в комплект оборудования; силовых трансформаторных подстанций; пультов управления общецеховыми системами транспорта; ремонтных служб цеха (механо- и электроремонтных); штампо-инструментального хозяйства; цеховых лабораторий.

Складские помещения цеха относят также к вспомогательным. При цехе могут быть следующие склады: шихтовых материалов; формовочных материалов с разгрузочным устройством; огнеупоров; кокса и флюсов с разгрузочными устройствами; креплителей; опок; штампов и готового литья в случае размещения их в здании цеха; модельной оснастки: моделей, стержневых ящиков, драйверов и плит. Кроме того, при цехе могут быть кладовые: цехового механика и энергетика, вспомогательных, огнеопасных и других материалов.

Площади, не учитываемые при определении сравнимых удельных показателей цехов: расположенные вне помещений цеха (исключая оговоренные выше);

вспомогательные помещения, расположенные на промежуточных этажах, площадках, в туннелях и подвалах (общецеховая вентиляция, отопления и т. п.);

эстакада для литья и опок (открытые и крытые);

бытовые помещения, санузлы, общецеховые конторы и конторы мастеров;

базисные склады заводов;

площади в первых этажах двухэтажных зданий, занятые транспортными устройствами и оборудованием, которые в одноэтажных зданиях размещают в подвалах, туннелях, на галереях и на площадках;

4. Показатели выпуска отливок с 1 м<sup>2</sup> площади цеха

Отрасль машиностроения	Масштаб производства, тыс. т	Выпуск литья с 1 м <sup>2</sup>		
		общей площади цеха	формовочно-заливочно-выливной	термо-обрубной
<b>Серый чугун</b>				
<i>Автомобилестроение</i>				
Автомобили грузовые . . . . .	60—100	1,8—2,3	10—13	8—11
То же . . . . .	100 и более	2,0—2,5	12—16	10—13
Автомобили легковые . . . . .	60—100	1,4—1,7	7—9	6—8
Автоприцепы . . . . .	40—60	1,9—2,4	12—14	9—12
Поршневые кольца . . . . .	5—10	0,5—0,6	1,4—1,6	—
<i>Тракторостроение</i> . . . . .	60—100	1,9—2,4	11—13	10—12
То же . . . . .	100 и более	2,1—2,7	12—15	11—13
<i>Сельхозмашиностроение</i> . . . . .	30—50	1,6—2,4	—	—
	40—70	2,0—2,6	—	—
<i>Станкостроение</i>				
Мелкое литье . . . . .	15—30	1,7—2,1	8,0—10,0	7,0—9,0
Среднее литье . . . . .	30—35	1,2—1,6	4,5—5,5	5,0—7,0
Крупное литье . . . . .	20—25	1,1—1,5	3,5—4,5	4,0—6,0
<i>Тяжелое машиностроение</i>				
Металлургическое машиностроение . . . . .	25—30	1,0—1,2	4,5—5,5	2,8—3,3
	50—60	1,1—1,3	3,5—4,5	4,0—5,0
Тепловозостроение . . . . .	15—20	0,8—1,1	3,5—4,5	2,5—3,4
Котлостроение . . . . .	15—20	1,4—1,8	6,0—8,0	5,0—6,5
То же . . . . .	25—30	1,9—2,2	8,0—10,0	6,5—8,0
Дизелестроение . . . . .	25—30	0,9—1,1	4,0—5,0	2,8—3,4
<i>Электротехническое машиностроение</i> . . . . .	60—100	2,0—2,8	—	—
<i>Бумагоделательные машины</i> . . . . .	60—100	1,5—2,0	—	—
<i>Арматура</i> . . . . .	30—70	2,4—2,8	—	—
<i>Санитарно-техническое оборудование</i>				
Радиаторы . . . . .	100—150	3,0—4,0	—	—
Котлы . . . . .	30—50	2,0—2,5	—	—
Трубы . . . . .	50—80	4,0—5,0	—	—
Ванны . . . . .	40—60	2,5—2,6	—	—
Фасонные части . . . . .	40—80	2,4—3,0	—	—
<b>Ковкий чугун</b>				
<i>Автомобилестроение</i>				
Грузовые автомобили . . . . .	30—60	1,3—1,6	8—11	5,5—7,0
То же . . . . .	50—120	1,5—1,8	10—13	6,0—7,5
Прицепы . . . . .	40—60	1,4—1,7	11—13	4,5—6,0
Легковые автомобили . . . . .	30—50	1,3—1,6	6—8,0	4,0—5,5
<i>Тракторостроение</i> . . . . .	40—60	1,4—1,7	8—11	5,5—7,0
То же . . . . .	50—100	1,5—2,0	10—13	6,0—7,5
<i>Сельхозмашиностроение</i> . . . . .	15—25	0,9—1,2	—	—
	10—15	0,8—1,0	—	—
<i>Санитарно-техническое</i> . . . . .	20—30	1,6—1,8	—	—
<b>Стальное литье</b>				
<i>Автомобилестроение</i>				
Грузовые автомобили . . . . .	30—50	1,4—1,8	9—11	6,0—8,0
То же . . . . .	60—100	1,6—2,0	11—14	7,0—9,0
<i>Тракторостроение</i>				
Углеродистая сталь . . . . .	50—100	1,7—2,2	11—13	7,0—9,0
	100—150	2,0—2,4	12—15	8,0—10,0
Марганцовистая сталь . . . . .	50—100	1,9—2,3	10—12	9,0—11,0
	100—150	2,2—2,7	11—13	10,0—12,0
<i>Вагоностроение</i>				
Мелкое литье . . . . .	50—70	1,1—1,5	—	—
Автосцепка . . . . .	50—80	1,2—1,6	—	—
Крупное литье . . . . .	70—100	1,3—1,6	—	—
<i>Станкостроение</i> . . . . .	30—35	1,0—1,2	4,0—5,0	3,5—4,5
<i>Тяжелое машиностроение</i>				
Металлургическое машиностроение . . . . .	20—25	0,8—1,0	4,0—5,0	2,0—2,5
	50—60	0,9—1,1	3,5—4,5	2,3—2,6
	100—120	1,0—1,2	4,0—5,0	2,5—3,0
Тепловозостроение . . . . .	15—20	0,7—0,9	3,0—4,0	1,9—2,2
То же . . . . .	50—60	0,9—1,1	4,5—5,5	2,2—2,6
Котлостроение . . . . .	10—15	0,6—0,8	3,0—4,0	1,8—2,0
То же . . . . .	15—20	0,7—0,9	3,5—4,5	1,7—2,2
Дизелестроение . . . . .	15—20	0,8—1,0	3,5—4,5	2,0—2,5
<i>Экскаваторостроение</i> . . . . .	30—50	1,5—1,9	—	—

5. Расход сжатого воздуха некоторыми машинами и аппаратами периодического действия.  
Давление 7—8 кгс/см<sup>2</sup>

Оборудование или инструмент	Модель или марка	Расход на 1 операцию, м <sup>3</sup> (при нормальном давлении)
Центробежные бегуны с горизонтально вращающимися катками (смешивание)	1A14	0,08
	115M	0,10
	116M	0,14
Формовочные машины пневматические встряхивающие с последующим прессованием	226M	0,5
	2M265	0,6
	253M	0,75
	267M	1,0
Автоматические формовочные линии	АЛ91А271	1,9
	Диафрагменная линия ГАЗа	1,0
	Линия тормозных барабанов ГАЗа	0,25
	Диза 2013	2,2
Машины для изготовления стержней по горячим ящикам	4532Б	0,50
	4509А	1,15
	4509Б	1,15
Очистное оборудование	317M	0,02
	324	0,02
	2M32Б	0,02
	323M	1,00
	326M2	3,70

участки предварительной механической обработки отливок.

При отнесении площадей к категориям необходимо учитывать следующие положения: размеры помещений считают по осям колонн;

площади, занятые пультами управления оборудованием, технологическими трансформаторами, высокочастотными генераторами и т. п., включают в производственную площадь;

площади плавильных и смесеприготовительных отделений учитывают только по одному этажу наибольшей площади; производственные, вспомогательные и складские площади, находящиеся в бытовых и прочих помещениях, входящих в габариты цеха, учитывают при определении технико-экономических показателей;

при сопоставлении показателей площади базисного склада распределяют между обслуживаемыми им литейными цехами пропорционально их выпуску.

Имеющиеся в отделениях и участках проезды и проходы включают в состав площадей данных участков.

### ПРОМЭНЕРГЕТИКА

Данные по промэнергетике составляют на основании ведомости оборудования и соответствующих разделов технологических расчетов и приводят в проекте по форме 4.

Расход сжатого воздуха отдельными потребителями определяют на основании данных, приведенных в табл. 5—7.

Увеличенный ориентировочный расход сжатого воздуха определяют на основании следующих показателей (в м<sup>3</sup> на 1 т выпускаемых отливок):

Цехи серого чугуна . . . . .	1000—1300
» ковкого чугуна . . . . .	1200—1500
» стального литья . . . . .	1400—1800

6. Расход воздуха машинами и аппаратами непрерывного действия.  
Давление 7—8 кгс/см<sup>2</sup>

Оборудование или инструмент	Модель или марка	Расход, м <sup>3</sup> /мин (при нормальном давлении)
Оборудование для литья по выплавляемым моделям	651	0,50
	652	2,00
	653	0,40
	654	0,003
	651	0,02

7. Расход воздуха соплами при непрерывной работе, м<sup>3</sup>/мин (при нормальном давлении)

Диаметр сопла, мм	Давление сжатого воздуха, кгс/см <sup>2</sup>						
	2	3	4	5	6	7	8
3	0,25	0,34	0,42	0,50	0,65	0,70	—
4	0,42	0,50	0,60	0,75	0,90	1,00	1,20
5	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,50	1,75
6	0,90	1,20	1,40	1,65	2,00	2,30	2,50
7	1,10	1,50	1,90	2,35	2,75	3,10	3,65
8	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50
9	1,90	2,50	3,10	3,85	4,5	5,00	5,70
10	2,50	3,20	4,00	4,70	5,50	6,30	7,00

## ФОРМА 4

Продолжение формы 4

**Энергетика**  
Установленная мощность токоприемников  
технологического и транспортного  
оборудования цеха

Потребители	Единица измерения	Установленная мощность				
Электродвигатели . . . . .	кВт					
Электродвигатели . . . . .	кВт					
Электродвигатели . . . . .	кВА					
Электросварочные аппараты	кВт, кВА					
<b>Расход технологической энергии и воды</b>						
Назначение расхода	Единица измерения	Основание и расчет расхода	Общий часовой расход		Годовой расход	
			максимальный	средний		
<b>Расход электроэнергии</b>						
Плавка металла в печах . . . . .	кВт·ч					
<b>Итого электроэнергии</b>						
<b>Расход кислорода</b>						
Плавка в электропечах . . . . .	м <sup>3</sup>					
<b>Итого кислорода</b>						
<b>Расход ацетилена</b>						
Отрезка прибылей . . . . .	м <sup>3</sup>					
<b>Итого ацетилена</b>						
<b>Расход сжатого воздуха</b>						
Пневматическое оборудование и инструмент . . . . .	м <sup>3</sup> на 1 т годового литья					
<b>Итого сжатый воздух</b>						

Назначение расхода	Единица измерения	Основание и расчет расхода	Общий часовой расход		Годовой расход
			максимальный	средний	
<b>Расход газообразного (или жидкого) топлива</b>					
Плавка чугуна в вагранках . . . . .					
<b>Итого расход топлива</b>					
<b>Расход производственной воды</b>					
Охлаждение вагранок . . . . .					
Охлаждение горелой земли . . . . .					
Прочие потребители . . . . .					
<b>Итого расход воды</b>					

### ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Номенклатура основных данных и технико-экономических показателей, которые следует отразить в проектных материалах для получения возможности оценки технико-экономического уровня проекта, приведена в форме 5.

При заполнении формы 5 следует иметь в виду:

общую развернутую (полезную) площадь определяют в соответствии с категориями, указанными на стр. 270—272;

в установленную мощность раздела «Энергетика» включается мощность только электродвигателей.

Трудоемкость одного изделия определяют путем умножения трудоемкости 1 т литья на массу комплекта отливок, выраженную в тоннах.

Коэффициент сменности определяется путем деления общего числа рабочих на число рабочих в наибольшую смену.

Показатель электровооруженности одного рабочего определяют как частное от деления установленной мощности электродвигателей производственного, вспомогательного и подъемно-транспортного оборудования на число рабочих в наибольшую смену.

При выборе аналога для сопоставления показателей следует принимать цех этой же отрасли машиностроения, аналогичной мощности и рода сплава.

