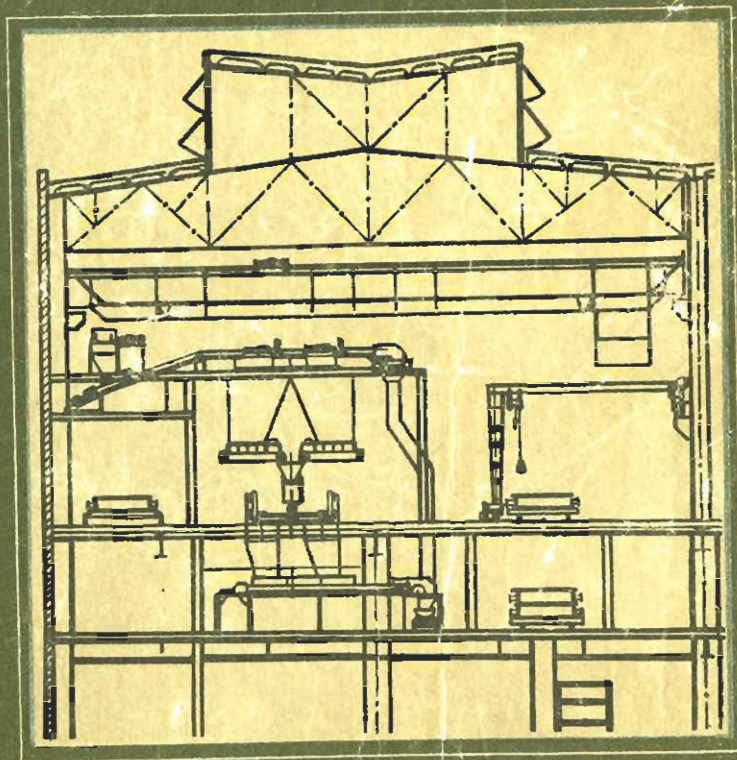


1 р. 06 к.

И. З. Логинов ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

И. З. Логинов
ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ЛИТЕЙНЫХ
ЦЕХОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫСШЕЯ ШКОЛА»

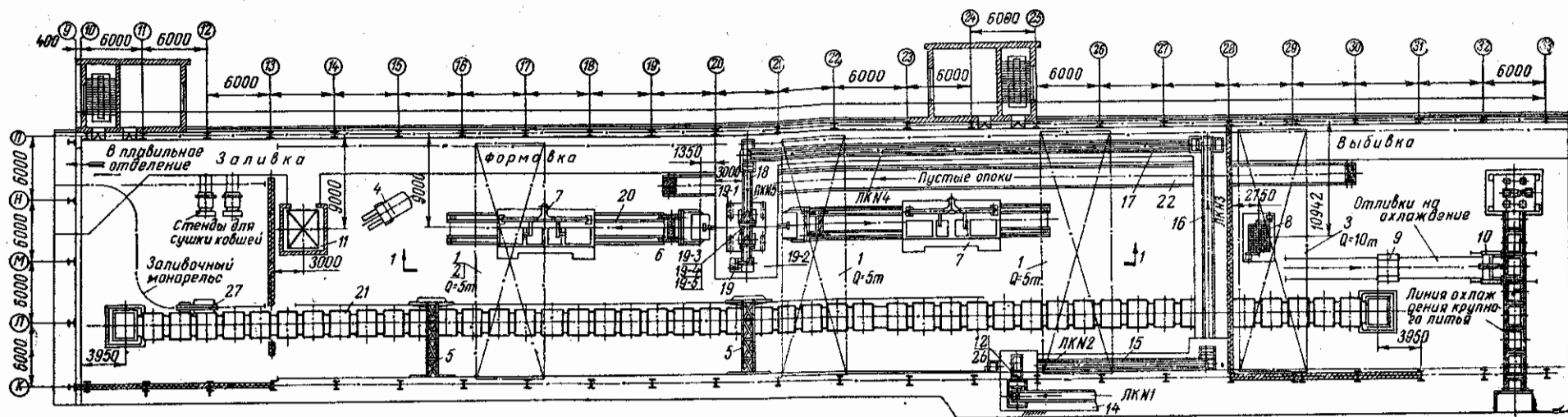


Рис. 4.11. Формовочное отделение мощностью 12 500 т/год чугуных отливок весом 500—1000 кг. План второго этажа

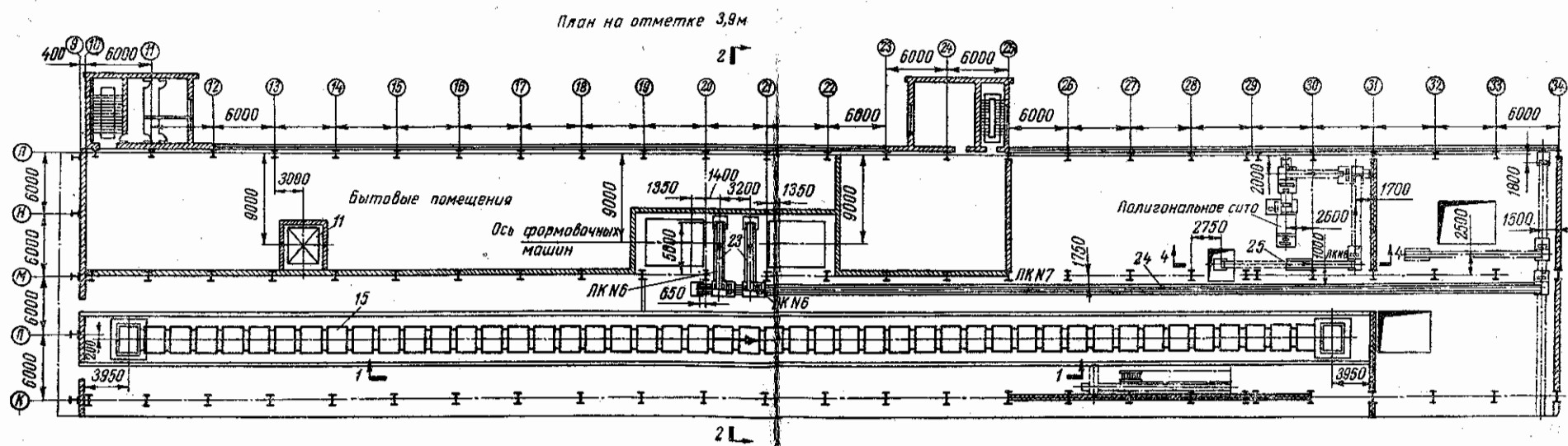


Рис. 4.12. Формовочное отделение мощностью 12 500 т/год чугуных отливок весом 500—1000 кг. План на отметке 3,9 м

КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ
УКАЗАННОГО ЗДЕСЬ СРОКА

Количество предыдущих выдач _____

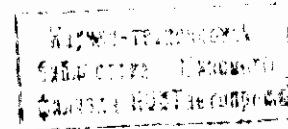
И. З. ЛОГИНОВ

62174
169

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Допущено Министерством высшего и среднего
специального образования БССР в качестве
учебного пособия для студентов
машиностроительных специальностей вузов

9461



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫШЭІІШАЯ ШКОЛА»
МИНСК 1975

ой ба-
тво от-
состав-
готовле-
вки по
я к го-
чем на
лучать
и веса
аниче-

й воз-
козьяй-
отли-
зруху
ялся в
овень
едено
5,2, в

0 000
ьски-
ются
и ли-
иев),

ано с
Серго
исти-
мез».
нных
спе-
рма-
ости,
по-

6П4.1
Л69
УДК 621.74.001.2(075.8)

Рецензенты: кафедра «Машины и технология литейного производства» Ростовского-на-Дону института сельскохозяйственного машиностроения и кандидат технических наук, доцент Московского высшего технического училища имени Н. Э. Баумана Э. Ч. Гини.

Л69 **Логинов И. З.** Проектирование литейных цехов. Минск, «Вышэйш. школа», 1975.

320 с. с ил.

Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов.

В книге рассматриваются вопросы проектирования литейных цехов серого и ковкого чугуна, стального литья. Излагается методика проектирования, приводятся данные для выбора технологического процесса, расчета оборудования и площадей, компоновки технологических линий. Рассматриваются примеры планировок основных отделений, планировки некоторых отечественных и зарубежных цехов.

Пособие может быть использовано инженерно-техническими работниками литейных цехов и проектных организаций.

Л $\frac{30204-161}{M304(05)-75}$ 68-75

6П4.1

© Издательство «Вышэйшая школа», 1975.

В В Е Д Е Н И Е

Литейное производство является основной заготовительной базой машиностроения. Литые заготовки потребляет большинство отраслей народного хозяйства. Вес литых деталей в машинах составляет в среднем 40—80%, а стоимость и трудоемкость их изготовления — примерно 25% всех затрат на изделие. Литые заготовки по размерам и конфигурации в наибольшей мере приближаются к готовым деталям, а объем их механической обработки меньше, чем на заготовках, получаемых другими методами. Литьем можно получать из различных сплавов изделия любых габаритов, сложности и веса за сравнительно короткое время с достаточно высокими механическими и эксплуатационными свойствами.

В связи с бурным ростом машиностроения и других отраслей возрастает роль литейного производства в системе народного хозяйства. Так, в 1913 г. во всей России было произведено 684 000 т отливок. Империалистическая и гражданская войны вызвали разруху промышленности, объем продукции которой к 1921 г. уменьшился в 5 раз. Но уже к 1927 г. выпуск отливок в стране превысил уровень 1913 г. и составил 0,9 млн. т/год. В 1932 г. было произведено 2,6 млн. т отливок, в 1940 — 6,1, в 1950 — 6,25, в 1960 — 15,2, в 1970 — около 21 млн. т.

В литейном производстве непосредственно занято более 600 000 человек, а вместе со вспомогательными, научно-исследовательскими и проектными институтами — почти миллион. В стране имеются три специализированных института, занимающихся проблемами литейного производства — Институт проблем литья АН УССР (Киев), НИИЛитмаш (Москва) и ВПТИЛитпром (Ленинград).

Развитие литейного производства в СССР неразрывно связано с проектированием литейных цехов. В 1926 г. по предложению Серго Орджоникидзе в г. Ленинграде был создан первый в стране институт по проектированию металлургических заводов — «Гипромез».

Отсутствие опыта в сложном проектировании механизированных литейных цехов потребовало вначале привлечения иностранных специалистов. В институте «Гипромез» работали специалисты из Германии, Англии, Франции и Америки. Однако широкие возможности, предоставленные Советским государством своим специалистам, по-

звалили уже к концу первой пятилетки (1932) практически отказаться от иностранной помощи. Сначала в «Гипромезе», затем в выделившемся в самостоятельный институт «Гипромаш» (ныне «Гипроприбор») начали складываться кадры профессионалов-проектировщиков в лице Л. И. Фанталова, Н. Б. Гельперина и др.

Увеличение объема строительства и реконструкции литейных цехов вызвало необходимость организации филиалов и отделений проектных институтов в разных городах Советского Союза, которые в дальнейшем стали самостоятельными институтами.

Первый механизированный литейный цех с конвейерами в СССР был построен и запущен в мае 1930 г. в г. Ленинграде. Пуск этого цеха в эксплуатацию ознаменовал новую эру в развитии отечественного литейного производства.

В конце первой пятилетки началось проектирование ряда крупнейших по тому времени литейных цехов заводов «Ростсельмаш», «Серп и молот» в Харькове, автомобильных заводов в Горьком и Москве, тракторных в Харькове и Челябинске, заводов машиностроения в Краматорске и Свердловске, вагоностроительного завода в Нижнем Тагиле и др.

К концу второй пятилетки (1937) было введено в эксплуатацию более 50 конвейерных цехов. В то же время интенсивно продолжалось проектирование литейных цехов станкостроительных заводов, заводов тяжелого транспортного и энергетического машиностроения. В середине 30-х годов на заводе имени И. А. Лихачева был запущен первый двухэтажный цех серого чугуна, построенный по проекту В. А. Чернушевича, который представлял принципиально новое направление в проектировании литейных цехов не только у нас, но и за рубежом.

К 1940 г. литейное производство окончательно отошло от мелкокустарного производства и превратилось в мощную заготовительную базу с механизированным производством.

В годы Великой Отечественной войны литейное производство СССР стало надежной заготовительной базой оборонной промышленности. В первые дни войны литейщики страны в содружестве с работниками проектных институтов в сжатые сроки организовали производство литых заготовок боеприпасов, а в 1943 г. проектировщики начали заниматься проектированием производства мирной продукции. Например, коллектив института «Гипромаш» занимался проектированием заводов Узбекистана и Украины, институты «Гипромез» и «Гипротяжмаш» — заводов Урала, Сибири и других районов.

В послевоенные годы за короткий срок были восстановлены и построены новые литейные цехи на более высоком уровне, и в 1950 г. выпуск отливок по номенклатуре и весу превысил довоенный уровень. В эти годы проектирование шло по пути создания мелких и средних цехов мощностью 5—12 тыс. т/год. В конце 50-х годов сложившиеся методы проектирования литейных цехов были коренным образом изменены. Изменение практики проектирования заключалось в отказе от строительства мелких и средних цехов и

переходе к строительству крупных, специализированных, комплексно-механизированных цехов поточного производства с отдельными автоматизированными процессами.

Развитие специализации создало условия для повышения научного уровня проектирования. Разработанная классификация главных направлений специализации литейного производства предусматривает для разных групп отливок специализацию по роду сплава, общности технологических процессов, номенклатуре отливок, мощности грузоподъемных устройств и пр. На основе этой классификации в 60-х годах в практику проектирования литейных цехов был внедрен комплексный типовой метод. Сущность метода заключается в разработке ряда оптимальных типовых мощностей литейных цехов, отвечающих главным образом направлениям специализации, и соответствующих типовых проектов.

При наличии таких типовых проектов строительство соответствующего литейного цеха сводится к привязке здания на плане завода. Проектирование заводов осуществляется путем набора типовых специализированных цехов. Кроме того, разработаны типовые проекты основных участков литейных цехов с комплектом оборудования, типовой технологией и организацией производства.

Особо важной и принципиально новой является специализация мелкосерийного производства, основанная на применении поточных методов изготовления отливок.

Развитие специализации делает более прогрессивной общую структуру литейного производства и увеличивает средний масштаб цехов с однородными технологическими процессами. Дальнейшее увеличение выпуска отливок намечается в основном за счет строительства литейных заводов. В настоящее время построено и действует двенадцать литейных заводов, начато строительство десяти и подлежит проектированию и строительству еще несколько десятков заводов.

В последние годы наметилась тенденция к использованию для конвейерных литейных цехов двухэтажных зданий. Плавильные процессы намечаются комбинированными с подавляющим участием электроплавильных агрегатов.

Следует отметить, что литейное производство является одним из наиболее сложных в организационно-техническом отношении машиностроительных переделов. Проектирование литейных цехов, имеющее большое количество исходных данных, является трудоемким и сложным творческим процессом.

Цель настоящего пособия — оказать помощь студентам при выполнении дипломных проектов. Пособие написано в свете современной практики проектирования литейных цехов, освещает вопросы типизации технологических процессов, поточных линий, участков и цехов, характеризующие главное направление в решении проблем резкого сокращения сроков проектирования и строительства, повышения качества проектов и экономичности производства.

Автор выражает благодарность рецензентам: кафедре «Машины и технология литейного производства» Ростовского-на-Дону института сельскохозяйственного машиностроения, доценту Московского высшего технического училища имени Н. Э. Баумана канд. техн. наук Э. Ч. Гини, а также канд. техн. наук А. М. Дмитривичу, советами которого автор пользовался в процессе работы над рукописью.

Глава 1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ В СССР

1.1. Принципы организации проектных работ

Проектирование промышленных предприятий, в том числе литейных цехов и заводов, осуществляется специальными проектными институтами. Состав, содержание, порядок разработки, согласование и утверждение проектов и смет, по которым осуществляется строительство новых и реконструкция действующих промышленных предприятий, регламентируются инструкцией Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР) СН 202-69 от 1 января 1970 г. На основании ее главными проектными институтами разработаны и согласованы с Госстроем СССР типовые схемы проектной документации, где приведены приблизительный объем необходимой проектной документации, последовательность по этапам разработки технологической части проекта в разных стадиях проектирования.

По действующей инструкции проектирование предприятий, зданий и сооружений может осуществляться в две или одну стадии. При двухстадийном проектировании выполняются технический проект и рабочие чертежи, а при одностадийном — техно-рабочий проект (технический проект, совмещенный с рабочими чертежами).

При проектировании предприятия необходимо обеспечивать его высокий технический уровень и экономическую эффективность, максимально используя достижения науки и техники; широко применять типовые и использовать повторно экономичные индивидуальные проекты, а также типовые конструкции и изделия, уменьшающие сроки и стоимость проектных работ.

При разработке проектов нужно руководствоваться основными техническими направлениями в соответствующей отрасли исходя из ближайшей перспективы развития науки и техники, действующими нормами, правилами и указаниями по проектированию и строительству, каталогами типовых проектов, утвержденными преискурантами на строительство, сметными нормативами и другими разработанными и утвержденными документами.

Строительство зданий для литейных цехов должно осуществляться только по проектам, разработанным с применением унифицированных типовых секций, объемно-планировочные решения которых известны. Разработка индивидуального проекта может производиться только с разрешения Госстроя СССР в том случае, если невозможно применить типовой или повторить ранее разработанный и утвержденный экономичный проект. При разработке ин-

дивидуальных проектов необходимо применять унифицированные габаритные схемы зданий и чертежи типовых конструкций, утвержденные Госстроем СССР.

Сроки и качество выполнения проекта также зависят от метода проектирования. Существуют графический, объемный и макетный методы проектирования. *Графический метод* выражается плоскостными чертежами. *Объемное проектирование* ведется в трех координатах. Этот процесс трудоемкий, требует серьезной подготовки и навыков инженеров. Метод объемного проектирования в основном используется для оформления генеральных планов строящихся объектов.

Макетный метод, имеющий несколько разновидностей, ускоряет решение сложных технических вопросов, сокращает количество ошибок в проекте и удешевляет его почти на 40%. Он заключается в том, что на стол в определенном масштабе наносится координатная сетка и с помощью макетов, шаблонов решаются все вопросы расстановки оборудования, инженерных сетей, грузопотоков, подземных путей и т. д. Разновидностью макетного является метод объемного проектирования с помощью масштабных моделей, при использовании которого шаблоны заменяют масштабными моделями стандартного, типового и другого оборудования. Для устойчивости модели снабжают металлическими стержнями, а стол — магнитными плитами. Расположение шаблонов или моделей на столе в различных вариантах дает возможность с меньшей затратой времени и труда, чем при графическом методе, находить более оптимальное решение.

Проектирование ведется ведущими отраслевыми и специализированными проектными организациями. Специализированные проектные институты по заданию ведущего (головного) института могут разрабатывать отдельные части комплексного проекта (строительную, сантехническую, электротехническую и др.).

По каждому проектируемому предприятию, зданию, сооружению проектная организация назначает главного инженера, главного архитектора проекта, осуществляющих организацию и техническое руководство проектно-исследовательскими работами на протяжении всего периода проектирования, строительства и освоения проектных мощностей, и ответственного за качество проекта, правильное определение сметной стоимости строительства, технико-экономические показатели, сроки разработки проектной документации и т. д.

Финансирование проектных организаций осуществляется из средств Государственного бюджета или по хозяйственному договору с заказчиками.

Директор строящегося предприятия или уполномоченное министерством лицо контролирует проектирование и принимает проект. В предшествующий разработке проектной документации период составляется технико-экономическое обоснование строительства, задание на проектирование и выполняются работы по выбору площадки строительства.

1.2. Техничко-экономическое обоснование

Строительство новых и реконструкция действующих промышленных предприятий ведутся на основании перспективного плана развития данной отрасли промышленности, разрабатываемого Госпланом СССР обычно на каждое пятилетие. Он определяет потребность народного хозяйства (отрасли) в определенных видах продукции и предусматривает рациональное размещение промышленного производства по территории страны с учетом приближения его к источникам сырья, топлива, энергии, к районам потребления готовой продукции.

Основой перспективного планирования служат проекты и схемы районной планировки, разрабатываемые государственными плановыми организациями для важнейших экономических районов СССР. Районные планировки выявляют производительные силы, природные ресурсы района и наиболее целесообразно размещают все виды строительства в связи с перспективой экономического развития района. Данные перспективного планирования служат первичным документом при разработке проектной документации.

На основании решения правительства о строительстве и с учетом перспективных планов развития отдельных отраслей промышленности и экономических районов проектная организация составляет технико-экономическое обоснование строительства предприятия в виде проектных соображений или докладной записки (ТЭО). В технико-экономическом обосновании приводится экономическая характеристика района, в котором намечено строительство, указываются его географические данные, климатические условия, численность населения, площадь, характеристика земельных угодий, сведения о путях сообщения района; данные о мощности и ассортименте готовой продукции проектируемого предприятия, потреблении продукции предприятия и радиусы транспортировки; ориентировочные данные об источниках снабжения сырьем, топливом, электроэнергией, водой, газом, строительными материалами, об объеме капиталовложений и себестоимости продукции, о жилищно-гражданском строительстве, эффективности капиталовложений, производственных и экономических связях с другими предприятиями и др.

Технико-экономическое обоснование строительства предприятия в зависимости от его сметной стоимости утверждается Госпланом СССР, республики или соответствующим министерством. После утверждения оно является основанием для составления задания на проектирование и организацию работ по выбору площадки строительства.

1.3. Задание на проектирование

Задание на проектирование является исходным документом, на основе которого производятся расчеты и решение всех вопросов, возникающих в процессе создания проекта. Оно составляется министерствами или ведомствами или по их поручению комбинатами,

трестами, предприятиями при непосредственном участии проектных организаций, которым поручено проектирование.

Задание на проектирование должно содержать следующие сведения: 1) наименование продукции; 2) основание для проектирования, район, пункт и площадка строительства; 3) номенклатуру продукции и мощность производства по основным ее видам (в натуральном или денежном выражении) на полное развитие и на первую очередь; 4) специализацию и режим работы предприятия; 5) основные источники обеспечения предприятия при его эксплуатации и в период строительства сырьем, водой, теплом, газом и электроэнергией; 6) условия по очистке и сбросу сточных вод; 7) основные технологические процессы и оборудование; 8) предполагаемое расширение предприятия; 9) намечаемые сроки строительства и ввода мощностей по очередям; 10) размер капиталовложений и основные технико-экономические показатели предприятия, которые должны быть достигнуты при проектировании; 11) кооперацию при строительстве предприятия; 12) данные для проектирования объектов бытового жилищного и культурно-бытового строительства; 13) стадии проектирования; 14) наименование генеральной проектной организации; 15) наименование строительной организации — генерального подрядчика.

Если предприятия строятся на территориях городов и рабочих поселков, в дополнение к заданию на проектирование проектной организации выдается архитектурно-планировочное задание, полученное заказчиком проекта от местного Совета депутатов трудящихся, в котором должны содержаться указания о требованиях к застройке участка, этажности и оформлении зданий и сооружений, выходящих на магистральные проезды, о красных линиях и отметках планировки, об условиях и местах присоединения к городским инженерным сооружениям. Вместе с архитектурно-планировочным заданием выдается строительный паспорт участка, содержащий основные технические данные по отведенному участку, технические условия на присоединение к городским инженерным сетям и сооружениям, данные о существующей застройке подземных сооружений и др.

Заказчик проекта должен выдавать проектной организации в объеме и в сроки, указанные в договоре, следующие исходные данные, необходимые для проектирования: 1) вид выделяемого топлива; 2) месторождение сырья и полузаводские испытания его; 3) ранее проведенные изыскания; 4) обмеры существующих зданий, сооружений, подземных и надземных коммуникаций на участке строительства; 5) отчеты о выполненных научно-исследовательских работах, связанных с созданием новых технологических процессов и оборудования.

При разработке проекта реконструкции цеха проектной организации выдаются следующие данные: 1) выкопировка из генерального плана завода с указанием границ реконструируемого цеха, подвод к нему всех коммуникаций; 2) акт о состоянии здания цеха, санитарно-технических и других устройств; 3) режим работы

цеха; 4) перечень и характеристика выпускаемой продукции; 5) план цеха с указанием основных размеров, расположение кранов и их грузоподъемность, а также расположение основного оборудования; 6) расчетная и фактическая мощность цеха; 7) характеристика площадей цеха; 8) наименование, характеристика и количество основного оборудования, в том числе подъемно-транспортного и конвейеров; 9) технико-экономические показатели цеха.

1.4. Выбор площадки строительства

На стадии разработки технико-экономического обоснования и при составлении задания на проектирование указывается район или пункт строительства предприятия, охватывающий территорию, местоположение которой определяется городом, ближайшим населенным пунктом или железнодорожной станцией. Указанный район изучается, оцениваются его возможности по обеспечению будущего предприятия всем необходимым для нормального функционирования и развития в течение заданного срока.

