

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Ю. И. Карпов, Е. Ю. Карпова

**РАСЧЕТ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЛИТЬЯ В РАЗОВЫХ
ПЕСЧАНЫХ ФОРМАХ**

Учебное пособие

Допущено учебно-методическим объединением по образованию в области металлургии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Литейное производство черных и цветных металлов»

УДК 621.74:658.2.001.2 (031)

Рецензенты:

отдел гл. металлурга ОАО «Волгограднефтемаш», зам. гл. металлурга Д. О. Алиев;
д-р техн. наук, профессор Волгоградского государственного архитектурно-
строительного университета, засл. деятель науки В. Д. Орешкин

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

Карпов, Ю. И.

**Расчет литейных цехов по производству литья в разовых песчаных
формах: учеб. пособие / Ю. И. Карпов, Е. Ю. Карпова;**

ВолГТУ. Волгоград, 2008. 74 с.

ISBN 978-5-9948-0169-7

Изложены методики расчета основных и вспомогательных отделений литейных цехов, порядок и формы представления расчетных данных и текстовых материалов при выполнении студентами литейных специальностей дипломных, курсовых проектов в части расчета и разработки технологических планировок.

Представлены необходимые справочные данные и основные технические характеристики технологического оборудования по всем литейным переделам.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности
150104 – Литейное производство черных и цветных металлов.

Табл. 53. Библиогр.: 6 назв.

ISBN 978-5-9948-0169-7

© Волгоградский
государственный
технический
университет, 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1 Проектное задание.....	5
2 Режим работы цеха и фонды времени	8
3 Производственная программа цеха	14
4 Расчет формовочно-заливочно-выбивного отделения	19
5 Расчет плавильного отделения	34
6 Расчет стержневого отделения	52
7 Расчет смессприготовительного отделения.....	57
8 Расчет термообрубного отделения.....	66
9 Список использованной литературы.....	73

ВВЕДЕНИЕ

Дипломное проектирование есть заключительная стадия учебного процесса подготовки инженеров-литейщиков, основной целью которой является систематизация знаний студентов по технологии, оборудованию, экономике и организации производства. Реализация этой цели осуществляется при выполнении соответствующего задания на дипломное проектирование, которое в типовом варианте состоит из технологической и проектно-конструкторской частей. Вторая часть наиболее трудоемкая и заключается в выборе технологических процессов и реализующего их оборудования, в расчете количества единиц этого оборудования, материалов, производственных и непроизводственных площадей, в организации производственного процесса и, наконец, в разработке технологической планировки литейного цеха.

На практике эта работа выполняется опытными инженерами-проектировщиками, которые в курсе не только отечественного и зарубежного опыта эффективного производства литых изделий, но и располагают данными об ожидаемых достижениях науки, о перспективах развития техники, то есть комплексом сведений о научно-технических перспективах.

В рамках же учебного процесса эта работа делается студентом и впервые. Поэтому здесь важно иметь строгую однозначную методику выполнения всех расчетно-проектировочных работ. Кроме того, несмотря на серьезность формулировки задания, для студента проектирование литейного цеха носит учебный характер. Недостаток опыта и времени, отведенного учебным планом на дипломное проектирование, делают для студента невозможным выполнение технологической части в объеме реального проекта. Поэтому методическими указаниями должна быть максимально типизирована и упрощена схема выполнения этой работы при соблюдении общих принципов расчета и проектирования.

Имеющаяся в нашем распоряжении техническая литература пересыщена упрощенным описанием технологических процессов, не компактна для оперативного использования, освещает вопросы проектирования зачастую довольно академично, не дает сведений о выпускаемом машиностроением технологическом оборудовании.

Предлагаемое учебное пособие имеет целью изложить в приемлемой для учебного варианта форме методику расчета отделений и участков литейного цеха по производству литых заготовок в разовых песчано-глинистых формах, определить единую форму и последовательность представления расчетных данных, ограничить объем расчетно-проектных работ в рамках дипломного проектирования, представить необходимые справочные данные по технологии и оборудованию литейного производства.

Учебное пособие предназначено для студентов литейных специальностей, в том числе «Производство черных и цветных металлов» (150104), выполняющих дипломный проект, в состав которого входит расчет и проектирование литейного цеха или его отделений.

1 ПРОЕКТНОЕ ЗАДАНИЕ

Информационной базой для составления проектного задания и дальнейших расчетов является преддипломная практика. Перед выходом на эту практику студент должен иметь от руководителя задание на проектирование, в котором оговаривается объем производства (мощность цеха), род сплава, ориентировочная масса отливок, серийность производства и отраслевая принадлежность отливок, режим работы цеха и характер технологического процесса производства. В зависимости от вышеперечисленного студенту должен быть предложен для прохождения

практики соответствующий литейный цех, где он обязан получить все недостающие сведения, входящие в состав проектного задания, которое оформляется в виде таблицы формы 1.

Форма 1 – Исходные данные для проектирования

Наименование	Характеристика
1. Назначение цеха	
2. Мощность цех, т/год	
3. Специализация и режим работы	
4. Цех входит в состав ...	
5. Географический район и площадка для строительства	
6. Господствующее направление ветров	
7. Число дней отопительного сезона	
8. Вид внешнего транспорта	
9. Основные сырьевые и энергетические источники шихты флюсов огнеупоров формовочных материалов газа воды электроэнергии	
10. Технологическое оборудование по отделениям (наименование и модель): формовочное плавильное стержневое смесеприготовительное термообрубное	
11. Условия очистки и сброса сточных вод	
12. Условия очистки пылегазовыделений	
13. Стадии проектирования	
14. Сроки строительства и ввода мощностей	
15. Основные технико-экономические показатели	

Примечание – по ходу изложения материалов учебного пособия в нем приводятся таблицы со справочными данными и таблицы, которые

должны входить в текст пояснительной записки проектной части дипломного проекта. Последние здесь названы «формами».

При составлении проектного задания не следует назначать большие объемы производства, так как это приводит только к тиражированию поточных линий, оборудования, транспорта и так далее, то есть к бессмысленному увеличению трудоемкости при выполнении планировочных чертежей.

В задании на типовое проектирование цеха предпочтение нужно отдавать крупносерийному или массовому производству, которое предполагает высокую степень его механизации и автоматизации, что, в свою очередь, заставляет студента решать технологические, транспортные, организационные вопросы в более строгих рамках. Вышесказанное не исключает разработку проектов цехов с серийным и мелкосерийным производством.

Цехи массового и крупносерийного производства из-за их оснащения сложным технологическим оборудованием должны иметь преимущественно двухсменный параллельный режим работы, кроме участков и оборудования с длительным производственным циклом, которые должны работать в три смены.

Характер технологического процесса определяется назначением этого учебного пособия, то есть производством отливок в разовых песчано-глинистых формах.

На базовом предприятии студенту за время практики необходимо подобрать номенклатуру отливок, определяющую производственную программу проектируемого цеха. Номенклатуру отливок необходимо выбирать с минимальным разбросом по массе отливок, близких по их геометрическим параметрам и так далее, то есть с учетом рекомендаций теоретической части курса проектирования литейных цехов.

К перечню выбранных для производства отливок необходимо получить документальные сведения в виде технологических карт или в другой форме о технологических процессах всех переделов, об оборудовании и технологической оснастке. Часть этих данных, необходимых непосредственно для расчета, представляют в таблице формы 2, являющейся технологической составляющей проектного задания.

Кроме того, на базе практики студент должен получить сведения о составе шихты для каждого рода сплава или выплавляемых марок металла и их принятый химический состав, химический состав компонентов шихты, состав формовочных и стержневых смесей, перечень вспомогательных материалов по всем литейным переделам и, наконец, определить назначение и место в готовом изделии отливок выбранной номенклатуры.

2 РЕЖИМ РАБОТЫ И ФОНДЫ ВРЕМЕНИ

Организация производственного процесса в литейном цехе обусловлена принятым режимом работы или очередностью выполнения технологических операций по изготовлению отливок во времени и пространстве. Выбор необходимого режима работы литейного цеха зависит от его производственной мощности, серийного производства, технологической сложности отливок, вида сплава для отливок, типа плавильных и термических агрегатов и других факторов.

В литейных цехах применяют два режима работы: параллельный и последовательный (ступенчатый).

При параллельном режиме работы все технологические операции по изготовлению отливок выполняются одновременно на различных производственных участках и рабочих местах. Он имеет ряд существенных

Форма 2 -- Данные базы практики

Наименование	Индекс	Марка сплава	Масса, кг		Габаритные размеры, мм			Количество и масса на изделие			Термообработка	Брак, % к предъявленному	Форма					
			дет.	отл.	А	В	Н	Н	кг	шт			А	В	Н			
																4	5	6
1	2	3																

Продолжение формы 2

Кол-во отливок, шт.	Форма		Брак, %	Номер стержня	Кол-во в отливке	Масса, кг	Стержни			Брак, %
	Металлоемкость, кг	Габариты, мм					Габариты, мм	Габариты, мм		
									А	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	

преимущества: сокращается производственный цикл изготовления отливок, рациональней используются оборудование и площади цеха, улучшается качество и снижается себестоимость продукции, появляется возможность изолировать в отдельных помещениях и локализовать участки с вредными выделениями. Поэтому при крупносерийном и массовом (поточном или автоматизированном) производстве безусловно рекомендован параллельный режим работы.

Организационно наиболее целесообразна двухсменная работа цеха при параллельном режиме, при котором третья смена отводится для профилактики и ремонта оборудования. Однако эта рекомендация безоговорочна только для чугунолитейных цехов. В сталелитейных и других цехах, где производственный процесс связан с непрерывной работой плавильного, термического и другого оборудования, возможна только трехсменная работа.

При последовательном режиме работы основные технологические операции выполняются поочередно в различные периоды суток. Такой и той же производственной площади.

Существует несколько видов последовательных режимов работы в течение суток:

1) двухсменный – в первую смену производится изготовление и сборка форм, а во вторую – заливка и выбивка. Этот режим используется при производстве мелкого и среднего тонкостенного литья, требующего немного времени на заливку, остывания и выбивку при ограниченных производственных площадях, средним уровнем механизации;

2) трехсменный – в первую смену производится изготовление и сборка форм, во вторую – заливка, в третью – выбивка и подготовка рабочих мест. Этот режим применяют при изготовлении крупных отливок в мелкосерийном и единичном производстве;

3) трехсменный с двухсменной формовкой и сборкой и односменной заливкой, выбивкой и подготовкой производства при плацевой и кесонной формовке крупных и тяжелых отливок.

Литейные цехи, работающие по одному из указанных режимов, могут иметь отделения, участки или отдельные виды оборудования, работающие по режиму, отличающемуся от основного.

С учетом изложенных характеристик и рекомендаций в этом разделе пояснительной записки студент должен выбрать и обосновать режим работы проектируемого цеха.

Для расчета потребного количества оборудования, рабочих мест, числа работающих используют один из трех видов годовых фондов времени работы оборудования и работающих:

1) календарный фонд времени $\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760$ ч;

2) номинальный фонд времени $\Phi_n = \Phi_k$ минус выходные и праздничные дни. При 40-часовой рабочей неделе и 116 выходных и праздничных днях при односменной работе $\Phi_n = 1985$ ч, при двухсменной – 3970 ч, при трехсменной – 5955 ч;

3) действительный годовой фонд времени $\Phi_d = \Phi_n$ минус плановые потери – это время на проведения капитальных, средних и планово-предупредительных ремонтов оборудования, это потери времени, связанные с отпусками по беременности и прочими для работающих.

Таким образом, по номинальному Φ_n фонду времени рассчитывается количество работающих, а по действительному Φ_d – количество рабочих мест и оборудования.

Действительный фонд времени работы оборудования и работающих представлены в таблицах формы 3 и 4.

В пояснительной записке дипломного проекта форма 3 должна быть представлена, но только с перечнем того оборудования, которое

используется в проектируемом цехе с учетом режима (сменности) его работы.