## Основные данные и технико-экономические показатели

Показатели	Единица измерения	Цех	Цех	Всего по корпусу	Аналоги	
					Цех	Цех
<b>Основные данные</b>						
Выпуск годного литья в натуральном выражении	т/год					
Количество наименований отливок	шт.					
Масса одной отливки:						
средняя	кг					
максимальная						
<i>Состав работающих</i>						
Рабочие в том числе:						
производственные						
Инженерно-технические работники	человек					
Служащие						
Младший обслуживающий персонал						
Всего работающих (без ОТК)						
<i>Штат ОТК</i>						
Рабочие						
ИТР						
Всего работающих (включая ОТК)						
<i>Площади</i>						
Общая полезная площадь (без конторско-бытовых помещений)	м <sup>2</sup>					
в том числе производственная						
<i>Энергетика</i>						
Установленная мощность:						
электродвигателей производственного, вспомогательного и подъемно-транспортного оборудования	кВт					
Капитальные затраты по технологической и транспортной части	руб.					
<b>Технико-экономические показатели</b>						
Трудоемкость 1 т годного литья						
Трудоемкость комплекта литья по изделиям:	человеко-часов					
.....						
Кoeffициент сменности рабочих	—					
Установленная мощность электродвигателей на 1 т литья	кВт/т					
Электровооруженность одного рабочего в наибольшую смену	кВт					
<b>Общий выпуск в год в тоннах</b>						
На одного производственного рабочего						
На одного рабочего	т/год					
На одного работающего (включая ОТК)						
На 1 м <sup>2</sup> производственной площади	т/м <sup>2</sup>					
На 1 м <sup>2</sup> общей площади						
Капитальные затраты (по технологической и транспортной части) на 1 т годных отливок *	руб./т					

\* Выпуск годного литья в стоимостном выражении (руб.), общая сумма капитальных затрат и себестоимость 1 т отливок могут быть приведены в экономической части проекта.

### КЛАССИФИКАЦИЯ

Создание специализированных литейных заводов и концентрация в них производства отливок — это необходимая основа совершенствования структуры машиностроения. При достигнутых значительных объемах литейного производства строительство литейных заводов приобретает все более широкие масштабы. Согласно перспективным планам, дальнейший рост выпуска литейной продукции за счет нового строительства предполагается в основном за счет создания специализированных литейных заводов.

По признаку специализации литейные заводы можно классифицировать на три основные группы.

**Первая группа** — заводы отраслевого назначения. Этот прифиль специализации имеет место в случае достаточной потребности в данном экономическом районе (или в нескольких районах, если обоснована рациональная кооперация поставок) в отливках для соответствующей отрасли. К заводам этой группы можно отнести предприятия, обеспечивающие отливками такие отрасли машиностроения, как, например, тракторостроение, электротехническую промышленность, сельскохозяйственное машиностроение и др. Сюда же относят литейную продукцию таких отраслей, как черная металлургия и строительные материалы, выпускающих трубы, фитинги, радиаторы, ванны, изложницы, посуду и др. Для заводов этой группы свойственны крупносерийное и массовое производства с ограниченной номенклатурой отливок.

**Вторая группа** — заводы межотраслевого назначения с технологическим профилем специализации, при котором создают производственные потоки достаточного масштаба производства для групп отливок, объединенных по признаку общности технологических процессов. Литейные заводы такого профиля получили название «централиты». Они предназначены для обеспечения в данном экономическом районе потребности в отливках для отраслей тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения, химического машиностроения, станкостроитель-

ной промышленности, приборостроения, строительного и дорожного машиностроения, машиностроения для легкой и пищевой промышленности и др.

Заводы этой группы отличает серийный и мелкосерийный тип производства с большой номенклатурой отливок и широким диапазоном по виду сплавов, по массе отливки, размерам, различным технологическим способам изготовления форм и стержней, различным формовочным и исходным материалам, технологической оснастке.

**Третья группа** — заводы специальных способов литья, преимущественно из цветных сплавов, доля которых в общем выпуске отливок непрерывно возрастает.

Подобные специализированные заводы типичны для крупносерийного и массового производства и обслуживают в первую очередь автомобильную, авиационную, электротехническую и другие подобные отрасли машиностроения.

### ОБЛАСТЬ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Для решения вопроса о целесообразности строительства специализированного литейного завода необходимо выявить экономические преимущества его перед специализированным литейным производством при машиностроительном заводе.

Для определения эффективности капитальных затрат при строительстве литейных цехов машиностроительных предприятий и литейных заводов используют метод, основанный на сравнении внецеховых затрат.

К внецеховым затратам относят затраты, связанные с появлением на заводе литейного производства, в частности затраты на организацию складского хозяйства, модельного производства, расширение энергетических и транспортных служб, промышленных проводок, дополнительных коммуникаций и др.

Поскольку цеховые затраты остаются неизменными независимо от того, где производство сооружается, то судить о сравнительной экономичности специализированного литейного завода следует по внецеховым затратам на единицу продукции.



Метод определения экономичности создания централизованных литейных предприятий применим во всех случаях специализации при дополнении ее результатами эффективности производства при различных стадиях концентрации и условия использования создаваемых при этом кооперированных связей. Он положен также в основу разрабатываемых в настоящее время математических методов определения производственных мощностей литейных заводов и их рационального географического размещения.

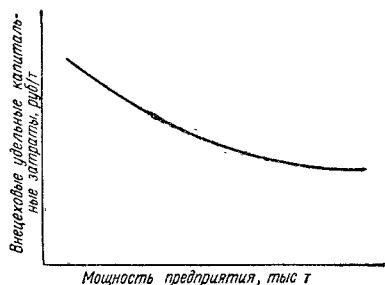


Рис. 1. Зависимость внецеховых затрат от мощности литейного завода

Принцип комплексного типового проектирования, позволивший решить сложную проблему типизации литейных заводов, явился основой для экономико-математического моделирования в решении вопроса об экономически целесообразном выборе мощности завода. При этом, используя метод разделения производственных затрат, зависимость отношения внецеховых затрат на единицу продукции, выражаемая функцией от мощности предприятия, имеет определенную убывающую закономерность, отображаемую кривой на рис. 1.

Одновременно она показывает, что рост эффективности концентрации литейного производства может, начиная с какого-то определенного масштаба производства, замедляться. Поэтому при решении задачи определения оптимальной мощности литейного завода и его размещения необходимо, чтобы сочетание суммарных затрат, включающих внецеховые затраты и транспортные расходы по кооперированным поставкам, было минимальным. Использование счетно-решающих устройств при экономико-математическом моделировании может помочь наиболее оптимальному решению вопросов о выборе мощности и размещении предприятий литейного производства.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Литейные заводы проектируют как законченные специализированные предприятия, выпускающие отливки и состоящие из производственных литейных цехов с комплексом вспомогательных, энергетических и

прочих служб, а также складским хозяйством, обеспечивающих бесперебойную и ритмичную работу завода.

Литейный завод рекомендуется проектировать состоящим из следующих объектов и служб.

**Объекты основного производственного назначения;** к ним относят литейные цехи, специализированные по производству мелкого, среднего и крупного чугунного литья, отливки из ковкого чугуна, стального литья, цветного литья, отливок, изготавливаемых специальными способами.

**Объекты подсобного производственного назначения;** к этим объектам относят корпус вспомогательных цехов, базисный склад (цех) шихтовых и формовочных материалов, склад масел, химикатов и крепителей, склад резервного топлива, инженерно-лабораторный корпус, вычислительный центр, профессионально-техническое училище, профилакторий, столовую.

В состав корпуса вспомогательных цехов входят: модельный цех с участками деревянных, металлических и пластмассовых моделей; ремонтно-строительный цех; ремонтно-механический цех с участками кузнечным и термическим; инструментальный цех; цех предварительной обработки отливок с участками старения, очистки, грунтовки и исправления дефектов отливок; электро-ремонтный цех с мастерскими по ремонту контрольно-измерительных приборов, а также склады моделей, металла и литья; главный магазин.

Базисный склад формовочных и шихтовых материалов включает в себя приемно-раздаточный блок для песка и кокса; участки подготовки формовочных и шихтовых материалов, копер, а также отделение регенерации горелой земли.

**Объекты энергетического хозяйства;** к ним относят заводскую трансформаторную подстанцию, котельную, станции: компрессорную, кислородно-газификационную, ацетиленовую.

**Объекты транспортного хозяйства и связи** — транспортные средства завода, внеплощадочные и внутриплощадочные ж.-д. пути и автодороги, гараж, депо, внеплощадочные и внутриплощадочные средства связи, сигнализации и радиофикации.

**Сети и сооружения водоснабжения, канализации, теплофикации и газификации.** Сюда входят сети и сооружения водопровода и канализации с насосными станциями; градирни, пруд-шламоотстойник, газорегуляторный пункт, межцеховой пневмотранспорт.

Рекомендуется принимать площадь отдельных вспомогательных производств ( $m^2$ ), приходящуюся на 1 тыс. т годового выпуска:

Модельный цех (включая дерево-, металл- и пластмассомодельное производство)	60—80
Ремонтно-механический цех	30—35
Ремонтно-строительный цех	5—7
Инструментальный цех	4—5
Цех предварительной обработки отливок с участком старения	45—50
Склад моделей	60—80

Главный магазин . . . . .	10—15
Склад отливок и экспедиция . . . . .	30—40
Базисный склад шихтовых и формовочных материалов . . . . .	110—130
Электроремонтный цех . . . . .	4—5
Ремонтно-строительный цех . . . . .	6—7
Склад металла . . . . .	3—4
» оборудования . . . . .	3—4

Основные положения по проектированию литейных заводов следующие.

Объекты основного производственного назначения следует проектировать с учетом их оптимальной мощности, обеспечивающей окупаемость капитальных вложений в нормативные сроки.

Организация литейных цехов должна предусматривать полный законченный цикл производства от плавки до очистки и грунтовки отливок включительно.

Необходимо предусматривать соответствующим образом организованные заводские ремонтные службы для возможности удобного проведения ремонтных работ, объем которых возрастает с ростом уровня механизации и автоматизации. Следует проектировать специальные транспортные устройства для монтажа и демонтажа тяжелого оборудования.

На литейных заводах, в состав которых входят несколько специализированных литейных цехов, рекомендуется проектировать хранение исходных сырьевых материалов на централизованных базисных складах; для сокращения трасс грузопотоков все складские помещения стремятся располагать вблизи литейных цехов в соответствии со строительными нормами и правилами. Для подачи сухих формовочных материалов с базисного склада в литейные цехи следует применять пневмотранспорт. Для подачи шихты используют автомобильный транспорт, при этом необходимо обеспечить концентрацию СО в пределах, допустимых санитарными нормами.

Все вспомогательные общезаводские службы литейного завода — модельный цех, склад моделей, ремонтный цех и т. д. рекомендуется блокировать в одном корпусе — корпусе вспомогательных цехов. Все энергетические службы — котельную, компрессорную и т. д. следует блокировать в одном здании — энергоблоке.

В связи с возросшими требованиями машиностроительных заводов к качеству отливок при проектировании литейных заводов рекомендуется организовывать в некоторых случаях (для ответственных отливок высокоточных машин и механизмов) цехи по предварительной механической обработке отливок, особенно крупных чугуновых с последующим искусственным старением и грунтовкой. Такие цехи могут быть как отдельно стоящими, так и блокированными (например, в корпусе вспомогательных цехов). Объем предварительной механической обработки отливок определяется заданием на проектирование и в зависимости от специализации завода может достигать 40%.

В составе литейного завода рекомендуется предусматривать экспериментальный цех

для освоения и отладки новых технологических процессов, литейной оснастки, оборудования, а также производства единичных отливок со сложным технологическим процессом изготовления.

На начальных стадиях проектирования должны быть предусмотрены специально организованные площадки для размещения трансформаторных подстанций, пультов управления, вентиляционного оборудования и основные проезды и проходы.

При разработке проектов генпланов литейных заводов необходимо руководствоваться следующими основными положениями.

1. Заводская площадка должна иметь санитарно-защитную зону в соответствии с действующими санитарными нормами следующих размеров (м):

Производство фасонного чугунового литья в количестве, тыс. т/год:	
≥ 100 . . . . .	1000
20—100 . . . . .	500
10—20 . . . . .	300
Производство чугунового и стального литья в количестве до 10 тыс. т/год (цехи в составе предприятий металлообрабатывающей промышленности) . . . . .	100

Расположение заводской площадки должно обеспечивать:

наиболее короткие подъездные ж.-д. пути и автодороги;

минимальные затраты на электроснабжение, водопровод, канализацию и прочие сети и коммуникации;

удаление вредных выделений в направлении от жилого массива;

минимально допустимое с обеспечением санитарно-защитной зоны расстояние до жилого массива.

2. Все объекты строительства завода должны быть размещены с учетом четкого зонирования по их технологическим, производственным, транспортным признакам и степени вредности.

Все объекты литейного производства рекомендуется располагать в одной зоне с таким расчетом, чтобы заводские внутриплощадочные ж.-д. пути (если они вводятся непосредственно в литейные цехи) не пересекались с людскими потоками.

Объекты подсобного производственного назначения: базисный склад шихты и формовочных материалов; склады стройматериалов, крепежелей, литья, паровозное депо располагают в месте наибольшего развития ж.-д. путей за зоной литейных цехов.

Объекты, не связанные с ж.-д. транспортом и менее вредные по своим производственным признакам, следует располагать в зоне, примыкающей к главному входу.

В предзаводской зоне располагают инженерный корпус с заводоуправлением, профтехучилище, заводскую столовую-заготовочную, проходную, стоянку автомототранспорта.

Заводскую котельную с мазутохранилищем размещают в обособленной зоне площадки и обеспечивают подъездными ж.-д. путями.

Компрессорную станцию располагают преимущественно около литейных цехов — основных потребителей сжатого воздуха. Около компрессорной станции размещают градирню.