К важнейшим требованиям, предъявляемым к району строительства, относятся следующие: 1) наличие удобного места для строительства зданий и сооружений; 2) природные, топографические, геологические, гидрогеологические и метеорологические условия; 3) наличие железных и автомобильных дорог; 4) наличие сырья, из которого предприятие будет вырабатывать продукцию; 5) размеры затрат на строительство дорог для осуществления транспортных перевозок в период строительства и эксплуатации предприятия; 6) наличие рабочей силы и жилого фонда; 7) наличие рынка сбыта для изделий предприятия; 8) энергетические ресурсы района; 9) возможность снабжения предприятия водой; 10) наличие участка для сброса и очистки сточных вод; 11) возможность кооперирования с другими предприятиями района.

После установления района размещения предприятия приступают к выбору конкретной площадки строительства. Выбор ее должен быть подтвержден технико-экономическим обоснованием путем сравнения нескольких вариантов размещения предприятия на разных площадках данного района. С этой целью проводятся технические изыскания, т. е. обследование местных условий строительства для получения сведений, освещающих все факторы, имеющие значение как для строительства предприятия, так и для его эксплуатации. Для выполнения технических изысканий и выбора площадки организуется комиссия, в состав которой входят соответствующие специалисты.

При выборе площадки для строительства необходимо предусмотреть следующие факторы: 1) достаточные размеры участка и возможность дальнейшего расширения предприятия; 2) удобство конфигурации участка; 3) топографические условия участка и прилегающей местности, обеспечивающие минимальные затраты на земельные работы по планировке площадки под здания и транс-

портные пути; 4) удовлетворительные геологические и гидрогеологические условия, обеспечивающие возможность строительства без применения дорогостоящих искусственных оснований и глубоких фундаментов; 5) расположение по отношению к магистралям; 6) расположение относительно источников воды, мест сброса сточных вод, источников энергии и населенных пунктов.

Для того чтобы правильно выбрать типы зданий, запроектировать генеральный план, несущие и ограждающие конструкции и выбрать системы отопления и вентиляции, во время технических изысканий необходимо собрать метеорологические данные: температуру и влажность воздуха (зимнюю и летнюю), скорость ветра, повторяемость господствующих ветров, количество дождевых осадков, продолжительность и максимальную интенсивность ливней, высоту снегового покрова, глубину промерзания грунта.

Сведения, относящиеся к выбору площадки, излагаются в пояснительной записке. К ней прилагаются акт комиссии о выборе площадки с технико-экономическим обоснованием, ситуационный план района строительства, план площадки для строительства, геологические разрезы по буровым скважинам, метеорологические данные, сведения о местных строительных материалах и готовых строительных изделиях с указанием цен и способов доставки, а также документы о согласовании с госсанинспекцией устройства водозабора, сброса и способов очистки сточных вод, с местными органами МПС — о примыкании к железнодорожным путям, а с другими местными органами — об условиях примыкания и присоединения к линиям электро- и теплопередачи.

1.5. Технический проект

Технический проект разрабатывается на основании данных документов технико-экономического обоснования, выбора площадки строительства и задания на проектирование. При двухстадийном проектировании технический проект является первой, а рабочие чертежи — второй стадией проектирования.

Технический проект состоит из: 1) общей пояснительной записки с кратким изложением проекта, сопоставления его вариантов, на основе которых приняты проектные решения; очереди строительства с данными о проведенных согласованиях и соответствии проекта действующим нормам и правилам; 2) технико-экономической части; 3) генерального плана и транспорта; 4) технологической части с разделом «Автоматизация технологических процессов»; 5) данных об организации труда и систем управления производством; 6) строительной части (архитектурно-строительные решения); 7) проекта организации строительства; 8) сметной части; 9) проекта жилищно-гражданского строительства; 10) паспорта строительства.

В техническом проекте производятся подробные расчеты по всем частям и разделам, приводится обоснование выбора технологического процесса и его описание.

Полнота разработки технического проекта определяется возможностью по его данным производить заказы на все виды оборудования.

1.6. Техно-рабочий проект

Техно-рабочий проект разрабатывается при одностадийном проектировании и представляет технический проект, совмещенный с рабочими чертежами.

Подобные проекты разрабатываются только для объектов, строительство которых будет производиться по типовым и повторно применяемым экономическим индивидуальным проектам, а также для технически несложных объектов.

В техно-рабочем проекте приводятся только те чертежи и данные, которых нет в типовых и повторно применяемых проектах. В нем на основе использования типовых и повторно применяемых проектов должны быть решены те же вопросы, что и при двухстадийном проектировании, т. е. при разработке технического проекта и рабочих чертежей.

1.7. Рабочие чертежи

Рабочие чертежи выполняются на основе утвержденного технического проекта. Привязка рабочих чертежей типовых проектов производится также в соответствии с утвержденным проектом. Разработка рабочих чертежей предусматривает уточнение и детализацию принятых в техническом проекте технических решений в той мере, в какой это необходимо для выполнения строительно-монтажных работ.

В состав рабочих чертежей зданий и сооружений входит следующая документация: 1) заглавный лист с перечнем чертежей; 2) чертежи генерального плана с нанесенными на них подземными и надземными коммуникациями, транспортными путями и необходимыми данными по вертикальной планировке, благоустройству и озеленению территории; 3) привязанные к местным условиям строительства чертежи типовых и повторно применяемых экономических проектов; 4) чертежи зданий и сооружений, которые будут строиться по индивидуальным проектам, в том числе: архитектурно-строительные чертежи планов этажей, фасадов, разрезов, интерьеров, фундаментов под здание и оборудование, подземного хозяйства, чертежи нетиповых несущих и ограждающих конструкций, узлов, изделий и деталей со спецификациями; 5) технологические чертежи планов и разрезов с нанесением на них технологического, транспортного, энергетического и другого оборудования; 6) схемы технологических трубопроводов, сетей и устройств энергоснабжения и электроосвещения, автоматизации, связи, сигнализации, водопровода и канализации, отопления и вентиляции, кондиционирования воздуха, газоснабжения и др.; 7) чертежи общих видов нетиповых технологических, энергетических и сантехнических эле-

ментов, узлов и конструкций, а также нестандартного оборудования в объеме, необходимом для разработки детализированных чертежей на заводах или производственных базах, в строительных и монтажных организациях; 8) чертежи антикоррозийной защиты оборудования и коммуникаций; 9) чертежи устройств, связанных с охраной труда и техникой безопасности; 10) перечень применяемых стандартов, нормалей и чертежей типовых конструкций, узлов и деталей со ссылкой на их номера, спецификации для заказа оборудования, в том числе нестандартного, приборов, арматуры, труб, кабельных и других изделий; 11) уточненные ведомости конструкций, деталей, изделий, полуфабрикатов и материалов, потребных для строительства.

При одностадийном проектировании в техно-рабочем проекте должны быть решены на основе использования типовых и повторно применяемых проектов те же вопросы, что и при двухстадийном, т. е. при разработке технического проекта и рабочих чертежей.

При разработке рабочих чертежей всю конструкторскую документацию необходимо оформлять в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД), введенной в действие с 1 января 1971 г. Форматы листов чертежей должны соответствовать ГОСТ 2.301—68, который предусматривает пять основных форматов: 44, 24, 22, 12, 11 с размерами сторон формата соответственно 1189×841; 594×841; 594×420; 297×420; 297×210. Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением сторон основных форматов на величину, кратную размерам формата 11. При этом коэффициент увеличения n должен быть целым числом.

Заполнение основных надписей на чертеже, расположение и размеры основных и дополнительных к ним граф, а также размеры рамок на чертежах и схемах должны соответствовать ГОСТ 2.104—68. Текстовые документы типа пояснительной записки, ведомостей, спецификаций, ссылочных документов, покупных изделий, расчетов и других выполняются по ГОСТ 2.106—68. Спецификация конструкторских документов оформляется и заполняется согласно ГОСТ 2.108—68.

При составлении рабочих чертежей необходимо применять оптимальные масштабы изображений. Масштабы изображений на чертежах должны выбираться по ГОСТ 2.302—68, который устанавливает масштабы уменьшения 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000; натуральную величину 1:1 и масштабы увеличения 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 40:1; 50:1; 100:1. Допускается применять масштабы увеличения $(100n):1$, где n — целое число.

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применять масштабы 1:2000, 1:5000, 1:10 000, 1:20 000, 1:25 000, 1:50 000. В строительных чертежах рекомендуется применять следующие масштабы: перспектива или аксонометрия, планы зданий—1:200, 1:400; разрезы—1:100, 1:200, 1:400; фасады—1:200, 1:400; детали планов и разрезов—1:20, 1:50, а при наличии мелких

элементов — 1:5, 1:10; планы кровли — 1:400, 1:800; полов — 1:400, 1:800; схемы заполнения оконных проемов—1:100, 1:200; схемы типов остекления фонарей — 1:200; схемы перегородок — 1:100. Масштаб в графе штампа чертежа обозначается по типу 1:1, 1:2, 2:1 и далее, а в остальных случаях — по типу М 1:1, М 1:2, М 2:1 и т. д.

При выполнении чертежей толщина сплошной основной линии S выбирается в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа и по ГОСТ 2.303—68 должна составлять от 0,6 до 1,5 мм. Тонкими сплошными линиями толщиной от $S/2$ до $S/3$ выполняются линии контура наложенного сечения, размерные, выносные, штриховые, линии-выноски и их полки; линии для изображения пограничных деталей, ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях; оси проекций, следы плоскостей. Такой же толщины выполняются сплошные волнистые линии обрыва, ограничения вида и разреза, штриховые линии невидимого контура и штрихпунктирные.

В зависимости от величины изображения длина штрихов штриховой линии выбирается в пределах от 2 до 8 мм, а промежутки между штрихами должны быть равными 1—2 мм. Штрихи штрихпунктирных линий выбираются длиной 5—30 мм с расстоянием между ними 3—5 мм.

Разомкнутые линии сечений выполняются толщиной от S до 1,5 S и длиной 8—20 мм. Для сложных размеров и сечений допускается концы разомкнутой линии соединять штрихпунктирной тонкой линией. Центральные линии следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении менее 12 мм.

Наименьшая толщина линий, выполненных в карандаше, — 0,3 мм, а наименьшее расстояние между ними — 0,8—1 мм; расстояние, равное 0,8 мм, относится к формату с размером большей стороны менее 841 мм.

По ГОСТ 2.306—68 линии штриховки должны проводиться под углом 45° к линиям рамки чертежа, а если линии штриховки совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, вместо данного следует брать углы, равные 30 или 60°. Расстояние между линиями штриховки должно составлять от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить ее. Площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается зачернять с оставлением просветов между смежными сечениями до 0,8 мм. При больших площадях сечений, а также при указании профиля грунта допускается наносить обозначение (штриховку) узкой полоской равномерной ширины лишь у контура сечения.

При выполнении строительных чертежей вычерчиваются планы и разрезы здания, а по необходимости — фасады, планы кровли и полов. Планы здания представляют их сечение горизонтальной плоскостью, проходящей обязательно в пределах оконных и дверных проемов. На планах наносится сетка разбивочных осей, характеризующая размеры здания. Эта сетка наносится по осям колонн, определяет их шаг и ширину пролетов здания. *Ширина пролета* — это

мен
ния
на
э
таж
руд
ран
ста
тал
ван
бел
дет
стр
I
дол
при
т. е.
I
мен
кон
1 я
ГОС
тов:
118
при
сто
та
I
сло
мер
мов
Тек
спе
и д
рук
ГО
ма
жа:
мас
1:4
вел
40:
(10
пус
1:2
ня
зда
1:4
14

расстояние между осями подкрановых (несущих) стоек и колонн. *Шагом колонн* называют расстояние между осями двух колонн в направлении продольной оси пролета.

Разбивочные оси маркируются. Марка осей в кружках по оси ординат (снизу вверх) обозначается заглавными буквами русского алфавита, а по оси абсцисс (слева направо) последовательно цифрами. Если расположение осей противоположных сторон плана не совпадает, их выносят по правой или верхней стороне плана в местах расхождения разбивки.

На плане, кроме стен, колонн и других несущих и ограждающих конструкций, попадающих в сечение, изображаются технологическое и транспортное оборудование, рабочие верстаки, стеллажи, места складирования и контроля, проходы и проезды по цеху, тоннели, подвалы и каналы с указанием глубины залегания, границы технологических отделений, вспомогательных, бытовых и конторских помещений, расположенных на территории здания (цеха).

Тонкими линиями изображаются обозначения открывания ворот и дверей, санитарно-технические приборы, открытые приемки, каналы, лотки, выступы в полу и площадки, возвышающиеся над уровнем пола не выше 2 м, штриховыми — невидимые подземные коммуникации, жирными — железнодорожные пути широкой и узкой колеи.

На планах бытовых помещений тонкой линией следует изображать гардеробное оборудование (шкафы, вешалки, скамьи и др.), надписывая его вид и количество. Оборудование показывается условными обозначениями в пределах своих габаритов, нумеруется по отделениям и участкам цеха последовательно слева направо и сверху вниз. Сначала нумеруются все виды технологического, а затем подъемно-транспортного оборудования.

На планах проставляются основные размеры здания и привязки оборудования. Вне габаритов плана наносятся расстояния между крайними разбивочными осями, расстояние между всеми разбивочными осями с привязкой крайних осей и наружной грани стен к осям крайних колонн, размеры проемов и простенков, привязка простенков к разбивочным осям; в габаритах — привязка стен к разбивочным осям или к поверхности стен, толщина стен и перегородок, размеры проемов во внутренних стенах и стационарных перегородках, привязка граней проемов к разбивочным осям или характерным узлам стен, привязка осей железнодорожных путей, монорельсов, технологического оборудования к разбивочным осям.

Разрезы должны выполняться по характерным отделениям или участкам цеха. На вертикальных разрезах показываются разбивочные оси здания, расстояние между осями, суммарное расстояние между крайними осями, привязка осей крайних колонн к разбивочным осям, толщина стен и привязка их к разбивочным осям, отметка уровня земли, полов, этажей и основных площадок, размеры от пола до пола (в многоэтажных зданиях), отметка низа несущих конструкций покрытий (в одноэтажных зданиях), размеры проемов в стенах, размеры участков, стен между проемами при многоярусном расположении проемов, отметки низа и верха проемов, верха

наружных стен, отметки этажных площадок внутренних и наружных лестниц, подкрановые пути и краны с указанием их грузоподъемности, вылета консольных и поворотных кранов, отметки головки подкранового рельса, деформационные швы.

Привязочные размеры и размеры в плане проставляются в миллиметрах, а высота здания и отдельных элементов — в метрах от условного нулевого горизонта, которым является уровень пола первого этажа. Размеры выше нулевого уровня наносятся со знаком плюс, ниже — со знаком минус. Размеры помещают на выносных линиях контура и обозначают равнобедренным треугольником.

При разработке рабочих чертежей следует максимально использовать имеющиеся стандартные типовые узлы и детали.

1.8. Сметная часть

Смета на строительство должна являться основным и неизменным документом на весь период строительства, на основе которого осуществляется планирование капитальных вложений, финансирование строительства и расчеты между подрядчиком и заказчиком. Она до утверждения предварительно согласовывается с подрядными строительными организациями и принимается ими до начала строительства.

Стоимость строительства определяется по сводной смете, включающей следующие пункты: 1) подготовка территории строительства (снос строений, планировка, осушение и т. п.); 2) объекты основного производственного назначения; 3) объекты подсобного производственного и обслуживающего назначения; 4) объекты энергетического хозяйства; 5) внешние сети и сооружения: водоснабжения, канализации, теплофикации и газификации; 6) объекты транспортного хозяйства и связи; 7) благоустройство территории; 8) временные здания и сооружения; 9) прочие работы и затраты; 10) содержание дирекции строящегося предприятия; 11) подготовка эксплуатационных кадров; 12) проектные и изыскательские работы.

В сводной смете предусматривается резерв на непредвиденные затраты: к техническому проекту — 10% стоимости строительства; техно-рабочему — 5%. К ней прилагается объяснительная записка, в которой содержатся сведения о принятых способах определения сметной стоимости зданий, сооружений и отдельных видов работ, а также о территориальном районе, тарифном поясе, размерах накладных расходов и другие, являющиеся основанием для определения сметной стоимости и определения особых условий строительства.

1.9. Генеральный план предприятия

Под генеральным планом понимается план расположения на участке всех зданий предприятия, сооружений и устройств (складских, транспортных, энергетических, инженерно- и санитарно-технических), зеленых насаждений и ограждений с изображением рельефа участка. Генеральный план предприятия должен разрабатывать-

2. Лопино И. В.
КЛАССИФИКАЦИЯ
Физического
Физического

ся на основе наиболее рациональной организации производственного процесса и применения прогрессивных видов транспорта исходя из лучшего использования площади территории. Планировку и застройку территории предприятия, предусмотренные генеральным планом, необходимо увязывать с проектами планировки прилегающих жилых районов населенных пунктов и соседних предприятий, а также ближайшими магистралями, железнодорожными, автомобильными, шоссейными и водными путями.

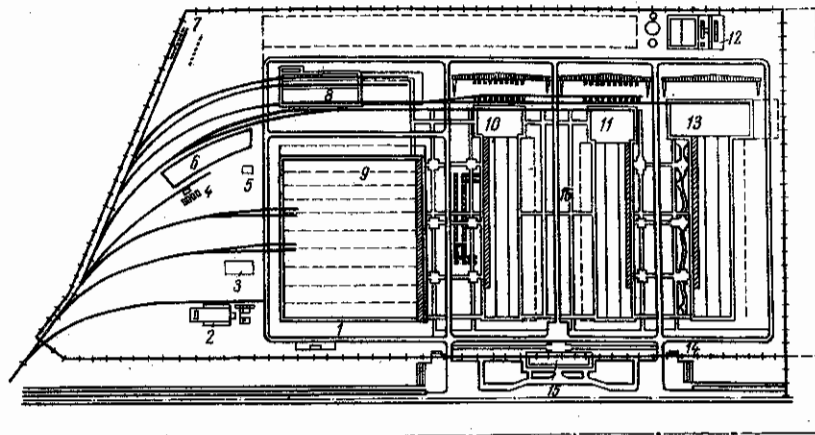


Рис. 1. 1. Генеральный план специализированного завода мощностью 200 000 т/год:

1 — автомобильные весы; 2 — склад химикатов, масел и крепежей; 3 — склад пиломатериалов; 4 — склад светлых нефтепродуктов; 5 — ацетиленовая станция; 6 — склад № 1; 7 — копровый цех; 8 — блок № 1; 9 — блок № 2; 10 — литейный цех серого чугуна; 11 — литейный цех ковкого чугуна; 12 — энергетический блок; 13 — сталелитейный цех; 14 — контрольный пункт; 15 — административный корпус; 16 — галерея

Предприятия и здания для производства, выделяющего газ, дым, пыль, неприятный запах, необходимо располагать по отношению к другим зданиям и жилым районам с подветренной стороны, учитывая направление господствующих ветров. Одним из существенных вопросов архитектурно-строительного проектирования генеральных планов промышленных предприятий является зонирование территории, согласно требованиям которого все здания цехов и сооружения разделяются на группы по функциональному признаку. Объекты, входящие в ту или иную группу, необходимо располагать компактно в пределах одной зоны с учетом необходимых санитарных и противопожарных разрывов между ними при наименьшей протяженности дорог и инженерных сетей.

В проектной практике широко применяют следующий порядок взаимного расположения зон, считая от селитебной территории: 1 — зона общезаводского обслуживания с наименьшими вредными выделениями; 2 — основных производственных цехов; 3 — подсобно-вспомогательных цехов; 4 — базовоскладских зданий. Преимуществом

такого расположения зон является удобство организации производства, подхода рабочих к цехам, целесообразное размещение складских и вспомогательных цехов и служб.

При разработке генеральных планов взаимное расположение зданий и разрывы между ними должны удовлетворять правилам и нормам, установленным законодательными и планировочными органами в отношении пожарной безопасности, санитарно-технических, светотехнических и других требований; при этом разрывы между зданиями должны быть минимальными исходя из условий расположения инженерных сетей, проездных дорог и тротуаров.

На территории предприятия устраивают автомобильные дороги и тротуары городского типа — с бордюрным камнем и гладким беспыльным покрытием, предусматривается озеленение.

Генеральный план отдельного предприятия должен увязываться со схемой генерального плана промышленного узла. На рис. 1.1 показан генеральный план специализированного крупносерийного литейного завода автомобильных частей мощностью 200 000 т отливок в год. На таком заводе объединены сталелитейный цех 13 мощностью 65 000 т отливок в год, литейный цех ковкого чугуна 11 мощностью 55 000 т в год, литейный цех серого чугуна 10 мощностью 65 000 т в год и цех мелкосерийных отливок на 15 000 т в год, расположенный в блоке № 2—9, в состав которого входят также склады формовочных материалов, огнеупоров, готовой продукции, материальный склад и вспомогательные цехи.

1.10. Классификация литейных цехов

При проектировании литейных цехов весьма важно привести их к определенным классам и типизировать внутри каждого класса по основным признакам. Такая классификация позволяет сократить количество проектов литейных цехов и сводит их к нескольким типовым планировкам, что позволяет типизировать также и отдельное оборудование, например формовочные машины, плавильные агрегаты, сушила и др.

Основными признаками классификации литейных цехов являются: 1) развес отливок; 2) род металла; 3) характер производства; 4) степень механизации; 5) вид специализации.

В машиностроении литейные цехи по развесу отливок делятся на пять классов. В табл. 1.1 дана классификация цехов, выпускающих отливки из черных сплавов в песчаные формы. Минимальный вес отливок в специализированных цехах тяжелого литья принимается 1 т.

По роду металла литейные цехи делятся на *чугунолитейные*, *сталелитейные* и *цветнолитейные*. Специализация литейных цехов предусматривается на один вид сплава. Для цехов, производящих отливки из черных сплавов, по виду сплава принята следующая индексация: серый чугун — СЧ, ковкий чугун — КЧ, высокопрочный чугун — ВЧ, углеродистая и низколегированная сталь — УС, легиро-

Табл. 1.1. Классификация цехов по развесу отливок из черных сплавов в зависимости от характера производства

Цехи литья	Класс	Характер производства	
		серийный, мелкосерийный и единичный	массовый и крупносерийный
		максимальный	вес отливок, кг
Мелкого	I	100	8
Среднего	II	1000	8—50
Крупного	III	5000	50—500
Тяжелого	IV	20000	Более 500
Особо тяжелого	V	Более 20000	—

ванная сталь — ЛС. По виду сплава подбирают плавильное оборудование, способ изготовления отливок, режим работы цеха и др.

По характеру производства литейные цехи делятся на *цехи единичного, серийного, крупносерийного и массового производства*. Характер производства определяется количеством отливок в штучках одного наименования, выпускаемых цехом за год в зависимости от их развеса. В табл. 1.2 приведены нормы серийности отливок из черных сплавов в зависимости от годовой программы и их развеса.

Характер производства определяет выбор и построение технологического процесса и форму организации работы цеха. При увеличении серийности создаются более благоприятные условия для применения комплексной механизации и автоматизации.

По степени механизации литейные цехи делятся на *цехи средней механизации, механизированные и автоматизированные*. Цехи, в которых основные технологические операции механизированы, относятся к средней механизации, например цехи индивидуального, мелкосерийного и серийного производства. К механизированным относятся цехи, в которых установлены комплексно-механизированные и автоматизированные линии. К автоматизированным относятся цехи, оборудованные комплексно-автоматизированными установками, например цех по производству автомобильных поршней.

По специализации различают отраслевые цехи и цехи по технологическому процессу. В понятие отраслевая специализация прежде всего входит тип отливок для определенной отрасли промышленности (автотракторная, станкостроительная и др.).

При технологической специализации отливки группируются по общности технологических параметров, зависящих в основном от назначения, габаритов, возможности изготовления в опоках одного типоразмера и имеющих одну марку металла. Технологическая специализация в литейном цехе позволяет максимально механизировать и автоматизировать процессы.