Форма 3 – Действительный годовой фонд времени работы оборудования

Наименование оборудования	Кол-во смен	Фн, ч	Затраты времени на ТО	Фд, ч
1	2	3	4	5
Все литейное оборудование (формовочное, стержневое, очистное, смесеприготовительное, литейные конвейеры, машины литья под давлением, кокильные и центробежные машины), кроме особо крупного и сложного	2	3970	5	3770
	3	5955	7	5540
Особо крупное и сложное оборудование (формовочные машины грузоподъемностью более 3т., литейные конвейеры с шагом платформы более 2 м, пескоотраumaticкие камеры, конвейерные дробетельные камеры, автоматизированные установки горячего плакирования смесей, машины литья под давлением с усилием запаривания свыше 630 т	2	3970	9	3615
	3	5955	11	5300
Автоматизированные формовочные и стержневые линии и автоматы, автоматизированные линии и установки кокильного литья, литья под давлением, в оболочковые формы	2	3970	12	3495
	3	5955	14	5120
Автоматизированные абразивные линии для зачистки	2	3970	10	3575
	3	5955	12	5240
Блок вагранок с поочередной работой каждой	2	3970	—	3970
	3	5955*	—	5955
Вагранки закрытого типа с подогревом дутья и очисткой газов при одном подогревателе на две вагранки	2	3970	6	3730
	3	5955*	10	5360
Дуговые электропечи для плавки стали и чугуна емкостью: 0,5 – 6 т	2	3970	6	3730
	3	5955*	10	5360
	2	3970	7	3690
	3	5955*	11	5300
12 – 25 т				
50 т. и более	3	8760*	13	7620

Продолжение формы 3

Наименование оборудования	Кол-во смен	Фн, ч	Затраты времени на ТО	Фд, ч
1	2	3	4	5
Индукционные печи промышленной частоты для плавки стали и чугуна: емкостью 0,6 – 6 т	2	3970	6	3730
	3	5955	10	5360
	6 – 25 т			
	2	3970	7	3690
	3	5955	12	5240
	Индукционные печи промышленной частоты для плавки или подогрева и разливки чугуна: емкостью до 25 т	2	3970	4
3		5955	6	5600
2.5 – 25 т				
2		3970	6	3730
3		5976*	10	5380
Плавильные печи для медных сплавов		2	3570**	4
	3	5355**	6	5035
Плавильные печи для алюминиевых и других легких сплавов	2	3970	4	3810
	3	5955	6	5600
Печи термические с коротким циклом работы механизированные (конвейерные и толкательные)	2	3970	6	3730
	3	5955	10	5360
Печи термические с коротким циклом работы немеханизированные (камерные, шахтные)	2	3970	4	3810
	3	5955	6	5600
Печи термические электрические элеваторного типа	2	3970	5	3770
	3	5955	8	5480
Печи термические с непрерывным режимом работы	3	8760*	11	7796
Установки ТВЧ (ТНЧ) для нагрева и термической обработки	2	3970	2	3890
	3	5955	3	5775
Печи сушильные механизированные конвейерные	2	3970	5	3770
	3	5955	7	5540
Печи сушильные немеханизированные камерные	2	3970	4	3810
	3	5955	6	5600
Рабочее место без оборудования	1	1985	–	1985
	2	3970	–	3970
	3	5955	–	5955

*Оборудование круглосуточной непрерывной работы.

**Оборудование, работающее по 36-часовой рабочей неделе.

Форма 4 – Действительный годовой фонд времени для рабочих

Продолжительность рабочей недели, ч	Продолжительность основного отпуска, дни	$\Phi_{н}$, ч	Потери, % от $\Phi_{н}$	$\Phi_{д}$, ч
41	18	1985	11	1770
41	24	1985	12	1750
36	24	1785	12	1570
36	36	1785	17	1480

3 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА ЦЕХА

С учетом данных базы практики (форма 2) необходимо составить производственную программу проектируемого цеха для выпуска отливок выбранной номенклатуры.

В общем случае производственная программа состоит из основной продукции, в которую входят отливки, как правило, всей номенклатуры, если она комплектуется полностью или частично выпускаемые заводом (цехом) изделия; запасных частей, то есть перечня отливок из выбранной номенклатуры, которые идут на запасные части к выпускаемому изделию; кооперированных поставок – это могут быть отливки унифицированных деталей или отливки другой отраслевой принадлежности; и, наконец, отливок, идущих на собственные нужды цеха.

Включения в производственную программу последней ее составной части в учебном проекте нужно избегать, так как в информационной базе студента, как правило, отсутствуют сведения об отливках этой группы. Если же в этом есть какая-то необходимость, то расчет этой программы ведется по условной методике.

В студенческом учебном проекте количество номенклатурных единиц отливок ограничено заданием и составляет полтора-два десятка наименований. Этого количества обычно не достаточно для полной комплектации изделия. Поэтому разбивка литья по наименованию

продукции не обязательна и производственная программа в этом случае по факту может состоять или из основной продукции, или литья по кооперации.

Если в этой разбивке есть необходимость, то заданную мощность цеха (объем производства в тоннах) разбивают на виды продукции в следующих соотношениях: основная продукция – 75-80 %, литье на запасные части – 10–15 %, литье по кооперированным поставкам – 7–8%, и для собственных нужд – 2–3%. Сумма должна составлять 100 %.

С учетом изложенных рекомендаций производственная программа проектируемого цеха оформляется в виде таблицы формы 5.

Форма 5 – Производственная программа

Наименование продукции	Масса отливок на годовой выпуск, т	Процент от годового выпуска
1. Основная продукция		
2. Запасные части		
3. Кооперированные поставки		
4. Литье для собственных нужд		
Итого (объем выпуска)		

Выбор методики расчета отделений литейного цеха зависит от характера производства, от полноты имеющихся данных о технологии производства отливок, составляющих программу цеха.

Существует три методики расчета производственной программы литейного цеха: точная, приведенная и условная.

Точная методика применяется при расчете цехов крупносерийного и массового производства с устойчивой и ограниченной номенклатурой, состоящей при реальном проектировании не более, чем из 100 наименований отливок, и серийностью не менее 1000 шт. по каждому

наименованию. Причем, в этом случае для всех отливок номенклатуры должна быть разработана (известна проектанту) технология их производства.

Для студенческого проекта под эту методику заданием определяется номенклатура в 15–20 наименований (3–8 наименований при проектировании специализированных цехов). Сведения по технологическому процессу этой номенклатуры должны быть получены студентом на базовом предприятии и обладать максимальной полнотой.

Для реализации точной (подетальной) методики расчета производственной программы выпуска отливок заполняется таблица формы 6.

Форма 6 – Подетальная программа выпуска отливок

Индекс отливки	Изделие	Марка сплава, ГОСТ	Масса, кг		Габаритные размеры отливок, мм			Отливки на изделие	
			дет.	отл.	А	В	Н	шт.	кг

Продолжение формы 6

Годовая программа выпуска отливок								
Основная продукция		Запасные части		Кооперированные поставки		Собственные нужды	Всего	
шт.	т	шт.	т	шт.	т	Т	шт.	т

Примечания:

1. При необходимости форму заполняют, группируя отливки по маркам сплава, виду изделий.
2. В графе «Всего» (т) должна получиться цифра, равная заданному объему производства или в пределах 1–2 % превосходящая его.

При серийном и мелкосерийном производстве номенклатура отливок в цехе достаточно большая – до 500 наименований при серийности не менее 200 шт. в год по каждому наименованию. Технология изготовления, как правило, разработана далеко не на все отливки. Поэтому подетальная методика расчета не приемлема, и расчет ведется по приведенной методике (программе). В этом случае отливки не разбиваются по наименованиям продукции, то есть форма 5 отсутствует, и вся номенклатура принимается за основную продукцию.

Для расчета по приведенной методике необходимо иметь спецификацию на все отливки номенклатуры (для студенческого проекта это хотя бы 30–50 наименований). Эта номенклатура разбивается на массовые группы, границы которых назначаются произвольно, но в зависимости от разброса литья по массе (напр. 1 гр. – 5...50 кг, 2 гр. – 50...100 кг или 1 гр. – 0,5...5 кг, 2 гр. – 5...10 кг и т. д.). Количество групп должно быть 3–5.

В каждой группе выбирают отливку-представителя этой группы – это отливка, на которую имеется вся технологическая документация, она имеет наибольший удельный вес в группе по выпуску (25–50 %) и выполняется по типовой для цеха технологии.

К выбранному представителю приводят все остальные отливки группы с помощью переводного коэффициента, представляющего собой отношение годового выпуска в тоннах всех отливок группы к годовому выпуску отливок-представителей. А далее, для определения объема выпуска литья по каждой группе, штучный выпуск отливки-представителя умножают на переводной коэффициент группы.

Расчет программы по приведенной методике оформляется в виде таблицы формы ба.

Примечание – графа 5 заполняется из технологического процесса, графы 4 и 5 получают расчетным путем при известных данных одной из

граф. Если обе графы не известны, то расчет ведется методом подбора при заданной графе 7.

Форма 6а – Приведенная программа выпуска отливок

Массовые группы, кг	Индекс отливки- представителя	Наименование отливки	Заданная программа по представителям				Переводной коэффициент	Приведенный годовой выпуск по массовой группе, шт.
			Годовой выпуск, шт.	Масса одной отливки, кг	Годовой выпуск одной отливки, т	Годовой выпуск по массовой группе, т		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Напр.:								
5 – 20			3500	28	98	445	4,54	15890
21 – 35								
36 – 50								
и т. д.								
Всего								

В дальнейшем все расчетные операции ведутся по схеме подетальной методики расчета, оперируя цифрами, принадлежащими отливкам-представителям каждой весовой группы.

Условная программа (методика расчета) применима для цехов мелкосерийного и единичного производства при большой номенклатуре (более 500 наименований и серийности – не более 200 мелких и 20 крупных отливок в год) и полном отсутствии технической документации на них. В таких случаях производственная программа представляется примерным распределением отливок по массовым группам. Расчет производится на основании укрупненных технико-экономических показателей передовых заводов, типовых и экономических проектов, справочным данным.

Расчет оформляется в виде таблицы формы 6б.

Форма 66 – Условная программа выпуска отливок

Группы отливок по массе, кг	Годовой выпуск отливок										
	Всего по цеху		В том числе по маркам сплава								
			т/шт.	%	т/шт.	%	т/шт.	%			
Всего											

4 РАСЧЕТ ФОРМОВОЧНО-ЗАЛИВОЧНО-ВЫБИВНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

В пояснительной записке дипломного проекта этот раздел (как и все последующие) должен начинаться с подробного описания технологического процесса формовки, заливки и выбивки форм. Здесь необходимо дать обоснование и выбрать, с указанием типа и модели, основного технологического оборудования, назначить вид грузоподъемных и транспортных средств с указанием их основных технических характеристик.

При этом необходимо иметь в виду, что безопасная формовка с вертикальным разъемом целесообразна для массового и крупносерийного производства мелких (до 5–6 кг) бесстержневых (или с несложными по геометрии стержнями) отливок. Прессование, в том числе под высоким удельным давлением, используют для получения отливок средней (до 100 кг) массы, первого класса точности и 3–4 классов шероховатости, с не очень сложной (без больших перепадов по высоте развитых горизонтальных поверхностей) геометрической формой. Все динамические способы получения форм (встряивающий, вибрационный, пескометный, импульсивный и пр.) применяют для получения отливок, отвечающих тем

CO₂-процесс следует применять в серийном производстве для стальных отливок, а пластические самотвердеющие смеси (ПСС) – преимущественно для чугунных отливок. Производство отливок в формах из холоднотвердеющих смесей (ХТС) используют только в мелкосерийном и единичном варианте из-за большой стоимости последних, жидкостекольные смеси (ЖСС) можно рекомендовать только в случае эффективного процесса регенерации смесей.

В случае массового и крупносерийного производства для получения форм в проект целесообразно закладывать автоматические или поточные линии. Серийное производство предполагает использование универсального формовочного оборудования с конвейерной организацией производства.

Заливка форм на автоматических линиях может осуществляться автоматизированным способом и дистанционным управлением. Но из-за низкой надежности этих установок чаще всего заливка осуществляется из заливочных ковшей подвешенных на тельфере (электротали) с механизированным или ручным перемещением по монорельсу. В серийном, мелкосерийном и единичном производстве при массе отливок более 100 кг заливка может осуществляться металлоемкими монорельсовыми или краповыми стопорными ковшами.

Выбивное оборудование при использовании автоматических формовочных линий входит в компоновку последних, поэтому вопрос о его боре не стоит. В случае использования конвейерной или безпоточной организации производства необходимо использовать для выбивки форм инерционные выбивные решетки с длиной полотна до 6 м и механизмами выдавливания кома из них. Эффективным способом выбивки (особенно для мелкого и среднего литья) является выдавливание кома с последующей его транспортировкой в специальный галтовочный барабан, где происходит отделение формовочной смеси и стержней от отливки, их

его транспортировкой в специальный галтовочный барабан, где происходит отделение формовочной смеси и стержней от отливки, их частичное охлаждение, остывание отливки и предварительная очистка ее поверхности.

Производственной программой формовочного отделения является количество форм. Определение годового числа форм для выполнения производственной программы цеха осуществляется путем расчета и заполнения таблицы формы 7.

Форма 7 – Определение годового числа форм

Индексы отливок	Кол-во отливок в год, шт.	Общий брак отливок, %	Кол-во отливок с учетом брака, шт.	Масса, кг	
				одной отливки	годового выпуска отливок
1	2	3	4	5	6

Продолжение формы 7

Размер опок, мм			Число отливок в форме, шт.	Годовой выпуск форм, шт.	Брак форм, %	Годовой выпуск форм с учетом брака, шт.
А	В	Н				
7	8	9	10	11	12	13

В графу 1 переписываются индексы отливок всей номенклатуры или отливок-представителей.