В некоторых случаях котельную объединяют с компрессорной станцией в энергоблок.

3. Для более компактного расположения зданий на генплане рекомендуется проводить блокирование цехов и служб, допуская лишь это по своей технологической направленности (например, объединение в одном корпусе цехов ремонтно-механического, инструментального, кузнечного, термического и т. д.).

Однако необходимо придерживаться оптимальных пределов блокирования зданий, не причиняя ущерба условиям труда, обеспечивая возможности проветривания цехов и озеленения территории завода. Бытовые помещения целесообразно выполнять отдельно стоящими с теплыми переходами в производственные цехи.

4. Генпланом завода должна быть предусмотрена развитая сеть асфальтированных дорог, так как основным внутризаводским транспортом являются электрокары, автопогрузчики, автомобили. Основные показатели генпланов литейных заводов приведены в табл. 1.

профиля специализации (центролитов) оказалось возможным, как и при проектировании отраслевых литейных заводов, широко применять принцип типизации проектов. Имея в виду технологический принцип специализации, унификацию производственной программы производили на основании анализа групп отливок, объединенных не только по массе отливки, но главным образом по общности технологического процесса. При выборе мощности центролитов принимают во внимание потребность отрасли и экономического района в отливках, приведенную к соответствующим оптимальным мощностям. При этом кооперирование с соседними экономическими районами рассчитывают в каждом отдельном случае.

Из соображений типизации строящиеся и уже построенные центролиты второй группы скомплектованы в основном из следующих типовых цехов: цеха мелкого чугунного литья с массой отливки до 100 кг, мощностью 25—30 тыс. т, цеха среднего чугунного литья с массой отливки 100—1000 кг, мощностью 30—35 тыс. т, цеха крупного чугунного литья с массой отливки 1—20 т, мощностью 20—25 тыс. т, цеха фасонного стального литья с массой отливки до 5 т, мощностью 30 тыс. т, цеха стального литья по выплавляемым моделям мощностью 2—4 тыс. т.

1. Основные показатели генпланов литейных заводов

Показатели	Единица измерения	Мелкосерийное производство		Крупносерийное и массовое производство	
		Абсолютное значение	на 1 га	Абсолютное значение	на 1 га
Выпуск продукции . . . . .	тыс. т	127,0	3,8	211,0	4,2
Площадь территории . . . . .	га	33,9	1,0	50,2	1,0
Коэффициент застройки . . . . .	%	42,3	—	41,6	—
Грузооборот внутризаводского безрельсового транспорта . . . . .	тыс. т/год	369,0	—	—	—
Автодорожные покрытия на площадке . . . . .	тыс. м <sup>2</sup>	39,0	1,15	58,1	1,16
Внутризаводские ж.-д. пути . . . . .	км	3,8	0,11	3,9	0,078
Ограждение территории . . . . .	м	2620	77,0	3700	74,5
Объем земляных работ:	м <sup>3</sup>				
выемка . . . . .		265 130	7800	—	—
насыпь . . . . .		263 580	7700	—	—

## ТИПИЗАЦИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЗАВОДОВ

Типизация литейных заводов имеет целью сокращение объема проектных работ, повышение их качества, а также создание единых технических решений.

Специализация позволяет применять типовые проекты цехов или даже их блоков и перейти на практике к типизации заводов. Методика типизации заключается в следующем. Для определения характера и объема производственной программы литейных заводов анализируют потребности в отливках действующих или проектируемых заводов в пределах экономического района. В результате анализа получают программу, которую можно привести к принятым типовым оптимальным мощностям. При проектировании литейных заводов технологического

и цеха чугунного литья в оболочковые формы мощностью 5—7 тыс. т.

Приведенный состав литейных заводов можно менять и дополнять в зависимости от потребности экономического района. Например, можно добавить цех ковкого чугуна мощностью 20—25 тыс. т/год или цех цветного литья мощностью 6 тыс. т/год и, наоборот, исключить любой из составляющих типовых цехов.

Унификация объемно-планировочных решений литейных цехов и их типизация приводят к унификации генпланов заводов. На рис. 2 показаны сравнительные схемы генпланов литейных заводов межотраслевого назначения (центролитов). Из этих схем видно, что каждый завод представляет собой в основном набор типовых производственных и вспомогательных цехов с добавлением тех

нетиповых объектов, которые требуются в каждом конкретном случае в зависимости от нужд отрасли и экономического района.

Готовую продукцию отправляют ж.-д. транспортом. Формовочные материалы из силосного склада в литейные цехи подаются ленточными конвейерами.

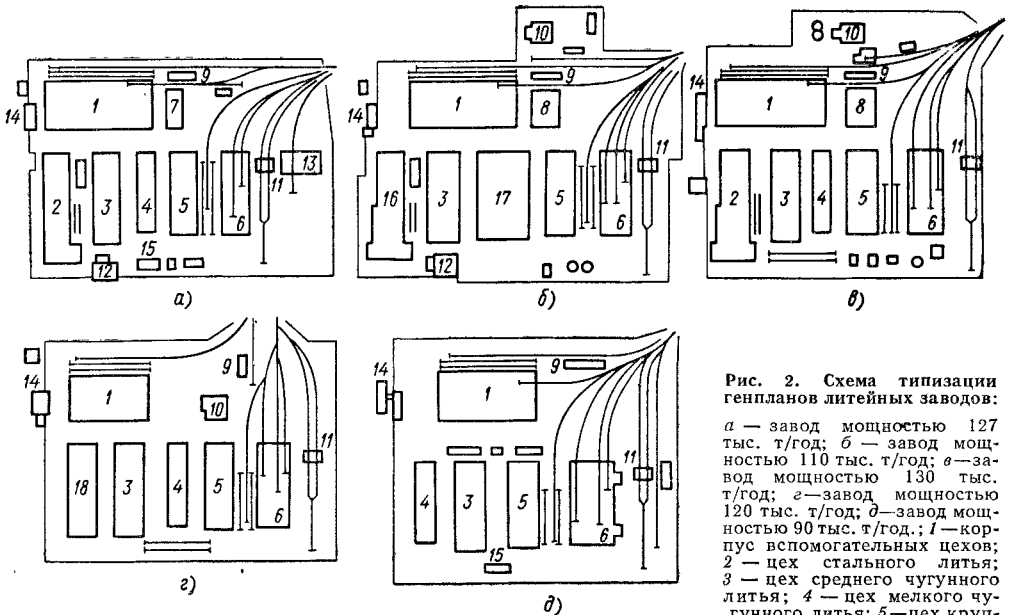


Рис. 2. Схема типизации генпланов литейных заводов:

а — завод мощностью 127 тыс. т/год; б — завод мощностью 110 тыс. т/год; в — завод мощностью 130 тыс. т/год; г — завод мощностью 120 тыс. т/год; 1 — корпус вспомогательных цехов; 2 — цех стального литья; 3 — цех среднего чугуна литья; 4 — цех мелкого чугуна литья; 5 — цех крупного чугуна литья; 6 — базисный цех шихты и формовочных материалов; 7 — цех стального литья по выплавляемым моделям; 8 — корпус специальных способов литья; 9 — склад масла, химикатов и крепежей; 10 — энергетический блок; 11 — приемно-раздаточный блок; 12 — главная понижающая подстанция; 13 — складской корпус; 14 — инженерно-лабораторный корпус; 15 — компрессорная станция; 16 — цех алюминиевого литья; 17 — цех ковкого чугуна и единичного литья; 18 — цех высокопрочного чугуна

**ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

Схема генплана литейного завода (Гипростанок) мощностью 127 тыс. т/год показана на рис. 3.

Передача шихтовых материалов из базисного цеха шихты предусмотрена автотранспортом, а перемещение формовочных материалов из склада в литейные цехи — пневмотранспортом. Отличительной чертой этого генплана является отсутствие котельной, так как теплом завод будет снабжать городская ТЭЦ. Общая площадь территории завода составляет 39,8 га, коэффициент застройки 0,43, число работающих 4280, в том числе рабочих 3420. Установленная мощность 64 620 кВт. Годовой выпуск литья на одного работающего 27,4 т, на одного рабочего 34,4 т.

Схема генплана специализированного литейного завода мощностью 150 тыс. т/год по выпуску отливок из серого чугуна для заводов химического, компрессорного и насосного машиностроения показана на рис. 4. Здесь принято иное по сравнению с предыдущей схемой решение снабжения шихтовыми материалами отдельных цехов из складского корпуса — ж.-д. транспортом.

Основные показатели завода следующие:

Площадь территории, га	16
Коэффициент застройки	0,35
Установленная мощность, кВт	18 480
Число работающих	2638
» рабочих	2083
Выпуск на одного работающего, т/год	31,9
» » рабочего, т/год	40,4

Другой принцип организации литейного производства заложен в основу планировки централизованного чугунолитейного завода (рис. 5) мощностью 88 тыс. т/год. Здесь цикл производства рассредоточен в двух производственных корпусах — основном литейном 1 и обрубно-очистном 2.

Основные данные по заводу:

Площадь территории, га	37,3
Коэффициент застройки	0,32
Число работающих	3150
» рабочих	2400
Трудоемкость изготовления 1 т литья, человеко-часов	14,4

Схема генплана литейного завода мощностью 53 тыс. т/год показана на рис. 6. Эта схема представляет интерес потому, что на ней наглядно представлен вариант еще более глубокого разделения полного цикла производства на отдельные специализированные производства (плавка, формовка, обрубка), в соответствии с чем и организованы самостоятельные корпуса — плавильный, формовочный, обрубной.

## Основные данные по заводу

Площадь территории, га	24,4
Коэффициент застройки	0,4
Число работающих	2650
» рабочих	2100
Установленная мощность, кВт	41 700
Выпуск на одного работающего, т/год	20,6
» » 1 м <sup>2</sup> площади, т	0,92

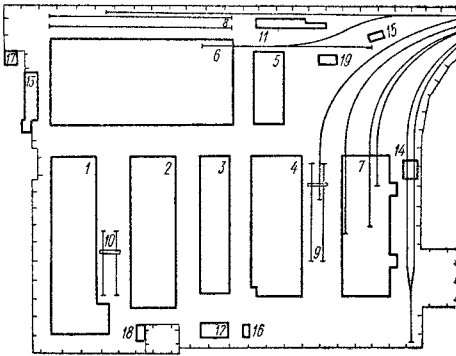


Рис. 3. Схема генплана литейного завода (центро-лито):

1 — сталелитейный цех; 2 — цех среднего чугунолития; 3 — цех мелкого чугунолития; 4 — цех крупного чугунолития; 5 — цех литья по выплавляемым моделям; 6 — корпус вспомогательных цехов; 7 — базисный цех шихты и формовочных материалов; 8 — площадка для пилотматериалов и оборудования; 9 — эстакада для отливок и опок; 10 — площадка козловой крана; 11 — склад химикатов и крепителей; 12 — компрессорная станция; 13 — инженерный корпус с проходными; 14 — приемо-раздаточный блок; 15 — кислородно-газификационная станция; 16 — столовая; 17 — трансформаторная подстанция; 18 — мазутохранилище с насосной

Схема генплана чугунолитейного завода (рис. 7) отличается от всех предыдущих неправильной формой заводской площадки и

иным принципом размещения основных производственных корпусов. Здесь отдельные передель технологического процесса (смесеприготовление и обрубка) также выделены в самостоятельные корпуса. Отличительной особенностью является и то, что на заводе для плавки чугуна вместо вагранок применены электрические индукционные печи промышленной частоты.

## Основные данные по заводу:

Выпуск отливок, тыс. т/год	114
из них:	
крупных	34
средних	40
мелких	40
Площадь территории, га	24,9
Коэффициент застройки	0,44
Число работающих	3470
» рабочих	2650
Установленная мощность, кВт	81 600
Выпуск отливок на одного работающего, т/год	38,0
Выпуск отливок на 1 м <sup>2</sup> площади, т	1,1

Литейный завод по выпуску чугунолития и стального литья показан на рис. 8. Годовой выпуск литья 155 тыс. т, в том числе: мелкого чугунолития 40 тыс. т, среднего чугунолития 50 тыс. т, чугунолития в оболочковые формы 10 тыс. т, стального в земляные формы 50 тыс. т, стального по выплавляемым моделям 5 тыс. т.