Цехи крупносерийного и массового производства специализируются по технологическому процессу и назначению, а мелкосерийного и индивидуального производства — только по технологическому процессу подбором номенклатуры отливок по общности их технологических параметров. При изготовлении отливок специальными способами

Табл. 1. 2. Нормы определения серийности отливок из черных сплавов в зависимости от годовой программы и их развеса

Весовые группы отливок, кг	Годовое количество отливок одного наименования, шт.			
	единичное	мелкосерийное	серийное	крупносерийное
До 1,5; 1,5—6; 5—8; 8—20	Менее 300	300—3000	3000—35000	35000—200000
20—50; 50—100	Менее 150	150—2000	2000—15000	15000—100000
100—250; 250—500	Менее 75	75—1000	1000—6000	6000—40000
500—1000	Менее 50	50—600	600—3000	3000—20000
1000—2000; 2000—5000	Менее 20	20—100	100—300	300—4000
5000—10000	Менее 10	10—50	50—150	150—1000
10000—20000; свыше 20000	Менее 5	5—25	25—75	Более 75

Табл. 1.1. Классификация цехов по развесу отливок из черных сплавов в зависимости от характера производства

Цехи литья	Класс	Характер производства	
		серийный, мелкосерийный и единичный	массовый и крупносерийный
		максимальный	вес отливок, кг
Мелкого	I	100	8
Среднего	II	1000	8—50
Крупного	III	5000	50—500
Тяжелого	IV	20000	Более 500
Особо тяжелого	V	Более 20000	—

ванная сталь — ЛС. По виду сплава подбирают плавильное оборудование, способ изготовления отливок, режим работы цеха и др.

По характеру производства литейные цехи делятся на *цехи единичного, серийного, крупносерийного и массового производства*. Характер производства определяется количеством отливок в штучках одного наименования, выпускаемых цехом за год в зависимости от их развеса. В табл. 1.2 приведены нормы серийности отливок из черных сплавов в зависимости от годовой программы и их развеса.

Характер производства определяет выбор и построение технологического процесса и форму организации работы цеха. При увеличении серийности создаются более благоприятные условия для применения комплексной механизации и автоматизации.

По степени механизации литейные цехи делятся на *цехи средней механизации, механизированные и автоматизированные*. Цехи, в которых основные технологические операции механизированы, относятся к средней механизации, например цехи индивидуального, мелкосерийного и серийного производства. К механизированным относятся цехи, в которых установлены комплексно-механизированные и автоматизированные линии. К автоматизированным относятся цехи, оборудованные комплексно-автоматизированными установками, например цех по производству автомобильных поршней.

По специализации различают отраслевые цехи и цехи по технологическому процессу. В понятие отраслевая специализация прежде всего входит тип отливок для определенной отрасли промышленности (автотракторная, станкостроительная и др.).

При технологической специализации отливки группируются по общности технологических параметров, зависящих в основном от назначения, габаритов, возможности изготовления в опоках одного типоразмера и имеющих одну марку металла. Технологическая специализация в литейном цехе позволяет максимально механизировать и автоматизировать процессы.

Цехи крупносерийного и массового производства специализируются по технологическому процессу и назначению, а мелкосерийного и индивидуального производства — только по технологическому процессу подбором номенклатуры отливок по общности их технологических параметров. При изготовлении отливок специальными способами

Табл. 1. 2. Нормы определения серийности отливок из черных сплавов в зависимости от годовой программы и их развеса

Весовые группы отливок, кг	Годовое количество отливок одного наименования, шт.			
	единичное	мелкосерийное	серийное	крупносерийное
До 1,5; 1,5—6; 5—8; 8—20	Менее 300	300—3000	3000—35000	35000—200000
20—50; 50—100	Менее 150	150—2000	2000—15000	15000—100000
100—250; 250—500	Менее 75	75—1000	1000—6000	6000—40000
500—1000	Менее 50	50—600	600—3000	3000—20000
1000—2000; 2000—5000	Менее 20	20—100	100—300	300—4000
5000—10000	Менее 10	10—50	50—150	150—1000
10000—20000; свыше 20000	Менее 5	5—25	25—75	Более 75

ми (кокильное литье, литье по выплавляемым моделям, в оболочковых формах и др.) применяется специализация по способу производства.

Классификацией литейных цехов можно установить оптимальный объем производства, выбрать один из прогрессивных методов технологического процесса, определить структуру цеха и состав оборудования.

С целью создания экономичных специализированных литейных цехов разработаны и утверждены Госстроем СССР в 1968 г. мощности специализированных литейных цехов, производящих отливки из черных и цветных сплавов (табл. 1.3). Эти мощности могут изменяться на определенном этапе в зависимости от роста уровня производства, техники и т. д.

Табл. 1.3. Оптимальные мощности литейных цехов

Сплав	Изделие, процесс	Вес, кг, или характерный размер, мм	Мощность, тыс. т/год
1	2	3	4

Специальные виды отливок (предметная специализация)

Отливка в песчаных формах
Отливки сантехнические:

Чугун	Радиаторы отопительные	До 10 То же	35 70
Чугун	Ванны купальные	До 120 То же	15 25
Чугун	Котлы отопительные	До 150 До 150	20 30
Чугун	Кольца поршневые и маслоты	—	5—10
Чугун	Изложницы	—	130
		—	250

Отливка деталей специальными способами
Металлические формы

Чугун	Фасонные части к канализационным трубам	До 10 То же	35 50
Центробежное литье:			
Чугун	Трубы канализационные	∅50—150	45—70
Чугун	Трубы напорные	∅200—300 ∅350—1000	100 160

Различные машиностроительные отливки
(технологическая специализация)Отливка в песчаных формах
Массовое и крупносерийное производство:

Чугун	Детали автотракторные	До 100 До 200 До 300	50—60 80—100 100—125
Ковкий чугун	Детали автотракторные	До 25 То же До 60 То же	15—20 30—40 40—60 60—80
Сталь	Детали автотракторные, вагонные и т. д.	До 100 До 200 До 500	50—60 80—100 100—125

1	2	3	4
Серийное и мелкосерийное производство:			
Чугун	Детали станков, строительных машин, компрессоров, насосов и др.	До 100 До 1000 До 5000	15—30 25—35 25—30
Сталь	Детали прессов, строительных машин, компрессоров, насосов и др.	До 1000 До 5000	20—30 30—35
Сталь	Металлургическая оснастка	До 10000	50—60
Мелкосерийное и единичное производство:			
Чугун	Детали станков, насосов, прессов, компрессоров, гидротурбин и др.	До 20000 До 50000	60—90 80—100
Сталь	Детали прокатных станков, экскаваторов, блюмингов, прессов	До 20000 До 50000	60—90 80—100
Специальные способы литья:			
Чугун	Оболочковые формы	До 20 То же До 50	5—7 10—15 20—30
Сталь	Выплавляемые модели	До 0,5 До 2,5 То же	0,5—1 2—3 4—5
Чугун	Металлические формы	До 50 До 100	20—25 40—80
Сталь	То же	До 30	60—80
Алюминий	»	До 5 До 20	5—6 10—12
Бронза	»	До 2	10—15
Цинк, бронза	Литье под давлением	До 1	2—3
Цинк	То же	До 5	5—6
Алюминий	»	До 5 То же До 20	1—2 5—6 10—12

1.11. Структура литейного цеха

Структуру литейного цеха определяет его мощность, номенклатура, режим работы, степень специализации и тип производства.

Современный литейный цех состоит из производственных и вспомогательных отделений, складских и служебно-бытовых помещений: 1) производственных отделений: плавильного, включая участок приготовления шихты; формовочно-заливочно-выбивного, включая сушильные установки; смесеприготовительного, включая бункеры-отстойники; стержневого, включая сушильные установки; отделения обрубки, очистки и термообработки литья с участком исправления литья и гидротестирования; отделения грунтовки литья; 2) вспомогательных отделений: ремонтно-энергетического, модельно-опочного, ковшевого, лабораторий, отделений подготовки свежих формовочных материалов, регенерации смесей, каркасного отделения, участков получения углекислоты, установок сантехнического оборудования, подстанций; 3) складов шихты, свежих формовочных материа-

лов, опок, модельной оснастки, приспособлений и инструментов, отливок; 4) служебно-бытовых помещений, в которых размещаются контора цеха, технологическое бюро, службы механика и энергетика, бухгалтерия, бюро труда и зарплаты, производственно-диспетчерская и планово-экономическая службы, бюро технического контроля, гардеробные, душевые, столовые, красные уголки, медпункт, комната гигиены женщины, санузлы.

При расчете технико-экономических показателей цеха не учитываются: а) площади, расположенные вне помещений цеха; б) площади, расположенные на промежуточных этажах, площадках, в тоннелях, подвалах; в) эстакады для литья и опок; г) бытовые помещения, санузлы, общецеховые конторы и конторы мастеров; д) базисные склады завода; е) площади в первых этажах двухэтажных зданий, занятые транспортными устройствами и оборудованием, которое в одноэтажных зданиях размещается в подвалах, тоннелях, на галереях и площадках; ж) участки предварительной механической обработки.

Размеры площадей считаются по осям. Площади, занятые пультами управления оборудования, технологическими трансформаторами, высокочастотными генераторами и прочим, включаются в производственную площадь. Площади плавильных и смесеприготовительных отделений учитываются только по одному этажу, имеющему наибольшую площадь. Производственные, вспомогательные и складские площади учитываются при определении технико-экономических показателей. При сопоставлении показателей площади базисного склада распределяются между обслуживаемыми литейными цехами пропорционально их выпуску.

Соотношение между площадями производственных отделений зависит от рода металла, веса и конфигурации отливок, степени механизации, типа производства и других факторов. Для сравнения соотношений площадей отделений за 100% принимают площадь, занятую под формовочно-заливочно-выбивное отделение. Ориентировочные соотношения площадей производственных отделений цеха составляют: смесеприготовительное отделение — 20—40%; стержневое — 30—60; плавильное — 20—30; обрубно-очистное — 50—70%. Если в обрубном отделении производят термообработку отливок, площадь дополнительно увеличивается до 25%.

Глава 2. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЦЕХОВ И ФОНДЫ ВРЕМЕНИ

2.1. Последовательный и параллельный режимы работы цехов

Общие сведения. В ранний период развития литейного производства все операции по изготовлению отливок выполнялись одними и теми же рабочими (формовка, сборка, заливка, выбивка и т. д.). Развитие литейного производства шло по пути совершенствования способов изготовления отливок и механизации технологических процессов, что коренным образом изменило организацию работ в литейных цехах.

В настоящее время в литейных цехах применяются два режима работы: последовательный (ступенчатый) и параллельный.

Последовательный режим работы. При таком режиме основные технологические операции выполняются последовательно в различные периоды суток на одной и той же площади. Существует несколько видов последовательных режимов работы в течение суток:

двухсменный — в первую смену производится формовка и сборка, а во вторую заливка и выбивка. Этот режим применяется для среднего и мелкого тонкостенного литья, требующего немного времени на заливку, остывание, выбивку при небольшой площади цеха и средней механизации;

трехсменный — в первую смену производится формовка и сборка, во вторую — заливка, в третью — выбивка и подготовка рабочих мест. Такой режим применяется при изготовлении крупных отливок в мелкосерийном и индивидуальном производстве;

трехсменный с двухсменной формовкой, сборкой и односменной заливкой, выбивкой и подготовкой — применяется при изготовлении отливок легкого и среднего веса;

трехсменный с двумя циклами работы — все производственные операции в течение суток повторяются дважды. Особенностью такого режима является занятость производственных рабочих половину смены на подсобных работах. Применяется при изготовлении мелких отливок.

Параллельный режим работы. При данном режиме работы все технологические операции выполняются одновременно на различных производственных участках. Бывают односменные, двухсменные и трехсменные параллельные режимы работы. Параллельный режим работы организуется в механизированных литейных цехах мелкосерийного, серийного и массового производства.

Наибольшее распространение получил *двухсменный параллельный режим*, при котором третья смена отводится для профилактики

и ремонта оборудования. К *односменному параллельному режиму* прибегают редко, так как оборудование и площадь используются недостаточно. *Трехсменный режим* также применяется редко, поскольку он затрудняет проведение профилактических осмотров и ремонтов, что ведет к быстрому изнашиванию оборудования.

Основным условием применения параллельного режима является обеспечение непрерывной работы формовочных линий жидким металлом.

При проектировании выбор оптимального режима работы литейного цеха зависит от производственной мощности, серийности производства и технологической сложности литья, рода металла, типа плавильных агрегатов и других факторов.

При единичном и мелкосерийном производстве чаще применяется последовательный режим, при крупносерийном и массовом производстве — параллельный. Для чугунолитейных цехов наиболее рациональным является двухсменный параллельный режим работы. В фасонно-сталелитейных цехах, где производственный процесс связан с непрерывной работой плавильных печей, необходимо использовать параллельный трехсменный режим.

При выборе режима работы проектируемого цеха необходимо соблюдать требования охраны труда, которые не допускают в общем, неизолированном помещении одновременно производить формовку, сборку и операции по заливке, выбивке литья, обрубке и приготовлению смеси. Вредные операции с большим выделением тепла, газов, пыли и шума необходимо изолировать от помещений с менее вредными операциями.

2.2. Фонды времени

В соответствии с установленным режимом работы в литейных цехах при проектировании устанавливаются фонды времени работы оборудования, рабочих мест без оборудования и самих рабочих. При определении фондов времени исходят из законоположения о рабочих и выходных днях и продолжительности рабочего дня.

Различают календарный, номинальный и действительный фонды времени: *календарный фонд времени* равен количеству календарных дней в году; *номинальный* — количеству календарных дней за вычетом выходных и праздничных дней, это годовое время, в течение которого предприятие должно работать без потерь; *действительный годовой фонд времени* равен номинальному за вычетом плановых потерь.

Плановые потери для оборудования — это время на проведение капитальных, средних и планово-предупредительных ремонтов. Плановые потери времени для рабочих связаны с профсоюзными отпусками, отпусками по учебе, болезнями, отпусками по беременности и родам, с кормлением грудных детей, сокращенным рабочим днем подростков от 16 до 18 лет и выполнением государственных обязанностей. Потребное количество оборудования определяется по действительному фонду времени.

Действительный годовой фонд времени рабочих мест (верстаков, стенов, контрольных постов и др.) принимается равным номинальному фонду.

Действительный (расчетный) годовой фонд времени оборудования литейных цехов приведен в табл. 2.1, а действительный годовой фонд времени для рабочих — в табл. 2.2. Фонды времени рабочих мест, оборудования и рабочих, рассчитанные для всех отделений проектируемого цеха, заносятся в сводную табл. 2.3, которая является основным документом для определения количества оборудования и рабочих.

Табл. 2.1. Действительный годовой фонд времени оборудования

Оборудование	При одной смене			При двух сменах			При трех сменах		
	номинальный, ч	процент потерь от номинального фонда	действительный, ч	номинальный, ч	процент потерь от номинального фонда	действительный, ч	номинальный, ч	процент потерь от номинального фонда	действительный, ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Литейное оборудование</i>									
Литейное оборудование цехов мелкосерийного и серийного производства	2070	2	2030	4140	4	3975	6210	5	5900
Литейное оборудование цехов крупного и массового производства	—	—	—	4140	5	3935	6210	7	5775
Особо крупное и сложное литейное оборудование (пескогидрокамеры, механизированные дробебетонные камеры и встряхивающие столы грузоподъемностью свыше 10 т)	2070	2	2030	4140	9	3770	6210	11	5525
Вагранки (блок из двух штук с учетом ежедневного ремонта)	—	—	2070	4140	—	4140	6490	—	6490
Закрытые вагранки с подогревом дутья и очисткой газов, при одном подогревателе на две вагранки	—	—	—	4140	6	3890	6490	10	5840
Автоматизированные абразивные линии для очистки литья	—	—	—	4140	10	3725	6210	12	5465
<i>Печи плавильные</i>									
Дуговые электропечи для плавки стали и чугуна емкостью, т:									
0,5—1,5	2070	4	1985	4140	6	3890	—	—	—
3—6	—	—	—	4140	5	3935	6490	10	5840
12—25	—	—	—	4140	6	3890	5490	11	5775
0,06—2,5	—	—	—	—	—	—	8760	13	7620
Индукционные печи повышенной частоты для плавки стали емкостью, т:									
0,06—2,5	2070	4	1985	4140	6	3890	8760	13	7620
6—25	—	—	—	4140	7	3850	6490	6	6100

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Индукционные печи промышленной частоты для плавки или подогрева и разлива чугуна емкостью, т:									
до 2,5	2070	3	2010	4140	4	3975	6490	6	6100
до 25	—	—	—	4140	6	3890	6490	10	5840
Печи плавильные для медных сплавов	1830	3	1775	3660	4	3510	5490	6	5160
Печи плавильные для алюминиевых и других легких сплавов	2070	3	2010	4140	4	3975	6210	6	5840
<i>Печи термические и сушильные</i>									
Печи термические:									
с непрерывным режимом работы	—	—	—	—	—	—	8760	10	7800
с длительным режимом работы	—	—	—	—	—	—	8570	10	7710
Печи термические с коротким циклом работы:									
механизированные	—	—	—	4140	6	3890	6490	10	5840
немеханизированные	—	—	—	4140	4	3975	6210	6	5840
Печи термические:	20								
электрические элеваторного типа	70	3	2010	4140	5	3935	6210	8	5715
Печи сушильные:									
механизированные (конвейерные)	—	—	—	4140	5	3935	6210	6	5775
немеханизированные (камерные)	2070	3	2010	4140	4	3975	6210	6	5840

Табл. 2.2. Действительный годовой фонд времени и потери времени для рабочих

Продолжительность рабочей недели, ч	Продолжительность основного отпуска, дни	Номинальный фонд времени, ч	Процент потерь от номинального годового фонда	Действительный (расчетный) фонд времени, ч
41	15	2070	10	1860
41	18	2070	11	1840
41	24	2070	12	1820
36	24	1830	12	1610

Примечание. Указанный действительный годовой фонд времени не распространяется на людей, работающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним.

Табл. 2.3. Сводная таблица расчета годового фонда времени проектируемого цеха

Отделение цеха	Вид оборудования	Количество смен работы	Годовой фонд времени		
			рабочего места	оборудования	рабочего

Глава 3. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

3.1. Производственная программа

Основанием для разработки технологической части проекта литейного цеха является производственная программа. Объем производственной программы цеха приводится в табл. 3.1.

Табл. 3.1. Программа литейного цеха

Изделия	Годовой выпуск, шт.	Черный вес, т	
		на одно изделие	на годовой выпуск

Основная продукция:

- а)
- б)
- в)
- г)

Итого . . .

Запасные части

Литье для собственных нужд завода или цеха

Литье для других предприятий

Всего . . .

Программа должна содержать задание на годовой выпуск литья для каждого изделия и рода металла (серый чугун, ковкий чугун, стальное литье, цветное литье, специальные виды литья). Выпуск запасных частей и литья для других предприятий предусматривается подетально для каждого изделия или указывается в процентах к выпуску основной продукции.

Имея программу, приступают к анализу ее состава, целью которого является выявление характера намечаемого производства. Для этого все литье разбивается на группы: по весу (табл. 3.2) и по сложности (табл. 3.3).

По данным табл. 3.2 и 3.3 определяют возможность применения типового проекта или корректировки ранее утвержденного. Если такой возможности нет, на заданную программу разрабатывают индивидуальный проект. Для его разработки требуется разрешение Госстроя СССР. При разработке такого проекта должен использоваться опыт типизации литейных цехов, применения типовых схем планировок, отдельных технологических узлов и линий, что обеспечит высокое качество проекта и сокращение сроков его разработки. При

Табл. 3.2. Распределение годовой программы отливок по весовым группам

Весовые группы литья (штучный вес отливки, кг)	Количество отливок в год			
	наименований	шт.	т	процент к общему весу литья
Легкое:				
0—5				
5—10				
10—50				
50—100				
Среднее:				
100—500				
500—1000				
Крупное:				
1000—5000				
Тяжелое:				
5000—20000				
Особо тяжелое: свыше 20000				

Табл. 3.3. Характеристика отливок по группам технологической сложности (по прейскуранту оптовых цен на отливки № 25—01, 1967 г.)

Группа технологической сложности	Сложность и условное обозначение	Типовая продукция
I	П — простые	Простые отливки, преимущественно плоскостные: крышки, рукоятки, линейки, грузы, противовесы, бабы копровые и свайные, роликкоопоры, барашки, гайки для шлангов, пробки кранов
II	НС — несложные	Несложные отливки открытой коробчатой или цилиндрической формы: мульды завалочных и разливочных машин, плиты разметочные, кронштейны простой конфигурации, маховички со спицами, шкивы, подшипники, револьверные головки, фигурные фланцы, шестерни без литых зубьев, бандажки вращающихся барабанов, маслоты, муфты, колеса для вагонеток
III	СС — средней сложности	Средней сложности отливки открытой коробчатой или цилиндрической формы: блоки, шпиндели, матрицы, цилиндры ребристые, шестерни с литым зубом, чаши шлаковые, тройники с фланцами, корпусы и крышки редукторов, кронштейны фигурные, колпаки, футляры, задние бабки, лонеты
IV	С — сложные	Сложные отливки закрытой и частично открытой коробчатой или цилиндрической формы: станины ковочных машин, прессов и молотов, корпусы и чаши засыпных аппаратов доменных печей, рамы разливочных тележек, траверсы, термоблоки, барабаны с необработанными канавками, корпусы редукторов
V	ОС — особо сложные	Особо сложные уникальные отливки закрытой коробчатой и цилиндрической формы: фасонные стальные цилиндры, блок-цилиндры и крышки цилиндров дизелей, газовых турбин и турбокомпрессоров, детали воздуходувок, блоки автомобильных, тракторных и авиационных четырех- и более цилиндровых двигателей, сложные корпусы центробежных насосов, компрессоров

этом производятся углубленные расчеты по всем показателям. Расчетам частей проекта предшествует выбор способа производства литых деталей (литье в песчаные формы, на машинах, вручную, центробежное, кокильное, литье под давлением, по выплавляемым моделям и т. п.).

Выбор способа изготовления отливок производится после тщательного анализа заданной программы и зависит от габаритов, развеса, класса точности, рода металла, серийности и масштаба производства. Принятый способ производства должен обеспечивать качество отливок согласно ГОСТ и ТУ, снижение трудоемкости и себестоимости отливок по сравнению с цехами аналогичного производства, минимальные припуски на механическую обработку, создание нормальных санитарно-гигиенических условий труда на всех участках проектируемого цеха.

При разработке технологического процесса необходимо максимально использовать современные достижения в области литейного производства с внедрением экономически оправданной механизации и автоматизации технологических и транспортных операций.

Методы разработки технологического процесса зависят от особенностей производственной программы. При проектировании применяются три вида производственной программы и соответствующие им методы разработки проектов литейных цехов: *точная, приведенная и условная программы.*

3.2. Точная программа

Точная программа предусматривает разработку технологических данных для каждой отливки и применяется при проектировании литейных цехов крупносерийного и массового производства с устойчивой и ограниченной номенклатурой литья. К ней прилагается спецификация и чертежи отливок с указанием рода металла, его химического состава и механических свойств.

На основании документации программы детально разрабатывают технологический процесс для каждого наименования отливок и поддетальную ведомость (технологическую карту) расчетных технологических данных по операциям процесса. Расчетные данные по каждой детали сводят в табл. 3.4—3.6. Все последующие расчеты проекта выполняются по данным этих таблиц.

Табл. 3.4. Поддетальная ведомость расчета формовочного отделения массового производства

Изделия	Количество изделий в год, шт.	Отлипки	Номер чертежа отливки	Количество отливок на неделю, шт.	Количество отливок на годовую программу с учетом брака, шт.	Габариты отливки, мм	Количество отливок в форме, шт.	Количество форм на годовую программу, шт.	Размеры опок в свету (длина, ширина, высота), мм	Расход формовочной смеси		Тип формовочного оборудования
										на годовую программу, т	на одну форму, кг	

Табл. 3.5. Подетальная ведомость расчета стержневого отделения массового производства

Отливки	Количество стержней, шт.		Количество стержней в одном ящике, шт.	Годовое количество съёмов	Тип стержневой машины	Расход стержневой смеси	
	в форме	в год с учетом брака и боя				на один стержень, кг	в год, т

Табл. 3.6. Подетальная ведомость расчета потребности жидкого металла

Отливки	Вес отливок, кг		Вес литников, кг	
	одной черновой	на годовую программу с учетом брака	на одну отливку	на годовую программу

3.3. Приведенная программа

Приведенная программа характерна для цехов серийного производства с номенклатурой до 500 наименований при повторяемости не ниже 200 шт. в год по одной отливке. Она может изменяться.

Расчет проекта по приведенной программе производится в случаях, когда: 1) номенклатура подлежащих изготовлению изделий полностью известна и весьма обширна; 2) исходные данные (чертежи и спецификации) имеются только на часть подлежащих изготовлению отливок. В таких случаях приведенная программа включает не все подлежащие изготовлению изделия или детали, а только часть их, так называемые типовые детали — представители типовых изделий.

Типовыми изделиями-представителями (детальями) принимаются отливки (изделия), имеющие полную спецификацию и чертежи, наибольший удельный вес (25—50%) в программе выпуска, аналогичные по весу, сложности, трудоемкости и технологическому процессу. К выбранным изделиям-представителям приводятся остальные изделия или детали заданной программы.