В графе 2 проставляют количество отливок годовой программы цеха по каждому наименованию из формы 6.

В графе 3 проставляется брак отливок по каждому наименованию. При расчетах среднюю величину брака отливок рекомендуется брать до 6 % от программного выпуска. По заводским данным брак, как правило, значительно выше. Поэтому в графе 3 для учета реальной ситуации

рекомендованных значений. Нужно иметь в виду, что в состав общего брака входит брак внутренний, обнаруживаемый в литейном цехе и внешний – который вскрывается при механической обработке отливок. Величина последнего назначается в пределах 1...2 %.

В графу 4 вписывается по каждому наименованию суммарное количество отливок – их программный выпуск (из графы 2) плюс подсчитанное по назначенному проценту количество бракованных отливок.

В графе 6 проставляются цифры, полученные от умножения друг на друга данных 4 и 5 граф.

В графах 7, 8, 9 указываются размеры опоки выбранного при проектировании формовочного оборудования.

В графе 10 указывается местность модельной плиты, которая определяется компоновкой габаритов отливки на площади ограниченной опокой.

В графе 11 проставляются цифры, полученные от деления данных графы 4 на данные графы 10.

В графе 12 проставляется брак форм, среднее проектное значение которого – до 5 % от годового их выпуска. Однако при расчетах его нужно назначать дифференцированно по принципу: чем сложнее по геометрии отливка, тем выше брак формы, но в среднем по всей номенклатуре не должно превышать рекомендованного.

В графу 13 проставляются цифры, полученные от сложения данных графы 11 и результатов расчета с учетом данных графы 12.

Имея программу формовочного отделения (годовое количество форм) приступают к расчету потребного количества формовочного оборудования.

В случае использования универсального формовочного оборудования (формовочных машин, пескометов и пр.) при конвейерной

организации производства потребное количество однотипных машин определяется по формуле

$$n_{np} = \frac{N}{(\Phi_d - t)P_d},$$

где N – годовое количество полуформ, необходимое для выполнения программы цеха или потока;

Φ_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования;

$t = H \cdot p \cdot b$ – время на смену модельных плит и настройки оборудования, ч ;

P_d – действительная производительность, полуформ/ч ;

H – число наименований отливок, формируемых в год на машине;

p – число партий в год по каждому наименованию;

b – время на смену одной модельной плиты, ч (таблица 1) [1].

Если при расчете по этой формуле получается дробное или нечетное число, то его нужно округлить в сторону увеличения до ближайшего целого четного числа, то есть – принятого числа оборудования.

Необходимое число пескометов для набивки форм определяется по формуле

$$n_{np} = \frac{V \cdot P_v}{P_d \cdot k};$$

где V – объем формы, м³;

P_v – производительность участка формовки, форм/ч;

P_d – производительность пескомета, м³/ч;

k – коэффициент, учитывающий время установки и снятия форм. Его значения 0,4...0,7 – в зависимости от механизации вспомогательных операций.

Пользуясь этой формулой, при необходимости можно рассчитать потребную производительность пескомета.

Полученный по этой формуле результат необходимо округлить до целого числа.

Таблица 1 – Потери времени на смену одной модельной плиты при машинной формовке

Группы машин	Габариты опок в свету, мм	Потери времени на смену одной плиты, ч
1	500x400	0,066 – 0,10
2	800x600	0,13 – 0,20
3	1200x1000	0,25 – 0,33
4	свыше 1200x1000	0,41 – 0,50

Все остальное оборудование отделения: заливочное, выбивное, ленточные и пластинчатые конвейеры для транспортировки смеси и отливок и прочее рассчитывается по автоматическому такту работы линии или литейного конвейера с учетом коэффициента неравномерности потребления и производства (K_n), значения которого приведены в таблице 2 и используемого для расчета оборудования всех отделений цеха [1].

Таблица 2 – Нормы коэффициента неравномерности производства и потребления

Оборудование	K_n по видам производства		
	Крупносерийное и массовое	Серийное	Мелкосерийное и единичное
Плавильное	1,1 – 1,2	1,2 – 1,3	1,2 – 1,4
Формовочно-заливочное	1,0	1,0	1,0
Смесеприготовительное	1,1 – 1,2	1,2 – 1,3	1,2 – 1,4
Стержневое	1,06 – 1,10	1,1 – 1,2	1,2 – 1,3
Для сушки форм и стержней	–	1,1 – 1,2	1,2 – 1,3
Очистное	1,1 – 1,2	1,1 – 1,2	1,2 – 1,3
Термическое	1,06 – 1,10	1,1 – 1,2	1,2 – 1,3
Грунтовочное	1,06 – 1,10	1,1 – 1,2	1,0

Примечания:

1. Коэффициент неравномерности определен с учетом межоперационных накопителей (бункера, миксеры и т. д.). Коэффициент неравномерности не следует применять при определении годового расхода материалов.

2. Расчет плавильного оборудования чугуно- и сталелитейных цехов (при количестве формовочных линий менее трех) в массовом и крупносерийном производстве следует вести по часовой потребности в жидком металле, рассчитываемой по средней металлоемкости форм, закрепленных за линией номенклатурных единиц, при цикловой производительности линий с учетом коэффициента неравномерности.

В таблицах 3 и 4 приведены необходимые для расчета и проектирования данные по формовочным машинам и пескометам, выпускаемым отечественной промышленностью [2].

Таблица 3 – Основные параметры и размеры формовочных машин

Классификационная характеристика	Модель	Размер опок, мм	Цикловая производительность, полуформ/ч	Габаритные размеры, мм
1	2	3	4	5
Машина формовочная пневматическая встряхивающе-прессовая без поворота полуформ	22111	500x400x200	145	1380x810x1740
	22112	600x500x250	120	1400x840x1700
	22113	800x700x300	110	1860x1220x2120
	22114	1000x800x350	90	1850x1230x2500
Машина формовочная пневматическая встряхивающе-прессовая с поворотом полуформ	22211	500x400x200	100	2080x1090x2045
	22212	600x500x250	100	2200x1200x2270
	22213	800x700x300	80	2850x1100x2525
	22214A	1000x800x350	75	3000x1310x2965

Продолжение таблицы 4

Классификационная характеристика	Модель	Размер опок, мм	Цикловая производительность, полуформ/ч	Габаритные размеры, мм
1	2	3	4	5
Машина формовочная пневмо-гидравлическая встряхивающе-прессовая с поворотом п/форм	22410	1000x800x400	45	3800x3600x3500
	22411	1200x1000x500	40	4845x3800x4490
	22412	1600x1200x600	25	4845x3800x4490
	22413	2000x1600x700	12	4845x3800x4490
	22414	2500x2000x800	10	4845x3800x4490
Машина формовочная пневматическая встряхивающая без допрессовки с поворотом п/формы	232M2	800x700x450	40	2800x2400x2400
	233M	1000x800x400	20	3680x2100x3110
	234M	1600x1200x600	17	4365x3115x3300
	235M	2000x1600x700	12	5145x3450x3700

Таблица 4 - Основные параметры и размеры пескометов

Классификационная характеристика	Модель	Производительность, м ³ /ч	Общий вылет рукавов, мм	Угол поворота рукавов (большой /малый), град	Мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
Пескомет стационарный консольный	24337	25,0	7500	180/270	22,1
	2Б93М	12,5	4600	180/280	25,9
Пескомет передвижной консольный	24437	25,0	7500	180/270	42,6
Пескомет мостовой с программным управлением	24512	50	—	—	85,8

Проектный расчет литейного конвейера заключается в определении длин замкнутых между собой ветвей [3]:

- длина формовочной ветви L_{Φ} определяется компоновкой установленных на ней формовочных машин с учетом их количества, габаритных размеров и шага их установки (l, m), который должен

обеспечивать расстояние между машинами не менее двух метров. Если компоновка машин предусматривает участок простановки стержней ($l_{п.с.}$, м), то его длина назначается в пределах 3–5l и зависит от количества стержней, их массы и скорости конвейера;

$$\bullet \text{длина заливочной ветви } L_3 = t_3 \cdot v \cdot k,$$

где t_3 – время заливки наиболее металлоемкой формы, мин. (технологическая расчетная величина);

k – количество одновременно заливаемых форм,

v – скорость конвейера (м/мин), которая определяется по формуле

$$v = \frac{N_{\Phi} \cdot l_{п} \cdot \alpha}{k \cdot \Phi_{д} \cdot 60};$$

где N_{Φ} – годовое число форм;

$l_{п}$ – шаг платформы конвейера, м;

$\alpha = 1,15 \dots 1,20$ – коэффициент скорости, учитывающий возможные пропуски платформ конвейера;

k – число форм, устанавливаемых на одной платформе;

$\Phi_{д}$ – действительный годовой фонд времени работы конвейера, ч;

$$\bullet \text{длина охладительной ветви } L_{охл} = t_{охл} \cdot v,$$

где $t_{охл}$ – время охлаждения самой массивной отливки [1, табл. 13];

• длина выбивной ветви $L_{выб} = 6 \cdot 14 \cdot n$ и зависит от габаритов используемого для выбивки оборудования.

В обычных случаях длина конвейера (между центрами закруглений) составляет

$$L = L_{\Phi} + L_3 + L_{выб} = L_{охл}.$$

При расчете и проектировании конвейера необходимо учитывать, что коэффициент заполнения платформ должен составлять 0,8.. 0,9.

Количество опок для действующего конвейера принимается до 20 % больше количества его платформ.

Организация производства, особенно при массовом и крупносерийном его характере, предполагает расчленение всей номенклатуры цеха в производственные потоки, отливки в которых группируются по определенным признакам и где задействованы однотипная технология и оборудование.

Формирование потоков начинается в формовочном отделении и реализуется при заполнении таблицы формы 8.

Форма 8 – Распределение отливок по потокам и определение количества формовочного оборудования

Но- мер пото- ка	Модель, тип оборудо- вания	$\Pi_{ц}$	$\Pi_{д}$	Индекс- сы отли- вок в потоке	Кол- во форм в потоке	Средне- часо- вое кол-во форм	Кол-во обору- дования по расчету	Принятос кол-во оборудова- ния	K_3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Модель оборудования выбирается исходя из геометрии, габаритов, массы, типа сплава и т. д. отливок потока.

Цикловая производительность $\Pi_{ц}$ берется из паспортных (справочных) данных на оборудование.

Действительная производительность $\Pi_{д}$ выбирается с учетом коэффициента использования оборудования $K_{и}$, который зависит от организации в формовочном и обеспечивающих его отделений литейного цеха.

Коэффициент использования формовочных универсальных машин $K_{и}$ зависит от организации производства и составляет:

при крупносерийном и массовом производстве 0,65...0,85; при серийном производстве – 0,45...0,65; мелкосерийном – 0,3...0,45.

Для автоматических литейных линий этот коэффициент из-за технологических, технических, организационных и прочих простоев составляет $K_{и}=0,55...0,7$, то есть $P_{д}=(0,55...0,7)P_{ц}$.

Большие значения этих коэффициентов менее предпочтительны, так как в этом случае ужесточаются организационные связи между формовочным и смежными с ним отделениями, предполагается поддержание технического состояния оборудования на высоком уровне, что вызывает несоответствие между предполагаемым и реальным состоянием производства.

В графе 5 формы 8 перечисляются индексы отливок, принятых для производства в данном потоке. В графе 6 из формы 8 проставляется количество форм каждого наименования отливки и суммируется по потоку. Среднечасовое количество форм (графа 7) получается в результате деления суммарного количества форм в потоке на действительный годовой фонд $F_{д}$ времени работы выбранного для него оборудования (графа 5 формы 3).

Расчетное количество оборудования (графа 8) получается от деления среднечасового количества форм в потоке (графа 7) на действительную производительность выбранного оборудования (графа 4). Полученный результат округляют до целого числа и проставляют в графу 9. Коэффициент загрузки $K_{з}$ оборудования (графа 10) получается от деления расчетного количества оборудования на принятое.

Для оборудования формовочного отделения коэффициент загрузки $K_{з}$ должен быть в пределах $0,7...0,9$.

Ниже приведены таблицы с черчением и необходимыми при расчете значениями и характеристиками автоматических формовочных линий, выпускаемых отечественным машиностроением [2].