## Основные данные по заводу:

Площадь территории, га	69,9
Коэффициент застройки	0,37
Число работающих	6620
» рабочих	5290
Установленная мощность, кВт	132 250
Выпуск отливок на одного работающего, т/год	23,4
Выпуск отливок на 1 м <sup>2</sup> , т	0,55

В качестве примера решения генплана сталелитейного завода на рис. 9 дана схема завода на выпуск 60 тыс. т/год, в том числе легированного 20 тыс. т. Характерной особенностью решения схемы генплана является

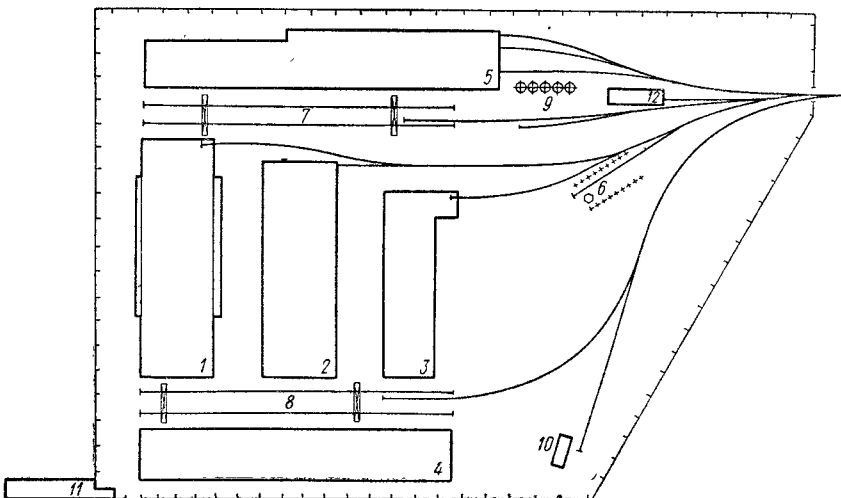


Рис. 4. Схема генплана литейного завода («Укрспромаш»):

1 — цех тяжелого литья; 2 — цех среднего литья; 3 — цех мелкого литья; 4 — блок вспомогательных цехов; 5 — складской корпус; 6 — копровый цех; 7 — склад опок; 8 — склад отливок; 9 — силосный склад сухого песка; 10 — склад огнеопасных материалов; 11 — инженерно-лабораторный корпус; 12 — тепловозное депо

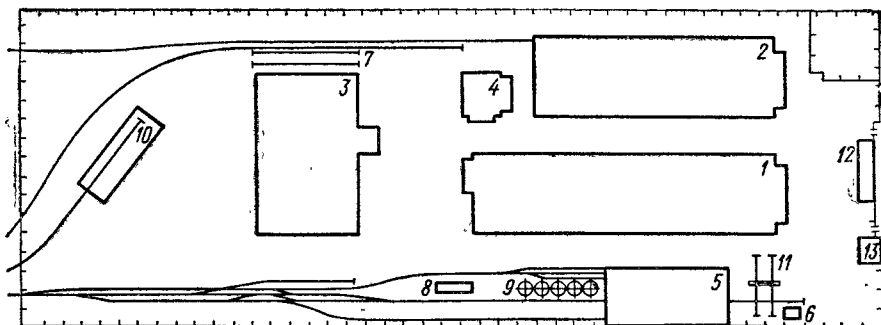


Рис. 5. Схема генплана централизованного чугунолитейного завода («Гипрохиммаш»):  
 1 — литейный цех; 2 — обрубно-очистной цех; 3 — блок вспомогательных цехов; 4 — котельная и компрессорная; 5 — склад формовочных и шихтовых материалов; 6 — склад крепежелей; 7 — склад металла; 8, 9 — склады песка; 10 — скрапоразделочная база; 11 — склад опок; 12 — инженерно-лабораторный корпус; 13 — столовая

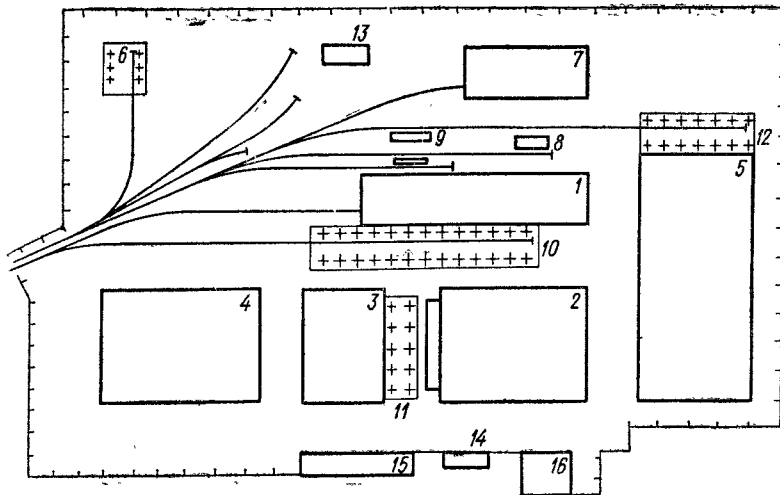


Рис. 6. Схема генплана литейного завода («Укргипромаш»):  
 1 — плавильный корпус; 2 — формовочный корпус; 3 — обрубной корпус; 4 — корпус вспомогательных цехов; 5 — корпус литья для гидроаппаратуры; 6 — копровый цех; 7 — склад; 8 — склад вспомогательных материалов; 9 — склад крепежелей; 10 — склад литья и опок; 11 — склад крупных отливок; 12 — склад отливок гидроаппаратуры; 13 — котельная; 14 — инженерно-административный корпус; 15 — бытовой корпус; 16 — столовая

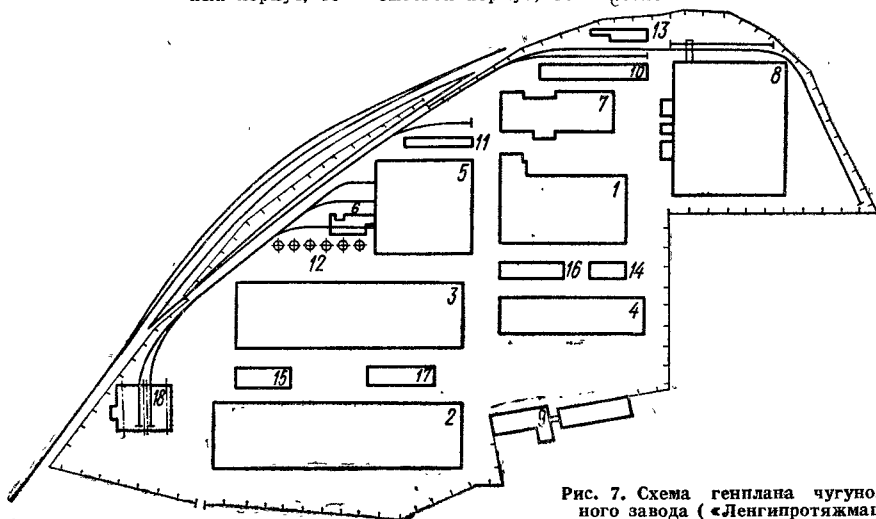


Рис. 7. Схема генплана чугунолитейного завода («Ленгипротяжмаш»):  
 1 — цех крупного чугунолитейного; 2 — цех среднего чугунолитейного; 3 — цех мелкого чугунолитейного; 4 — цех обрубки и грунтовки литья; 5 — смесеприготовительный цех; 6 — отделение разгрузки песка; 7 — модельный цех; 8 — корпус вспомогательных цехов; 9 — инженерно-лабораторный корпус; 10 — блок складов; 11, 12 — склад формовочных материалов; 13 — склад крепежелей; 14 — компрессорная; 15 — углекислотный цех; 16, 17 — бытовые; 18 — копровый цех

объединение в едином производственном корпусе не только сталелитейного производства, но также и модельного хозяйства, складских помещений, вспомогательного цеха и др.

литья мощностью 105 тыс. т/год и с максимальной массой отливки 250 кг, цех среднего чугунного литья мощностью 50 тыс т/год, с максимальной массой отливки 1000 кг,

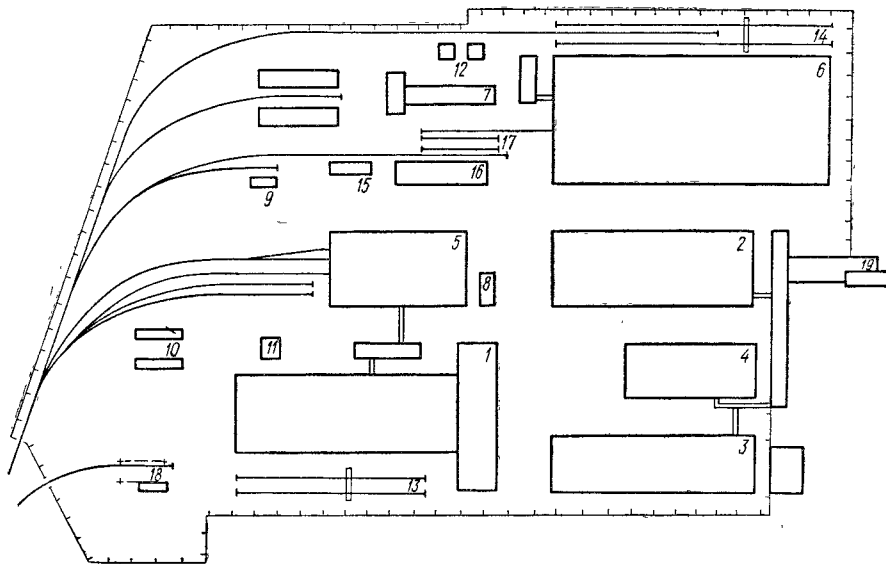


Рис. 8. Схема генплана литейного завода («Ленгипротяжмаш»):

1 — цех стального литья; 2 — цех среднего чугунного литья; 3 — цех мелкого чугунного литья; 4 — блок цехов специальных видов литья; 5 — цех подготовки формовочных и шихтовых материалов; 6 — блок вспомогательных цехов; 7 — энергетический блок; 8 — компрессорная; 9 — кислородная станция; 10 — ацетиленовая станция; 11 — центральная холодильная станция; 12 — сооружения производственно-противопожарного водопровода; 13 — склад опок; 14 — склад готовой продукции; 15 — склад масел и химикатов; 16 — блок складов; 17 — склад леса; 18 — копровый цех; 19 — инженерно-лабораторный корпус

В качестве примера обособленного завода, специализированного на выпуск не только литых заготовок, но и сварных, на рис. 10

блок цехов крупного чугунного и стального литья мощностью 45 тыс.т/год, блок цехов специальных видов литья с общим выпуском

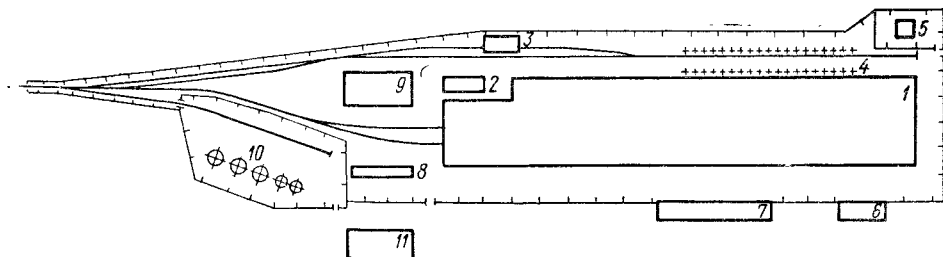


Рис. 9. Схема генплана сталелитейного завода («Гипрохиммаш»):

1 — главный корпус в составе: сталелитейный цех, склад основных материалов, модельный цех, склад моделей, вспомогательный цех, главный магазин, ЦИС, стоянка электротранспорта; 2 — склад сухого песка; 3 — разгрузка сырого песка с галерей; 4 — открытая крановая эстакада — склад литья, металла и оснастки; 5 — ацетиленовая станция; 6 — административно-бытовой корпус; 7 — лабораторно-бытовой корпус; 8 — склад масел и химикатов; 9 — корпус в составе: кислородная станция, компрессорная станция, насосная оборотного водоснабжения; 10 — склад мазута; 11 — котельная

показана схема генплана завода стального и чугунного литья и сварных машиностроительных конструкций на выпуск 230 тыс. т/год литья и 135 тыс. т/год металлоконструкций.

В состав литейного производства завода входят: сталелитейный цех тракторного

30 тыс. т/год, площадь территории завода 126,8 га, площадь застройки 33,7 га, коэффициент застройки 0,30.

Проектное решение схемы генплана централизованного литейного завода межотраслевого характера специализации пока-

зано на рис. 11. В основу планировочных решений генплана положен принцип создания производств с полным законченным технологическим циклом от плавки до очистки

завода, который приближается по своим решениям к заводам крупносерийного и массового производств. Мощность завода 188 тыс. т/год отливок, в том числе 125 тыс. т чугунных и 63 тыс. т стальных, включая 30 тыс. т из марганцовистой стали. Площадь территории завода 84 га.

Все внутризаводские перевозки выполняются автотранспортом, а подача формовочных материалов — пневмотранспортом.

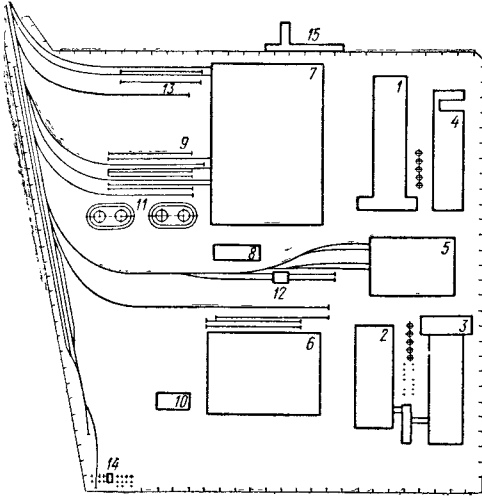


Рис. 10. Схема генплана завода стального и чугунного литья и сварных металлоконструкций («Ленгипротяжмаш»):

- 1 — сталефасонный цех; 2 — цех среднего чугуна и стального литья; 3 — блок цехов крупного чугуна и стального литья; 4 — блок цехов специальных видов литья; 5 — блок складов шихты и формовочных материалов; 6 — блок вспомогательных цехов; 7 — блок цехов машиностроительных конструкций; 8 — энергетический блок; 9 — открытый склад готовой продукции; 10 — открытый склад лесоматериалов; 11 — склад мазута; 12 — разгрузочные устройства; 13 — открытый склад металла; 14 — участок разделки шлака и копер; 15 — инженерно-административный корпус

и грунтовки отливок включительно, с выделением термообработки в отдельном корпусе. Это предопределяет возможность ввода в эксплуатацию мощностей очередями и ра-

Ниже даны примеры проектных решений литейных заводов, крупносерийного и массового производств, специализированных по отраслевому признаку.