Пересчет заданной программы на приведенную производится с помощью переводного коэффициента. Переводной коэффициент определяется отношением суммарного веса всех изделий или деталей заданной программы к весу изделия или детали, принятой за типовую.

В табл. 3.7 ведомости для примера дана методика перехода от заданной программы к приведенной с помощью переводного коэффициента. Программа задана на ряд моделей металлорежущих станков (A, B, C, D, E, N) с общим весом литья 20 000 т в год. В данном случае литье на программу приведено к литью для токарного станка модели B с выпуском 4000 шт. в год и весом отливок для их изготовления 7320 т. Количество и вес отливок на этот станок по весовым группам распределяются соответственно следующим образом: I — 35 шт. и 0,25 т; II — 4 шт. и 0,13 т; III — 3 шт. и 0,21 т; IV — 2 шт. и 0,44 т; V — 1 шт. и 0,80 т. Переводной коэффициент равен $20\ 000:7320=2,732$.

Табл. 3.7. Расчетная ведомость приведенной программы литейного цеха

Заданная полная программа	вес одного изделия, кг		вес годового выпуска, т	Переводной коэф-т	Приведенная программа										
	годовой вы-пуск, шт.	Деталь, кг			приведенный выпуск	группа I, 0—30 кг	группа II, 30—50 кг	группа III, 50—100 кг	группа IV, 100—500 кг	группа V, 500—2000 кг					
изделия	шт.	кг	т	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.	т	т	т	т	т	
Токарный станок мод. А	1500	1600	2400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Токарный станок мод. В	4000	1830	7320	2,732	35*	4	0,25	4	0,13	3	0,21	2	0,44	1	0,80
Фрезерный станок мод. С	1000	1200	1200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Фрезерный станок мод. D	800	1100	880	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Отрезной станок мод. E	3000	1400	4200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Отрезной станок мод. N	3000	1333	4000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Итого . . .	13300	—	20000	—	10928	20000	382680	2732	43712	1420	32784	2294	21856	4808	8742

* В числителе приводится количество и вес деталей группы на один станок-представитель, в знаменателе — количество и вес на годовую программу.

Число станков по приведенной программе равно $4000 \times 2,732 = 10\,928$ шт. Полученное количество приведенных станков 10 928 шт. является основой для пересчета количества и веса приведенных деталей по весовым группам. Чтобы определить годовое количество и вес деталей весовой группы, умножают приведенное количество станков на количество и вес деталей данной группы на один станок, принятый в качестве изделия-представителя.

В рассмотренном случае чертежей и спецификации отливок на все изделия программы может и не быть.

При наличии всей документации на программу и сложности выделения изделия-представителя пересчет заданной программы на приведенную производится по весовым группам также с помощью переводных коэффициентов. Для этого чертежи отливок каждого изделия по программе группируют по весовым группам, затем внутри каждой весовой группы выбирают чертежи типовых отливок-представителей, к которым приводятся остальные детали данной группы с помощью переводных коэффициентов.

Пример такого расчета приводится в табл. 3.8. Здесь программа задана на 19 750 т литья в год. Группа весом до 30 кг имеет шесть наименований отливок с годовым выпуском по данной группе 250 т. В качестве детали-представителя выбран кронштейн с выпуском 4500 шт. в год и общим весом 99 т. Приведенный коэффициент равен $250:99 = 2,525$. Приведенное годовое количество деталей по данной группе равно $4500 \times 2,525 = 10\,362$ шт. Так делается расчет по каждой весовой группе.

Методика расчета приведенной программы сводится к выделению типовых деталей-представителей и определению их годовой потребности с помощью переводных коэффициентов. Все дальнейшие

расчеты, связанные с разработкой технологических карт или ведомостей, ведутся, как при точной программе, только по отливкам-представителям. При наличии в программе отливок, изготавливаемых в массовом количестве, по ним производятся отдельные расчеты, как и при точной программе.

Расчетная ведомость приведенной программы составляется по форме табл. 3.7.

3.4. Условная программа

Условная программа характерна для литейных цехов индивидуального производства при обширной номенклатуре и отсутствии чертежей и спецификаций по отливкам. Номенклатура не менее 500 наименований в год при повторяемости мелких отливок не более 200 и крупных — не более 20 в год. В таких случаях производственная программа представляется примерным развесом отливок. При этом технологические процессы не разрабатываются. Расчеты выполняются на основании укрупненных технико-экономических показателей. Они составляются по данным работы передовых заводов, типовых или экономичных проектов, по нормам технологического проектирования и справочным литературным данным.

Для программы в целом или для каждой весовой группы отливок по аналогии с родственными производствами устанавливаются показатели по таким основным технологическим процессам, как выход годного литья, баланс металла, метод формовки, количество литья всырую и всухую, расход смесей, трудоемкость по основным операциям, съем с 1 м² площадей, распределение площадей по отделениям цеха и др.

Табл. 3.8. Расчетная ведомость приведенной программы литейного цеха, рассчитанной по деталям-представителям весовой группы

Весовая разбивка	Детали	Заданная программа				Переводной коэффициент K	Приведенный годовой выпуск по данной группе, шт.
		годовой выпуск, шт.	вес одной отливки, кг	годовой выпуск одной детали, т	годовой выпуск по данной группе, т		
0—30	Крышка	1000	7,0	7	250	$250:99=2,525$	$4500 \times K=10362$
	Корпус	5000	10,0	50			
	Фланец	4000	15,0	60			
	Планка	600	20,0	12			
	Кронштейн	4500	22,0	99			
30—50	Втулка	850	25,8	22			
50—100	Ползун	75000	40,0	3000	5000	1,666	124950
	Стойка	25000	80,0	2000	6000	3,000	75000
100—500	Каретка	3788	425,0	1600	3500	2,187	8284
500—2000	Станина	2500	1200,0	3000	5000	1,666	4165
Итого . . .				19750			212761

Табл. 4.1. Классификация и область применения различных способов производства литья

Способ производства отливок	Область применения	Характеристика литья
Литье в песчаные формы: машинная формовка	Индивидуальное, серийное и массовое производство отливок любых сплавов	Механическая обработка без разметки с гарантийными припусками на механическую обработку
прессовые машины	Для мелких и средних отливок небольшой высоты	То же
встряхивающие машины пескометы	Для крупных отливок, различных по весу и габаритам Для крупных и средних по весу и габаритам отливок	» »
пескодувно-прессовые машины Литье в кокиль	Для мелких и средних по весу и габаритам отливок Массовое и серийное производство мелких и средних по весу и габаритам отливок простой и средней сложности из любых сплавов	» Высокое качество поверхности, малые припуски на обработку
Центробежное литье на машинах	Индивидуальное, серийное и массовое производство отливок из любых сплавов, имеющих форму тел вращения со свободной поверхностью	Высокое качество поверхности. Малые припуски на обработку
Литье под давлением	Крупносерийное и массовое производство отливок из цветных сплавов, мелких и средних по весу и габаритам	Высокий класс точности размеров и чистоты поверхности, не требующей механической обработки
Литье по выплавляемым моделям	Мелкосерийное, серийное и массовое производство отливок, требующих сложной механической обработки при обычных методах, а также для деталей из материалов, трудно поддающихся механической обработке	То же

Глава 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

4.1. Проектирование формовочных отделений

4.1.1. Выбор метода формовки

В формовочном отделении выполняются операции формовки, сборки, заливки, охлаждения и выбивки отливок, трудоемкость которых составляет до 60% от общей трудоемкости изготовления отливок. Поэтому проектированию формовочного отделения уделяется особое внимание.

Современные проекты должны предусматривать максимальную механизацию и автоматизацию как отдельных операций, так и всего комплекса работ, выполняемых в отделении, связанных технологически и организационно. В такой связи находятся операции формовки, сборки, заливки и выбивки опок. Нарушение одной из операций неминуемо приводит к остановке всего участка, а в ряде случаев к потерям и непроизводительным работам на других участках производства отливок.

Также тщательно должны прорабатываться транспортные устройства, обеспечивающие формовочный участок стержнями, смесью, оснасткой и др.

Технико-экономические показатели формовочного отделения, организация работы и выбор оборудования в первую очередь зависят от способа изготовления форм, которому уделяется особое место при проектировании.

Основными факторами, обеспечивающими выбор метода формовки, являются характер производства, развес, габариты и класс точности отливок, род металла, вид производственной программы и мощность проектируемого цеха. В зависимости от указанных параметров применяется метод формовки в разовые песчаные формы, литье в кокиль, центробежное, литье под давлением, по выплавляемым моделям и корковое. Наиболее эффективная область применения способов получения отливок приводится в табл. 4.1.

Литье в разовые песчаные формы может производиться в сырые и сухие формы. Применение сырых форм позволяет резко сократить цикл производства отливок, расход топлива, капитальные вложения, повысить производительность при формовке и выбивке. Сырые формы применяются для отливок весом до 500—1000 кг простой и средней сложности. В массовом и крупносерийном производстве отливки весом до 500 кг рекомендуется производить в сырые формы, в одном цехе — в самостоятельных потоках развесом до 8,8—50 и 50—500 кг.

Главным условием для сырой формы является плотность набивки и минимальное металлостатическое давление. Сырая прочность формы, полученная на прессовых и встряхивающих машинах, выдерживает металлический напор, создаваемый столбом металла высотой 700—800 мм. В сырых формах изготавливают мелкие и средние отливки с небольшим количеством и весом стержней.

В сухие и поверхностно подсушиваемые формы отливают средние и крупные отливки со значительными по весу и количеству стержнями, большим объемом механической обработки, требующие высокого качества металла и чистоты поверхности. При выборе метода производства отливок следует иметь в виду, что применение сухих форм вызывает потребность в сушильных печах, удлиняет цикл изготовления отливок, увеличивает парк опок, площади цеха, что в конечном итоге удорожает отливки.

Литье в кокиль широко используется в сельскохозяйственном машиностроении, станкостроении, производстве кузнечно-прессового оборудования, авиационной и автотракторной промышленности, вагоностроении, для отливок массового, крупносерийного и серийного производства из черных и цветных сплавов. По сравнению с песчаной формой литье в кокиль снижает трудоемкость изготовления отливок на 30—40, а себестоимость — на 15—25%.

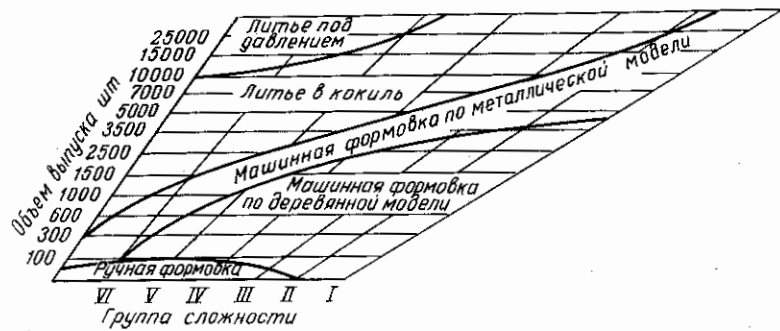


Рис. 4.1. Диаграмма для выбора оптимального способа изготовления отливок

Литье под давлением применяется в крупносерийном и массовом производстве мелких и средних по весу отливок из цветных сплавов и обеспечивает 3—5-й классы точности, 5—7-й классы чистоты поверхности и минимальную толщину стенки отливки 1 мм. Этим способом изготавливаются детали точных приборов, радио- и электроаппаратуры, самолетов, автомашин, бытовых изделий и др. Экономия металла по сравнению с песчаной формой достигает 50% и снижение трудоемкости до 5 раз, а по сравнению с литьем в кокиль расход металла снижается на 30% и трудоемкость до 2 раз. В настоящее время этот способ применяется для литья ряда крупных деталей, в том числе блоков цилиндров двигателей автомобиля.

Несмотря на высокие технические показатели отливок и большую производительность процесса, применение литья под давлением ограничивается высокой стоимостью оснастки и длительностью ее изготовления.

На рис. 4.1 представлена диаграмма для выбора оптимального способа изготовления отливок из легких сплавов. На этой диаграмме нанесены границы экономически выгодного метода применения литья под давлением, в кокиль и разных вариантов литья в песчаные формы в зависимости от группы сложности и размера партии (табл. 4.2).

Литье по выплавляемым моделям применяют для изготовления мелких и сложных деталей с большим объемом механической обработки и из дорогих сплавов, трудно поддающихся механической обработке. По сравнению с литьем в песчаные формы литье по выплавляемым моделям обеспечивает снижение веса отливок на 30—50%

Табл. 4.2. Группы сложности фасонных отливок из алюминиевых и магниевых сплавов

Основные признаки сложности отливок	Группа сложности отливок					
	I	II	III	IV	V	VI
Вес отливки, кг:						
из алюминиевых сплавов	Свыше 30	Свыше 15	Свыше 8	Мельше 30	Мельше 15	Мельше 8
из магниевых сплавов	Свыше 20	Свыше 10	Свыше 5	Мельше 20	Мельше 10	Мельше 8
Максимальный габаритный размер, мм	400—1000	400—1000	250—1000	100—400	Мельше 200	Мельше 100
Минимальная толщина стенок, мм	4,5—7	4,5—6	4—6	1,5—5	Не ограничивается	
Количество размеров, определяющих отливку	Свыше 200	150—200	100—150	Мельше 100	Мельше 100	Мельше 100
Количество стержней, необходимых для изготовления отливки	Свыше 15	Свыше 10	Свыше 10	Мельше 8	Мельше 5	Мельше 3

Примечание. Определение группы сложности по этой таблице производится путем подсчета количества признаков сложности отливки, совпадающих с таблицными.

и в 3—4 раза уменьшает объем механической обработки. С большим эффектом этот способ применяется для отливки турбинных лопаток различных типов, деталей швейных машин, ружей и др. В настоящее время по выплавляемым моделям можно делать отливки весом от 1 г до 100 кг с толщиной стенок от 0,15 до 1 мм и больше, однако наиболее часто этим методом изготавливают отливки весом 50—500 г и длиной до 100 мм.

Литье в оболочковые формы успешно применяется в автомобильной, судостроительной, инструментальной, станкостроительной промышленности и др. Процесс легко механизуется и автоматизируется и применяется для отливок черных и цветных сплавов. Точность размеров отливки составляет от $\pm 0,075$ до $\pm 0,25$ мм на каждые 150 мм длины изделия и до $\pm 0,38$ на размер 150—500 мм (4—8-й классы точности и 4—6-й классы чистоты поверхности). Расход на механическую обработку снижается на 25% и более, а во многих случаях механическая обработка может сводиться до минимума или исключаться полностью. Минимальная толщина стенок отливок приводится в табл. 4.3. Максимальная толщина стенок отливок из стали и чугуна равняется 30—40 мм при $K \geq 8$. K — приведенный габаритный размер отливки, он определяется по формуле

$$K = \frac{2L + A + H}{3},$$

где L, A, H — длина, ширина и высота, м.

Технические возможности различных способов изготовления отливок и относительная трудоемкость по группам сложности приведены в табл. 4.3 и 4.4.

Началом проектирования формовочного отделения является разбивка заданной номенклатуры на весовые группы и анализ весовых групп с целью выбора рационального метода изготовления форм. При этом анализ производится с учетом веса отливок, конфигурации, класса точности и серийности производства. На основании анализа для каждой весовой группы устанавливается экономически выгодный способ изготовления форм и разрабатывается техническая документация по принятому процессу.

При анализе номенклатуры следует учитывать не только экономичность изготовления отливки в литейном цехе, но и себестоимость изготовления детали в целом. В ряде случаев отливка может быть неэкономичной, однако снижение трудоемкости механической обработки и расхода металла в конечном итоге снижает себестоимость изготовления детали.

При выборе метода формовки следует иметь в виду, что основная масса отливок (около 90%) в настоящее время изготавливается в песчаных разовых формах. Объясняется это небольшой стоимостью изготовления формы, большими запасами и доступностью формовочных материалов, накопленным большим опытом, наличием площадей, усовершенствованием и разработкой новых машин и технологий. Метод литья в разовые песчаные формы одинаково пригоден

Табл. 4.3. Технические показатели отливок при различных способах изготовления форм

Тип формы	Материал отливки	Класс точности по ГОСТ 2689—54	Класс чистоты поверхности по ГОСТ 2769—59	Наименьшая толщина стенки, мм	Группа геометрической сложности
Разовые земляные формы: сырые почвенные	Черные и цветные сплавы То же » » » »	7—11	1—3	3	I—II
сырые опочные		5—11	1—5	3	I—V
сухие почвенные		7—11	1—3	2	I—V
сухие опочные		6—11	1—3	2	I—V
химически упрочняемые почвенные		7—11	1—3	3	I—IV
то же, опочные		7—11	1—3	3	I—V
Специальные разовые формы: оболочковые	Черные и цветные металлы То же	5—7	3—5	1,8	II—V
по выплавляемым моделям		4—5	4—6	0,5	I—V
Полупостоянные формы: глинистые	» » » »	6—11	2—3	3	I—III
графитовые		5—8	3—5	3	I—III
керамические		4—7	5—7	1,5	I—III
металлокерамические		4—7	5—7	3	I—III
Постоянные формы: кокильное литье	» »	4—7	3—6	3	I—II
центробежное литье		6—11	2—4	3	I—II
литье под давлением	Цветные металлы	3—5	5—7	1	I—V

Табл. 4.4. Коэффициенты относительной трудоемкости изготовления 1 т чугуна и стального литья в зависимости от массы и технологической сложности отливок

Развес отливок, кг	Группа технологической сложности отливок				
	I (простые)	II (несложные)	III (средней сложности)	IV (сложные)	V (особо сложные)
До 0,2	1,25	1,60	1,90	2,25	2,70
0,2—0,5	1,20	1,50	1,80	2,15	2,60
0,5—1,0	1,10	1,40	1,70	2,00	2,45
1—3	1,00	1,25	1,55	1,85	2,30
3—10	0,83	1,15	1,40	1,70	2,10
10—20	0,73	1,00	1,30	1,60	2,00
20—50	0,65	0,93	1,20	1,50	1,85
50—200	0,57	0,84	1,10	1,35	1,75
200—500	0,50	0,75	1,00	1,28	1,65
500—1000	0,46	0,73	0,93	1,20	1,60
1000—3000	0,45	0,70	0,86	1,10	1,50
3000—10000	0,40	0,64	0,80	1,00	1,25
Свыше 10000	0,37	0,60	0,77	0,95	1,00

как для массового и серийного, так и для индивидуального производства отливок любой сложности и размеров. Поэтому преобладающим остается производство отливок из черных сплавов в разовые песчаные формы.

При выборе метода литья в песчаные формы для каждой весовой группы подбирается размер опок, причем раскладка модели на подмодельной плите для каждого размера опок должна производиться так, чтобы коэффициент металлоемкости формы стремился к максимуму.

Коэффициент металлоемкости, т. е. отношение суммарного веса металла в форме к весу формовочной и стержневой массы в опоке, зависит от сложности, толщины тела и габаритов отливки и практически равен от 0,25 до 1,2.

При раскладке моделей на подмодельной плите пользуются данными табл. 4.5.

Табл. 4.5. Толщина слоя формовочной смеси на различных участках формы

Вид формовки	Расстояние, мм				
	от модели до стенок опоки	от модели до верха формы	от модели до низа формы	между отдельными моделями	
				для нижней полуформы	для верхней полуформы
Заливаемые в сыром состоянии: мелкие	20—30	35—60	50—75	0,3 от высоты модели в полуформе	0,5 от высоты модели в полуформе
средние	50—75	75—100	100—125		
Заливаемые в сухом состоянии: средние	75—125	100—150	100—150		75—125
крупные	125—200	150—250	150—250	—	—

Имея оптимальный размер опок, подбирают тип машин. На каждую формовочную машину рекомендуется выбирать один, наибольший размер опок.

4.1.2. Технологические группы отливок

При проектировании формовочных отделений важно увязать технологические операции так, чтобы обеспечить поточность производства, которая создается при: 1) разбивке номенклатуры отливок на технологические группы и закреплении за каждой группой единого габарита опок; 2) расчленении процесса изготовления форм на операции и закреплении оборудования для каждой операции; 3) выборе

оснастки (в зависимости от серийности — координатные плиты и вкладыши, постоянные металлические модели, деревянные модели).

Каждая технологическая группа может охватывать одну или несколько весовых групп. Проектными институтами разработаны восемь технологических групп для чугуновых и стальных отливок единичного и мелкосерийного производства (табл. 4.6).

Каждая технологическая группа представляет групповой поток отливок определенного развеса, изготавливаемых на одном участке и оборудовании.

Согласно табл. 4.6, отливки первой технологической группы изготавливаются на многопозиционном пескострельно-прессовом полуавтомате проходного типа с применением скользящей оснастки и с формовкой всырую. Полуавтоматы устанавливаются в механизированные поточные линии с заливкой форм на конвейере и выбивкой на автоматических установках.

Вторая, третья и четвертая технологические группы отливок изготавливаются на механизированной линии с многопозиционными полуавтоматами проходного типа с уплотнением форм встряхиванием и последующей допрессовкой. Применяется поверхностная подсушка форм. Простановка стержней производится вручную или краном, заливка форм — на конвейере, а выбивка — на автоматической установке.

Отливки пятой и шестой технологических групп изготавливаются набивкой форм пескометом с последующей поверхностной подсушкой или сушкой в проходных сушилах. Сборка и заливка форм производится на плацу, а выбивка — на выбивных решетках. Транспортные операции выполняются мостовыми кранами.

Изготовление отливок седьмой технологической группы осуществляется в механизированных кессонах. Нижняя часть формы собирается в кессоне из отдельных частей-блоков. Блоки изготавливаются на поточных линиях методом встряхивания с последующей подпрессовкой. Верхние полуформы набиваются пескометом. Сушка блоков и верхних полуформ производится в камерных сушилах. Заливка форм производится в кессонах, а выбивка — на выбивных решетках.

Восьмая технологическая группа производства отливок предусматривает изготовление нижней части формы в бетонированных кессонах, а верха полуформ — пескометом с последующей сушкой в камерных сушилах. Выбивка верхних полуформ производится на выбивных решетках.

Такие же технологические группы разработаны для отливок серийного производства станкостроительной промышленности (табл. 4.7). Здесь изготовление форм для отливок весом до 1000 кг осуществляется на встряхивающих машинах, а свыше 1000 кг — пескометом. Отливки весом до 100 кг изготавливают всырую, а свыше 100 кг — подвергают поверхностной подсушке в проходных камерных сушилах или продувке углекислым газом. Транспортировка форм под заливку и выбивку производится горизонтально замкнутыми, шагающими и вертикально замкнутыми конвейерами.

Табл. 4.6. Технологические группы литья мелкосерийного и индивидуального производства

Технологические группы	Размер опок в свету и высота, мм		Средний вес отливков, кг	Предел развеса отливков, кг	Рекомендуемый вид оборудования для изготовления форм	Принцип действия пресса, форм/ч	Мощность участка, т/год
	1	2					
I		$800 \times 700 \times \frac{300}{300}$	50	До 100	Многопозиционный пескострельно-прессовый полуавтомат проходного типа	30—50	3000—5500 5500—9500
II		$1200 \times 1000 \times \frac{500}{500}$	160	До 500	Многопозиционный встряхивающий с подпрессовкой совковой полуавтомат проходного типа	20—30	8000—12500 13000—18500
III		$1600 \times 1200 \times \frac{600}{600}$	400	100—1000	То же	8—10	8000—12000 12000—18500
IV		$2000 \times 1600 \times \frac{700}{700}$	700	200—2500	*	5—7,5	8500—13500 14000—20000
V		$2500 \times 2500 \times \frac{500}{700-1100}$	1500	400—5000	Многопозиционный проходной пескоструйный или встряхивающий агрегат с подпрессовкой или карусельный пескоструйный агрегат	2—4	8000—11500 12000—23000

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
VI	$3000 \times 3000 \times \frac{700}{1000, 1500}$	5000	500—10000	Проходной формовочный пескоструйный агрегат с подпрессовкой	1,25	17500—24000
	$4000 \times 3000 \times \frac{700}{1000}$					
	$5000 \times 3000 \times \frac{700}{1000}$					
VII	$4000 \times 4000 \times 2000^*$	18000	3000—20000	27-тонный встряхивающий стол, пескоструйный агрегат с подпрессовкой	1,25	5000—10000 10500—14000
	$5000 \times 5000 \times 2000^*$					
	$6000 \times 5000 \times 2000^*$					
VIII	$5000 \times 5000 \times 5000^{**}$	30000	Свыше 10000	Пескоструйный консольный агрегат	1,25	9500—16000
	$6000 \times 6000 \times 5000^{**}$					
	$8000 \times 7000 \times 6000^{**}$					

* Размеры механизированных кессонов.