Таблица 5– Линии формовочные для серийного и мелкосерийного производства:

Модель	Характеристика	Размер опок, мм	Цикло- вая произво- дитель ность, форм/ч	Мощ- ность, кВт	Габаритные размеры линии, мм
1	2	3	4	5	6
КЛ 91265С	Линия формовки и выбивки встряивающе- прессовая М=50кг АСПС – 100 м ³ /ч	800x700x x300/300	240	53,9	50600x20000x x4900
КЛ 22821	Линия формовки и выбивки на базе 4-позиционных карусельных встряивающе- прессовых автоматов М=10 кг АСПС – 40 м ³ /ч	500x400x x150/150	300	82,0	72000x11000x x3000
КЛ 22813	То же М=10 кг АСПС – 160 м ³ /ч	800x700x x300/300	240	64,8	75000x9400x x4610
Л650	Линия формовки и выбивки на базе многопозиционных встряивающе- прессовых автоматов с плавающейоснаст- кой М=120 кг АСПС – 160 м ³ /ч	1000x800x x300/300	120	550	96500x2600
Л651	То же М=240 кг	1200x1000x x400/400	80	585	96500x2700x x6000
Л653	То же М=400 кг	1600x1200x x500/500	50	650	106000x27000
Л665 (Л635)	Линия формовки самотвердеющих смесей на базе смесителей непрерывного действия или на базе мостовых пескометов М=1200 кг	2000x600x x(300-600)	10	300	41600x15500

Продолжение таблицы 5

Модель	Характеристика	Размер опок, мм	Цикловая производи- тельность, форм/ч	Мощ- ность, кВт	Габаритные размеры линии, мм
1	2	3	4	5	6
Л666 (Л636)	То же М=2000 кг	2500x2000x x(300-700)	8	300	80200x15600
Л667 (Л637)	То же М=3000 кг	3000x2500x x(300-900)	6	300	42500x4000
ИФЛ- 70С	Линия формовки и выбивки ХТС со смесителями непрерывного действия М=120 кг	1000x800x x350/350	25-30	425	45500x15600
ИФЛ- 71С	То же М=200 кг	1200x1000x x400/400	12-15	625	132000x13745
ИФЛ- 73С	То же М=400 кг	1600x1200x x(200-500)	8-10	760	132000x13745

Таблица 6 -- Автоматические формовочные линии для
крупносерийного и массового производства

Модель	Характеристика	Размер опок, мм	Цикло- вая произво- димость, форм/ч	Мощ- ность, кВт	Габаритные размеры линии, мм
1	2	3	4	5	6
Л450 (КВ301)	Линия формовки, заливки, выбивки на базе 3-пози- ционных встряивающе- прессовых автоматов М=50 кг АСПС-240м ³ /ч	1000x800x x300/300 (1100x750)	240	450	105000x15800x x 6150
Л451	То же М=75 кг	1200x1000x x350/350	220	800	110000x18500
Л453 (КВ2779)	То же М=100 кг	1600x1200x x400/400; 1500x1100	200	1100	114500x25000

Продолжение таблицы 6

Модель	Характеристика	Размер опок, мм	Цикло- вая произво- дитель- ность, форм/ч	Мощ- ность, кВт	Габаритные размеры линии, мм
1	2	3	4	5	6
ИЛ225	Линия формовки, заливки, выбивки на базе проходных однопозиционных прессовых автоматов M=80 кг АСПС=160 м ³ /ч	900х600х х250/250	240	124	62435х10660х х6625
ИФЛ225	Линия формовки, заливки, выбивки на базе проходных встряхивающе-прессовых автоматов M=80 кг АСПС≈240 м ³ /ч	900х600х х350/350	250	250	60000х14500х х5395
ИФЛ11С	Линия формовки, заливки, выбивки на базе 4-позиционных карусельных встряхивающе-прессовых автоматов M=50 кг АСПС=100 м ³ /ч	800х700х х130/130	360	483	58500х15500
АЛ1012М	Линия формовки и сборки в вертикальную стопку на базе 4-позиционных прессовых автоматов M=15 кг АСПС=40 м ³ /ч	500х400х х(40-100)	600 (при трех автома- тах)	110	281308х5570х х4670
-	То же M=30 кг	800х700х х(60-120)	240-360 (при одном автома- те)		-

Продолжение таблицы 6

Модель	Характеристика	Размер онок, мм	Цикло- вая произво- дитель- ность, форм/ч	Мощ- ность, кВт	Габаритные размеры линии, мм
1	2	3	4	5	6
7058	Линия безопочной формовки и сборки в горизонтальную стопку, заливки и выбивки M=5 кг АСПС=100м ³ /ч	600x50x x(120-30)	280..300	94	26000x4605x x3455
КЛ2002	То же M=20 кг АСПС=160 м ³ /ч	600x450x x(180-300)	300	130,3	39150x4285x x5540
АЛ23714	То же M=50 кг АСПС=240 м ³ /ч	800x600x x(250-500)	300	261	54000x4100x x6500
АЛ28314	То же, но парная сборка M=80 кг АСПС=160 м ³ /ч	100x800x x(200 300); 800x600	150-200	301,7	58580x7250x x7350
АЛ28412	Линия безопочной формовки и сборки в вертикальную стопку M=15 кг АСПС=100 м ³ /ч	600x500x x(80-200)	420-480	70	27000x4200x x4300

Примечание. В графе 2 таблиц 5 и 6:

АСПС=...м³/ч – автоматизированная смесеприготовительная система соответствующей производительности; M=...кг – средняя масса изготавливаемых на линии отливок.

Таблица 7 – Решетки выбивные инерционные

Модель	Грузоподъемность, т	Размер рабочего полоща, мм	Мощ- ность, кВт	Габаритные размеры, мм
1	2	3	4	5
31211	1,0	1250x1000	2,2	1640x1270x690
31212	1,6	1600x1250	4,4	2092x1624x770
31213	2,5	2000x1600	4,4	2455x2024x770
31214	4,0	2240x1800	15,0	2926x2272x1045
31215	6,3	2500x2000	22,0	3170x2532x1065
31216	10,0	3150x2000	34,0	3885x3190x1175
31217	16,0	3550x2500	60,0	4040x3600x1466
31218	25,0	4000x3150	80,0	4850x4040x1305
31219	40,0	4500x3550	150,0	5420x4540x1615

5 РАСЧЕТ ПЛАВИЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

В пояснительной записке дипломного проекта этот раздел должен начинаться с подробного описания технологических процессов на участке подготовки и хранения шихты и плавильном участке, которые входят в состав плавильного отделения. Здесь необходимо дать обоснование и выбрать для реализации этих технологических процессов технологическое, вспомогательное и транспортное оборудование с указанием их типов, моделей, конструктивных особенностей и технических характеристик.

Для ориентировки в таблице 8 представлен приблизительный перечень основных операций, выполняемых в плавильном отделении. Данные таблицы могут быть скорректированы под конкретное задание с определенным видом сплава и объемом производства.

В чугунолитейном производстве для плавки применяют вагранки и электрические печи (индукционные, дуговые). Наиболее распространенным агрегатом являются вагранки. Тем более, что современные ваграночные комплексы позволяют очищать отводящие газы от пыли и CO, дожигать их и утилизировать тепло, подогревать дутье, гранулировать шлак и механизированно убирать отходы. В последнее

время стали внедряться в производство коксово-газовые и газовые вагранки, которые дают повышенное качество чугуна (с низким содержанием серы и др.) и экологически более чистоплотны.

Таблица 9 – Основные и вспомогательные операции техпроцесса, выполняемые в плавильном отделении

Операции техпроцесса	Место выполнения (участок на планировке)
1	2
1. Прием и разгрузка шихтовых материалов, флюсов, огнеупоров, топлива, вспомогательных материалов	Участок разгрузки и хранения материалов (шихтовый участок)
2. Транспортировка этих материалов вообще и к дозирующим устройствам	Участок подготовки и навески шихты, приготовление футеровочных составов
3. Набор шихты и дозирование составляющих (металл, флюсы, топливо)	Участок подготовки шихты
4. Подготовка шихты к завалке (дробление, подогрев, прокатка стружки, рассев)	То же
5. Загрузка(завалка) шихты в печь	Плавильный участок
6. Плавка металла	То же
7. Экспресс-контроль химсостава жидкого металла	Экспресс-лаборатория
8. Ремонт и подогрев ковшей, миксеров, копильников	Участок ремонта ковшей
9. Управление ходом загрузки, плавки и разливки металла	Пульты управления, пультовые помещения
10.Выдача металла из печи и внепечная обработка в ковшах или на спецстанках(автоклавах, вакуум-камерах)	Участок внепечной обработки сплава
11.Выдержка и доводка металла в раздаточных печах, ковшах, миксерах	Миксерный участок
12.Транспортировка жидкого металла в формовочное отделение	Транспортные линии, подъемно-транспортные устройства
13.Осмотр и текущий ремонт плавильных агрегатов после слива плавки	Плавильный участок
14.Уборка и переработка шлаков, сливов металла и отходов огнеупоров после очистки, выбивки печей и ковшей	Плавильный участок, участок ремонта ковшей, участок переработки твердых отходов
15.Очистка отходящих газов и воды от плавильных печей, миксеров, ковшей	Участок очистки и осветления воды
16.Ремонт плавильных агрегатов (сводов, тиглей, ковшей, генераторов и т. д.)	Участок ремонта

Однако вагранки всех типов имеют существенный недостаток – трудность получения жидкого металла с точным химическим составом и его невысокая температура (1340 – 1380 °С).

При выборе в качестве плавильного агрегата для выплавки чугуна вагранки следует иметь в виду, что при нагреве и расплавлении в ней шихты так называемый тепловой коэффициент полезного действия (ТКПД) достигает 45 %, но при перегреве металла падает до 5 %. В электропечах нагрев шихты до температуры плавления происходит при ТКПД равном 20 – 30 %, а перегрев жидкого металла при ТКПД порядка 55 %. Поэтому плавить чугун экономичнее в вагранках, а нагревать до нужной температуры – в электропечах. С этой точки зрения в чугунолитейном производстве дуплекс-процесс вагранка-электропечь является наиболее целесообразным вариантом и настоятельно рекомендуется для использования.

Преимуществами индукционных печей перед вагранками являются:

- возможность управления процессом перегрева чугуна в широком интервале по температуре и времени;
- обеспечение заданного химического состава и высокого качества чугуна;
- возможность переплава небрикетированной чугунной стружки до 40 % от массы металлозавалки и других легковесных компонентов;
- снижение угара кремния и марганца и содержания серы в расплаве, удешевление металлозавалки;
- снижение удельного расхода огнеупорных материалов (3 кг/т против 27 кг/т в вагранке) и улучшение условий труда.

Основным плавильным агрегатом для выплавки стали в литейных цехах являются электродуговые печи трехфазные прямого действия (ДСП). Их применение обеспечивает быстрое ведение плавки, большую маневренность, широкую номенклатуру марок выплавляемых сталей и

используемых шихтовых материалов. Используются печи с кислой и основной футеровкой (кислым и основным процессом).

Кислый процесс более простой и дешевый, но шихта должна быть чистой по сере, фосфору и легирующим элементам. Основной процесс применяют для получения легированных и специальных сталей. По сравнению с кислым он требует повышения до 40 – 50 % расхода электроэнергии и увеличения продолжительности плавки.

В настоящее время разработан новый тип плавильных электродуговых печей, работающих на постоянном токе (ДПТГ). По конструкции они близки к печам ДСП. Дуговые печи постоянного тока разработаны для плавки стали (ДПТГС), чугуна (ДПТГЧ), цветных сплавов на основе алюминия и меди (ДМПГА, ДПТМ). Эти печи позволяют в 7 – 10 раз уменьшить количество пылевых и газовых выбросов, снизить угар, увеличить выход годного металла, значительно снизить расход ферросплавов и электродов, резко уменьшить шум в плавильном отделении.

В таблице 9 приведены данные по основным типам плавильных печей, используемых в литейных цехах.

Программой плавильного отделения является годовой выпуск жидкого металла. За основу его расчета берется годовая производственная программа цеха. Потребное для выполнения программы цеха количество жидкого металла определяется при заполнении таблицы формы 9.

**Таблица 10* - Основные технические данные плавильных печей для
литейных сплавов**

Плавильное оборудование	Тип печи, основные параметры	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4
ЧУГУН			
Вагранка литейная коксовая (ВАК)	Внутренний диаметр шахты, мм		
	900	5	400
	1100	7	500
	1300	10	500
	1600	15	1500
	1900	20	1500
Индукционная тигельная печь промышленной частоты для плавки	ИЧТ-1/04	0,36	400
	ИЧТ-2,5/1	1,25	1000
	ИЧТ-6/1,6	1,90	1600
	ИЧТ-10/2,5	3,10	2500
	ИЧТ-16	3,50	2500
	ИЧТ-21	11,30	5600
	ИЧТ-31	14,2	9600
Индукционные тигельные печи для перегрева металла (миксеры)	ИЧТ-1/0,18	2,0	180
	ИЧТ-2,5/0,63	9,5	630
	ИЧТ-6/0,63	9,8	630
	ИЧТ-10/1,0	12,4	1000
	ИЧТ-16/1,6	2,8	1600
СТАЛЬ			
Индукционные тигельные печи повышенной частоты	ИСТ-0,06	0,05	80
	ИСТ-0,16	0,10	140
	ИСТ-0,25	0,25	250
	ИСТ-0,40	0,26	350
	ИСТ-1,00	0,57	800
	ИСТ-2,50	1,75	2000
	ИСТ-6,00	3,00	2500
	ИСТ-10,00	3,50	4000
Дуговые электрические печи прямого действия	Номинальная емкость, т		
	ДСП-0,5	0,33	630
	ДСП-1,5	0,94	1250
	ДСП-3,0	1,56/1,65	2000
	ДСП-6,0	2,7/2,8	4000
	ДСП-12,0	4,2/5,1	8000
	ДСП-25	6,6/8,0	12500
ДСП-50	11,4/14,0	20000	

Продолжение таблицы 9

Плавильное оборудование	Тип печи, основные параметры	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4
Дуговые печи постоянного тока для стали и чугуна	ДПТТ-0,6	—	600
	ДПТТ-6	—	4000
	ДППТ-12	—	8000
	ДПТТ-25	—	16000

* Более подробные сведения о плавильных агрегатах литейного производства можно найти в [4].