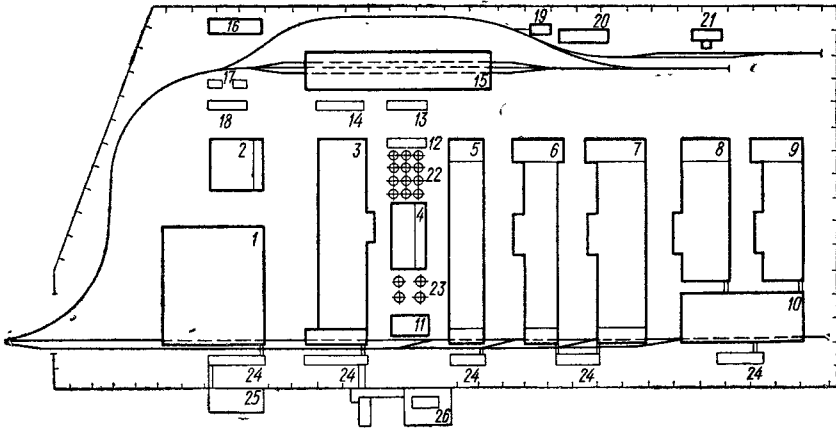


Рис. 11. Схема генплана литейного завода («Гипростанок»):

- 1 — корпус вспомогательных цехов; 2 — главная понизительная подстанция; 3 — цех мелкого чугуна литья; 4 — цех подготовки песка; 5 — экспериментально-ремонтный цех; 6 — цех литья из углеродистой стали; 7 — цех литья из марганцовистой стали; 8 — цех крупного чугуна литья; 9 — цех средней чугуна литья; 10 — цех предварительной обработки отливок из серого чугуна; 11 — складской корпус; 12 — компрессорная станция; 13 — открытая стойка автомобилей; 14 — гараж; 15 — базисный цех шихтовых и формовочных материалов; 16 — насосная станция производственного водоснабжения; 17 — градирни; 18 — насосная станция водооборотной системы; 19 — локомотивное депо; 20 — котельная; 21 — насосная станция перекачки мазута; 22 — силовые башни; 23 — отделение регенерации песка; 24 — бытовые помещения; 25 — профессионально-техническое училище; 26 — инженерно-лабораторный корпус

циональную организацию труда, обеспечивающую надлежащее качество отливок.

В составе завода предусмотрено сочетание производств разносерийного характера. Это нашло свое отражение в схеме генплана

Схема генплана специализированного литейного завода по производству отливок автомобильных частей мощностью 200 тыс. т/год показана на рис. 12. Площадь территории завода 61 га.



Схема генплана литейного завода по производству отливок для автомобилестроения показана на рис. 13. Выпуск завода состав-

Общая площадь территории завода 50,2 га, коэффициент застройки 0,41, коэффициент использования территории 0,66.

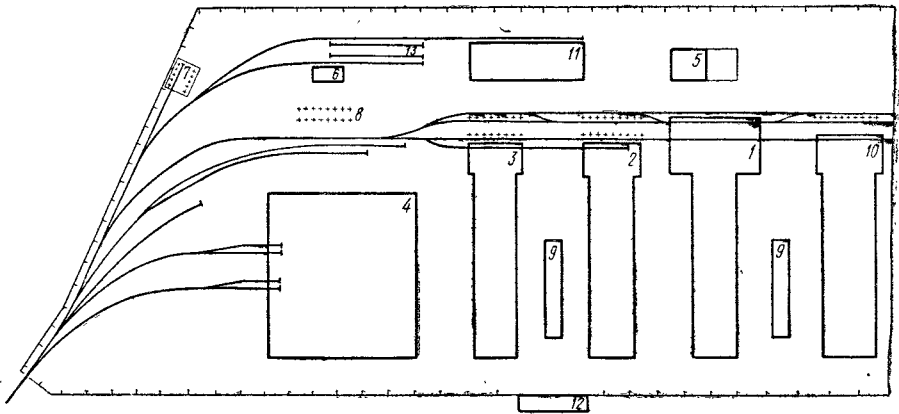


Рис. 12. Схема генплана литейного завода по производству отливок автомобильных запчастей («Гипро-автопром»):

1 — цех стального литья; 2 — цех литья из ковкого чугуна; 3 — цех литья из серого чугуна; 4 — блок цехов (цех мелкосерийного литья, склад формовочных и огнеупорных материалов, склад готовой продукции, материальный склад, вспомогательные цехи); 5 — энергетический блок; 6 — склад масел и химикатов; 7 — копровый цех; 8 — блок цехов (разгрузочный узел, склад кокса); 9 — корпуса служебно-бытовых помещений; 10 — цех литья из серого чугуна; 11 — корпус складов; 12 — административный корпус; 13 — погрузо-разгрузочная площадка

ляет 360 тыс. т/год, в том числе из серого чугуна 150 тыс. т, из ковкого чугуна 100 тыс. т, из стали 100 тыс. т. Общая пло-

Технико-экономические показатели ряда специализированных литейных заводов разных мощностей отраслевого и межотрасле-

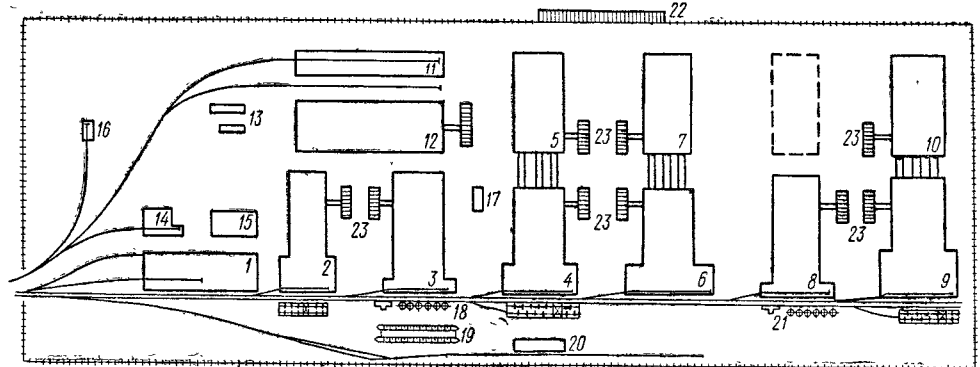


Рис. 13. Схема генплана крупного литейного завода по производству отливок автомобильных частей («Гипроавтопром»):

1 — корпус переработки металлолома и стружки и склад огнеупоров; 2 — цех мелкосерийного литья; 3, 8 — стержневые корпуса; 4 — литейный цех серого чугуна; 5 — корпус очистки и термообработки литья цеха серого чугуна; 6 — цех стального литья; 7 — корпус очистки и термообработки цеха стального литья; 9 — литейный корпус цеха ковкого чугуна; 10 — корпус очистки и термообработки литья цеха ковкого чугуна; 11 — цех комплектации и отправки литья; 12 — корпус вспомогательных цехов; 13 — ацетиленовая станция; 14 — мазутохранилище; 15 — котельная; 16 — копровое отделение; 17 — компрессорная; 18, 21 — склад сухого песка; 19 — склад кокса и известняка; 20 — склад масел и химикатов; 22 — административный корпус; 23 — бытовые помещения

щадь территории завода 118 га, коэффициент застройки 0,32.

Схема генплана сталелитейного завода по выпуску запасных частей для тракторостроения показана на рис. 14. Мощность завода составляет 240 тыс. т/год, в том числе литье из марганцовистой стали и литье по выплавляемым моделям.

все направления специализации приведены в табл. 2 и 3.

Компоновочные схемы ряда зарубежных литейных заводов крупносерийного и массового производства, построенных в последние годы, описаны ниже.

Планировочная схема литейного завода «Темз» (Англия) показана на рис. 15. Мощ-

ность завода 100 тыс. т/год отливок для автомобильных и тракторных двигателей. Литейные цехи размещены в двухэтажных малопролетных зданиях большой длины.

прочного чугуна для тракторной промышленности, показана на рис. 16. Выпуск завода 270 тыс. т/год. Общая площадь территории завода 162 га. Площадь литейного корпуса

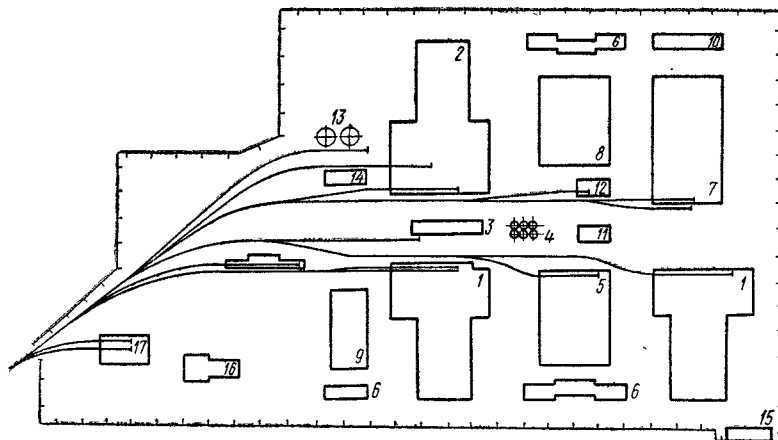


Рис. 14. Схема генплана сталелитейного завода тракторных запчастей («Гипронихимаш»):

1 — цех литья из марганцовистой стали; 2 — цех литья из углеродистой стали; 3 — блок складов; 4 — силосный склад песка; 5 — цех термообработки и обрубки литья из марганцовистой стали; 6 — бытовые корпуса; 7 — блок механического и вспомогательных цехов; 8 — цех литья из углеродистой стали; 9 — цех точного стального литья; 10 — кислородная станция; 11 — компрессорная; 12 — отделение приготовления глины; 13 — склад мазута; 14 — склад масел и химикатов; 15 — лабораторный корпус; 16 — котельная; 17 — транспортный цех

В верхних этажах размещены основные производственные помещения, в нижних — склады, вспомогательные службы, мастерские конторы, экспедиция и др.

Компоновочная схема чугунолитейного завода фирмы «Катерпиллар» (США), выпускающего отливки из серого и высоко-

93 000 м<sup>2</sup>. Здание корпуса построено из бетонных плит, стены облицованы алюминиевыми листами. Конторские помещения, модельный цех, столовая и другие помещения оборудованы установками для кондиционирования воздуха. Доставка в корпус исходных формовочных и шихтовых мате-

2. Техничко-экономические показатели проектов литейных заводов мелкосерийного производства

Показатели	Мощности литейных заводов, тыс. т							
	53	60	93	110	127	150	188	235
Годовой выпуск отливок, тыс. т								
из серого чугуна	53	—	93	90	90	100	125	95
из стали	—	60	—	—	37	30	63	140
из ковкого чугуна	—	—	—	20	—	20	—	—
Число работающих	2 653	2 336	2 938	3 518	4 464	4 960	6 178	11 026
в том числе рабочих	2 096	1 793	2 281	2 696	3 626	3 990	4 932	8 989
Установленная мощность токоприемников, кВт	41 727	50 450	39 375	43 051	78 736	62 100	126 400	280 000
Энерговооруженность одного рабочего, кВт	19,9	28,1	16,2	16,0	21,7	18,9	25,6	31,2
Площадь заводской территории, га	24,4	12,4	45,0	32,8	34,4	40,4	85,0	126,0
Коэффициент застройки	0,4	0,49	0,29	0,4	0,46	0,44	0,38	0,37
Развернутая площадь зданий, м <sup>2</sup> (без эстакад)	88 907	87 104	144 333	132 461	228 000	220 842	341 600	376 214
Годовой выпуск на одного рабочего, т	26,1	33,5	40,5	40,8	35,0	37,4	38,1	41,1
Годовой выпуск на 1 м <sup>2</sup> общей развернутой площади всех зданий, т	0,61	0,69	0,64	0,83	0,56	0,68	0,54	0,98
Развернутая площадь зданий на одного рабочего, м <sup>2</sup>	42,4	48,6	63,4	49,0	62,9	55,3	69,5	41,8
Развернутая площадь зданий на 1 т годового выпуска, м <sup>2</sup>	1,63	1,45	1,56	1,2	1,8	1,48	1,8	1,6

**3. Техничко-экономические показатели проектов литейных заводов крупносерийного производства**

Показатели	Мощности литейных заводов, тыс. т		
	215	360	300
Годовой выпуск отливок, тыс. т:			
из серого чугуна	85	155	200
из стали . . . . .	75	105	—
из ковкого чугуна	55	100	100
Число работающих в том числе рабочих	4 314	8 703	7 730
Установленная мощность токоприемников, кВт	3 536	6 919	6 455
Энерговооруженность одного рабочего, кВт	80 116	194 972	146 800
Площадь заводской территории, га	22,7	28,2	22,8
Коэффициент застройки	41,5	129	62,97
Развернутая площадь зданий, м <sup>2</sup> (без эстакад)	0,32	0,3	0,36
Годовой выпуск на одного рабочего, т	165 430	386 730	318 000
Годовой выпуск на 1 м <sup>2</sup> общей развернутой площади всех зданий, т	58,2	51,6	46,32
Развернутая площадь зданий на одного рабочего, м <sup>2</sup>	1,21	0,92	0,945
Развернутая площадь зданий на 1 т годового выпуска, м <sup>2</sup>	48,1	55,9	49,3
	0,83	1,08	1,06

риалов ж.-д. транспортом. Плавка металла — в тигельных индукционных печах промышленной частоты.