** Размеры бетонных кессонов.

Табл. 4.7. Технологические группы литья в серийном производстве

Технологическая группа	Развес литья, кг	Размер опоки в свету и высота, мм	Средний вес отливок в форме, кг	Рекомендуемый вид оборудования для изготовления форм	Производительность, форм/ч, т/ч	Мощность участка, т/год
I	До 20	500×400× $\frac{100}{200}$	10	Формовочный автомат: 91271 91271	130 (1,03—1,29) 170 (1,29—1,80) 200 (1,80—2,19) 310 (2,58—3,00)	4000—5000 5000—7000 7000—9000 10000—12000
II	20—100	800×700× $\frac{150}{300}$ 1000×800× $\frac{250}{500}$	50	Формовочный автомат 91265	28 (1,29—2,58) 57 (2,32—2,84) 93 (2,84—4,67)	5000—10000 9000—11000 11000—18000
III	100—300	1200×1000× $\frac{200}{500}$	150	Формовочный автомат: 846 846	6 (1,55—2,00) 10 (1,80—2,32)	6000—8000 7000—9000
IV	300—500	1600×1200× $\frac{200}{500}$	250	4-позиционный автомат карусельного типа	7 (1,55—2,00) 10 (1,80—2,30)	6000—8000 7000—9000
V	500—1000	2000×1600× $\frac{300}{600}$	500	Пескомет с каруселью: 847 847 296М	2,5 (1,5—1,9) 4,0 (1,96—4,0)	6000—7500 7500—12500 7500—15500
VI	1000—2000	2500×1800× $\frac{300}{600}$	1500	Пескомет 2А93	(2,3—2,7)	9000—10500
VII	2000—5000		3500	Пескомет: 296М 296М	(2,6—4,0) (4,0—6,0)	10000—16000 16000—23000
VIII	5000—10000		7500	Пескомет 296М	(4,0—6,0)	27000—36000

Минимальные мощности групповых потоков для всех видов производства отливок из черных сплавов, изготавливаемых в песчаных формах, приведены в табл. 4.8.

Табл. 4.8. Минимальные мощности групповых потоков отливок из черных сплавов

Весовые группы отливок, кг	Размер опоки в свету, мм	Средняя высота формы, мм	Средняя металлоемкость формы по весу годных отливок, кг	Минимальный выпуск для организации потока, тыс. т/год
<i>Крупносерийное и массовое производство</i>				
До 8	500×400	250	8	4
	900×500	275	15	6
До 20	900×600	400	25	8
До 50	800×700	400	27	8
	1000×800	600	35	8
20—100	1200×1000	800	110	9
50—250	1400×1000	800	200	12
100—500	1600×1200	1000	400	12
<i>Серийное, мелкосерийное и единичное производство</i>				
До 20	500×400	300	10	3
20—100	800×700	600	50	6
50—250	1200×1000	1000	160	6
100—500	1400×1000	1000	250	8
100—1000	1600×1200	1200	400	9
500—1000	2000×1600	1200	700	9
1000—2000	2500×2000	1200	1250	9
	3000×1700			
1000—5000	2500×2500	1800	1500	10
	4000×2500	1800	2000	10

4.1.3. Изготовление форм на машинах

Тип машины выбирается в зависимости от размера опоки, подобранной для отливки или группы отливок (табл. 4.9). Потребное количество однотипных формовочных машин рассчитывается по формуле

$$M = \frac{N}{(T_d - t)q}$$

где M — количество однотипных формовочных машин, шт.;
 N — годовое количество полуформ данной весовой группы, шт.;
 T_d — действительный годовой фонд времени работы машин, ч;
 t — время смены подмодельных плит и настройки машин, ч;
 q — производительность машины, полуформ/ч.
 Потери времени на смену плит определяются по формуле

$$t = npb,$$

Табл. 4.9. Техническая характеристика формовочных машин

Оборудование	Основные параметры						Расход свободно- го воздуха на од- ну формовку, м ³
	1	2	3	4	5	6	
	размеры опоки в свету, мм	производи- тельность, опок/ч	грузоподъем- ность, кг с	габаритные размеры, мм	вс. т		
1	2	3	4	5	6	7	

Машины формовочные вибропрессовые

Вибропрессовая формовочная машина со штифтовым съемом опок мод. 226	500×400×150	100	150	1200×1075×1550	1,06	0,40
Вибропрессовый формовочный полуавтомат пневматический с вибрацией и прессованием и со штифтовым съемом мод. 91226Б	500×400×200	120	—	1450×1060×1550	1,20	0,50

Машины формовочные пневматические встряхивающие

Формовочная машина пневматическая встряхивающая с пе- рекидным столом и вытяжным механизмом мод. 232М	800×700×450	40	600	2500×2000×2400	4,00	1,00
Формовочная машина пневматическая встряхивающая с пе- рекидным столом и вытяжным механизмом мод. 233М	1000×800×400	20	1200	3680×2100×3110	1,00	2,00
Формовочная машина встряхивающая с поворотного-вытяж- ным механизмом мод. 234М	1200×1600×600	17 полу- форм/ч	3000	В плане 4365×3115 высота 4145	11,80	4,05
Формовочная машина встряхивающая с поворотного-вытяж- ным механизмом мод. 235	1600×2000×700	10 полу- форм/ч	5000	В плане 4145×3450 высота 4810	21,00	8,00
Формовочная машина встряхивающая с поворотного-вытяж- ным механизмом мод. 236	2500×2000×800	5 полуформ/ч	10000	В плане 5550×5187 высота 5760	55,00	16,00
Формовочная машина встряхивающая со штифтовым съемом полуформ мод. ЛН203	1000×1200	20—40 по- луформ/ч	2000	В плане 2075×1460	6,40	2,60

формов. машин. мод. 234
1600x2000x700

1	2	3	4	5	6	7
Машина формовочная встряхивающая со штифтовым съемом полуформ мод. ЛН204	1000×1200	17—30 полу- форм/ч	2000	В плане 3330×1715	11,60	0,28
Формовочная машина пневматическая встряхивающая с до- прессовкой и поворотным столом мод. 235М	600×500×250	50	400	2050×1100×2350	2,30	0,75
✓ Формовочная машина пневматическая встряхивающая с до- прессовкой и поворотным столом мод. 254М	800×700×300	45	600	2385×1200×2830	3,80	1,50
Формовочная машина пневматическая встряхивающая с до- прессовкой и поворотным столом мод. 255М	1000×800×350	40	1200	2600×1350×3320	5,90	2,30
Формовочная машина пневматическая встряхивающая с до- прессовкой и поворотным столом мод. 266М	600×500×250	50	400	1510×1700×2300	2,80	0,50
Формовочная машина пневматическая встряхивающая с до- прессовкой и протяжной рамкой мод. 2М265	800×700×300	50	600	1690×2030×2460	4,70	0,60
Формовочная машина пневматическая встряхивающая с до- прессовкой и протяжной рамкой мод. 267М	1000×800×350	45	1200	2126×2345×2820	7,00	—
Формовочная машина пневматическая встряхивающая с до- прессовкой и штифтовым съемом мод. 703М	1000×600×250	40	900	2000×1650×1900	2,90	—
Пневматическая встряхивающая формовочная машина с поворотным столом мод. ВПФ-2,5	900×1100×400	25	2500	3715×2800×2115	10,60	—
Пневматическая встряхивающая формовочная машина со штифтовым съемом мод. ВВФ-2,5	900×1100×400	25	2500	1240×2750×1772	8,80	—

где n — наименование деталей, формуемых в год на машинах (при расчете цеха по приведенной программе n находят умножением количества отливок изделия-представителя на переводной коэффициент);

p — число партий в год по каждому наименованию;

b — время на каждую смену плиты, ч.

Потери времени на смену плит, зависящие от группы машин, приведены в табл. 4.10. Коэффициент загрузки оборудования формовки принимается равным 0,7—0,85.

Табл. 4.10. Группа формовочных машин и время на смену плит

Группа машин	Габариты опок в свету, мм	Потери времени на смену одной плиты, ч
I	500×400	0,066—0,10
II	800×600	0,13 —0,20
III	1200×1000	0,25 —0,33
IV	Свыше 1200×1000	0,41 —0,50

В зависимости от размеров опок формовочные машины делятся на четыре группы. Рабочие места машин первой и второй группы оборудуются местными подвесными путями с пневматическими подъемниками, рольгангами и транспортерами. Машины третьей и четвертой групп обслуживаются мостовыми или консольными кранами с наличием приводных рольгангов и транспортеров. Если позволяет грузоподъемность, могут использоваться и подъемники (грузоподъемность подъемников до 1,75 т).

Машинная формовка используется как в массовом и крупносерийном, так и в мелкосерийном и индивидуальном производстве. Кроме того, машинная формовка может использоваться для изготовления отдельных частей формы с последующей их сборкой в кессонах.

В индивидуальном и мелкосерийном производстве при изготовлении форм рекомендуется применять облицовочную быстросохнущую смесь. Толщина облицовочного слоя приводится в табл. 4.11. Она зависит от веса, конфигурации и габаритов отливки.

Табл. 4.11. Толщина облицовочного слоя

Вес отливки, кг	Габариты опок, мм	Толщина облицовочного слоя, мм
10—50	300×400	10—15
50—100	500×600	15—20
100—300	700×800	20—25
300—600	1000×1400	25—30
600—1000	1200×1500	30—35
1000—1500	1300×1800	35—40
1500—2000	1500×2000	40—45

В цехах индивидуального и мелкосерийного производства расширение машинной формовки облегчается применением быстросменной модельной оснастки в виде координатных плит и вкладышей, на которых крепятся деревянные модели.

С помощью такой оснастки обеспечивается комплексная механизация процессов в условиях единичного и мелкосерийного производ-

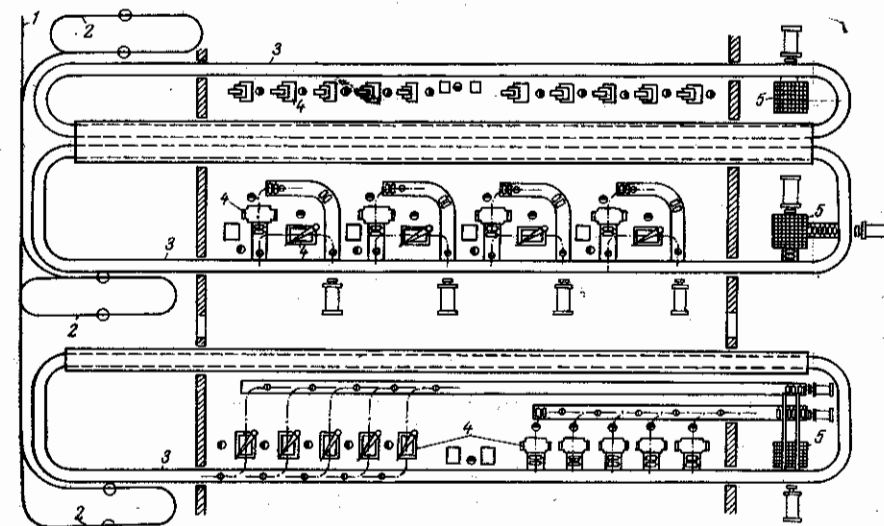


Рис. 4.2. Формовочные линии с групповым и парным расположением формовочных машин:

1, 2 — подвесные пути; 3 — литейный конвейер; 4 — формовочные машины; 5 — установка для выбивки форм

ства. В формовочном отделении с применением быстросъемной оснастки предусматриваются места для хранения суточного запаса моделей и стенды для их перемонтажа.

Примеры установки формовочных машин показаны на рис. 4.2.

4.1.4. Изготовление форм набивкой пескометом

Все большее распространение при изготовлении форм получает пескометная набивка. Она характерна чугунолитейным и сталелитейным машиностроительным цехам. Пескометы применяются для набивки литейных форм и стержней среднего и крупного стального и чугунного литья. В сочетании с транспортными, поворотными и вытяжными устройствами пескомет может эффективно использоваться как в единичном и серийном, так и в массовом производстве. Характеристики формовочных пескометов представлены в табл. 4.12.

Пескометы мод. ПН40, 2ПН40, ПН40М, 2ПН40М и 2ПН40МС1 по конструкции подобны мостовому крану, у которого вместо механизма подъема установлена пескометная головка. Подача смеси осуществляется с цехового транспортера в бункеры, а дальше с по-

Табл. 4.12. Характеристика формовочных пескометов

Оборудование	Модель или тип	Производитель, М²/ч	Основные параметры			
			вылет рукавов, мм	габаритные размеры, мм	вес, т	установленная мощность электродвигателя, кВт
Пескомет с дистанционным управлением, стационарный	2А98	12,5	4500	5765×1215×2800	0,30	25,0
Пескомет стационарный	2Б96	25,0	6500	7750×2800×4450	11,00	36,3
Пескомет передвижной, консольный	2В96М2	25,0	7500	1020×4230×4820	13,20	42,4
Пескомет подвесной	2Б90	6,0	Размеры набиваемых опок 600×600	1255×955×4950	0,85	6,6
Установка пескометов	2ПН40, МС1	40,0	Размеры набиваемых опок 2500×3000, высотой 300—900	16300×12860×6290	38,00	169,4
Пескомет нестандартный, стационарный	ПН40	40,0	—	7100×15000×7030	16,80	—
То же	2ПВ40	40,0	Площадь обслуживаемого участка 3000×3000	7100×15000×7030	34,00	—
Пескомет мостовой	ПН40М	40,0	Для набивки форм и стержней изложниц. Площадь обслуживания 9 м²	10165×9890×7130	43,00	169,4
То же	2ПН40М	40,0	То же, Площадь обслуживания 12 м²	10165×16960×7130	43,00	169,4

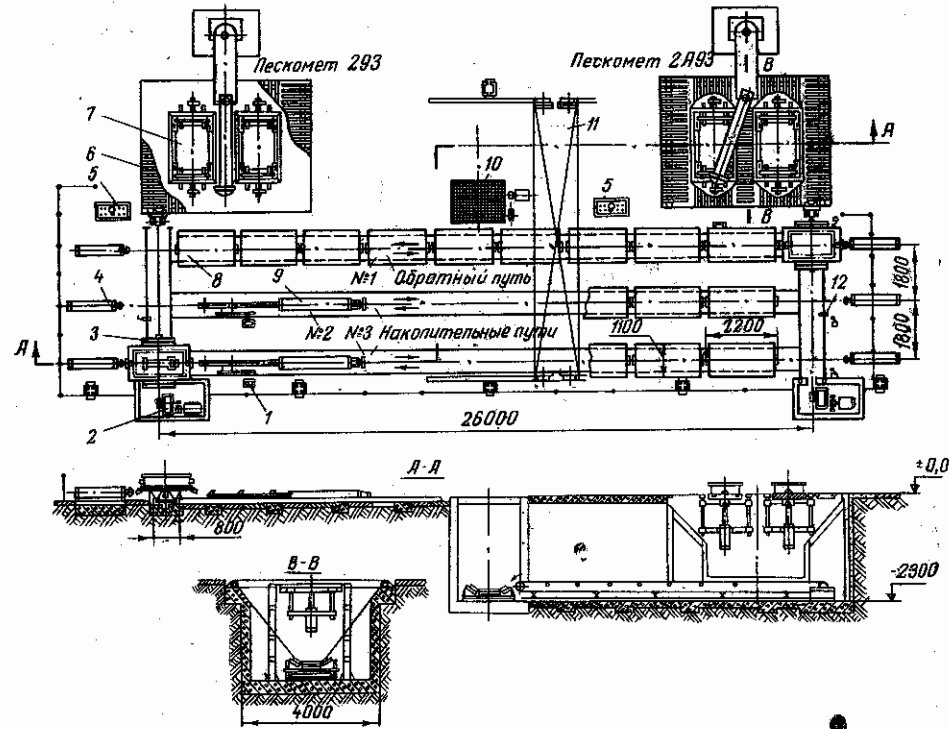


Рис. 4.3. Формовочная линия на базе пескометов:

1 — механизм переключения конечника; 2 — привод трансбордерной тележки; 3 — трансбордерная тележка; 4 — пневмотолкатель ходовых тележек; 5 — пульт управления; 6 — просыпная решетка; 7 — протяжной стол; 8 — ходовая тележка; 9 — тянущее устройство для заталкивания ходовой тележки с опок на трансбордерную тележку; 10 — выбивная решетка; 11 — кран-балка; 12 — откидной упор для направления ходовых тележек на нужную ветвь

На рис. 4.3 показана поточная механизированная линия формовки и заливки на базе двух стационарных пескометов мод. 293 и 2А93, установленная в цехе Ново-Карагандинского машиностроительного завода. На линии изготавливаются отливки весом от 30 до 1000 кг в опоках размером 800×1200×350, 980×1270×200 и 850×1700×150 мм. Линию обслуживают трое рабочих и один пультщик.

Линия построена на базе трансбордерного конвейера, состоящего из трех ветвей № 1—3 по 24 м длиной. На каждой ветви расположено по пять ходовых тележек размером 2180×1100×400 мм. Макс-

мощью транспортеров — в пескометную головку. Такие пескометры применяются в основном для набивки форм и стержней изложниц. На их основе создан ряд линий формовки крупных отливок.

Стационарные пескометры мод. 2А98 и 2Б96 устанавливают в линию с поворотным столом, кантователем и механизмом вытяжки модели. Возможны и другие компоновки поточной линии с использованием пескометов.

симальный вес тележки с залитой формой 3750 кг. Первая ветвь предназначена для сборки опок и подачи их под пескомет, вторая — накопительная, третья — для заливки и охлаждения форм. Управление конвейером находится слева и справа его. Формы собираются при помощи крана-балки на ходовой тележке. Ходовые тележки на ветви передвигают пневмотолкателем. С помощью трансбордерной тележки формы перегружаются на ветвь № 1 или 2. Залитая и охлажденная форма на ходовой тележке при помощи трансбордерной тележки левой части конвейера подается к выбивной решетке.

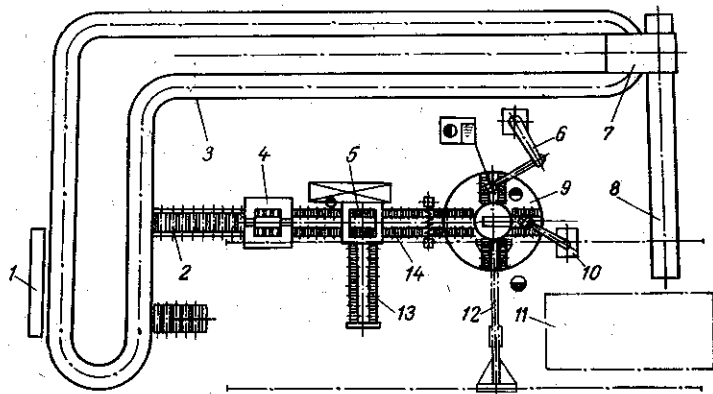


Рис. 4.4. Линия набивки форм пескометом:

1 — заливочная площадка; 2, 13, 14 — рольганги; 3 — тележный конвейер; 4 — сборщик форм; 5 — кантователь с протяжным механизмом; 6 — пескомет большой; 7 — выбивная автоматическая установка; 8 — ленточный транспортер для передачи пустых опок; 9 — карусель четырехпозиционная; 10 — пескомет малый; 11 — склад пустых опок; 12 — кран-балка

Линию полностью обеспечивает один пескомет мод. 2А93, второй мод. 293 обслуживает вторую линию, которая располагается в смежном пролете. В случае необходимости пескомет 293 разворачивается на 180° и обслуживает первую линию, у которой соответственно изменяется движение тележек. Такое расположение пескометов обеспечивает их полную взаимозаменяемость.

Механизированная линия пескометной набивки форм (рис. 4.4) установлена в литейном цехе фирмы «Зульцер» (Швейцария). На линии формируются средние отливки мелких серий в опоках от 1000 × 1000 до 2000 × 1500 высотой от 250 до 400 мм. Подмодельные плиты и опоки устанавливаются на карусель краном-балкой. Подмодельные быстросменные плиты выдаются из-под протяжного механизма по наклонному рольгангу. Опоки после выбивки возвращаются транспортером. Засыпка облицовочной смеси производится стационарным пескометом небольшой производительности. Наполнительная смесь уплотняется пескометом большой производительности.

Передвижной пескомет мод. 296М2 может обслуживать довольно большую формовочную площадь. Он устанавливается и движется вдоль колонн. Применяется такой пескомет для набивки крупных форм и кессонов.

Потребное количество пескометов определяют по формуле

$$n = \frac{Vt}{Q_n K},$$

где n — количество пескометов, шт.;
 V — объем формы по габаритам опоки, м³;
 t — производительность участка, форм/ч;
 Q_n — производительность пескомета, м³/ч;
 K — коэффициент, учитывающий время установки опок и снятия форм.

Для производства крупных отливок создан ряд линий формовки на базе пескомета мод. 2ПН40МС1 мостового типа. Характеристики этих линий даны в табл. 4.13. Различаются они между собой в основном компоновкой.

Табл. 4.13. Характеристика линий формовки на базе пескометов мостового типа мод. 2ПН40МС1

Показатели	Линии модели		
	ЛН218	ЛН240Г	ЛН240К
Размеры опок в свету, мм:			
максимальный	3000 × 2500	3000 × 2500	3000 × 2500
минимальный	2500 × 2000	2500 × 2000	2500 × 2000
Высота опок, мм	300—900	300—900	300—900
Производительность, форм/ч	4—6	До 6	До 6
Установленная мощность, кВт	467	270	300
Максимальный вес полуформ, кг	15000	15000	15000
Грузоподъемность кантователя, кгс	20000	20000	20000
Производительность пескометной головки, м ³ /ч	40	40	40
Рабочая производительность шнека механизма срезки, т/ч	120	120	—
Габаритные размеры линии, мм:			
длина	—	43000	—
ширина	—	13000	—
высота	—	6290	—
Вес линии с установкой пескомета, кг	530000	237000	266000

4.1.5. Изготовление форм на автоматических линиях

Накопленный опыт использования и внедрения позволил создать типовые автоматические формовочные линии с заливкой и выбивкой форм для различных производственных условий.

Автоматические линии являются главным средством повышения производительности труда и качества отливок. Кроме того, использование линий, представляющих собой сложные автоматические системы, будет способствовать улучшению условий труда и общей технической культуры в литейных цехах.

Технологические характеристики формовочных автоматов и полуавтоматов для комплексно-механизированных и автоматических линий приведены в табл. 4.14.

Табл. 4.14. Техническая характеристика формовочных полуавтоматов и автоматов

Оборудование	Основные параметры							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	размеры опоки в свету, мм	производительность	грузоподъемность, кг	габаритные размеры, мм	вес, т	установленная мощность электродвигателя, кВт	расход свободного воздуха на одну формовку	
<i>Машины автоматические формовочные для комплексно-механизированных и автоматических линий</i>								
1. Формовочный полуавтомат мод. 91271	500×400×200	120 опок/ч	150	2640×1450×1550	1,5	—	0,5 м³	
2. Формовочный полуавтомат мод. 91271Б	500×400×200	100 опок/ч	150	1280×990×1550	1,2	—	0,5 м³	
Полуавтоматическая формовочная машина (пневматическая встряхивающая с допрессовкой и протяжной рамкой) мод. 91266	600×500×250	80 опок/ч	40	3750×1300×2250	3,6	—	—	
Полуавтоматическая формовочная машина (пневматическая встряхивающая с допрессовкой и протяжной рамкой) мод. 91265	800×700×300	100 опок/ч	600	5000×1800×3200	10,8	—	—	
Полуавтоматическая формовочная машина (пневматическая встряхивающая с допрессовкой и протяжной рамкой) мод. 91265А	800×700×300	100 опок/ч	600	5000×1800×3200	9,5	0,5	—	
Автоматическая линия формовки мод. АЛ91, А271	500×400×200	70—80 опок/ч	—	11200×7640×3500	19,4	21,0	150 м³/ч	

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
Автоматическая линия формовки мод. АЛ91265С	800×700×300	35—40 опок/ч	—	14500×8000×4000	36,0	14,0	—
Автоматическая литейная линия на базе пресов мод. 5833, АЛЛВ105, В108	900×600×800	—	—	76000×9500	250,0	85,0	—
Автоматическая линия формовки, сборки и вывязки мод. ЛН212	1200×1000×400	70 форм/ч	—	61000×10200×4540	150,0	435,0	—
Механизированная линия пескометной формовки мод. ЛН214	3000×2500×900	4 полуформ/ч	—	24370×12150×6200	101,0	27,5	4 м³/ч
Автоматический формовочный участок на базе четырехпозиционного формовочного автомата карусельного типа мод. 94268, 94268Л	1200(1100)×1000(900)×400	100 полуформ/ч	—	11000×11000×3000	72,0	64,8	3,0
Автоматическая линия формовки и выбивки мод. 7200	2000×1200×400	25 форм/ч	—	72000×18000	200,0	325,0	—
Автоматическая блок-линия формовки мод. АЗЛ92265	800×700×300	35—40 форм/ч	—	12120×8520×6495	40,0	25,5	1,8 м³
Формовочный стол с элеватором мод. 673	500×260×470	500 шт./смену	—	1578×1353×3200	1,3	1,0	—
Автоматическая прессовая линия НИИТракторсельхозмаш (одна из них)	900×600×250	180 форм/ч	—	Длина 60000, ширина 18000	—	—	—

При использовании размерных рядов для проектирования формовочных участков могут применяться типовые автоматические формовочные линии или линии, скомпонованные из формовочных автоматов. Потребность в автоматических линиях для размерного ряда формовочного участка определяется по формуле

$$N = \frac{n}{q T_d \eta},$$

где n — годовое количество форм, необходимых на заданную программу, шт.;
 q — производительность автоматов линий, форм/ч;
 T_d — действительный годовой фонд времени работы линии, ч;
 η — коэффициент загрузки оборудования ($\eta = 0,85-0,9$).