Форма 9 – Расчет потребности в металле на программу

Номер потока, индексы отливок	Марка сплава	Годовой выпуск отливок				Масса литниковой системы		Годовая масса жидкого металла, т
		номинальный		с учетом брака		на одну отливку	на годовой выпуск	
		шт	т	шт	т	кг	т	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поток №1								
1								
2...								
3								
Итого Поток №2								
1								
2								
3								
Итого я г д								
...								
Всего								

В графе 1 проставляются номера потоков и индексы отливок, им приписанные. Сведения в графы 2,3,4,5,6 извлекаются из предыдущих таблиц. Данные в графу 7 заносятся из технологической документации (форма 2), полученной на базе практики. Графа 8 заполняется данными,

полученными от умножения чисел граф 5 и 7. Графа 9 заполняется числами, полученными от сложения чисел граф 6 и 8. в результате должны получить погрешное количество жидкого металла для каждого потока и в целом по цеху.

В случае расчста цеха по приведенной программе в таблицу заносятся сведения о отливках-представителях.

После определения количества жидкого металла необходимо вычислить объем металлозавалки. Металлозавалка рассчитывается по потокам. Однако, если в цехе отливки из одной марки металла, то допустимо считать металлозавалку сразу для цеха. Металлозавалка по потокам и всего по цеху определяется при заполнении таблицы формы 10.

Форма 10 – Расчет металлозавалки

Номер потока	Масса жидкого металла на программу		Сливы, скрап		Угар и безвозвратные потери		Металлозавалка	
	%	т	%	т	%	т	%	т
1							100	
2							100	
и т. д.								
Всего по цеху							100	

Процентное содержание жидкого металла в металлозавалке составляет разницу между металлозавалкой и сливами, безвозвратными потерями, значение которых (%) назначаются из нормативной для проектирования документации. При известном объеме жидкого металла (т) и процентном соотношении составляющих рассчитывается тоннаж этих составляющих и металлозавалки по потокам или для всего цеха.

При известной металлозавалке рассчитывается основной показатель эффективности работы проектируемого цеха – коэффициент выхода годного литья К:

$$K = \frac{M_{\text{ГОЛ}}}{M_{\text{МЗ}}} \cdot 100,$$

где $M_{\text{ГОЛ}}$ – масса годового выпуска отливок (в потоке или цехе), т ;

$M_{\text{МЗ}}$ – масса металлозавалки (в потоке или в цехе), т.

Для ориентировки в правильности проведенных расчетов в таблице 11 приведены коэффициенты выхода годного литья для отливок различной массы и группы сложности, наработанные практикой производства отливок в разовых песчано-глинистых формах.

Угар и безвозвратные потери при выплавке металла в различных плавильных агрегатах следует принимать по рекомендациям таблицы 10.

Таблица 10 – Данные по среднему угару и безвозвратным потерям металла

Литейный сплав	Плавильный агрегат	Угар и безвозвратные потери в % к металлозавалке
Чугун: серый ковкий высокопрочный Сталь	Мелкое литье	
	ИЧТ-ИЧТМ	4 – 5
	ИЧТ-ИЧТМ	5 – 6
	ИЧТ-ИЧТМ	6 – 7
	ИСТ; ДСП	6 – 7
Чугун: серый ковкий высокопрочный Сталь	Среднее и крупное литье	
	ВГД	5 – 7
	ВГД-ИЧТМ	5 – 6
	ИЧТ-ИЧТМ; ДСП-ИЧТМ	4 – 5
	ИЧТ-ИЧТМ; ДСП-ИЧТМ	4 – 5
	ИЧТ-ИЧТМ; ИЧТ-ДСП; ИЧТ-ДЧМ	5 – 6
	ДСП	5 – 6

Для тяжелого и особо тяжелого литья для всех плавильных агрегатов искомая величина берется 5 – 6 %.

В таблице обозначения плавильных агрегатов, стоящих через черточку, означает «дуплекс» из них.

Условные обозначения в таблице: ИЧТ – индукционная чугуноплавильная тигельная печь; ИЧТМ – индукционный тигельный

миксер; ИСТ – индукционная сталеплавильная тигельная печь; ДСП – дуговая электропечь; ВГД – вагранка с горячим дутьем; ДЧМ – дуговая чугуноплавильная печь-миксер.

Расход жидкого металла на сливы и скрап зависит от организации разливки металла по формам, ритмичности работы формовочного отделения, квалифицированности рабочих и пр. По опыту машиностроительных заводов со средним развесом литья, при механизированной или полуавтоматизированной разливке эта величина берется в пределах 5 – 6 % от металлозавалки.

Таблица 11 – Коэффициенты выхода годных отливок

Масса отливок, кг	Группа сложности отливок				
	1	2	3	4	5
	Коэффициент выхода годного				
Серый чугун					
До 10	0,673	0,667	0,660	0,655	0,649
от 10 до 50	0,709	0,703	0,700	0,692	0,688
от 50 до 100	0,736	0,730	0,723	0,718	0,713
от 100 до 250	0,742	0,734	0,720	0,714	0,705
Сталь					
До 10	0,565	0,556	0,549	0,539	0,531
от 10 до 50	0,612	0,605	0,597	0,586	0,576
от 50 до 100	0,641	0,633	0,625	0,615	0,609
от 100 до 250	0,660	0,650	0,640	0,628	0,620

Следующим этапом в расчете плавильного отделения является составление баланса металла, который оформляется в виде таблицы формы 11.

В этой форме все известно из предыдущих таблиц, кроме брака, который получается из процентной разницы между металлозавалкой (100 %) и всех остальных статей баланса. Процент брака здесь должен быть меньше, чем средний в форме 7, так как мы его относим к предъявленному литью, а в форме 11 – к металлозавалке.

Форма 11 – Баланс металла

Статьи баланса	% от металлозавалки	Объем, т	
		годовой	среднечасовой
Годное литье			
Литники и прибыли			
Брак (внутренний и внешний)			
Сливы, скрап			
Итого жидкого металла			
Угар и безвозвратные потери			
Всего металлозавалки	100		

Если коэффициенты выхода годного литья по потокам отличаются значительно (несколько процентов) или в потоках используются разные сплавы, то форма 11 расширяется с учетом групп литья по массе или сплавам.

Для выбранных в проектируемом цехе плавильных агрегатов следует произвести расчет шихты. Для этого необходимо прежде всего составить шихту, то есть определить совокупность различных исходных металлических материалов и ферросплавов, обеспечивающих заданный химический состав и свойства сплава. Состав шихты обычно набирается из компонентов базы практики и вносится в форму 13 (графы 1, 2, 3).

Существует несколько методов расчета шихты, но одним из самых распространенных является метод подбора с последующей корректировкой.

Из ТУ на литье или ГОСТ необходимо выписать химический состав и механические свойства выбранной(ых) марки(ок) сплава и занести в таблицу формы 12.

Форма 12 – Химический состав и механические свойства сплава(ов)

Марки сплава	Содержание элементов, %					Механические свойства				
	C	Mn	Si	Cr	Ni					

Форма 13 – Расчет шихты

Компо- ненты	Марка и ГОСТ	Содержание компонента в шихте, %	Содержание элементов, %					
			С		Mn		Si	
			ком- по- нент	ших- та	ком- по- нент	ших- та	ком- по- нент	ших- та
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Чугун передельный* и т. д.	M1, M2 805-80	5,1	3,8	0,18	0,16	0,08	3,2	0,16
Итого в шихте		100		0,5		1,5		0,85
Угар, %				30		40		60
В жидком металле				0,35		0,9		0,34

* В таблице для примера приведен расчет по одному компоненту и конечные результаты.

Расчет ведется на среднемарочное значение каждого элемента, которое определяется по данным формы 12.

В графе 1 формы 13 записывается перечень составляющих шихту материалов (компонентов). В графе 3 – процентное содержание каждого материала в шихте. В графах 4, 6, 8 и так далее проставляется химический состав компонента по элементам С, Si, Mn, и т. д. [5].

В зависимости от выбранного плавильного агрегата из таблицы 12 назначается величина угара (пригара) элементов химического состава сплава.

Расчет ведется по всем элементам химического состава сплава для каждого компонента шихты по следующей общей формуле:

$$\mathcal{E}_ш = \frac{K_ш \cdot \mathcal{E}_к}{100},$$

где $\mathcal{E}_ш$ – количество элемента (С, Si, Mn, и т. д.), вносимого данным компонентом в шихту, %;

$K_{ш}$ – содержание компонента в составе шихты, % (из графы 3 формы 13);

$Э_k$ – марочное содержание элемента в компоненте, % (графа 4, 6, 8 и т. д.).

Таблица 12 – Данные об угаре элементов при плавке в различных печах, %

Химические Элементы	Вагранка	Дуговая электропечь	Индукционная Печь
Углерод при содержании в шихте:	(+) 20 – 30	(-) 5 – 10	(-) 3 – 5
до 3,6 %	(-) 3 – 8	–	–
более 3,6 %	(-) 10 – 15	–	–
Кремний	(-) 10 – 20	(-) 15 – 20	–
Марганец	–	–	–
Фосфор	(+) 40 – 60	–	–
Сера	(-) 16 – 20	(-) 15 – 30	–
Хром	(-) 4 – 6	(-) 7 – 10	–
Никель			

Примечания:

1. (-) – угар; (+) – пригар.

2. При использовании в составе шихты ферросплавов (FeSi, FeMn) угар кремния 20...25 %, марганца 30 – 40 %.

Полученные результаты заносят в графы 5,7,9 и так далее формы 13.

В случае несовпадения результатов расчета содержания какого-либо или всех элементов со среднemarочным их содержанием, производят перераспределение содержания компонентов шихты в графе 3 и ведут повторный расчет.

После расчета шихты составляют форму 14 расхода материалов по плавильному отделению, являющуюся основным документом обеспечивающим потребное количество жидкого металла для выполнения производственной программы цеха.

**Форма 14 – Ведомость расхода основных и вспомогательных
материалов по плавильному отделению**

Материалы	Марка	Шихта	
		%	т/год
1. Металлическая шихта			
...			
...			
и т. д.			
Итого			
2. Ферросплавы			
2.1 ...			
2.2 ...			
и т. д.			
Итого			
Всего		100	
3. Флюсы			
...			
...			
и т. д.			
4. Огнеупоры			
4.1 ..			
4.2 ..			
и т. д.			

Расчет количества оборудования и оснастки осуществляется применительно к конкретному виду производства, плавильному агрегату, организации грузопотоков.

В тех случаях, когда плавка ведется монопроцессом в дуговых печах периодического действия с выдачей на заливку всего металла, расчет плавильного оборудования начинается с определения оптимальной емкости печи для каждого технологического потока

$$\varepsilon = \frac{Q \cdot k_H \cdot t_{ц}}{\Phi_{д}}$$

где Q – годовая потребность жидкого металла, в цехе или в потоке, т;

k_H – коэффициент неравномерности потребления металла;

$t_{ц}$ – продолжительность разливки одной плавки, ч;

$\Phi_{д}$ – действительный годовой фонд времени работы печи, ч.

Время отбора металла ($t_{ц}$) из раздаточных ковшей в зависимости от их емкости:

4 т – 12...15 мин; 6..8 т – 18...35 мин;

16 т – 23...45 мин; 25 т – 60...80 мин.

Число печей определяется по формуле

$$n = \frac{Q \cdot k_H}{\Phi_{д} P_{расч}},$$

где $P_{расч} = \frac{\epsilon}{t_{дп}}$ – производительность печи, т/ч;

$t_{дп}$ – полный цикл одной плавки (берется из технологической документации или из таблицы 13).

Производительность вагранок и других печей непрерывного действия, а также индукционных печей работающих с «болотом», определяется по часовой потребности металла

$$P_{расч} = \frac{Q \cdot k_H}{\Phi_{д} \cdot n_1},$$

где n_1 – принятое (расчетное) число одновременно работающих печей.