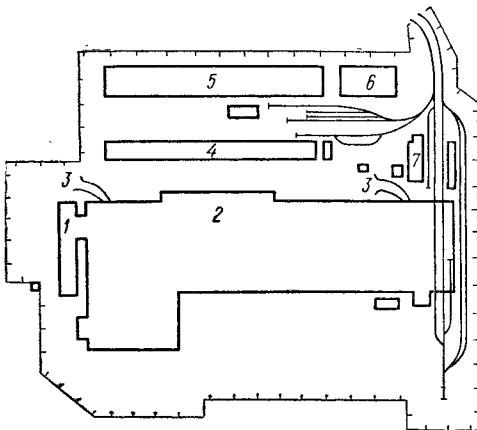


Рис. 15. Планировочная схема литейного завода «Темза» (Англия):

1 — административно-бытовой блок; 2 — литейный корпус; 3 — пандус; 4 — корпус вспомогательных цехов и обрубной цех; 5 — модельный цех; 6 — склад; 7 — отстойный бассейн

Площади корпуса рассчитаны на дополнительную установку оборудования, в результате чего выпуск заводом отливок может быть доведен до 300 тыс. т/год.

Компоновочная схема одного из самых больших в мире литейных заводов, выпускающего отливки из серого и высокопрочного чугуна фирмы «Форд Мотор К<sup>о</sup>», показана на рис. 17. Завод выпускает блоки ци-

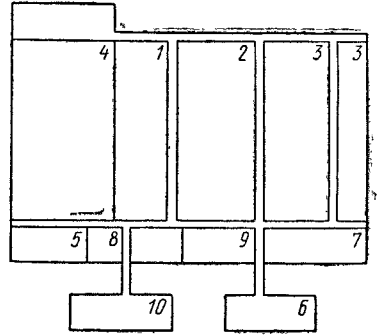


Рис. 16. Компоновочная схема литейного завода фирмы «Катерпиллар» (США):

1 — плавильное отделение; 2 — формовочное отделение; 3 — стержневое отделение; 4 — очистное отделение; 5 — экспедиция; 6 — модельный цех; 7 — склад моделей; 8 — лаборатория; 9 — ремонтная мастерская; 10 — конторско-бытовые помещения

линдров двигателей и другие детали для двигателей и ходовой части автомобилей. Общий годовой выпуск завода 320 тыс. т. Завод расположен на территории площадью

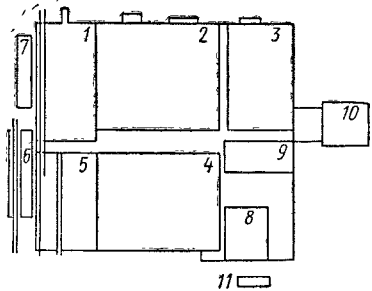


Рис. 17. Компоновочная схема литейного завода фирмы «Форд Мотор К» (США):

1 — плавильное отделение; 2 — формовочное отделение; 3 — стержневое отделение; 4 — очистное отделение; 5 — склад литья и экспедиция; 6 — склад шихты и формовочных материалов; 7 — система пилеулавливания; 8 — ремонтные мастерские; 9 — бытовые помещения; 10 — административные помещения; 11 — насосная станция, гараж

100 га, причем предусмотрена площадь (также 100 га) для будущего расширения завода. Литейный цех размещен в здании прямоугольной формы размером 366×302 м. Здание цеха одноэтажное, с подвалами глубиной до 5,5 м и антресолями, не имеет ни окон, ни фонарей.

Подача исходных шихтовых и формовочных материалов ж.-д. транспортом. Плавка металла — в дуговых электропечах. Все

формовочные линии на заводе имеют собственные участки изготовления стержней, смеси-приготовления, а также шихтовки и плавки, каждая такая линия представляет собой законченный производственный комплекс и может рассматриваться как отдельный цех. Управление производством автоматизировано с помощью пяти ЭВМ, которые выполняют операции по регистрации рабочих, контролю, работы приточно-вытяжной вентиляции, анализу дефектов отливок, контролю процесса плавки, подаче жидкого металла на заливку и т. д.

Особенность вентиляции на заводе заключается в том, что отсутствует мокрый метод очистки запыленного воздуха, используют только сухие матерчатые фильтры. Все пылеулавливающие установки корпуса соединены единой транспортной системой, которая подает пыль на центральный участок для брикетирования. В административном корпусе, бытовых помещениях, столовых, ме-

дицинских пунктах предусмотрено кондиционирование воздуха.

Практика проектирования и эксплуатации уже построенных литейных заводов показывает, что в дальнейшем по мере углубления и совершенствования форм специализации, проектирование специализированных литейных заводов целесообразно вести на основе устойчивых и экономических кооперированных связей.

Комплекс литейного завода должен быть освобожден от всех не свойственных ему или не связанных непосредственно с технологией литейного производства служб — заготовительных, складских, энергетических и т. д.

Хорошо налаженная кооперация позволяет освободить литейный завод от изготовления моделей, различной формообразующей оснастки, подготовки формовочных и шихтовых материалов, проведения сложных исследований и т. д.

1. Аксенов П. Н. Оборудование литейных цехов. М., «Машиностроение», 1968, 458 с.
2. Гальперин Н. Б. Специализация и комплексная механизация и автоматизация литейных цехов. М., «Машиностроение», 1964, 232 с.
3. Гольбин Я. А. Экономическая эффективность точного литья в машиностроении. Минск, «Наука и техника», 1964, 161 с.
4. Заславский М. Л., Шестопап В. М. Технология и оборудование литейного производства. Литье под давлением. Механизация и автоматизация. М., ВИНТИ, 1971, 178 с.
5. Литейные машины. Номенклатурный справочник. М., НИИМАШ, 1972, 56 с.
6. Любомирский И. С. Механизация и автоматизация набора и взвешивания шихты вагранки. М.—Л., «Машиностроение», 1969, 248 с.
7. Матвеев Н. А., Пепелин Б. А. Механизация и автоматизация литья по выплавляемым моделям. М., «Машиностроение», 1970, 32 с.
8. Новые районные литейные заводы СССР. В кн.: Материалы 32-го международного конгресса литейщиков. М., «Машиностроение», 1969, с. 187—200. Авт.: Белов В. С., Сахаров Г. М., Кнорре Б. В., Четверухин С. И.
9. Нормы технологического проектирования машиностроительных заводов. М., Министанкопром, 1970, 5—13 с; 113—207 с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени на машинную формовку литейных форм для чугуна, стального и цветного литья. Крупносерийное производство. Центральное бюро промышленных нормативов по труду при НИИтруда ГК СССР по вопросам труда и заработной платы. М., «Машиностроение», 1969, 47 с.
11. Общемашиностроительные нормативы времени на машинную и ручную формовку литейных форм для чугуна, стального и цветного литья. Серийное и мелкосерийное производство. Центральное бюро промышленных нормативов по труду при НИИтруда ГК СМ СССР по вопросам труда и заработной платы. М., «Машиностроение», 1967, 216 с.
12. Очистка литья М.—Л., «Машиностроение», 1969, 264 с. Авт.: Фомченко С. И., Балакин И. Я., Докторович А. С., Костров Л. Н.
13. Правила техники безопасности и производственной санитарии в литейном производстве машиностроительной промышленности. М., «Машиностроение», 1967, 71 с.
14. Проектирование комплексно-механизированных и автоматизированных крупнолитейных цехов. М., «Машиностроение», 1964, 323 с. Авт.: В. Н. Богданов, А. М. Липницкий, С. В. Руссиян, В. И. Свердлов, Н. П. Степанов.
15. Процессы гидроочистки литья, гидрорегенерации и гидрообогащения формовочных песков в литейном производстве. Материалы Всесоюзного совещания. М., НИИМаш, 1967, 152 с.
16. Раузов К. А. Проектирование обогатительных фабрик. М., «Недра», 1970, 591 с.
17. Рыбальченко Н. А. Проектирование литейных цехов. Харьков, Издательство Харьковского Университета, 1965, 306 с.
18. Санков И. И. Механизация и автоматизация абразивной обработки отливок. М., «Машиностроение», 1964, 176 с.
19. Спиваковский А. О., Дьячков В. К. Транспортирующие машины. М., «Машиностроение», 1968, 497 с.
20. Сравнительное исследование свойств чугунов выплавленных в индукционных печах и вагранках. Под ред. Н. Г. Гиришвича, Вильнюс «Минтис», 1972, 136 с.
21. Технологические и экономические основы литейного производства. М., «Машиностроение», 1974, 306 с. Авт.: Гольдин Я. А., Клебанер В. Я., Ращ П. П., Шестопап В. М.
22. Технология и оборудование литейного производства. Т. 5. Под ред. В. М. Шестопапа. М., ВИНТИ, 1973, 196 с. Авт.: Выгодский И. А., Прове Л. А., Серебrenникова Т. П., Чмель Т. В., Шестопап В. М., Щербаков К. Л.
23. Технологические основы автоматизации литейных процессов. Под ред. В. Б. Гуляева. М., «Наука», 1967, 176 с.
24. Шестопап В. М. Специализация и проектирование литейных цехов и заводов. Изд. 2-е. М., «Машиностроение», 1969, 328 с.
25. Шестопап В. М., Поляков Я. Т. Технология и оборудование литейного производства. М., ВИНТИ, 1969, 215 с.
26. Щербаков К. Л. Состояние литейного производства Японии. М., НИИИФормтяжмаш, 1969, 66 с.
27. Эталон технического проекта машиностроительного завода. Литейное производство—крупносерийное и массовое. Технологическая и транспортная части. М., Гипроавтопром, 1970, 93 с.
28. Эталон Технического проекта машиностроительного завода. Литейное производство—серийное и мелкосерийное. Технологическая и транспортная части. М., Гипростанок, 1970, 82 с.
29. Эталон технического проекта машиностроительного завода. Литейное производство—мелкосерийное и единичное. Технологическая и транспортная части. М., Гипротяжмаш, 1970, 79 с.

**А**

- Автоклавы 19  
 Автоматизированная линия для зачистки отливок блока цилиндров 143  
 Автоматическая карусельная установка «Роппер-верк» для изготовления стержней 111, 113  
 Автоматическая линия для изготовления оболочковых полуформ 175, 176  
 Автоматическая формовочная линия (фирмы) «Бадише машиненфабрик» 73  
 — «Вафоматик» 73  
 — «Генрих—Вагнер» 71  
 — «Гизаг» 73  
 — Горьковского автозавода 70  
 — «Диза» 72, 79, 80  
 — «Кюнцель—Вагнер» 71, 74, 75, 76  
 — НИИТАвтопром 70, 76, 77  
 — НИИТракторсельхозмаш 70, 76, 77  
 — «Споматик» 72, 76, 77  
 — «Цинмерман» 73  
 — «Эфко» 72  
 Автоматические формовочные линии  
 — Действительная производительность 63  
 — Коэффициент готовности 65  
 — Коэффициент загрузки 53  
 — Параметры и коэффициенты для расчета производительности 66  
 — Производительность паспортная 53  
 — Схемы компоновок 53, 61  
 — Технические характеристики 58  
 Автоматы формовочные 53  
 Агрегат автоматизированный для нормализации отливок 144  
 — обжига, заливки и охлаждения при литье по выплавляемым моделям 166, 167  
 Агрегаты автоматические для приготовления огнеупорной суспензии 159, 160, 161, 162  
 Алюминий сернокислый 210  
 Ангидрид хромовый 190  
 Аэраторы 127, 129  
 Аэрация цеха естественная 246

**Б**

- Баланс металла 26  
 Барабаны галтовочные 138, 145  
 — дробеметные 139, 145  
 Барда сульфатно-спиртовая 190  
 Башни силосные железобетонные — Размеры 198  
 Бегуны смешивающие 126, 127, 128  
 Бензорезы 212  
 Бентониты 190  
 Блок вагранок 12, 14  
 Блок-линии автоматизированные для изготовления стержней 111  
 Бункер для оборотной смеси 129  
 Бункер-компенсатор 125  
 Бункеры-отстойники для смеси 129

**В**

- Вагранка — конструкция 12  
 — Охлаждение пильного пояса 14  
 Вагранка с подогревом дутья и очисткой газов 13  
 — фирмы «Центрозап» (ПНР) 14  
 Вагранки — Применение 12