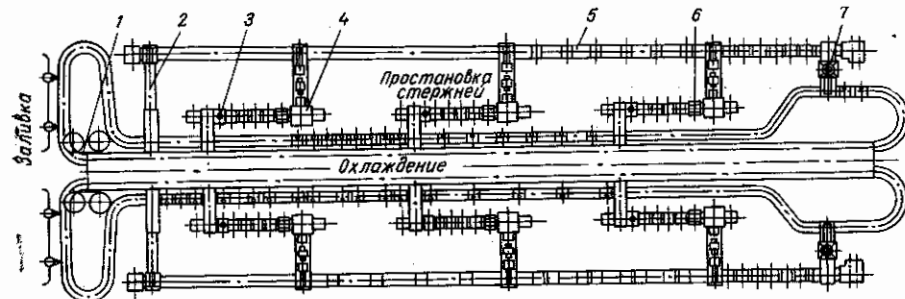


Рис. 4.5. Автоматическая линия формовки мод. 1Л122713 на базе проходных автоматов:

1 — механизм нагружения формы; 2 — кантователь форм; 3 — сборщик форм; 4 — проходной автомат; 5 — транспортер подачи пустых опок; 6 — кантователь; 7 — выбивающая установка

Годовое количество форм на заданную программу определяется по формуле

$$n = \frac{Q \cdot 1000}{G},$$

Табл. 4.15. Характеристика автоматических

Безопочный формовочный автомат	Размер форм, мм	Производительность, форм/ч		Максимальное усилие прессования, кгс/см ²	Расход воздуха, м ³ /мин
		высота форм 200 мм	высота форм 300 мм		
2011	400×500×300	300	240	30	8
2013	480×600×300	300	240	20	11
2032	600×775×400	300	—	22	14

где Q — проектная мощность размерного ряда, т/год;
 G — средний вес отливки в форме, кг.

На рис. 4.5 показана автоматическая линия формовки мод. 1Л122713 для серийного производства отливок. Линия укомплектована шестью проходными формовочными автоматами модели А1Л92265 с размером опок 800×700 мм. В зависимости от требуемого выпуска литья линия может комплектоваться двумя, тремя или четырьмя такими автоматами. Транспортировка и заливка форм осуществляется на двух горизонтально замкнутых конвейерах, выбивка — на автоматической выбивной установке. Подача опок от выбивки к формовочным автоматам производится специальным транспортером.

В последние годы за рубежом широкое применение в литейных цехах получили безопочные формовочные автоматы, изготовляющие формы с горизонтальным и вертикальным разрезами. Выпускают их фирмы США, ФРГ, Англии, Дании, Швеции. В Советском Союзе разработкой формовочных линий для безопочных форм с вертикальным разрезом занимается НИИТракторосельхозмаш.

Наиболее популярны безопочные формовочные автоматы с вертикальным разрезом форм фирмы «Disa» (Дания), выпускающей автоматические линии «Disamatic» мод. 2011, 2013 и 2032.

Автоматы изготовляют двусторонние безопочные формы, собирают и выдают их непрерывно на стеллаж в виде сплошной горизонтальной стопки, формы которой в движении заливаются, охлаждаются и выбиваются. Вес отливки в форме достигает 75 кг. Технические характеристики этих автоматов приведены в табл. 4.15.

Общий вид формовочной линии мод. 2013 показан на рис. 4.6.

Состоит линия из автомата 3 и направляющего стеллажа 2, по которому движутся формы 1. Стеллаж имеет зоны заливки и охлаждения форм. Минимальная длина линии составляет 17,2 м. Длина зон заливки и охлаждения регулируется металлоемкостью форм и общей компоновкой участка цеха с учетом выбивного и смесеприготовительного оборудования линии. Линии «Disamatic» успешно работают в литейных цехах нашей страны.

линий „Disamatic“

Удельное давление воздуха, кгс/см ²	Установленная мощность, кВт		Расход формовочных смесей, м ³ /ч	Вес автомата, т
	двигателей	подогревателей		
4,0—10	22,5	10,2	20	19
4,0—10	22,5	10,2	35	19
5,5—10	77,0	18,0	85	—

Американская фирма «Bartlett-Snow» поставляет гамму автоматических формовочных машин для изготовления двусторонних безопочных крупных форм с вертикальным разъемом и автоматизированные линии, в которые встроены эти автоматы. Размер форм —

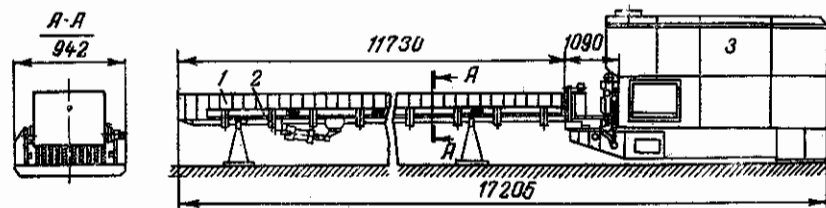


Рис. 4.6. Автоматическая линия безопочной формовки с вертикальным разъемом „Disamatic“

от 910×910 до 1520×1220 мм, максимальный вес отливок в форме — 300 кг, производительность линий — 150—240 форм/ч. Общий вид такой линии приведен на рис. 4.7.

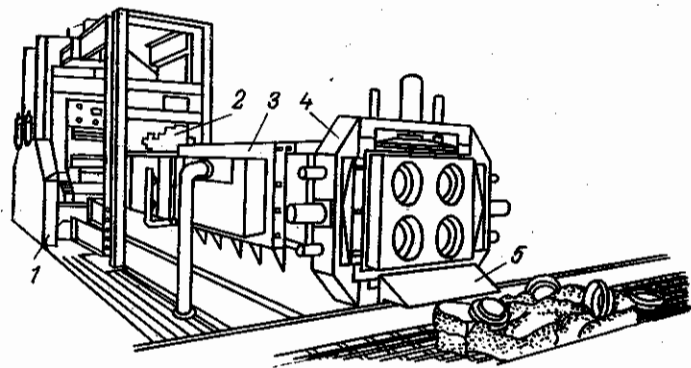


Рис. 4.7. Автоматическая линия безопочной формовки с вертикальным разъемом фирмы „Bartlett-Snow“:

1 — автомат для безопочной формовки; 2 — заливочное устройство; 3 — камера регулируемого охлаждения; 4 — механизм предварительного разрушения форм; 5 — выбивное устройство

На рис. 4.8 показана комплексно-механизированная формовочная линия для среднего и крупного литья. Мощность линии составляет 14 000—20 000 т/год с развесом литья 200—2500 кг, размер опок 2000×1600×700 мм, производительность линии — 7,5 форм/ч. Линию обслуживают в одну смену 42 человека. Такая линия состоит из десятипозиционного формовочного полуавтомата, к которому прижимают конвейер замены модельных плит; ветви отделки, подсушки и сборки форм; заливочные ветви; охлаждающая ветвь; автоматическая выбивная установка; ветви возврата пустых опок.

Полуформы изготавливаются на замкнутом десятипозиционном полуавтомате одновременно по десяти ритмично движущимся подмодельным плитам для верха и низа. Изготовление полуформы состоит из следующих операций: 1) подготовки модели; 2) насыпки и обжатия облицовочной смеси по модели (вручную); 3) установки

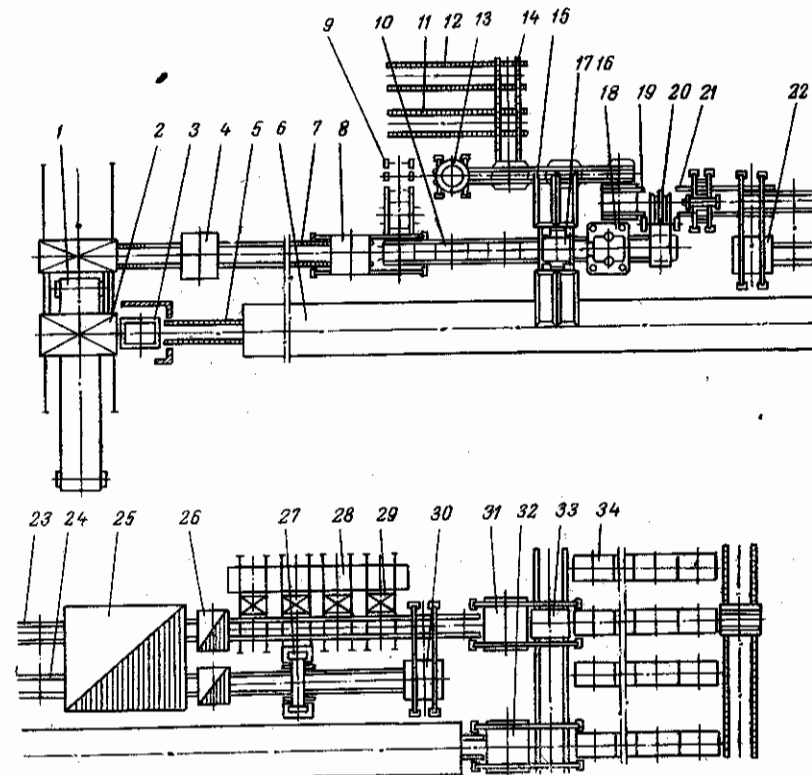


Рис. 4.8. Комплексно-механизированная линия формовки среднего и крупного литья

опоки и навешивания крючков (в верхней опоке); 4) дозирования дополнительной смеси и уплотнения ее встряхиванием; 5) подпрессовки и срезания излишков смеси; 6) кантования полуформ, протяжки модели и выдачи полуформ на отделку; 7) кантования и выдачи модельного комплекта на конвейер возврата моделей.

С формовочного полуавтомата полуформы поступают на отделочные конвейеры, на которых осуществляется отделка, подсушка, охлаждение, кантование верхних полуформ и сборка форм. Простановка стержней производится вручную или с помощью крана-балки. Собранные формы передаются на заливочный конвейер с помощью трансбордерной тележки. После заливки формы переставляются на охлаждающий конвейер. Выбивка производится на автоматической выбивной установке. Пустые опоки манипулятором устанавливаются

ся на конвейер возврата опок, а отливки другим конвейером передаются на места хранения. Перечень оборудования линии приводится в табл. 4.16.

Табл. 4.16. Перечень основного оборудования линии (к рис. 4.8)

Номер позиции по схеме	Оборудование	Количество
1	Конвейер уборки отливок, цепной	1
2	Манипулятор спаренный грузоподъемностью 8000 кгс	1
3	Автоматическая установка для выбивки форм, инерционная грузоподъемностью 15 000 кгс	1
4	Камера охладительная для опок	1
5	Конвейер охладительный, роликовый, со штанговым приводом	1
6	Кожух охладительного конвейера	1
7	Конвейер возврата опок, роликовый, с цепным приводом	1
8	Манипулятор установки опок на подмодельные плиты грузоподъемностью 2000 кгс	1
9	Конвейер поперечный шагающий	1
10	Конвейер формовочный, роликовый, со штанговым приводом	1
11	Конвейер подачи модельных комплектов, роликовый, со штанговым приводом	1
12	Конвейер возврата модельных комплектов	1
13	Установка нанесения облицовочной смеси	1
14	Конвейер замены модельных комплектов, роликовый, с цепным приводом	1
15	Конвейер продольный шагающий	1
16	Стол формовочный, встряхивающий грузоподъемностью 10 000 кгс	1
17	Установка дозирования и засыпки наполнительной смеси	1
18	Пресс формовочный, усилие прессования 16 000 кгс	1
19	Кантователь модельных комплектов грузоподъемностью 5000 кгс	1
20	Кантователь с протяжным механизмом грузоподъемностью 10 000 кгс и ходом протягивания 900 мм	1
21	Конвейер выдачи полуформ из кантователя	1
22	Манипулятор передачи верхних полуформ грузоподъемностью 6000 кгс	1
23	Конвейер транспортирования нижних полуформ, шагающий	1
24	Конвейер транспортирования верхних полуформ, шагающий	1
25	Установка поверхностной подсушки полуформ, двухрядная проходная, конвейерная	1
26	Камера охладительная для полуформ, проходная, конвейерная	1
27	Кантователь верхних полуформ грузоподъемностью 6000 кгс	1
28	Конвейер транспортирования комплектов стержней, шагающий	1
29	Кран-балка грузоподъемностью 2000 кгс	4
30	Установка для сборки форм грузоподъемностью 6000 кгс	1
31	Манипулятор установки собранных форм на передаточную (транспортерную) тележку грузоподъемностью 12500 кгс	1
32	Манипулятор установки залитых форм на охладительный конвейер грузоподъемностью 15000 кгс	1
33	Тележка трансбордерная	2
34	Конвейер заливочный, тележечный	4

4.1.6. Расчет конвейеров

В формовочном отделении может приниматься *последовательный* или *параллельный режимы работы*. При последовательном режиме с машинной формовкой формы под заливку накапливаются на пла-

цу, конвейере или рольгангах-накопителях. При параллельном режиме связь технологических операций отделения осуществляется конвейерным транспортом тележечного, подвесного или пульсирующего типов.

Производительность и длина конвейерной литейной линии зависит от вида и схемы расположения оборудования, последовательности операций, методов их выполнения и скорости конвейера. Длина конвейера, от которого в основном зависит длина формовочно-заливочно-выбивного отделения, состоит из участков формовки, заливки, охлаждения и выбивки.

Общая длина конвейера L_k выражается формулой

$$L_k = L_\phi + L_z + L_{охл} + L_B,$$

где L_ϕ — длина участка формовки, м;
 L_z — длина участка заливки форм, м;
 $L_{охл}$ — длина участка охлаждения форм, м;
 L_B — длина участка выбивки форм, м.

Длина формовочного участка определяется количеством и типом установленных формовочных машин, организацией рабочих мест у машин по формуле

$$L_\phi = Ml_0 + L_{п.с.},$$

где M — количество машин или пар, расположенных вдоль оси движения конвейера;

l_0 — расстояние между осями машин или пар, м;

$L_{п.с.}$ — длина участка для простановки стержней, м.

Машины располагаются около конвейера группами или попарно (см. рис. 4.2).

Группу машин для формовки нижних полуформ располагают по движению конвейера со стороны выбивной решетки, а для верхних полуформ — со стороны заливочного участка. Возврат пустых опок осуществляется двумя транспортерами для верхних и нижних опок.

Величина разрыва между группами машин, предназначенная для простановки стержней, зависит от количества стержней в форме, сложности их сборки и находится по формуле

$$L_{п.с.} = v_k t_{y.c.},$$

где v_k — скорость конвейера, м/мин;

$t_{y.c.}$ — время установки стержней для формы наибольшей сложности, мин.

При парном расположении машин сборка форм может идти на рольганге или непосредственно на конвейере. Пустые опоки возвращаются на конвейере.

Скорость конвейера определяется по формуле

$$v_k = \frac{Q_\phi a}{60zn},$$

где v_k — скорость конвейера, м/мин;
 Q_ϕ — часовое количество форм, поступающих с формовочных машин, шт.;
 a — шаг платформы конвейера, м;
 z — число форм на одной платформе, шт.;
 n — коэффициент заполнения тележек формами ($n=0,8$).

Практически скорость конвейера находится в пределах 1,6—10 м/мин. Общая длина формовочного участка конвейера составляет 30—42 м.

Длина заливочного участка конвейера рассчитывается по формуле

$$L_3 = t_p v_k m,$$

где t_p — время разливки одного ковша, мин;
 m — количество одновременно работающих на заливке ковшей.

Продолжительность заливки формы в зависимости от веса отливки приведена в табл. 4.17.

Табл. 4.17. Время заливки форм, сек

Вес отливки, кг	Толщина стенки отливки, мм			
	10	20	40	80
5	8,0	9	12	15
10	9,9	12	15	19
25	13,0	16	20	25
50	16,0	20	25	32
100	20,0	25	32	40
200	25,0	32	40	51
400	32,0	40	50	64
1000	43,0	54	68	68
4000	68,0	86	108	137
10000	93,0	117	147	168
15000	106,0	133	169	213
25000	126,0	158	202	253

Обычно длина заливочного участка составляет 8—12 м. При скорости конвейера свыше 5 м/мин заливочный участок оборудуется подвижными площадками. Заливку форм на конвейере производят с помощью ручных ковшей емкостью до 250 кг, подвешенных на монорельсе или бирельсе. Заливку форм из ковшей большей емкости производят с помощью подвижных кранов. Для доставки и разливки металла используют разливочные машины различных конструкций, позволяющие в отдельных случаях автоматизировать заливку. В основном разливочные машины управляются оператором на машине или дистанционно.

Различные конструкции разливочных машин разработаны коллективами Харьковского тракторного завода, завода имени И. А. Ли-

хачева, ЦКТБ (г. Одесса), Института проблем литья АН УССР и др.

Длина участка охлаждения форм находится по формуле

$$L_{охл} = t_{охл} v_k,$$

где $t_{охл}$ — время охлаждения отливки, ч;
 v_k — скорость конвейера, м/ч.

Расчет охлаждающего участка должен вестись очень тщательно. Продолжительность остывания отливок до и после выбивки в значительной мере определяет размеры основных производственных отделений литейных цехов. Процесс охлаждения оказывает существенное влияние на качество отливок. Несоблюдение установленного времени выдержки отливок в форме может привести к их короблению и трещинам.

Продолжительность выдержки отливок в форме для расчета охлаждающих ветвей литейных конвейеров и площадей, занимаемых формами во время их охлаждения, приведена в табл. 4.18—4.20.

Выбивка форм сосредоточивается на небольшом участке литейного конвейера обычно длиной 8—12 м рядом с формовочным. Операция выбивки осуществляется на полуавтоматических и автоматических установках, конструкция которых зависит от принятого технологического процесса изготовления форм и организации работ на конвейере.

Виды установок для автоматической выбивки форм отличаются компоновкой отдельных узлов, конструкцией выбивных решеток (эксцентриксовые, инерционные и выдавливающие), провалом столов, а также способом возвращения опок на рабочие места формовки. Возврат пустых опок может осуществляться тем же литейным конвейером или отдельным транспортом (ленточные транспортеры, рольганги).

Автоматическая выбивка требует одного типоразмера опок, лучше без крестовин. Наличие крестовин затрудняет организацию автоматической выбивки. Принципиальные схемы автоматической выбивки опок на конвейере с парным и групповым расположением машин показаны на рис. 4.2. При парном расположении машин применяется выбивная установка с возвратом опок на литейном конвейере. Распаровка опок производится у формовочных машин. При групповом расположении машин выбивная установка снабжена распаровщиком для отделения верхних опок от нижних. Возврат опок осуществляется ленточными транспортерами.

Выбивка крупных отливок в опоках с крестовинами может производиться раздельно из верхней и нижней полуформ. Для этого вдоль конвейера располагают две установки. На первой снимается и выбивается верхняя полуформа и опока возвращается на формовку. Затем извлекается отливка, а нижняя полуформа переворачивается и выбивается на другой выбивной решетке. В табл. 4.21—4.23 приводятся характеристики выбивных решеток и установок.

В цехах, производящих тяжелое литье, выбивка отливок производится на специальных выбивающих установках (табл. 4.24). Ос-

Табл. 4.18. Время охлаждения отливок на конвейере до выбивки при естественном охлаждении

Весовая группа отливок, кг	Температура выбивки, °С	Толщина стонки отливки, мм				
		20	30	50		
1	2	3	4	5		
		время охлаждения, ч				

Серый чугун

До 8	600—500(400)	0,15—0,22(0,33)	0,27—0,40(0,6)	0,51—0,76(1,4)
До 20	600—500(400)	0,21—0,31(0,57)	0,38—0,57(1,0)	—
До 50	600—500(400)	0,33—0,49(0,88)	0,60—0,90(1,6)	—
20—100	600—500(400)	0,47—0,70(1,3)	0,84—1,27(2,4)	1,13—1,70(3,1)
50—250	600—500(400)	0,77—1,23(2,0)	1,40—2,23(3,8)	1,80—3,00(5,5)
100—500	600—500(400)	1,0—1,60(2,8)	1,78—2,84(5,1)	2,50—3,90(7,1)
100—1000	500—400(300)	—	4,10—7,40(12,5)	5,60—10,00(17,0)
1000—2000	400—300(200)	—	8,84—16,80(28,3)	10,40—22,40(38,0)

Ковкий чугун

До 8	700—600(500)	0,15—0,20(0,27)	0,22—0,27(0,42)	—
До 20	700—600(500)	0,20—0,27(0,39)	0,33—0,42(0,70)	—
До 50	700—600(500)	0,33—0,42(0,66)	0,53—0,66(1,00)	—
20—100	700—600(500)	0,50—0,70(1,0)	0,84—1,00(1,50)	—
50—250	600—500(400)	0,90—1,40(2,5)	1,60—2,60(4,70)	—

Углеродистая сталь

До 8	700—600(500)	0,15—0,22(0,33)	0,28—0,42(0,62)	—
До 20	700—600(500)	0,23—0,35(0,52)	0,42—0,63(0,95)	0,57—0,85(1,6)
До 50	700—600(500)	0,37—0,55(0,82)	0,67—1,00(1,50)	—
20—100	700—600(500)	0,50—0,75(1,20)	0,95—1,40(2,10)	1,20—1,80(3,0)
50—250	650—550(450)	1,00—1,60(3,60)	1,90—2,90(4,70)	2,40—3,70(6,4)
100—500	650—550(450)	1,40—2,20(3,70)	2,40—4,00(7,40)	3,40—5,30(9,2)
100—1000	600—550(450)	—	4,60—7,00(11,00)	6,20—9,00(13,0)
1000—2000	550—500(450)	—	8,00—11,00(17,00)	10,00—13,00(20,0)

Продолжение

1	2	3	4	5
<i>Легированные стали</i>				
До 8	650—550(450)	0,18—0,28(0,46)	0,35—0,52(0,86)	—
До 20	650—550(450)	0,29—0,43(0,72)	0,52—0,79(1,30)	0,7—1,25(2,3)
До 50	650—550(450)	0,45—0,58(1,20)	0,83—1,25(2,10)	—
20—100	600—500(400)	0,76—1,20(2,00)	1,40—2,10(3,80)	1,8—3,00(5,3)
50—250	550—450(400)	1,50—2,60(3,00)	2,80—4,90(5,60)	3,8—6,00(8,2)
100—500	550—450(400)	2,70—3,50(4,50)	4,70—6,20(8,50)	6,5—9,20(12,0)
100—1000	550—450(400)	—	8,00—16,00(20,00)	11,0—18,00(28,0)
1000—2000	500—400(300)	—	11,00—24,00(34,00)	14,0—30,00(45,0)

Примечание 1. В таблице приведены данные для отливок полых со стержнями. При прочих условиях отливки без стержней и «бланов» остывают быстрее.

2. Время охлаждения отливки приводится для максимального веса в весовой группе.

3. За толщину стенки, определяющей охлаждение отливки в форме, принимается толщина наиболее массивных ее частей.

4. Время охлаждения устанавливается в зависимости от конфигурации отливок в пределах интервала нормы (первые две цифры в графах 3, 4, 5). Время выдержки, указанное в скобках, применяется только для определенных сложных отливок, склонных к образованию трещин.