Таблица 13 – Нормы продолжительности плавки, ч

Марка печи	Номинальная вместимость печи, т	Номинальная мощность трансформатора, кВт	Основной		Кислый процесс		
			Вид сплава				
			Сталь	Высокопрочный чугун	Сталь	Ковкий чугун	Серый чугун
ДСП-0,5	0,5	630	1,7	–	1,4	–	–
ДСП-1,5	1,5	1250	1,9	–	1,5	–	–
ДСП-3,0	3,0	2000	2,4	2,3	1,8	1,8	1,6
ДСП-6,0	6,0	4000	2,8	2,7	2,0	2,0	1,8
ДСП-12	12,0	8000	3,3	3,2	2,3	2,3	2,0
ДСП-25	25,0	12500	4,0	3,6	2,7	2,7	2,3
ДСП-50	50,0	32000	4,0	3,5	2,5	2,5	2,3

Примечания:

1. При подогреве шихты до 600...700 °С продолжительность плавки следует уменьшить на 10...15 %.
2. При выплавке легированных сталей продолжительность плавки следует увеличивать для печей емкостью до 6 т на 20 %, свыше 6 т – на 100 %.

Типоразмер вагранок и индукционных печей по рассчитанной производительности выбирают по нормам технологического проектирования из типажа выпускаемого в стране оборудования [1,4].

Количество печей непрерывного действия определяется по формуле

$$n_a = \frac{Q \cdot k_{II}}{\Phi_{II} \cdot II_{\text{првч}}}$$

Во всех случаях расчета количества печей при получении дробного числа его округляют до целого в большую сторону и считают коэффициент загрузки плавильного оборудования $K_{зп}$ как отношение расчетного количества печей к принятому (округленному). Рекомендуемый коэффициент загрузки плавильного оборудования составляет 0,75...0,85.

Для согласованной работы формовочного и плавильного отделений и технологических режимов производства целесообразно для вагранок использовать подогреваемые миксеры емкостью 1,-2-часовой производительности вагранки.

В общем случае цех должен иметь резервное плавильное оборудование. Его число зависит от продолжительности межремонтного цикла и ремонта. При использовании вагранок, работающих без ремонта и выбивки не более трех смен, для каждой работающей вагранки устанавливают одну резервную. Они образуют блок. Для вагранок с циклом более одной рабочей недели установка резервной не требуется.

Дуговые и индукционные печи имеют межремонтный цикл до нескольких месяцев. Здесь для проведения ППР, капитального ремонта и для учета аварийных ситуаций предусматривают при расчете резервное оборудование до 20 % от количества работающих.

Для перегрузки шихтовых материалов в шихтовом участке плавильного отделения используют мостовые краны с магнитной шайбой или грейфером. Количество таких кранов определяется по формуле

$$N = \frac{Q_c \cdot \Sigma \cdot K}{1440 \cdot B},$$

где $Q_c = \frac{Q_{мет}}{F_{ном}}$ – суточный расход шихтовых материалов, т ;

Σ – время на погрузку 1т шихтовых материалов (см. таблицу 14);

$K=1,15$ – коэффициент, учитывающий выполнение краном вспомогательных работ;

$B=0,8$ – коэффициент использования крана;

$Q_{мет}$ – годовая металлозавалка, т;

$F_{ном}$ – количество рабочих дней в году (≈ 250).

Таблица 14 – Время на погрузку и разгрузку 1т материала

Выполняемые работы	Время, затрачиваемое краном, мин/т			
	Диаметр магнитной шайбы, мм		Емкость грейфера, м ³	
	1150	1650	1,75	3,0
Разгрузка лома	1,7	1,0	-	-
Погрузка:				
лома	2,0	1,2	-	-
железной руды	-	-	0,6	0,7
известняка	-	-	1,0	0,6
плавикового шпата	-	-	0,9	0,6
бокситов	-	-	10	0,7
известии	-	-	1,9	14
заправочных материалов	-	-	1,0	0,6
ферросплавов	-	-	0,9	0,5

Количество кранов определяют для каждого компонента шихты, а потом, суммируя, определяют общую потребность.

Число загрузочных бадей принимают равным числу печей. Число передаточных тележек в сталелитейном цехе принимают из расчета – одна тележка на две печи.

Количество мостовых кранов для завалки шихты в электродуговые печи определяется по формуле

$$N_i = \frac{A \cdot \Sigma \cdot K_n}{1440 \cdot B},$$

где A – число плавов в сутки;

$\Sigma = 20 \dots 30$ мин – загруженность крана на одну плавку;

K_n – коэффициент неравномерности производства ($K_n = 1,0 \dots 1,1$ – для 2...3 печей; $K_n = 1,2 \dots 1,3$ для большего количества печей);

$B = 0,8$ – коэффициент использования крана.

Допустимо определение количества мостовых кранов исходя из рекомендаций практики проектирования: один мостовой кран – на 60...70 м производственного пролета и – на 40...50 м складного пролета.

Объем закромов, штабелей, контейнеров и других емкостей для хранения шихтовых материалов определяют по формуле

$$V = \frac{Q_c \cdot K_z}{q \cdot h},$$

где Q_c – суточный расход материала, т;

K_z – норма запаса материала, сутки (см. ниже);

q – насыпная масса материала, т/м³ (см. ниже);

h – коэффициент заполнения ($h = 1,2$ – для металлической шихты, $h = 0,8$ – для сыпучих материалов).

Насыпная масса материала, т/ м³

Руда железная.....	2,7	Лом:	
Известняк.....	1,6	Легковесный.....	1,0–1,7
Известь.....	0,8	Средний.....	1,8–2,5
Окалина.....	2,6	Тяжелый.....	3,2
Бокситы.....	1,5	Чугун чушковый.....	3,5
Окатыши.....	2,0	Ферромарганец.....	3,0
Агломерат.....	2,0	Никель.....	3,5
Плавиновый, шпат.....	1,7	Ферросилиций (ФС45).....	2,2
Магнезитовые порошок	19	Ферросилиций (ФС75).....	1,5
Доломит сырой.....	16	Песок кварцевый.....	1,8
Доломит обожженный...	1,5	Глина огнеупорная.....	1,2
Кокс.....	0,5		

В случае наличия в заводе базисного склада шихты, нормы запаса шихтовых материалов на шихтовом участке цеха могут сводиться до 1,–3-дневной их потребности. В случае отсутствия такого склада, нормы запаса материалов в цехе увеличиваются от недельного до трехмесячного их расхода.

Число стендовых (раздаточных) стопорных или чайниковых ковшей определяется по формуле

$$n_k = (1,1..1,2)(n_{об} + n_{ср} + n_{вр}).$$

Число ковшей, находящихся в обороте, определяется так:

$$n_{об} = \frac{A \cdot t_{об}}{24},$$

где A – число разливаемых за рабочие смены в сутках плавов;

$t_{об}$ – длительность циклооборота ковша ($t_{об}=2,5–4,0$ ч для ковшей емкостью 10–20 т).

Число ковшей, находящихся в среднем ремонте, определяется:

$$n_{c.p} = \frac{(n_{об} \cdot t_{c.p})}{m \cdot t_{об}}$$

где $t_{c.p}$ – продолжительность среднего ремонта, ч;

m – стойкость рабочего слоя футеровки в плавках.

Длительность ремонта $t_{c.p}$ ковшей с кирпичной кладкой 16 – 40 ч, с набивкой 10 – 12 ч.

Стойкость m кирпичной футеровки 8 – 16 плавков, набивкой – до 20 плавков.

Число ковшей, находящихся в капитальном ремонте, полученное расчетом, представляет малую величину, поэтому на практике его принимают в пределах 1 – 2 шт.

6 РАСЧЕТ СТЕРЖНЕВОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Программой стержневого отделения является годовое количество стержней, необходимое для выполнения годовой программы цеха по выпуску отливок.

Текстовая часть пояснительной записки для этого отделения должна содержать описание выбранных технологических процессов по изготовлению стержней с выбором типа (марки) оборудования для их реализации.

В условиях массового и крупносерийного производства номенклатура, число, объем, размеры и другие параметры стержней, изготавливаемых на проектную программу выпуска отливок, извлекаются из технологических процессов на отливки (в нашем случае из таблицы формы 2) и используются для определения объема производства стержневого отделения, которое формируется при заполнении таблицы формы 15.

Форма 15 – Объем производства стержневого отделения

Индекс отливок	Годовой выпуск отливок, шт.	Стержни			Потребность стержней			Масса годового выпуска стержней, кг
		Номер	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	На одну отливку, шт	На годовой выпуск отливок, шт	Годовая с учетом брака, шт	

Брак и бой стержней принимают в пределах 4 –6 %, но так, чтобы в сумме с браком отливок они не превышали 10 %.

Границей использования машинной формовки стержней является объем их производства 7 – 10 тысяч штук в год. В этом случае целесообразна ручная формовка.

При серийном, мелкосерийном и единичном производстве объем производства стержневого отделения определяется по технологическим разработкам и чертежам отливок с заполнением формы 15. При отсутствии указанных документов на часть или всю номенклатуру отливок объем производства стержневого отделения определяют по нормам расчетного числа стержней на 1 т годных отливок, которые приведены в таблице 15, составленной по данным таблицы [1, табл.20].

После определения объема производства стержней производится расчет загрузки стержневого отделения (форма 16).

Стержневые машины выбираются, исходя из действующего технологического процесса, массового распределения стержней по группам, габаритных размеров стержней.

В таблице 16 приводится перечень и технические характеристики однопозиционных пескодувных машин выпускаемых отечественной промышленностью [2] для изготовления стержней отверждаемых в оснастке и без нагрева.

Таблица 15 – Нормы расчетного количества стержней на 1т годных отливок из чугуна и стали

Группа стержней, кг	Норма в шт., для групп отливок по массе, кг								
	До 20	20 ... 100	100 ... 500	500 ... 1000	1000 ... 2000	2000 ... 5000	5000 ... 10000	10000 ... 20000	Св. 20000
До 1	21,0	11,0	5,0	4,3	1,7	1,7	1,7	1,3	1,3
1,0-2,5	16,0	4,5	4,5	3,5	1,4	0,6	0,6	0,6	0,2
2,5-6,0	12,0	11	3,7	2,0	1,8	1,2	0,6	0,1	0,1
6,0-10	1,5	4,4	4,3	3,3	1,1	1,0	0,8	0,2	0,2
10-16	0,4	2,1	2,7	1,9	1,8	0,4	0,2	0,2	0,2
16-25	0,4	1,1	1,5	2,12	3,5	1,6	1,5	0,5	0,5
25-40	0,3	2,3	2,7	1,4	1,2	1,1	0,7	0,6	0,6
40-60	-	0,3	2,1	1,8	1,0	0,7	1,7	1,2	1,2
60-100	-	0,3	1,5	2,2	2,3	2,7	1,0	0,2	0,2
100-250	-	0,1	0,5	1,2	1,4	1,4	0,5	0,4	0,4
250-600 и т. д.	-	0,1	0,1	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3

Форма 16 – Расчет загрузки стержневого отделения

Индекс отливка	Номер стержня	Масса стержня, кг	Годовая потребность с учетом брака, шт	Габаритные размеры стержневых ящиков, мм	Кол-во стержней в ящике, шт	Кол-во съёмов в год, шт

Кроме этого в [2, с.68, 69] представлены автоматизированные стержневые линии для CO₂-процесса (типа Л16С) и для ХТС (типа Л16Х).

Количество стержневых машин любого типа, необходимых для выполнения программы стержневого отделения, определяется по формуле:

$$M_c = \frac{N_c}{(\Phi_d - t)P_d},$$

где N_c – годовое количество съёмов всего или по весовым группам;

Φ_d – действительный годовой фонд времени работы машины, ч;

t – потери времени на смену стержневых ящиков;

P_d – действительная производительность машины. съёмов/ч

$P_n = (0,15 \dots 0,45) P_n$. Меньшие значения берутся для машин с нагреваемой оснасткой, большие – для машин без нагрева оснастки.