- Расчет производительности 27  
 Вакуум-фильтры 210  
 Вода — Удельный расход при плавке черных металлов 28  
 Воздух — Расход 272  
 — Температура подогрева для вагранок 12  
 Воздушно-электродуговая обработка отливок 136  
 Время на охлаждение форм 54, 55  
 — отбора жидкой углеродистой стали из раздаточных ковшей расчетное 48  
 Выбивка окон с крестовинами автоматическая 79  
 Выдержка в формах отливок из черных металлов — Нормы продолжительности 48, 54, 55, 56  
 Выпуск отливок с 1 м<sup>2</sup> площади цеха 271  
 Выход годного при плавке черных металлов 27

**Г**

- Газофлюсовая обработка отливок 136  
 Генплан завода стального, чугуноного литья и сварных конструкций 282, 283  
 Генплан литейного завода автомобилестроения мощностью 360 тыс. т в год 284  
 — межотраслевого назначения 282, 283  
 — мощностью 53 тыс. т в год 272, 281  
 — 127 тыс. т в год 279, 280  
 — 155 тыс. т в год 280, 282  
 — специализированного мощностью 150 тыс. т в год 279, 280  
 — 200 тыс. т в год 283, 284  
 Генплан сталелитейного завода мощностью 60 тыс. т в год 280, 282  
 — по выпуску тракторных запчастей мощностью 240 тыс. т в год 284  
 Генплан чугунолитейного завода мощностью 88 тыс. т в год 279, 281  
 — мощностью 114 тыс. т в год 280, 281  
 Гидрокамеры — Технические характеристики 137  
 Гидроэрозионные установки периодического действия 136, 137  
 — непрерывного действия 137  
 Глины формовочные 190, 204  
 ГОСТ 20—62\* 222, 223  
 589—74 233, 236  
 805—69 191  
 2035—54 230  
 2036—66 225  
 2037—65 232  
 2138—73 190, 206  
 2689—54\* 49, 50, 51, 96, 97, 98  
 2787—63\* 191  
 2789—73 49, 50, 51, 96, 97, 98  
 3226—65 190  
 3584—73 159  
 4832—72 191  
 5279—74 191  
 5339—50\* 190  
 5946—66\* 233, 234  
 7010—64 241  
 7202—66\* 240  
 7424—71 239  
 7713—62\* 185  
 8239—72 233  
 8264—56 190  
 9079—59\* 191  
 10585—63\*\* 191

- 10624—63\* 223  
 11217—66\* 240, 241  
 13602—68\* 123  
 14975—69 45  
 14977—69 45  
 14979—69 45  
 14981—69 45  
 14982—69 45  
 14985—69 45  
 14986—69 45  
 14987—69 45  
 14988—69 45  
 14992—69 45  
 14995—69 45  
 15018—69 45  
 19788—74 191
- Годовой фонд времени 10  
 Гомогенизатор оборотной смеси 124  
 Гомогенизация чугуна 19  
 Горелка ГЭО для очистки крупных отливок 135  
 Графит кристаллический 191  
 Грунты — Технические характеристики 205  
 Грузоподъемность транспортных средств 147, 202
- Д**
- Датчики весовые 39  
 — тензометрические 13  
 Десульфатация чугуна 19, 20  
 Дозаторы весовые бункерные 125, 126  
 — ДИМБА 210  
 — ленточные 125  
 — объемные 126  
 Дороги асфальтированные внутризаводские 278  
 Дробебетные камеры проходные 141  
 Дробилки вальцовые 212  
 — щековые 212  
 Дуплекс-процесс плавки металла 15, 20
- Ж**
- Жидкий металл — Количество, подлежащее отбору из раздаточных ковшей 48  
 — Приготовление для литья по выплавляемому модели 167  
 — Транспортирование 79  
 Жидкие самотвердеющие смеси (ЖСС) 44, 81, 101  
 Жидкое стекло содовое 190
- З**
- Заводы литейные — см. *Литейные заводы*  
 Загрузка шихты в печи 19  
 Затраты капитальные эффективность 275  
 Затраты внецеховые 275  
 Здания литейных цехов 30, 245
- К**
- Каменный уголь 191, 204  
 Камеры дробебетные 140, 141, 152  
 — сушильные конвейерные НИИТ Автопрома 160  
 Карбамид 154  
 Катализаторы для смесей 190  
 Кессоны — Расчет количества и размеров 84  
 Кислород — Применение при плавке стали в дуговых печах 20  
 Кислородно-конверторный процесс 20  
 Кислородно-флюсовая обработка отливок 136  
 Кислота соляная — Расчет при литье по выплавляемому модели 159  
 Кладовые цеховые 216  
 Классификация литейных цехов по массе одной отливки 7  
 — по отраслевому признаку 8  
 — по роду сплава 7  
 — по серийности производства 7  
 — по способам литья 7  
 Классификация стержней 95  
 Климатические пояса 195  
 Ковшовое отделение — Назначение 214  
 — Расчет численности рабочих 215  
 Ковши встряхивающие для жидкого чугуна 19, 20  
 — крановые — Параметры 45  
 — монорельсовые 46
- Кокс — Подготовка в шихту 211  
 — Расход для вагранок 12, 193  
 — Хранение 195  
 Кокли — Стойкость 181  
 — Подготовка к заливке 181  
 Компоновка цехов литья из черных металлов — Рекомендуемые схемы 248  
 — Требования 246  
 Компрессорная станция — Размещение 278  
 Конвейеры винтовые 232  
 Конвейеры ленточные 222—225 — Наибольшие допустимые углы наклона 222  
 — Радиусы сопряжения горизонтальных участков с наклонными 222  
 — Размеры средних частей 224  
 — Размеры узла перегрузки материалов 224  
 — Расчет мощности электродвигателя привода 225  
 — Расчетные производительности 224  
 — Расчет ширины ленты 224  
 — Скорость 222  
 — Технические характеристики 222  
 Конвейеры ленточные передвижные 200  
 Конвейеры литейные вертикально-замкнутые 229  
 — горизонтально-замкнутые 227  
 Конвейеры пластинчатые 79, 229—232  
 — Производительность 234  
 — Радиусы сопряжений горизонтальных и наклонных участков 230  
 — Расчет мощности электродвигателя привода 231  
 — Типы и параметры 231  
 — Ширина конвейера 231  
 Конвейеры подвесные грузонесущие  
 — Назначение 232  
 — Производительность 234  
 — Расстояние между грузами 234  
 — Скорость движения 234  
 — Характеристика оборудования 233  
 Конвейеры подвесные толкающие  
 — Оборудование 236  
 — Применение 81, 235  
 — Система адресования грузов 235, 237  
 Конверторы кислородные 20  
 Контейнер для кокса 201  
 — для металлической шихты 200  
 — для перевозки и хранения сыпучих материалов 198, 199  
 Копер открытый со складом лома (пример) 216, 218  
 Копры — Типы, назначение и технические характеристики 211  
 Коэффициент готовности формовочных агрегатов 65, 67  
 — загрузки автоматических формовочных линий 53  
 — мостовых кранов плавильного пролета 34  
 — оборудования плавильного отделения 27  
 — формовочного оборудования 106  
 — заполнения камерных сушил 106  
 — использования камерных сушил 65  
 — кокильных станков 182  
 — машин при литье под давлением 186  
 — оборудования 158, 159, 162, 170, 177, 180  
 — недогрузки электрокаров и погрузчиков 202  
 — неравномерности загрузки оборудования 27, 68, 100, 206  
 — потребления 95, 101, 127  
 — перегрузки закромов, бункеров 195  
 — полезного действия печи тепловой 15  
 — установка регенерации смеси 121  
 Краны мостовые и консольные  
 — Нормы для стержневого отделения 109  
 — Нормы для формовочно-сборочно-заливочно-выбывных отделений 68, 69  
 — Расчет потребности для отделений термообработки и очистки 147  
 — Удельные загрузки при работе в плавильных пролетах 35  
 Краны шаржирные 13  
 Краски противопожарные 191  
 Крепители 190, 194, 204  
 Крошка торфяная и асбестовая 191, 204
- Л**
- Линии зачистные 142  
 — формовочные автоматические 70, 75 — см. так же *Автоматические формовочные линии*  
 Литейные заводы 275—287  
 — Капитальные затраты 275

- Классификация 275
- Площади вспомогательных производств 276
- Разработка генплана 277
- Состав 276
- Техничко-экономические показатели 279, 280, 285, 286
- Типизация 278—279

- Литье по выплавляемым моделям 153—173**
- Годовая потребность в жидком металле 167
- Годовая потребность в модельных составах 154
- Изготовление форм, заливка и выбивка 167
- Машины для приготовления модельного состава и изготовления модельных звеньев 156
- Оборудование — см. *Оборудование*
- Применение 153
- Расход вспомогательных материалов 159
- Расчет потребного количества обматки и ее состав 159
- Расчет потребного количества оборудования для изготовления керамических оболочек 162
- Составы модельные 154
- Способы заполнения пресс-форм модельным составом 156
- Техника безопасности 157
- Техничко-экономические показатели цехов крупносерийного производства 173

- Литье под давлением 185—189**
- Дозаторы 186, 187
- Емкость камер 187
- Заливка металла 187
- Машины с горячими камерами 185
- Машины с холодными камерами 186
- Подготовка пресс-форм 187
- Применение 185
- Расчетные давления 187
- Стоимость пресс-форм 185
- Термообработка отливок 188
- Техника безопасности 189
- Толщина стенок отливок 185
- Финишные операции 188

- Литье в металлические формы (кокили) 181—184**
- Коэффициент использования машин 182
- Машины кокильные 182, 184
- Подготовка кокилей 181
- Применение 181
- Составы красок 182
- Составы огнеупорных облицовочных смесей 181
- Часовая потребность в облицовочных смесях и красках 182

- Литье в оболочковые формы 173—176**
- Автоматические линии НИИТАвтомпрома для изготовления полуформ 175
- Допуски на размеры отливок 174
- Коэффициенты использования оборудования 175
- Машины для склеивания форм 176
- Применение 173
- Составы песчано-смоляных смесей 174
- Средний расход материалов, газа и электроэнергии 174
- Часовая потребность в смеси 174

- Литье цветное — Выбор плавильного агрегата 23**
- Литье центробежное 176—181 — Выбор изложницы 177**

- Выход годного литья 180
- Оборудование для подготовки изложниц 177
- Применение 176
- Расход материалов при литье чугунных труб 180
- Теплоизолирующие покрытия изложниц 177
- Часовая потребность в смесях, красках, покрытиях 177

**Лом черных металлов 191, 195, 200, 211**

## М

- Магний — Плавка 26**
- Магниты грузоподъемные 199**
- Мазут 191**
- Маршалит 190, 191**
- Материалы огнеупорные 190, 191, 195**
- теплоизоляционные 191
- формовочные — Погрузочные данные 195 —
- Хранение 194
- шихтовые — Погрузочные данные 196 —
- Хранение 194
- Машина стержневая «Ропперверк» 111, 112**
- Машины для разрыхления формовочных смесей 127, 129**

- для центробежного литья 178
- кокильные 182, 184
- пескоструйно-пескострельные 101, 106
- пескоструйные со встроенными скоростными смесителями 101
- стержневые 102, 107, 110
- формовочные 57, 65
- Мельница шаровая с пневмотранспортом продуктов помолы 241**
- Мельницы маятниковые 212, 243**
- Миксеры индукционные канальные 15**
- тигельные 15
- Модификация чугуна 19**
- Молотки пневматические рубильные — Производительность 186**
- Мощность цеха оптимальная 8**

## Н

- Накопители 52**
- Насосы для гидроочистных установок 137**
- Натрикл противонагарные 191**
- Ножницы аллигаторные 212**
- Номенклатура профессий рабочих литейных цехов 266**
- Нормы времени выдержки отливок от заливки до выбивки 48**
- времени естественного остывания отливок после выбивки из форм 133
- для определения количества мостовых и консольных кранов 68, 69, 109
- запаса шихтовых и формовочных материалов на складах цехов 195
- продолжительности сушки и подсушки стержней 52, 95, 100
- сушки форм в камерных сушилках 53
- термообработки стальных и чугунных отливок 133, 134
- размеров цеховых проездов 247
- пролетов и грузоподъемности транспортных средств 88, 115
- расхода огнеупорных материалов на ремонт печей и ковшей 194
- стержневых смесей 122
- флюсов средние 194
- формовочных материалов 121, 192
- шихтовых материалов средние 192, 193
- расчета оперативных складов моделей и стержневых ящиков 90
- расчетного количества стержней на 1 т годового литья черных металлов 95, 99
- расчетных нагрузок на полы и перекрытия 246
- техники безопасности для складов материалов 202
- удельной нагрузки на под методических печей 135, 136

## О

- Обматка для получения керамической оболочки 159**
- Оборудование вспомогательное и сопутствующее 36**
- для выбивки форм 61
- для выплавки модельного состава 163
- для изготовления керамических оболочек при литье по выплавляемым моделям 159
- стержней 101, 102, 106
- для нанесения огнеупорной суспензии и сушки керамических оболочек 163
- для приготовления огнеупорной суспензии 159
- для транспортирования стоек 163
- для формовки, обжига, заливки, охлаждения и выбивки при литье по выплавляемым моделям 167
- для термообработки и очистки — Расчет потребности 131
- обдирочно-шлифовальное 141
- плавильных отделений — Данные для расчета 26
- стержневых отделений 101—104 — Расчет количества 101 — Технические характеристики 102
- формовочное 57, 66
- Объем обслуживания оборудования одним рабочим 214**