Табл. 4.19. Время естественного охлаждения тяжелых чугунных отливок в опочных и кессонных формах, ч

Толщина основного элемента отливки, мм	Чистый вес отливки, т																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
21—30	400 8,9 300 16,8 200 (28,3)	10,7 20,4 (35,0)	— 23,8 (40,0)	— 26,2 (45,0)	— 28,8 (49,0)	— 31,1 (53,0)	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
31—50	400 10,4 300 22,4 200 (38)	12,8 27,4 (47,0)	14,7 31,8 (54,0)	16,8 35,3 (60,0)	18,0 38,8 (66,0)	19,5 41,8 (71,0)	20,8 44,8 (76,0)	22,1 47,6 (81,0)	23,2 50,0 (85,0)	23,2 50,0 (85,0)	23,2 50,0 (85,0)	23,2 50,0 (85,0)	23,2 50,0 (85,0)	23,2 50,0 (85,0)	23,2 50,0 (85,0)	23,2 50,0 (85,0)	23,2 50,0 (85,0)	23,2 50,0 (85,0)	23,2 50,0 (85,0)
51—80	400 15,2 300 30,0 200 (51,0)	18,6 36,4 (62,0)	21,4 42,3 (72,0)	23,8 47,0 (80,0)	26,2 51,7 (88,0)	28,2 55,9 (95,0)	30,2 59,9 (102,0)	32,2 63,6 (108,0)	33,7 67,0 (114,4)	33,7 67,0 (114,4)	33,7 67,0 (114,4)	33,7 67,0 (114,4)	33,7 67,0 (114,4)	33,7 67,0 (114,4)	33,7 67,0 (114,4)	33,7 67,0 (114,4)	33,7 67,0 (114,4)	33,7 67,0 (114,4)	33,7 67,0 (114,4)
81—125	400 22,9 300 39,1 200 (65,0)	27,8 47,6 (91,0)	32,2 55,2 (94,0)	35,7 61,7 (105)	39,4 67,0 (114,0)	42,6 73,0 (124,0)	45,9 78,2 (133,0)	47,5 83,6 (142,0)	51,4 87,0 (148,0)	51,4 87,0 (148,0)	51,4 87,0 (148,0)	51,4 87,0 (148,0)	51,4 87,0 (148,0)	51,4 87,0 (148,0)	51,4 87,0 (148,0)	51,4 87,0 (148,0)	51,4 87,0 (148,0)	51,4 87,0 (148,0)	51,4 87,0 (148,0)
126—200	400 — 300 — 200 —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —

Примечание. 1. Для проектных расчетов при мелкосерийном и единичном производстве отливки охлаждаются до 300°C.
2. Охлаждение до 400°C допускается для серийных отливок, где технология может обрабатываться.
3. Цифры в скобках (температура 200°C) принимаются для сложных отливок, склонных к образованию трещин, для отливок точных станков и отливок из чугуна с шаровидным графитом.

Табл. 4.20. Время естественного охлаждения стальных отливок в опочных и кессонных формах, ч

Преобладающая толщина стенки, мм	Температура выливки, °C	Черный вес отливки, т								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Отливки из углеродистых сталей</i>										
21—30	550	8	11,0	14	16	18	20	22	23,0	24
	500	11	15,0	19	23	26	30	34	37,0	40
31—50	450	(17)	(22,0)	(27)	(32)	(36)	(40)	(44)	(46,0)	(50)
	550	10	13,0	16	18	20	22	23	24,5	25
51—80	500	13	17,5	22	26	30	34	37	41,0	43
	450	(20)	(26,0)	(31)	(36)	(41)	(45)	(49)	(52,0)	(55)
81—125	600	12	16,0	19	20	22	24	25	26,0	27
	550	15	20,0	25	29	33	37	41	43,0	46
21—30	500	(24)	(32,0)	(39)	(45)	(50)	(55)	(48)	(63,0)	(66)
	600	14	17,0	20	22	24	26	28	29,0	30
31—50	550	18	22,0	27	31	35	39	42	45,0	48
	500	(30)	(40,0)	(47)	(54)	(60)	(66)	(70)	(73,0)	(77)
<i>Отливки из легированных сталей</i>										
21—30	500	11	15,0	17	20	22	24	26	27,0	29
	400	24	33,0	39	45	50	55	59	63,0	66
31—50	300	(43)	(48,0)	(59)	(70)	(78)	(86)	(90)	(94,0)	(96)
	500	14	17,0	19	22	24	26	28	30,0	32
51—80	400	30	40,0	47	54	60	65	70	74,0	77
	350	(45)	(59,0)	(69)	(78)	(88)	(98)	(105)	(112,0)	(116)
81—125	550	16	20,0	23	25	27	29	31	32,0	34
	400	34	48,0	59	70	78	86	90	94,0	96
21—30	350	(54)	(72,0)	(86)	(97)	(108)	(120)	(130)	(138,0)	(146)
	550	20	24,0	28	32	36	40	43	45,0	48
31—50	400	45	59,0	69	78	88	98	105	112,0	116
	350	(70)	(89,0)	(105)	(119)	(129)	(144)	(155)	(165,0)	(173)
<i>Тяжелые отливки из углеродистых сталей</i>										
31—50	550	32	40	47	53	60	65	71	77	80
	450	55	67	81	94	105	116	128	138	148
51—80	400	(74)	(92)	(110)	(123)	(140)	(157)	(170)	(184)	(194)
	550	35	44	52	60	65	75	81	89	96
81—125	450	61	73	88	100	114	128	140	152	162
	400	(92)	(120)	(142)	(165)	(185)	(208)	(229)	(250)	(272)
126—200	550	41	52	62	72	80	90	98	107	115
	500	66	80	95	109	124	137	151	164	177
31—50	400	(100)	(144)	(168)	(192)	(216)	(240)	(254)	(288)	(312)
	550	47	60	72	84	93	104	115	125	136
51—80	500	47	92	110	125	140	157	170	184	194
	400	(158)	(215)	(250)	(308)	(344)	(385)	(416)	(448)	(480)

Примечание. 1. В мелкосерийном и единичном производстве для проектных расчетов принимают среднюю температуру выливки.
2. Выбивка при более высоких температурах принимается для серийных отливок.
3. Цифры в скобках даны для отливок, склонных к образованию трещин и короблению.

Табл. 4.21. Характеристики выбивных решеток

Показатели	Марка решеток			
	422	MP-9	425	MP-12
Грузоподъемность, кг/с	1500	2500	8000	2000
Размер решетки, мм	1560×950	1800×1650	1800×1500	1800×1500
Пропускная способность, опок/ч	100	80	60	60
Мощность электродвигателя, кВт	3,6	1,8	1,1	5,5
Габариты, мм	1840×2065×755	2523×1700×776	3030×3360	2250×2200×983
Вес, кг	1100	2100	6650	2200
				500
				1250×620
				100
				—
				—

Табл. 4.22. Выбивные установки с подачей пустых опок конвейером к литейным машинам

Показатели	Типы установок						
	двухпозиционные		трехпозиционные		с ленточным транспортером		
	ГАЗ	ЗИЛ завод имени П. Л. Войкова	ГАЗ	Ростсельмаш	Ростсельмаш	МТЗ	
Размер опок в свету, мм	680×500×200	1030×530×635	690×500	420×420×330	680×680×500	870×560×550	420×275×180
Максимальная производительность, форм/ч	300	320	360	320	540	150	160
Максимальная скорость конвейера, м/мин	6	8,6	6	6	—	—	—
Тип привода выбивки	Эксцентрик-кован	Эксцентрик-кован	Пневматический	Эксцентрик-выл	Инерционный	Инерционный	Эксцентрик-выл
Шаг конвейера, мм	1100	1600	2000	1010	—	1600	710
Мощность электродвигателя, кВт	4,5	7	7	—	7	18,5	4,4
Число операторов	1	3	2	1	1	1	1
							ПМЗ

Табл. 4.23. Выбивные установки с подачи пустых опок к участку формовки специальным транспортом

Показатели	Тип установки						
	с распаровщиком и возвратом опок раздельно двумя транспортерами			с распаровщиком и возвратом опок одним транспортером			
	ХТЗ	МТЗ	ГАЗ	МТЗ	ВТЗ	ЗИЛ-И	
Размер опок, мм	900×600	900×600	660×600	900×600	900×600	570×570, 870×570	850×570
Максимальная производительность, форм/ч	190	—	280	225	185	270	—
Шаг конвейера, мм	1260	1700	1200	1600	1600	1415	1600
Максимальная скорость конвейера, м/мин	4	6	6	—	5	—	—
Тип привода	Инерционный	Эксцентрикковый	Инерционный	—	—	Эксцентрикковый	—
Мощность электродвигателя, кВт	—	4,5	7	—	—	7	7
Число обслуживающих рабочих	1	1	2	1	1	3	3

Табл. 4.24. Характеристика выбивных установок

Показатели	Установки модели		
	431И4	432И6	433У8
Максимальная грузоподъемность, кгс	100000	160000	250000
Размеры решетки, мм:			
длина	7000	9500	10000
ширина	5000	5000	7000
Грузоподъемность секции, кгс	25000	40000	6000
Модель секции	428С	429	—
Количество секций	4	6	8
Частота колебаний в минуту	700	725	500
Наибольшие размеры выбиваемых опок в свету, мм	4000×2500	8900×4000	9000×6000
Высота выбиваемых опок, мм	—	До 1200	До 1500
Вес литья в выбиваемых формах, кг	1000—5000	—	—
Электродвигатели секций:			
тип	АОП94-6	АОП94-6	АОП73-8
мощность, кВт	75	100	14
количество	4	6	8
Габаритные размеры установки, мм:			
длина	10350	12800	13420
ширина	8800	10500	11440
высота над уровнем пола	740	650	500
высота ниже уровня пола (заглубление бункера)	4000	4000	4000
Глубина приемка, мм	6000	6000	6000
Вес, кг	89507	138200	140000
Габариты защитной камеры, мм:			
длина	17250	20540	22950
ширина	8540	8540	11040
высота	4500	4830	6010
Вес камеры, кг	15000	16500	—

новными узлами установки являются выбивающие секции, бункера для просыпи смеси, несущая рама, настил-лестница, привод, централизованная система смазки, электрооборудование и перекрытие.

Для предохранения воздушной среды литейного цеха от пыли установки снабжены передвижной защитной камерой телескопического типа. Камера имеет отверстия для подсоединения вентиляционной установки для отсоса пыли и подсоса воздуха в камеру и снабжена душирующим устройством. Кроме выбивки отливок из форм, на установках также производится выбивка стержней из отливок.

Суммируя отдельные участки, получают общую длину конвейера, которая практически равна 120—150 м и более. Зная общую длину, находят количество тележек на конвейере. Если при расчете получится число тележек дробное, это число увеличивают до целого и корректируют общую длину конвейера.

Технические данные напольных конвейеров приведены в табл. 4.25.

Табл. 4.25. Характеристика напольных горизонтально замкнутых конвейеров

Ширина платформ, мм	Длина платформ, мм	Шаг платформ, мм	Минимальный радиус закругления, мм	Наибольшая длина конвейера, м	Максимальные размеры опок в свету, мм		Пропускная способность платформ, шт/ч
					длина	ширина	
400	500, 650, 800	640, 800, 1040	1000, 1000, 800	160, 190, 225	400, 550, 700	320	250
500	650, 800, 1000	800, 1000, 1300	1250, 1250, 1000	130, 160, 190	550, 700, 900	400	500
650	800, 1000, 1250, 1600	1000, 1260, 1640	1600, 1600, 1250	150, 190, 210	700, 900, 1100	500	1000
800	1000, 1250, 1600	1260, 1600, 2060	2000, 2000, 1600	140, 160, 195	900, 1100, 1400	650	2000
1000	1250, 1600, 2000	1600, 2000, 2600	2500, 2500, 2000	175, 210, 255	1100, 1400, 1800	800	4000
1250	1600, 2000, 2500	2000, 2500, 3260	3200, 3200, 2500	150, 180, 225	1400, 1800, 2250	1100	8000

4.1.7. Изготовление форм на плацу

При изготовлении форм в опоках на плацу площадь формовочного участка рассчитывается по схеме рис. 4.9.

Площадь рабочего места определяется по формуле

$$F = LM,$$

где $L = 2,5B + 4k$, м;

$M = A + 2k$, м.

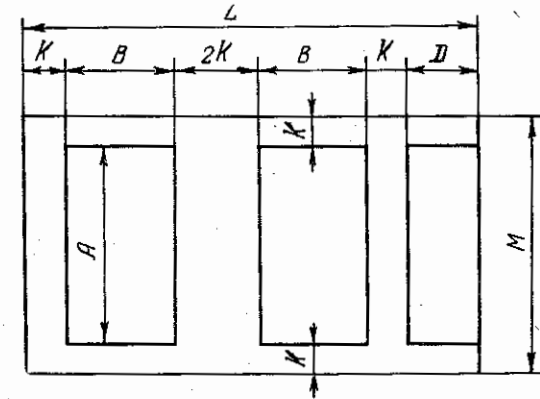


Рис. 4.9. Планировка рабочего места для изготовления форм на плацу:

A — длина опоки; B — ширина опоки; k — ширина проходов; L — длина рабочего места; M — ширина рабочего места

При длине опок до 2000 мм величину k принимают равной 300 мм, а при длине свыше 2000 мм — 400 мм.

Площадь заливочного участка на одно рабочее место, согласно схеме рис. 4.10, определяется по формуле

$$F = L_1M,$$

где $L_1 = A + D + k$, м;

$M = B + 2N$, м,

A — габаритная длина опок, м;
 B — габаритная ширина опок, м;

N, D, k — расстояния до соседнего заливочного участка, определяются по табл. 4.26.

При формовке в кессонах площадь рабочего места принимается в 4 раза больше площади, занятой непосредственно кессоном.

Мощность формовочного участка при ступенчатом режиме работы с формовкой и заливкой в опоках на плацу может быть определена по формуле

$$Q = \frac{F_n G \Gamma_{\text{пл}} n}{F_{\text{оп}}},$$

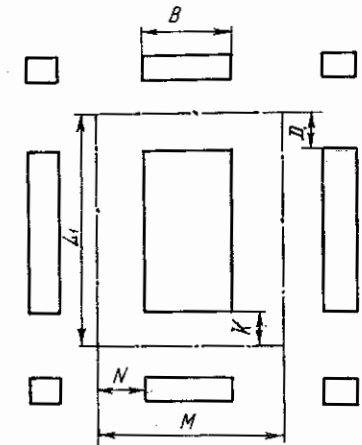


Рис. 4.10. Планировка рабочего места для заливки форм на плацу

где Q — мощность участка, т/год;
 F_n — полезная площадь участка, м²;
 G — средний вес отливки в форме, т;
 T_d — действительный годовой фонд работы участка в одну смену, ч;
 n — число смен работы участка в сутки;
 $F_{оп}$ — площадь, занятая одной опокой, м²·ч.

Табл. 4.26. Размеры между заливочными участками

Габаритная длина опок, мм	Рекомендуемые размеры, мм		
	D	N	k
До 600	400	150	50
До 2000	500	200	100
Свыше 2000	700	250	200

При формовке на машинах и последующей сушке форм площадь на каждую из них рассчитывается по формуле

$$F_{оп} = \frac{S}{m} T_1 + f_c T_c + f_3 (T_{см} - T_c),$$

где S — площадь, занимаемая одной формой, ожидающей загрузки в сушило (определяется по габаритам опок с учетом необходимых зазоров между опоками), м²;
 m — количество форм в стопке, ожидающих сушки;
 T_1 — время пребывания формы на участке сушки, ч;
 f_c — площадь рабочего места сборки форм, м²;
 T_c — время пребывания формы на рабочем месте сборки, ч;
 f_3 — площадь заливочного участка на одну форму, м²;
 $T_{см}$ — продолжительность рабочей смены, ч.
 Площадь, занятая одной формой при машинной формовке всырую, определяется:

для опок площадью в свету до 100 дм²

$$F_{оп} = f_3 T_{см};$$

для опок площадью в свету свыше 100 дм²

$$F_{оп} = f_{р.м} (T_{ф} + T_c) + f_3 [T_{см} - (T_{ф} + T_c)],$$

где $f_{р.м}$ — площадь рабочего места (формовочно-сборочной бригады), м²;
 $T_{ф}$ — время пребывания формы на рабочем месте формовщика, ч.

Укрупненный расчет площадей для формовочно-заливно-выбывного участка с формовкой и заливкой в опоках на плацу можно вести по съему литья с 1 м² площади в год.

В механизированных литейных цехах площади формовочных отделений не рассчитываются, а определяются планировкой оборудования с учетом норм проектирования.

Расчет парка опок для формовочных участков ведется в зависимости от величины цикла их оборачиваемости. Для массового производства с применением автоматических линий расчет опок ведется по формуле

$$P_o = (1,25 - 1,3) N_{ф} T,$$

где P_o — расчетный парк опок на поточной линии, шт.;
 1,25—1,3 — коэффициент, учитывающий резерв и ремонтный задел парка опок (15% — резерв и 15% — на ремонте);
 $N_{ф}$ — количество форм, изготовленных на линии за 1 ч;
 T — цикл оборота опок, ч.

Расчет ведется для верхней и нижней опок.

Для форм металлоемкостью до 20 кг цикл оборота опок составляет 40—90 мин, а для более тяжелых отливок — 2—4 ч. Средняя стойкость опок в массовом производстве достигает 20—30 тыс. заливок. В цехах единичного производства, где используют литые опоки, расход металла на 1000 т годного литья составляет 40 т.

4.1.8. Пример компоновки формовочного участка

На рис. 4.11*—4.15 показана организация работы формовочно-заливно-выбывного участка для производства чугунного литья развесом 500—1000 кг любой конфигурации, различными сериями по деревянным или металлическим моделям. Максимальные габариты отливки 1800×1400×800 мм. Средняя металлоемкость форм 750 кг. Размер опок 2000×1600 мм. Мощность участка 12500 т/год.

На участке установлены две встряхивающие формовочные машины мод. 235. Все литье формуется с применением быстросохнущих облицовочных смесей и последующей поверхностной подсушкой форм в проходных сушилах. Формы собираются на тележечном вертикально замкнутом пульсирующем конвейере. Простановка стержней осуществляется специальными установками грузоподъемностью 1 т, а верхние полуформы устанавливаются при помощи мостового крана грузоподъемностью 5 т. Опоки скрепляются быстросъемными скобами.

Транспортировка жидкого металла и заливка форм производятся специальной монорельсовой тележкой с кабиной из двухтонных барабанных ковшей. Залитые формы охлаждаются на нижней ветви конвейера, расположенного на первом этаже, а затем поднимаются на второй этаж для выбивки. Перестановка форм на выбивную решетку осуществляется мостовым краном грузоподъемностью 10 т. Формы выбиваются на двух спаренных решетках типа ИР-120. Пос-

* Рис. 4.11—4.14 помещены на форзацах.

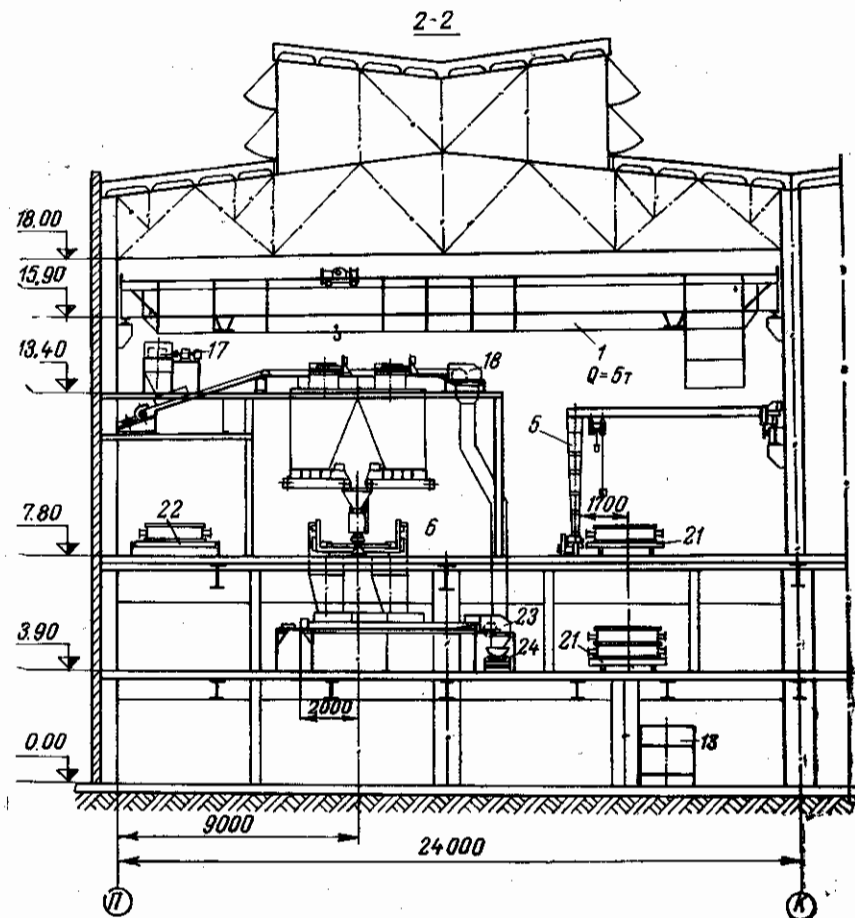


Рис. 4.15. Формовочное отделение мощностью 12 500 т/год чугуновых отливок весом 500—1000 кг. Поперечный разрез

ле выбивки отливки с помощью манипулятора перегрузки передаются в обрубное отделение на охлаждающий конвейер, а пустые опоки возвращаются к формовочным машинам толкающим конвейером.

Все операции по перестановке грузов на участке осуществляются тремя пятитонными мостовыми кранами и одним десятитонным — на выбивке.

Модельная оснастка с первого этажа к машинам подается грузовым лифтом. Раздача смеси к машинам и уборка просыпи производится ленточными транспортерами. Готовые стержни из стержневого отделения на участок подаются электрокарами.

Общая площадь формовочного участка составляет 3552 м², в том числе 3264 м² производственной площади и 288 м² площади, занятой складом модельной оснастки.

Участок работает в две смены. Общая численность работающих составляет 49 человек. Из них 8 формовщиков, 10 сборщиков, 4 заливщика, 2 выбивщика, 20 вспомогательных рабочих и 5 человек — служащие, ИТР, МОП. Оборудование участка дано в табл. 4.27.