Таблица 16 – Стержневые пескодувные машины

Модель	Наиб. объем стержня, дм ³	Емкость резервуара, дм ³	Наиб. размер стержневого ящика, мм	Продолжительность цикла (без вр. отверждения), с	Габаритные размеры, мм	Мощность, кВт	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8
Нагреваемая оснастка							
23223А	4,0	6,3	630х400х400	18	–	–	Автоматическая универсальная
23225А	10,0	16,0	800х630х450	20	–	–	с надувом через верхнюю половину
23227А	25,0	40,0	1000х800х500	22	–	–	или по плоскости разъема
23229А	63,0	100,0	1600х1000х600	44	–	–	
23221А1	1,6	2,5	400х200х320	15	3025х1850х2370	8,0	То же с вертикальным разъемом
23223А1А	4,0	6,3	630х400х400	28	2500х2700х3000	15,0	
23225А1А	10,0	16,0	900х260х3350	30	2800х2800х2708	14	
23227А1	25,0	40,0	1000х800х500	22	3600х3300х3600	–	
23223А2А	4,0	6,3	580х480х180	28	2380х2564х2932	0,9	То же с горизонтальным разъемом
23225А2	10,0	16,0	800х630х450	30	2900х3760х3900	15	
23227А2А	25,0	40,0	1000х800х265	35	3600х3300х3600	15	
23229А2	63	100	1600х1000х600	44	–	–	
23223Б	4,0	6,3	630х400х400	27	3100х2500х4400	8,14	Автоматическая универсальная с надувом через верхнюю половину или по плоскости разъема
23225Б	10,0	16,0	800х630х450	36	–	–	
23227Б	25,0	40,0	1000х800х500	38	–	–	
23229Б	63,0	100	1600х1000х600	33	5500х4500х5500	8,14	

Продолжение табл. 16

Модель	Наиб объем стерж- ня дм ³	Ем- кость резер- вуара, дм ³	Наиб размер стержневого ящика, мм	Продол- житель- ность цикла (без времени отвержде- ния), с	Габарит- ные размеры, мм	Мощ- ность, кВт	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8
Оснастка без нагрева							
23221Б1	1,6	2,5	400x200x x300	21	-	-	То же с вертикаль- ным разъемом
23223Б1	4,0	6,3	600x400x x400	21	-	-	
23225Б1А	10,0	16,0	900x350x x260	27	-	-	
23227Б1	25,0	40,0	1000x800x x500	32	-	-	
23223Б2	4,0	6,3	630x400x x400	25	-	-	То же с горизон- тальным разъемом
23225Б2	10,0	16,0	800x630x x450	24	-	-	
23227Б2	25,0	40,0	1000x800x x500	30	-	-	
23229Б2	63,0	100	1600x1000 x600	34	-	-	

Форма 17 – Расчет необходимого количества стержневого оборудования

Массовые группы стержней, кг	Потреб- ное число сьемов		Стержневое оборудование					
	в год	в час	Модель	Произво- дитель- ность цвяловая, сьемы/ч	Производитель- ность действительная, сьемы/ч	Число машин		Кoeffици- ент загрузки
						По расчету	Приня- тое	

Смену ящиков необходимо производить в обеденное время. Однако, если это не так, то данное время учитывается в пределах 5 % от общего годового фонда времени работы машин.

Расчет количества стержневых машин для производства потребного на программу количества стержней по массовым группам определяется при заполнении таблицы формы 17.

При расчете количества стержневых машин с целью обеспечения бесперебойной работы формовочного отделения необходимо обеспечить условие $K_{3c} \leq K_{3\phi}$

7 РАСЧЕТ СМЕСЕПРИГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Этот раздел в пояснительной записке должен содержать полное описание всех технологических процессов по приготовлению формовочных и стержневых смесей, перечень выбранного технологического, транспортного и вспомогательного оборудования и схему грузопотоков.

Производственной программой смесеприготовительного отделения является объем формовочных и стержневых смесей, необходимый для обеспечения выпуска годовой программы отливок. Расчету предшествуют определение составов формовочных и стержневых смесей, которые выбираются из технологических карт базового предприятия или справочников в зависимости от марки сплава, технологии изготовления отливок, их массы и сложности. Эти данные оформляются в виде таблиц, примерная структура которых представлена формами 18 и 19.

В современных литейных цехах используют смеси: единую, облицовочную и наполнительную, высокопрочную, жидкостекольную (ЖСС), холоднотвердеющую (ХТС) и др. В таблицы заносятся сведения по тем смесям, которые предусмотрены выбранной в проекте технологией (единая, облицовочная, наполнительная, стержневая).

Форма 18* – Состав и свойства формовочных смесей

Смеси по их назначению	Состав, % по массе					Свойства			
	Оборотная смесь	Песок кварцевый	Глина или бентонит	Добавки		W, %	Г, ед.	$\sigma_{ст}$, кПа	и др.
				ЛСТ	и др.				

Форма 19* – Состав и свойства стержневых смесей

Номер смеси	Состав, % по массе						
	Песок		Глина формовочная	Асбестовая крошка	Мука древесная	Сульфитная барда	Связующее КО
	1К016	2КРК					

Продолжение формы 19

Свойства			
Г, ед.	W, %	$\sigma_{ст}$, кПа	
		На сжатие «сырая»	На растяжение «сухая»

* В таблицах для примера их заполнения приведен перечень составляющих смесей и их свойств.

Годовой расход формовочных смесей в массовом и крупносерийном производстве определяется по формуле:

$$V = [V_{\phi} - (V_{ст} + V_{мет})] \cdot k \cdot \eta \cdot \alpha,$$

где V_{ϕ} – годовой объем форм, м³;

$V_{ст}$ – годовой объем стержней в формах, м³;

$V_{мет}$ – годовой объем металла в формах, м³;

$$k = \frac{\rho_{\text{упл}}}{\rho_{\text{раз}}} \text{ -- коэффициент перевода от уплотненной смеси к}$$

разрыхленной;

$\eta = (1,05...1,15)$ – коэффициент, учитывающий просыпи смеси;

α – коэффициент неравномерности потребления смеси формовочным оборудованием.

При расчетах следует принимать во внимание рекомендованные практикой степени уплотнения (т/м^3) формовочных и стержневых смесей в зависимости от способов уплотнения: разрыхление – 1,1...1,15; встряхивание, пескометное, прессовое уплотнение – 1,65...1,70; прессование под высоким давлением, низкочастотное вибропрессование – 1,8...1,90; пескодувное уплотнение – 1,35...1,4; ЖСС – 1,35; ХТС – 1,55.

Годовой объем металла в формах ($V_{\text{отл}}$, м^3) определяют, разделив годовой выпуск отливок с учетом брака и литников на плотность металла.

Годовой объем стержней ($V_{\text{см}}$, м^3) вычисляется также по известному годовому их выпуску в тоннах.

Результаты расчета представляются таблицей формы 20, сведения в которой необходимо сгруппировать по потокам, в каждом из которых своя технология, свой способ уплотнения и, наконец, свой типоразмер опок.

При мелкосерийном и единичном производстве и тогда, когда данные для подробного расчета отсутствуют, расход формовочных смесей определяют по средним нормам расхода на 1 т годных отливок в зависимости от их массы с подведением итогов, пересчитанных на объем производства литья (таблица 17).

Количество стержневых смесей рассчитывается по суммарной массе годового выпуска стержней (см. форма 15) в тоннах по следующей

Форма 20 – Расчет расхода формовочных смесей

Размер опок в свету, мм	Годовой выпуск отливок, т/год	Средняя масса отливки в форме, кг	Цикло форм в год, шт	Объем формы, м ³	Объем, м ³ /год			Годовой расход смесей, т/год			
					форм	в формах		облицовочной	нашлипительной	шлипной	
						металла	стержней				смеси
Всего											

формуле отдельно для каждого состава смеси:

$$V_{см} = M_{см} / \rho_{см} \cdot K \cdot \eta,$$

где $M_{см}$ – годовой выпуск стержней (общий или по группам в зависимости от состава смеси), т;

$\rho_{см}$ – массовый объем стержневой смеси, т/м³;

$K = \frac{\rho_{см}}{\rho_{раз}}$ – коэффициент перевода от уплотненной смеси к

разрыхленной;

$\eta = (1,01...1,03)$ – коэффициент, учитывающий просыпи.

При использовании в формовочном отделении автоматических литейных линий современной практикой проектирования признано целесообразным создание автономных смесеприготовительных систем, с замкнутым кругооборотом смесей в пределах одной автоматической линии. Мощность такой системы рассчитывается с учетом цикловой производительности автоматической линии (с целью компенсации неравномерности потребления смеси) по формуле:

$$V = P_n \cdot K_r \cdot V_{пр} \cdot \rho_{см} (1 + \alpha),$$

где P_n – цикловая производительность линии, форм/ч;

$K_r = (0,8-0,96)$ – коэффициент технологической готовности линии;

$V_{пр}$ – приведенный объем формы, м³;

$\rho_{см}$ – плотность смеси в форме, т/м³;

$\alpha = 0,05 \dots 0,15$ – коэффициент, учитывающий просыпи смеси.

Расчетную производительность индивидуальной смесеприготовительной системы округляют до ближайшего большего значения типового ряда комплексов технологического оборудования, составленного по ряду предпочтительных чисел: 16, 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630 м³/ч.

По годовому расходу формовочных и стержневых смесей и их составу (рецептуре) определяется годовая потребность цеха в компонентах смесей и оформляется в виде таблицы формы 21. Это необходимо для определения объема перевозок, количества транспортного оборудования, площадей для складирования и так далее.

Форма 21 – Расход компонентов смесей

Смеси			Компоненты							
По назначению	Годовой расход, т		Оборотная смесь		Кварцевый песок		Регенерат		Бентонит	
	номинальный	с учетом брака	%	т	%	т	%	т	%	т
Единая стержневая и т. д.										
Всего компонентов										

Продолжение формы 21

Компоненты							
Уголь		Связующие		Пластификатор		Активатор	
%	т	%	т	%	т	%	т

Таблица 17— Средние нормы расхода формовочных смесей для серийного и мелкосерийного производства чугуна литья

Группа отливок по массе, кг	Размер оплоки в свету, мм	Высота формы, мм	Средняя масса годных отливок в форме, кг	Расход смесей на 1 т годных отливок, т		
				Облицовочная	Наполнительная	Всего или единой смеси
20	500x400	300	10	3,8	5,7	9,5
20-100	800x700	600	50	4,2	6,3	10,5
50-100	1000x800	700	90	3,9	5,8	9,7
50-250	1200x1000	800	160	3,7	5,5	9,2
100-500	1400x1000	900	250	3,0	4,4	7,4
100-1000	1600x1200	1000	400	2,8	4,1	6,9
500-1000	2000x1600	1100	700	2,9	4,3	7,2
500-1500	2500x1600	1200	1000	2,7	4,0	6,7
1000-2000	2500x2000	1200	1250	2,6	3,9	6,5
1000-3000	2500x2500	1200	1600	2,5	3,9	6,4
2000-5000	4000x2500	1400	3000	2,4	3,6	6,0

Примечания:

1. Для сталности литья приведенные данные нужно умножить на коэффициент 1,15 — 1,25 в зависимости от сложности литья.
2. Расход смесей с объемной массой 1,65 кг/см³, для других смесей расход пересчитать по соотношению плотностей.
3. В нормах расхода смеси не учтены потери на просыпи, которые рекомендуется принимать в пределах 5—15 % всего расхода.

Количество единиц оборудования для приготовления формовочных и стержневых смесей определяется по формулам:

$$n = \frac{V \cdot \tau \cdot K_H}{\Phi_d \cdot q},$$

где V – годовой объем смеси, м^3 ;

τ – длительность цикла перемешивания (технологический параметр), ч;

K_H – коэффициент неравномерности производства;

Φ_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

q – объем замеса (паспортная характеристика), м^3

или
$$n = \frac{V \cdot K_H}{P_d \cdot \Phi_d},$$

где P_d – действительная производительность смесителя, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Первая формула – для расчета смесителей периодического действия.

Расчет оформляется в виде таблицы формы 22.

В практике проектирования можно не пользоваться расчетными формулами, а определение числа смесеприготовительного оборудования осуществлять при заполнении таблицы формы 22, построенной на основе этих формул.

Форма 22 – Расчет числа смесителей

Смеси по их назначению	Средне-часовой расход смеси, м^3	Расход смеси с учетом K_H , м^3	Модели смесителей	Действительная производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	Расчетное число смесителей, шт.	Принятое число смесителей, шт.	Коэффициент загрузки

Среднечасовое количество смеси определяют делением годового ее расхода с учетом всех потерь на действительный годовой фонд времени работы оборудования (смесителей).

Расчет количества оборудования по переработке свежих формовочных материалов и оборотной смеси ведется по их расходу с учетом K_H , деленным на производительность оборудования.

При расчете количества смесеприготовительного оборудования его коэффициент загрузки не должен превышать коэффициента загрузки формовочного оборудования.

Между смесителями и формовочным оборудованием устанавливают бункеры-отстойники, суммарная емкость которых берется из расчета не менее 0,5-часовой потребности смеси в потоке. После этих бункеров устанавливают рыхлители, количество которых определяется по часовой потребности смеси и производительности этих рыхлителей.

В таблице 18 представлен перечень и технические характеристики смешивающего оборудования (бегунов) для приготовления формовочных и стержневых смесей, выпускаемых отечественной промышленностью.