Огнеупорные материалы — Подготовка 204, 211  
 — Применение 190, 191  
 — Разгрузка 201  
 — Хранение 195  
 Опилки древесные 191, 204  
 Опки прямоугольные 45  
 Осветлители воды в установках регенерации песка 210  
 Освещение цеха 246  
 Отделение ковшовое 214  
 — термообработки и очистки — Размещение 145  
 Отливки — Охлаждение 133  
 — Точность 44  
 Охладители оборотной формовочной смеси 124

## П

Пандусы транспортные 246  
 Перегрузка формовочных материалов с конвейера на конвейер 224  
 Пескодунно-пескострельные машины для изготовления быстротвердеющих стержней 106  
 Пескомеры формовочные 58  
 Печи вращающиеся барабанные для обработки стружки 18  
 — двухрядные проходные для подогрева отливки перед заваркой дефектов и последующего отжига 145, 146  
 — дуговые для плавки сплавов на основе меди 26  
 — ДСП и ДСН — Привязочные размеры 36 — Производительность 22 — Технические характеристики 20, 22  
 — индукционные для плавки алюминия 22, 23  
 — канальные 16, 25  
 — повышенной частоты 20, 21  
 — тигельные 16, 17, 23, 24, 25  
 — камерные методические — Нормы удельной нагрузки на под 135, 136  
 — с выкатным подом 142  
 — рециркуляционные 19  
 — подогревательные 19  
 — сопротивления для плавки и выдержки алюминиевых и цинковых сплавов 26  
 Питатели вибрационные 241  
 — дисковые (тарельчатые) 240  
 — качающиеся 241  
 — ленточные 237  
 — пластинчатые 239  
 Плавильный агрегат — Выбор типа и производительности 13  
 Планировка отделений термообработки и очистки — Примеры 145  
 — отдельно стоящего стержневого цеха в блоке цехов мощностью 100 тыс. т каждого 251, 253  
 — плавильных отделений 44  
 — стержневых отделений 117  
 — формовочно-заливочно-выбивных отделений 92, 93  
 — цеха автомобильных поршневых колец 255, 257  
 — крупного чугуноного литья мощностью 25 тыс. т в год 265  
 — мелкого чугуноного литья мощностью 30 тыс. т в год 262, 263  
 — серого высокопрочного и ковкого чугуна мощностью 80—90 тыс. т в год 251, 252  
 — серого чугуна мощностью 75—85 тыс. т в год 249, 250  
 — среднего чугуноного литья мощностью 35 тыс. т в год 263, 264  
 — стального литья мощностью 30 тыс. т в год 255, 256  
 — стального литья мощностью 95 тыс. т в год 251, 254  
 — стального фасонного литья мощностью 35 тыс. т в год 261, 262  
 — чугунолитейного «Дженерал Моторс» 257, 258  
 — чугунолитейного «Шевроле» 259, 262  
 Пластические самотвердеющие смеси (ПСС) 84  
 Площади завода — Расположение 277  
 Площади производственные — Расчет 86  
 — цеха — Классификация 270  
 Площадки заливочные 229

Поверхностно-активные вещества 190  
 Подогрев жидкого металла 15  
 — металлических компонентов шихты 19  
 Подогреватели для вагранок 14  
 Подстанции электрооборудования — Габаритные размеры 35, 36  
 Подъемники для загрузки вагранок 13, 241  
 Показатели для определения потребного количества моделей, звеньев и блоков при литье по выплавляемым моделям 154  
 Полиакриламид 190, 210  
 Пoles складов материалов 202  
 Потери от брака форм и отливок 48  
 — стержней 95  
 Предзаводская зона 277  
 Пресс гидравлический для отделения отливок от стоек 168, 173  
 Пресс-формы для литья под давлением — Стойкость 185  
 Приводные устройства горизонтально-замкнутых литейных конвейеров 229  
 Приемная яма-закром двусторонняя для кокса 200  
 Продолжительность основных операций проектной 48  
 Проезды цеховые — Нормы размеров 247  
 Производительность бегунов смешивающих расчетная 128  
 — гидроочистных установок 136  
 — дробетных камер 132  
 — дуговых сталеплавильных печей 22  
 — индукционных печей 22, 23, 25  
 — карусельных установок с 12-кокильными машинами 182  
 — ленточных конвейеров 224  
 — молотков пневматических рубильных 186  
 — обдирочного станка 142  
 — однопозиционных кокильных машин 182  
 — паспортная 101  
 — плавильных электропечей 19, 22  
 — пластинчатых конвейеров 234  
 — поворотных ленточных питателей 238, 239  
 — подвесных грузонесущих конвейеров 234  
 — формовочных линий действительная 63  
 — центробежных машин 180  
 Производительность труда — Показатели 269  
 Пролет цеха — Выбор размеров 84, 147  
 Пролеты ваграночные — Размеры 30  
 — плавильные 30, 31, 32, 33  
 — складских помещений 202  
 — стержневых отделений 115  
 — термоочистных отделений 147  
 Проходы для людей на складах материалов 202  
 Пульвербакелит 190

## Р

Разгрузочное устройство «точечное» 197, 198  
 Растворы для осветления воды 210  
 Расход удельный воды при плавке черных металлов 28  
 — удельный электроэнергии при плавке черных металлов 28  
 — формовочных материалов — Расчет 120, 121, 191  
 — шихтовых материалов — Расчет 191  
 Расчет количества мостовых и консольных кранов термоочистных отделений 147  
 — потребности оборудования в цехах литья по выплавляемым моделям 158  
 — формовочного оборудования 53  
 Регенерация песка — Схемы систем 206  
 Резаки газовые 133, 212  
 Резка отливки электродугой 186  
 Режим работы цеха параллельный 10  
 — ступенчатый 10  
 Ремонтная служба цеха  
 — Задачи и объем работ 213  
 — Расчет количества станков 214  
 Ритм литейного конвейера 48, 52, 82  
 Рольганги двухъярусные для стержней 117, 119  
 Рольганги-накопители 53

## С

Санитарно-гигиенические мероприятия в стержневых отделениях 114  
 Санитарно-защитная зона 277



## X

Хранение формовочных и шихтовых материалов 194

## Ц

Цветные металлы — Подготовка в шихту 211  
 Центрирование опок 44  
 Центролиты 278  
 Цех базисный подготовки и хранения формовочных и шихтовых материалов — Пример 211  
 — — экспериментальный 277  
 Цехи литья по выплавляемым моделям  
 — Автоматические линии обжига, заливки и охлаждения 167  
 — Выход годного литья 169  
 — Исходные данные для проектирования 154  
 — Расчет годовой потребности жидкого металла 167  
 — Расчет количества оборудования для финишных операций 173  
 — Расчет количества печей для получения жидкого металла 170  
 — Примеры планировок 173  
 Цехи литья в металлические формы  
 — Исходные данные для проектирования 181  
 — Потребность в оборудовании 182  
 — Пример планировок 182  
 Цехи литья в оболочковые формы  
 — Исходные данные для проектирования 174  
 — Примеры планировок 176  
 Цехи литья под давлением  
 — Исходные данные для проектирования 185  
 — Потребное количество машин 188  
 — Примеры планировок 188  
 — Техника безопасности 189  
 Цехи тяжелого литья — Размещение 82  
 Цехи центробежного литья  
 — Варианты проектных решений 180  
 — Исходные данные для проектирования 177  
 Цикл термообработки отливок 133

## Ч

Численность подсобных рабочих для складов формовочных и шихтовых материалов 202  
 — — производственных рабочих — Укрупненный расчет 268

— — на автоматической формовочной линии 60  
 — — смесеприготовительных отделений 130  
 — — рабочих на подготовке шихты 213  
 Чугун ковкий — Расход материалов при плавке 28  
 — — серый — Расход материалов при плавке 28  
 — — чушковый 191, 194, 211

## Ш

Шаг колонн 30  
 Шихта вагранок — Набор и взвешивание 13  
 — — для плавки цветных металлов 191, 195, 200, 211  
 Шкивы электромагнитные 123  
 Шлак феррохромовый 190  
 Шприцы ручные для запрессовки модельного состава 156

## Э

Экспресс-лаборатория металлургическая 215  
 — — земельная 216  
 Элеваторы ковшовые ленточные 225—226  
 — Назначение 225  
 — Размеры 226  
 — Технические характеристики 226  
 Электроды — Удельный расход при плавке черных металлов 28  
 Электropечь ДЧМ-10 15  
 — — проходная толкательная ОКБ-893 для отжига отливок 145  
 Электромиксеры — Расположение 32  
 Электроэнергия — Удельный расход при плавке черных металлов 28  
 Этилсиликат 159

## Я

Яма приемная 197, 200

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ  
Том 2**

**Проектирование литейных цехов и заводов**

Редактор издательства *Д. В. Баженов*  
Технические редакторы: *А. М. Калтыгина,*  
*Н. Ф. Демкина, Т. И. Андреева*  
Корректор *А. П. Озерова*  
Переплет художника *А. Я. Михайлова*

---

Сдано в набор 23/IV 1974 г.  
Подписано в печать 27/XI 1974 г. Т-18464  
Формат 70X108<sup>1/16</sup>. Бумага типографская № 3  
Усл. печ. л. 25,9. Уч.-изд. л. 33,25  
Тираж 38 000 экз. Заказ 976 Цена 1 р. 90 к.

---

Издательство «Машиностроение», 107885, Москва,  
Б-78, 1-й Басманный пер., д. 3

---

Ленинградская типография № 6  
Союзполиграфпрома при Государственном  
комитете Совета Министров СССР по делам  
издательств, полиграфии и книжной торговли  
193144, Ленинград, С-144, ул. Мойсеенко, 10

# НОВЫЕ КНИГИ

## издательства „Машиностроение“

по экономике  
и организации производства

ВЫЙДУТ В СВЕТ В 1975 году

- Белокриницкий В. В., Лаптев Б. Ф. Производственная тара. Технология, организация, экономика применения. 14 л. 90 к.
- Битунов В. В., Удлер Е. М., Яковенко Е. Г. Технологическая оснащенность производства машин. 15 л. 95 к.
- Бобрышев Д. Н., Русinov Ф. М. Управление научно-техническими разработками в машиностроении. 20 л. 1 р. 25 к.
- Брудник С. С. Экономические основы надежности автоматизированных систем управления машиностроительным предприятием. 12 л. 80 к.
- Гамрат-Курек Л. И., Иванов К. Ф. Выбор варианта изготовления изделий и коэффициенты затрат. Изд. 2-е, перераб. и доп. 10 л. 60 к.
- Дергачев А. Ф., Троицкий Х. Л., Гибула М. Д. Экономика строительного и дорожного машиностроения. Учебник для вузов Изд. 2-е, перераб. и доп. 20 л. 95 к.
- Зелексон М. Я., Боборыкин С. Г. Организация заработной платы на предприятиях машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности. Справочное пособие. 35 л. 2 р. 10 к.
- Золотухина Г. А. Нормативные методы в экономических расчетах. 12 л. 90 к.
- Ильшев А. М. Резервы производства товаров народного потребления на машиностроительных заводах. 6 л. 35 к.
- Климов А. Н., Попова Л. Г. Организация ремонта производственного оборудования машиностроительных предприятий. 13 л. 88 к.
- Ковалевский А. М. Техничко-экономическое планирование в машиностроении. 22 л. 2 р. 20 к.
- Колотушкина А. П. Центрообразование и технический прогресс в сельскохозяйственном машиностроении. 14 л. 1 р. 40 к.
- Кульвев П. А. Техничко-экономические проблемы станкостроения. 10 л. 65 к.
- Летенко В. А., Гальперин Я. Б. Оперативно-производственный план и организация его выполнения. Единичное и мелкосерийное производство. 15 л. 1 р. 05 к.
- Маслов А. Ф. Экономика, организация и планирование производства. Учебное пособие для техникумов. 18 л. 80 к.
- Минервин Г. В. Научная организация труда на машиностроительном предприятии. Учебное пособие для техникумов. Комплект плакатов на 20 л. 2 р. 60 к. комплект.
- Научная организация и нормирование труда в машиностроении. Учебник для вузов. 25 л. 1 р. 10 к. Авт.: И. М. Разумов, А. П. Степанов, С. В. Смирнов и др.
- Оперативный контроль движения материалов с использованием ЭВМ. 8 л. 45 к. Авт.: В. В. Назаров, А. А. Журавлев, И. В. Ивашкин и др.
- Организационно-технологическая система цехов единичного и мелкосерийного производства. Изд. 2-е, перераб. и доп. 6 л. 35 к. Авт.: Л. И. Кишиневский, О. М. Радюк, Г. А. Умнов и др.
- Павлов М. В. Организация труда рабочих на заводах приборостроения. 8 л. 45 к.
- Петров В. А. Групповое производство и автоматизированное оперативное управление. 18 л. 1 р. 20 к.

ПРИБРЕТАЙТЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» В КНИЖНЫХ МАГАЗИНАХ, РАСПРОСТРАНЯЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКУЮ ЛИТЕРАТУРУ!