Таблица 18 – Бегуны смешивающие

Модель	Характеристика	Объем замеса, м ³	Время цикла, мин	Производительность, м ³ /ч	Мощность, кВт	Габаритные размеры, мм
1	2	3	4	5	6	7
15101	Смешивающие периодического действия, с вертикально-вращающимися катками	0,25	2-10	7,5-1,5	11,0	2000x1865x2895
15102		0,5	2-10	15-3,0	15,0	2734x1798x2746
15104		1,0	2-10	30-60	45,0	4280x3350x5880
15107		2,0	2-10	60-12	75,0	3850x3150x3250
15106		1,5	2-10	45-90	55,0	
15108		3,7	2-10	110-22	110	4800x4200x3800
1A11M	Без дозирующих устройств	0,25	2-10	7,5-1,5	11,25	1680x1570x2200
114M		1,25	2-10	37,5-7,5	42,45	3450x2900x2735
15126	С резиновыми катками	3,0	2-10	60-180	160	5220x4880x5000
15326	Смешивающие периодического действия, центробежные	1,0	1-4	60-150	125	5100x4500x6055
15328		1,6	1-4	95-40	167,5	5700x3700x3500
15202	Смешивающие непрерывного действия с вертикально-вращающимися катками	условный	-	25	37	3800x1625x2700
15204		0,5x2	-	50	75	4150x3150x2094
15206		1,5x2	-	75	110	
15207		2,0x2	-	100	160	19450x4890x7150
15208A		3,7x2	-	160	260	18000x5880x7500
15208		3,7x2	-	240	400	20750x5880x10250

Примечание. Производительность бегунов непрерывного действия здесь показана условной, так как она зависит от технологического процесса и видов приготавливаемой смеси.

8 РАСЧЕТ ТЕРМООБРУБНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Для определения объема производства термообрубного отделения (ТОО) за основу принимают годовую производственную программу цеха с учетом «внешнего» и «внутреннего» брака литья. Здесь также необходимо учитывать, что на стадии окончательного контроля литья появляются дефектные отливки, которые попадают во второй оборот, начиная с некоторых операций технологического процесса. Объем дефектного литья, подлежащего в дальнейшем восстановлению, в процентах от номинальной годовой программы рекомендуется в следующих пределах: для мелких отливок – 15...20; для средних – 25...35; для сложных и крупных отливок – 40...45.

Проектирование ТОО начинается с составления маршрутной технологической схемы, которая учитывала бы особенности технологических операций конкретных отливок и последовательность их выполнения.

Типовой процесс обработки большей части отливок из черных сплавов предусматривает следующий порядок выполнения операций в маршрутной схеме: выбивка отливок, их принудительное охлаждение, отделение литников и прибылей, первичная очистка литья и удаление стержней из внутренних полостей, первичный контроль на предмет выявления очевидного брака, зачистка отливок, термическая обработка, вторичная очистка, вторичный контроль на предмет выявления дефектных отливок с последующим их исправлением, промывка, грунтовка, сушка и складирование.

Форма 23 – Расчет загрузки термообручного отделения

Индекс отливок	Масса одной отливки	Годовой выпуск		Годовое количество отливок по операциям с учетом повторной обработки дефектного литья															
				Годовой выпуск с учетом брака и дефектных отливок		Выбивка стержней		Отделение литников		Очистка									
				шт	т	шт	т	шт	т	шт	т	шт	т						

Продолжение формы 23

Годовое количество отливок по операциям с учетом повторной обработки дефектного литья									
Обрубка		Зачистка		Контроль		Термообработка		Исправление дефектов	
шт	т	шт	т	шт	т	шт	т	шт	т

В форме представлен примерный перечень финишных операций. Она составляется для конкретной технологической маршрутной схемы.

После того необходимо определить количество оборудования, задействованного на каждой операции обработки отливок. Результаты расчета оформляются формой 24.

Форма 24 Расчет основного оборудования термообручного отделения

Операции	Средне-часовой объем обрабатываемых отливок, т/ч	Средне-часовой объем обрабатываемых отливок с учетом $K_{н,т}$ /ч	Технологическое оборудование						
			Наименование, модель	$\Pi_{ц}$	$\Pi_{д}$	Число единиц		K_3	
						расчетное	принятое		

Возможности, область применения и технические характеристики используемого в ТОО основного оборудования, выпускаемого отечественным машиностроением, приведены в таблицах 19 – 27.

Таблица 19 – Область применения оборудования для удаления стержней

Оборудование	Масса отливок, кг					Остаточная прочность стержня, МПа
	До 100	100... ...500	500... ...1000	1000... ...5000	Свыше 5000	
Выбивная решетка:						
стационарная	+	+	+	+	+	До 0,5
транспортирующая	+	+	-	-	-	До 0,5
Галтовочный барабан	+	-	-	-	-	До 1,0
Гидрокамера	-	+	+	+	+	До 1,0
Электрогидроустановка	+	+	+	+	+	1,5 и выше
Дробеструйные установки с совмещением операций удаления стержней и очистки поверхности:						
барабаны	+	+	-	-	-	1,5 и выше
камеры	-	+	+	+	+	1,5 и выше
Пневматический молоток	+	+	+	+	+	Без ограничений

Примечание. «+» – оборудование может быть рекомендовано для выполнения технологической операции;
«-» – использование нецелесообразно или нет такого оборудования для данной группы отливок по массе.

Таблица 20 – Область применения огневых способов для удаления литников, вышоров, прибылей

Способ огневой резки	Сталь		Чугун	Медные сплавы	Алюминиевые сплавы
	Углеродистая	Легированная			
Газокислородный	+	-	-	-	-
Воздушно-дуговой	+	+	+	+	-
Плазменный	+	+	+	+	+

Таблица 21 – Область применения оборудования для очистки
поверхности отливок

Оборудование	Масса отливок, кг					
	До 20	20– –100	100– –500	500– –1000	1000– –5000	Свыше 5000
Галтовочный барабан: периодического действия	+	+	–	–	–	–
непрерывного действия	+	до 40	–	–	–	–
Виброустановки	+		–	–	–	–
Барабаны дробетные: периодического действия	+	+	до 400	–	–	–
непрерывного действия	+	–	–	–	–	–
Камеры дробетные: периодического действия	–	–	+	+	+	+
непрерывного действия	+	+	+	+	+	–
Газовая очистка(газокисло- родным пламенем)	–	–	–	–	+	+

Таблица 22 – Область применения оборудования и инструментов для
зачистки отливок

Оборудование и инструмент	Масса отливок, кг					
	До 20 включ.	20– –100	100– –500	500– –1000	1000.– –5000	Свыше 5000
Виброзащищенный пневматический рубильный молоток	–	+	+	+	+	+
Пневматические и электрические ручные шлифовальные машины	–	+	+	+	+	+
Обдирочно-шлифовальные станки:						
стационарные	+	–	–	–	–	–
подвесные	–	+	+	+	+	+
Зачистные автоматы и полуавтоматы	+	+	–	–	–	–
Гидрофицированные обдирочно-шлифовальные комплексы	–	–	+	+	+	–
Огневая зачистка (воздушно-дуговая, плазменная)	–	–	+	+	+	+

Примечание. Ручной механизированный инструмент и огневые
способы зачистки могут быть распространены и на другие весовые

группы.

Таблица 23 – Барабаны очистные галтовочные

Наименование оборудования	Модель	Наибольшая масса очищаемой отливки, кг	Расчетная производительность, т/ч	Габаритные размеры, мм	Масса, т
Барабан очистной галтовочный периодического действия	41114	40	2,4	3930x1214x1635	
Барабан очистной галтовочный непрерывного действия	41212	40	5,0	7646x2528x24400	15,2

Таблица 24 – Барабаны очистные дробетные непрерывного действия

Модель	Наибольшая масса очищаемой отливки, кг	Расчетная производительность, т/ч	Габаритные размеры, мм	Масса, т
42322М	25	5,0–7,0	7600x4500x7200	30,0
314	40	5,0–6,0	6560x2550x2850	22,0

Таблица 25 – Барабаны дробетные периодического действия

Наименование оборудования	Модель	Наибольшая масса очищаемой отливки, кг	Расчетная производительность, т/ч	Габаритные размеры, мм	Масса, т
Барабан дробетный конвейерный для очистки отливок	42213М	80	3,0–4,0	4500x4500x6050	17,0
	42216М	400	6,0–8,0	6000x6200x6050	35,0
	42233М	40	2,5–3,0	4500x4500x6050	11,7
То же для очистки отливок и выбивки стержней	42233	100	3,5–1,8*	4500x4500x4500	17,5
	42236	500	8,0 4,0*	6000x7000x6000	3,0

Примечания: * Первое значение – производительность с предварительно выбитыми стержнями; второе – при содержании стержней в загружаемых отливках до 650 кг/т. Все барабаны снабжены скиповыми подъемниками для загрузки отливок.

Таблица 26 – Камеры очистные дробетные

Модель	Назначение	Грузонесущее устройство		Расчетная производительность, т/ч	Габаритные размеры, мм	Масса, т
		Тип, размеры отливка, мм	Грузоподъемность, т			
1	2	3	4	5	6	7
Камеры дробетно-дробеструйные периодического действия						
42634М	Очистка отливок	Тележка 4000х1600	30	8,0–15,0	1250х1200х х6720	78
42638М	Очистка отливок	Тележка 4000х1600	2х50	8,0 14,0	20000х1600х х9000	202
42639М	Очистка отливок	Тележка 10000х6500	2х150	15,0– –25,0	–	420
Камеры дробетные периодического действия универсальные						
42834	Очистка	Подвеска Стол Колокол	0,63 0,63 0,4	3,0–1,8	3900х4850х х5530	13
42846	Очистка Выбивка -очистка	Подвеска Стол Подвеска Стол	2,0 6,3 2,0 6,3	6,0–6,5 2,5–3,0	5500х5500х х6000	25
42815М (42874)	Очистка Выбивка -очистка	Подвеска	3,2	9,0 2,5	7600х5600х х6000	40
42816М (42848)	Очистка Выбивка -очистка	Подвеска	5,0	11,0 4,0	8000х6500х х6000	50
42817М (42849)	Очистка Выбивка -очистка	Подвеска	12,5	9,0 4,0	17000х9700х х7050	67
Камеры дробетные непрерывного действия с вращающимися подвесками (для массового производства)						
42733	Выбивка -очистка	Подвеска	0,315	9,0	15250х12000х х6000	98
42734	Выбивка -очистка	Подвеска	0,63	10,0	12250х12000х х6000	99
42735	Выбивка -очистка	Подвеска	1,25	11,0	12250х12000х х6000	100

Таблица 27 – Оборудование для абразивной зачистки и обрубки

отливок

Наименование оборудования	Модель	Основная техническая характеристика	Расчетная производительность, т/ч	Габаритные размеры, мм
1	2	3	4	5
Станок обдирочно-шлифовальный стационарный (для зачистки мелких отливок)	МЗ-48	Диаметр круга 600 мм	0,15–0,25	2100x2100
	МЗ-49	То же 150 мм	0,15–0,25	2100x2100
	МЗ-11В	С двумя независимыми абразивными кругами диаметром 600мм	0,25–0,4	1700x1500
Станок обдирочно-шлифовальный подвесной	ЗЕЗ74	Диаметр круга 400 мм	0,6–0,7	–
	ЗЕЗ75	То же 500 мм	0,7–0,8	–
Комплекс механизированный для абразивной зачистки отливок	99910	Наибольшие размеры отливки, мм 1000x700x700	1,5–2,0	4300x2400x1900
	99911М	То же 1200x1000x1000	1,7–2,5	6000x4640x2750
	99912М	То же 3000x1000x1000	3,0–5,0	8200x4600x2750
Комплекс механизированный для абразивной зачистки отливок	98516М	Размеры отливок, мм 2000x1200x1200 наибольший диаметр для резания, мм – 150	4,0–6,0	6200x4600x3000
Камера с установкой воздушно-дуговой резки	РВДл-1000	Для отливок массой более 1000кг	1,0–1,5	4000x4000 и более

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы проектирования литейных цехов и заводов/
Под ред. Б. В. Кнорре.– 2-е изд.– М.: Машиностроение, 1979.–
376 с.
2. Типаж технологического оборудования для литейного
производства 1986–1990 гг.–М.: Машиностроение, 1985.– 111 с.
3. Аксенов, П. Н. Оборудование литейных цехов/ П. Н. Аксенов.–
М.: Машиностроение, 1977.– 510 с.
4. Печи литейного производства (атлас конструкций).–М.:
Машиностроение, 1989. –156 с.
5. Могилев, В. К. Справочник литейщика/ В. К. Могилев,
О. И. Лев.–М.: Машиностроение, 1988.–271 с.
6. Сафронов, В. Я. Справочник по литейному оборудованию/
В. Я. Сафронов.–М.: Машиностроение, 1985.– 399 с.

Учебное издание

Юрий Иосифович Карпов
Елена Юрьевна Карпова

**РАСЧЕТ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ ПО ПРИЗВОДСТВУ ЛИТЬЯ В РАЗОВЫХ
ПЕСЧАНЫХ ФОРМАХ**

Учебное пособие

Редактор *А. К. Саютина*

Темплан 2008 г., Поз. №142

Подписано в печать 30.12.2008. Формат 60×84 1/16. Бумага газетная.
Гарнитура Times. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,13. Уч.- изд. л. 3,21.

Тираж 250 экз. Заказ 1

Волгоградский государственный технический университет
400131 Волгоград, просп. им. В. И. Ленина, 28

РПК «Политехник»
Волгоградского государственного технического университета
400131 Волгоград, ул. Советская, 35.