Табл. 4.27. Перечень технологического и транспортного оборудования

Номер по плану	Оборудование	Количество единиц
1	Кран мостовой грузоподъемностью 5 т, длина пролета 22,5 м	3
2	Кантователь подъемный грузоподъемностью 5000 кгс	1
3	Кран мостовой грузоподъемностью 10000 кгс, длина пролета 22,5 м	1
4	Аккумуляторный электропогрузчик грузоподъемностью 750 кгс	2
5	Механизированная установка для сборки форм (стержней) грузоподъемностью 1000 кгс	2
6	Установка двух формовочных машин мод. 235	1
7	Установка двух сушил размером 8,0×3,0 м для поверхностной подсушки форм с вытяжным вентилятором производительностью 2000 м ³ /ч	1
8	Установка двояной выбивающей решетки мод. ИР-120 грузоподъемностью 15000 кгс с бункером и электровибрационным питателем	1
9	Тележка	1
10	Манипулятор перегрузки поддонов	1
11	Лифт грузовой с проходной кабиной грузоподъемностью 5000 кгс	1
12	Установка разрыхления смеси с лопастным разрыхлителем 1А-32	1
13	Стеллаж для подмодельных плит размером 2,3×1,8 м	8
14—18	Ленточные конвейеры, ширина ленты 650 мм	5
19	Установка подвесных и поворотных ленточных питателей с бункерами у формовочных машин. В том числе:	1
19-1	Бункер для облицовочной смеси емкостью 7,0 м ³	2
19-2	Бункер для наполнительной смеси емкостью 7,0 м ³	2
19-3	Питатель ленточный подвесной (правый), ширина 650 мм, длина 2,0 м	2
19-4	Питатель ленточный подвесной (левый), ширина 650 мм, длина 2,0 м	2
19-5	Питатель ленточный поворотный, ширина 400 мм, высота 1600 мм, длина 2,5 м	2
20	Толкающий конвейер с гидросистемой к формовочной машине 235	1
21	Вертикально замкнутый тележечный конвейер, грузоподъемность тележки 10000 кгс, шаг конвейера 2,5 м	1
22	Конвейер возврата пустых опок, ширина 2300 мм	1
23—25	Ленточные конвейеры, ширина 650 мм	4
26	Питатель ленточный подвесной, ширина 650 мм, длина 2,5 м	1
27	Разливочная тележка, емкость ковша 2 т	2

4.1.9. Нормы размеров пролетов формовочных отделений

В табл. 4.28 и 4.29 приводятся нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств формовочных отде-

Табл. 4.28. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств формовочно-сборочно-заливочных отделений фасонного стального и чугуного литья для одноэтажных и двухэтажных зданий при формовке в опоках и кессонах (к рис. 4.16)

Кл. т	Транспортные средства и их максимальная грузоподъемность, тс		ширина пролета B_1 одноэтажного здания	ширина пролета B_2 двухэтажного здания	Размеры пролетов, м		высота до головки подкранового рельса от отметки пола второго этажа в двухэтажном здании	высота до головки подкранового рельса от отметки пола второго этажа	в одноэтажном здании	в двухэтажном здании
	мостовые краны	передвижные консольные краны			шаг колонн	высота до головки подкранового рельса от $\pm 0,0$ в одноэтажном здании				

Фасонные стальные отливки

0,5	5	—	18; 24	9; 12	6; 12	7,8	8,15	8,15	—	10,8
1,0	10	1	18; 24	9; 12	6; 12	7,8	9,65	9,65	4	12,6
2,0	20/5	3	18; 24	9; 12	6; 12	7,8	9,65	9,65	4	12,6
3,0	30/5	3	24	12	6; 12	8,4	9,65	9,65	4	12,6
5,0	50/10	3	24	12	6; 12	8,4	12,65	12,65	6	16,2
10,0	75/20	3	24	12	6; 12	—	12,65	—	—	18,0
20,0	75/20	3	24; 30	—	6; 12	—	12,65	—	—	18,0
30,0	100/20	3	24; 30	—	6; 12	—	12,65	—	—	18,0

Устанавливается по индивидуальному проекту

Фасонные чугунные отливки

0,5	5	—	18; 24	9; 12	6; 12	7,8	8,15	8,15	—	10,8
1,0	10	1	18; 24	9; 12	6; 12	7,8	9,65	9,65	4	12,6
2,0	15/3	3	18; 24	9; 12	6; 12	7,8	9,65	9,65	4	12,6
3,0	20/5	3	24	12	6; 12	8,4	9,65	9,65	4	12,6
3,0	30/5	3	24	12	6; 12	8,4	9,65; 11,45	9,65; 11,45	4; 5	12,6; 14,4
10,0	50/10	3	24	—	6; 12	—	12,65	—	—	16,2
20,0	50/10	3	24; 30	—	6; 12	—	12,65	—	—	16,2
30,0	75/20	3	24; 30	—	6; 12	—	12,65	—	—	18,0
50,0	125/20	5	24; 30	—	6; 12	—	12,65	—	—	18,0

Табл. 4.29. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств формовочно-выливочных отделений фасонного стального и чугуного литья для одноэтажных и двухэтажных зданий при формовке в опоках (к рис. 4.16)

Оборудование для формовки и его характеристика	Транспортные средства и их максимальная грузоподъемность, тс		мостовые краны (при сущке в кессонах)	мостовые краны (при сущке в кессонах)	мостовые краны (при сущке в кессонах)	Размеры пролетов, м			высота до низа конструкции покрытия H_1	высота до низа конструкции покрытия H_2
	формовочные машины и линии грузоподъемности, тс	на вышке				ширина пролета B_1 одноэтажного здания	ширина пролета B_2 двухэтажного здания	шаг колонн		

Формовочные машины и линии грузоподъемности, тс:

$Q=1,35$	5	5	18; 24	9; 12	6; 12	7,8	8,15	8,15	—	10,8
$Q=2,5$	5	10	24	12	6; 12	7,8	8,15	8,15	—	10,8
$Q=5,0$	5	15/3	24	12	6; 12	7,8	9,65	9,65	—	12,6
$Q=10,0$	10	30/5	24	—	6; 12	—	9,65	—	—	12,6
$Q=17,0$	20/5	50/10	24	—	6; 12	—	12,65	—	—	18,0

Встряхивающий стол, тс:

$Q=40,0$	—	75/20	24	—	6; 12	—	12,65	—	—	18,0
----------	---	-------	----	---	-------	---	-------	---	---	------

лений для производства стального и чугунного литья в опоках и кессонах в одноэтажном и двухэтажном зданиях (рис. 4.16).

При пользовании таблицами необходимо выполнять следующие рекомендации. Для производства отливок весом до 0,5 т, а также при применении формовочных машин или линий грузоподъемностью до 2,5 т следует применять подвесные конвейеры, пневмоподъемники, электротали на монорельсах и краны-балки с максимальной

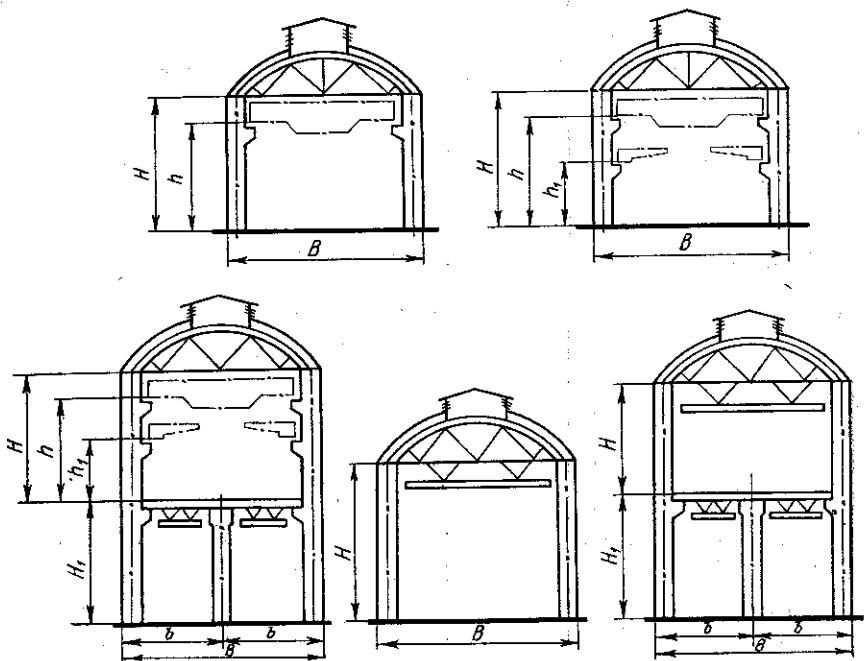


Рис. 4.16. Нормы размеров пролетов формовочных отделений

грузоподъемностью до 5 т. Подвесные краны-балки грузоподъемностью до 3 т могут проектироваться в два ряда по ширине пролета.

Высота до низа конструкций покрытия H приводится минимальная, она уточняется при общей компоновке литейного цеха. Расстояние от нижней габаритной точки крана до расположенного в зоне его действия оборудования предусматривается не менее 400 мм, а расстояние до рабочих площадок — не менее 2000 мм. Максимальная ширина корпусов литейных цехов допускается 96 м (24×4). Консольно-поворотные передвижные краны рекомендуются для установки крупных стержней в формы в широких пролетах, начиная с 24 м. В некранных пролетах, имеющих сложное оборудование, предусматриваются грузоподъемные средства для ремонтных целей.

Все расчетные данные технологического процесса по формовочному отделению сводятся в табл. 4.30 при поточно-массовом производстве, когда расчет программы ведется подетально, и в табл. 4.31, когда расчет ведется по укрупненным данным.

Табл. 4.30. Расчетная ведомость формовочного отделения поточно-массового производства

Отливки	Номер чертежа отливки или индекс	Годовое количество отливок на программу	Изготовление форм				Норма времени, ч		Расход формовочной смеси, т						Тип формовочной машины	
			количество отливок в форме	годовое количество форм (гр. 3×4)	размер опок в свету, мм	на одну форму	на годовую программу (гр. 5×7)	единой		облицовочной		наполнительной		верх формы	низ формы	
								на одну форму	на годовую выпуск	на одну форму	на годовую выпуск	на одну форму	на годовую выпуск			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	

Примечание. 1. Графы 3, 4, 6, 9, 11, 13, 15, 16 заполняются на основании разработанного технологического процесса.

2. Графа 7 заполняется по материалам нормировочных карт на отливки.

Табл. 4.31. Расчетная ведомость формовочного отделения, рассчитанного по укрупненным данным

Тип литейного конвейера	Размер опок в свету, мм	Средняя металлоемкость форм, кг	Количество форм, шт.		Расход смеси, т		Тип формовочных агрегатов (машин)	Производительность формовочного агрегата форм/ч	Количество агрегатов		Коэффициент загрузки
			в год	в час	в год	в час			по расчету	принятое	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Примечание. В графу 1 вписывается тип наполного конвейера или индекс линии.

4.2. Проектирование стержневых отделений

4.2.1. Весовые группы стержней и размерные ряды стержневых участков

Организация работы стержневого отделения и выбор метода изготовления стержней зависят в основном от характера литья. В стержневом отделении выполняются операции изготовления, покраски, сушки, зачистки и сборки стержней, их контроль и комплектация. На площадях стержневого отделения размещаются каркасный участок, склады для суточного хранения стержневых ящиков, плит и сухих стержней. Объем стержневых работ зависит главным образом от сложности отливок, т. е. количества и веса стержней на 1 т годного литья, а выбор метода изготовления стержней и оборудования — от серийности номенклатуры.

Расчет стержневого отделения ведется в такой последовательности:

1) разбивка номенклатуры стержней на весовые группы; 2) определение количества потоков (размерных рядов участка) для каждой

или нескольких весовых групп и их мощность; 3) выбор метода изготовления стержней и расчет оборудования.

Разбивка стержней на весовые группы и габариты позволяет определить объем стержней данной группы и дает возможность свести несколько весовых групп в один технологический поток для изготовления на одном оборудовании.

Весовые группы для единичного и мелкосерийного производства представлены в табл. 4.32.

Табл. 4.32. Весовые группы стержней в единичном мелкосерийном производстве

Группа стержней	Вес стержней, кг	Максимальные габариты стержневых ящиков, мм
I	До 10	500 × 400 × 450
II	10—40	800 × 600 × 400
III	40—100	1000 × 800 × 400
IV	100—250	1250 × 1000 × 550
V	250—600	1600 × 1250 × 600
VI	600—1000	2000 × 1600 × 700
VII	1000—1250	2500 × 2000 × 600

Весовые группы стержней для серийного производства даны в табл. 4.33.

Табл. 4.33. Весовые группы стержней серийного производства

Группа стержней	Вес стержней, кг	Максимальные габариты стержневых ящиков, мм
I	До 50	600 × 800 × 500
II	40—100	800 × 1000 × 450
III	100—250	1200 × 1000 × 500
IV	250—700	1500 × 1000 × 500

Табл. 4.34. Размерные ряды стержневых участков литейных цехов автомобильной промышленности

Показатели	Размерные ряды стержневых участков, т/год стержней		
	3500—4500	4500—5500	5500—8000
Весовая группа	Мелкое литье	Среднее литье	Крупное литье
Вес стержня, кг	До 2,5	2,5—6,0	6,0—50,0
Габарит стержневого ящика, мм	300 × 250	400 × 300	850 × 400
Тип стержневой машины	348	305	310
Производительность машины, циклов/ч	300	300	180
Сушило для стержней	Вертикальное, конвейерное		
Производительность сушилки, т/ч	1,2	1,30	2,00
Подсушка стержней, т/ч	—	1,75	1,75

В зависимости от общего объема стержней, количества весовых групп и габаритов стержней в стержневом отделении может размещаться несколько участков (потоков), на которых изготавливаются стержни одной или нескольких весовых групп.

Оптимальные мощности таких участков для различных отраслей сведены в размерные ряды стержневых участков (табл. 4.34—4.36).

4.2.2. Изготовление стержней на основе терморезактивных смол

В массовом и крупносерийном производстве прогрессивным и перспективным считается метод изготовления стержней по горячим ящикам. В США, Англии, Франции массовое производство отливок полностью обеспечивается стержнями, полученными этим методом. Получение стержней по горячим ящикам имеет большие преимущества перед традиционным методом изготовления стержней с последующей сушкой в печи. К их числу следует отнести резкое повышение качества и точности стержней; уменьшение расхода смеси; повышение точности и чистоты отливок; цикл изготовления стержней сокращается в несколько десятков раз по сравнению с обычным методом; полностью исключается применение сушилок, каркасов, а в большинстве случаев подгонка и склейка; облегчается выбивка стержней.

Данный процесс развивается по двум направлениям: изготовление оболочковых стержней из сухих песчано-смоляных смесей на основе терморезактивной фенолоформальдегидной смолы; изготовление цельных или облегченных стержней из влажных песчано-смоляных смесей на основе жидких терморезактивных смол при быстротвердеющих связующих.

В соответствии с выбранной смесью для изготовления стержней по горячим ящикам выбирают и оборудование. Машины для изготовления стержней по горячим ящикам делятся на две группы: машины с горизонтальной плоскостью разъема стержневого ящика и с вертикальной. Первую группу машин рекомендуется применять для изготовления сложных стержней, вторую — для простых. При горизонтальной плоскости разъема ящика протяжка стержня и прием его из ящика осуществляются более плавно, чем при вертикальной, что позволяет избежать поломок стержня.

Характеристика машин, разработанных различными проектными организациями, приведена в табл. 4.37 и 4.38, а линии для изготовления оболочковых стержней — в табл. 4.39.

В последнее время получает развитие изготовление стержней из холоднотвердеющих смесей.

На рис. 4.17 показан автомат мод. 4716 для изготовления стержней весом до 6 кг из холоднотвердеющей смеси, созданный Минским филиалом НИИТАвтопрома. Особенностью автомата является совмещение операций смешивания и заполнения стержневых

88 Табл. 4.35. Размерные ряды стержневых участков тракторной промышленности и сельскохозяйственного машиностроения

1	2	3	Стержневые машины				Сушила			
			Вес стержней, кг	марка и тип машины	производительность, т/ч	количество	коэффициент загрузки	марка и тип	производительность, т/ч	количество
<i>Чугунолитейные цехи</i>										
3000	До 5	348	100	4	—	СКВГ-3	1,75	1	0,75	
		305	100	5	—					
6000	До 5	348	100	8	—	СКВГ-3	1,75	1	0,85	
		305	100	10	—					
12000	До 5	348	100	10	—	СКВГ-3	1,75	2	0,85	
		305	100	10	—					
5000	5—20	28Б7	50	5	0,60	СКВГ-3	1,75	1	0,75	
15000	5—20	28Б7	50	12	0,85	Четырехходовое «Гидроавтопром»	2,30	2	0,85	
45000	5—20	28Б7	50	30	0,80	То же	2,30	6	0,85	
6000	Свыше 20	28Б9	40	2	0,50	СКВГ-3	1,75	1	0,85	
		28Б11	40							
1200	Свыше 20	28Б9	40	4	0,60	Четырехходовое «Гидроавтопром»	2,30	2	0,90	
		28Б11	40							

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
25000	Свыше 20	28Б9	40	7	0,60	То же	2,30	3	00,9	
		28Б11								
50000	Свыше 20	28Б9	40	12	0,70	*	2,30	6	0,90*	
		28Б11								
1000—1750	5—10	Установка карусельного типа	60	1	0,80	Изготовление в горячих ящиках				
5000—9000	10—20	815	160—200	1	0,7—0,8	Изготовление СО ₂ -процессом				
2500—5000	2,5—50	872	180—200	1	0,7—0,8	Изготовление из терморективных смесей				
1200—2500	1,2—25	10-позиционный автомат	240	1	0,7—0,8	Изготовление центробежным способом на терморективных смесях				
<i>Сталелитейные цехи</i>										
6000	До 5	348	100	8	—	СКВГ-3	1,75	1	0,85	
		305	100	10	—					
9000	До 5	348	100	9	—	СКВГ-3	1,75	2	—	
		305	100	10	—					
2000	5—20	28Б7	50	1	—	СКВГ-3	1,75	1	—	
3000	5—20	28Б7	50	1	—	СКВГ-3	1,75	1	—	

Табл. 4.36. Размерные ряды типовых участков изготовления стержней

Показатели	Мощность участка,			
	14000—20000		4000—6000	8000—10000
Ориентировочные расчетные данные участка:				
шт./год	133 000—191 000		53 000—80 000	46 000—51 000
т/ч	3,6—5,2		1—1,5	2—2,6
шт./ч	34—49		14—20	12—15
Количество поточных линий изготовления стержней, шт.	2		1	1
	1-я линия	2-я линия	—	—
Габаритные размеры стержневого ящика, мм:				
максимальные	1500×1200×1000×800× ×750 ×600		1500×1200× ×750	1500×1200× ×750
минимальные	600×500× ×450		600×500× ×450	600×500× ×450
Размеры унифицированного основания, мм:				
длина	<1500	<1000	<1500	<1500
ширина	1200	800	1200	1200
Размеры унифицированной сушильной плиты, мм:				
длина	1500	1000	1500	1500
ширина	1200	800	1200	1200
Вес стержня, кг:				
минимальный	40	40	40	40
максимальный	600	400	600	600
расчетный	250	100	75	175
Принятое в проекте расчетное количество стержней:				
т/год	14700	11700	4400	10170
шт./год	58650	117300	58650	58650
т/ч	3,75	3	1,15	2,6
шт./ч	15	30	15	15
Ритм работы поточных линий изготовления и окраски стержней, мин	4	2	4	4

из жидких самотвердеющих смесей и их характеристика

т/год стержней	Мощность участка,				
	6000—8000		12000—16000	8000—10000	16000—20000
80 000—107 000	160 000—214 000		32 000—40 000	64 000—80 000	
1,5—2	3,1—4,1		2—2,5	4,1—5,1	
21—28	41—55		9—11	17—21	
1	2		1	2	
—	1-я линия	2-я линия	—	1-я линия	2-я линия
1000×800× ×600	1000×800× ×600	1000×800× ×600	1500×1200× ×750	1500×1200× ×750	1500×1200× ×750
600×500× ×450	600×500× ×450	600×500× ×450	800×600× ×450	800×600× ×450	800×600× ×450
<1000	<1000	<1000	<1500	<1500	1500
800	800	800	1200	1200	1200
1000	1000	1000	1500	1500	1500
800	800	800	1200	1200	1200
40	40	40	200	200	200
200	200	200	600	600	600
75	75	75	250	250	250
9000	9000	9000	14700	14700	14700
117300	117300	117300	58650	58650	58650
2,3	2,3	2,3	3,75	3,75	3,75
30	30	30	15	15	15
2	2	2	4	4	4

Табл. 4.37. Характеристика машин для изготовления стержней по горячим ящикам

Марка машины	Вес стержня, кг	Разъем стержневого ящика	Размеры стержневого ящика, мм	Нагревательной емкости	Производительность на сырой смеси, стержней/ч	Фенолоформальдегидный связующий		Стержни	Количество операций	Габариты машины, мм	Вес машины, кг
						Фенолоформальдегидный	Связующий				
Однопозиционная мод. 451 (НИИТАвтомпром)	До 6	Вертикальный	400×200×320	Электрический	40	80—100	Цельные	1	2175×1385×2385	2000	
Однопозиционная мод. 4544 (НИИТАвтомпром)	До 6	То же	400×400×200	То же	—	—	То же	1	—	—	
Однопозиционная мод. 3128-5Н (Красная Пресня)	До 6	»	680×350×240	»	—	80—110	»	1	1620×1350×3250	—	
Однопозиционная мод. 4544А (НИИТАвтомпром)	10—16	»	450×200×500	Электрический; газовый	40	60—90	»	1	4270×2660×1960	7900	
Однопозиционная мод. 4719 (НИИТАвтомпром)	10—16	»	450×200×550	То же	40	60—90	»	1	4270×2880×1960	8200	
Однопозиционная машина (НИИТАвтомпром)	10—16	»	620×400×200	»	40	60—90	»	1	—	—	
Челочная (ЗИЛ)	—	»	240×220×100	Электрический	—	—	»	1	—	—	
Однопозиционная мод. 4720 (НИИТАвтомпром)	25—40	»	800×400×400	То же	30	50—60	»	1	2550×2950×3380	11360	
Однопозиционный автомат мод. 4548 (НИИТАвтомпром)	—	»	800×600×400	»	—	—	Оболочковые	—	—	—	

Продолжение

Марка машины	Вес стержня, кг	Разъем стержневого ящика	Размеры стержневого ящика, мм	Нагревательной емкости	Производительность на сырой смеси, стержней/ч	Фенолоформальдегидный связующий		Стержни	Количество операций	Габариты машины, мм	Вес машины, кг
						Фенолоформальдегидный	Связующий				
Однопозиционный автомат мод. 91873 (НИИЛитмаш)	—	Вертикальный	500×400×300	Электрический	30	50—60	Оболочковые	1	2550×2950×3380	11360	
Однопозиционный автомат мод. 91874 (НИИЛитмаш)	—	То же	600×500×350	То же	—	—	То же	—	—	—	
Однопозиционный автомат мод. 91875 (НИИЛитмаш)	—	»	700×550×350	»	—	—	»	—	—	—	
Двухпозиционная мод. 4554 (НИИТАвтомпром)	2,5	»	220×200×150	»	60—70	80—100	—	1	1060×1570×2385	1970	
Двухпозиционная мод. 4725 (НИИТАвтомпром)	6,0	Горизонтальный	400×320×200	»	—	—	—	—	2210×2100×2250	5500	
Двухпозиционная мод. 4710 (НИИТАвтомпром)	6,0	Вертикальный	320×250×160	»	60—70	80—100	—	1	2150×1500×2385	2100	
Двухпозиционная мод. 4705 (НИИТАвтомпром)	10—16	Горизонтальный	830×300×200	»	40—50	60—80	—	—	3380×2805×3020	10000	
Двухпозиционная мод. 4728 (НИИТАвтомпром)	24—40	То же	1120×800×400	Газовый	—	50—70	—	—	7500×3700×3600	18000	
Двухпозиционная мод. 4729 (НИИТАвтомпром)	24—40	»	1120×800×400	То же	—	50—70	—	—	5200×4500×3600	15000	
Карусельная мод. 4532 (НИИТАвтомпром)	1,0	Вертикальный	220×80×110	Электрический	240—260	300—360	Цельные	1	2300×2195×2330	5800	
Карусельная мод. 4701 (НИИТАвтомпром)	2,5	То же	330×160×200	То же	120—160	220—260	То же	1	4500×2000×3600	9600	
Карусельная мод. 4509А (НИИТАвтомпром)	6,0	Горизонтальный	400×300×200	Электрический; газовый	120—150	200—220	»	1	4075×2700×3150	14000	
Карусельная мод. 4709 (НИИТАвтомпром)	25,0	То же	550×500×250	Электрический	80—90	100—110	»	1	3885×2715×3295	16500	

Табл. 4. 38. Центробежные машины для изготовления оболочковых стержней

Модель	Характеристика конструкций	Стержневой ящик		Производительность, стержней/ч	Назначение стержней
		диаметр, мм	длина, мм		
ЦУОГ-1	Механизированная одноконсольная с горизонтальной осью вращения	300	500	25—35	Отливки корпусов электродвигателей
ЦУОГ-2	Одноконсольный автомат с горизонтальной осью вращения	450	700	30—40	То же
ЦУОГ-3	Одноконсольный автомат с горизонтальной осью вращения	300	500	50—60	Отливки деталей типа втулок, гильз, корпусов электродвигателей
Типа ЦУОГ-1	Механизированная одноконсольная с горизонтальной осью вращения	1000	1000	10—15	То же
ЦУОГ-1М	Одноконсольный автомат с горизонтальной осью вращения	125	400	30—40	Отливки тракторных гильз
961-12	Механизированная одноконсольная с горизонтальной осью вращения	400	625	15—20	Отливки типа барабанов электромостовых и козловых кранов
961-14	То же	500	600	—	То же
ЦКГ-1	Полуавтомат каткового типа с горизонтальной осью вращения	1000	300	—	Отливки дизельных втулок и гильз
961-13	Автоматическая однопозиционная с вертикальной осью вращения	500	150	40—60	Расрубные части водопроводных труб
АЦИС-6	Автоматическая карусельная шестипозиционная с горизонтальной осью вращения	120	400	120	Отливки тракторных ребристых цилиндров
АЦИС-10	Автоматическая десятипозиционная роторного типа с горизонтальной осью вращения	120	400	240	Отливки тракторных и автомобильных гильз цилиндров

ящиков. Для интенсификации процесса отверждения стержни в ящике продувают воздухом.

На позиции I приготавливается смесь и ею заполняется стержневой ящик (пескострельным способом), затем ящик последовательно перемещается на позиции II—IV для продувки стержней сжатым воздухом. На позициях V—VII стержни доотверждаются за счет выдержки в ящике. Позиция VIII предназначена для протяжки стержней из ящика и выдачи их за пределы машины.

Производительность автомата равна 150—180 съёмов/ч, максимальные размеры стержневого ящика— 300×125/125×200 мм, размер стержневых ящиков — вертикальный, установленная мощность—

Табл. 4.39. Линии изготовления оболочковых стержней

Линии	Наибольший вес стержня, кг	Производительность, съёмов/ч	Габаритные размеры стержневого ящика, мм	Основное оборудование	Краткая характеристика работы линии
Автоматическая линия на базе автомата мод. АКС-10	0,8	200	300×250×200	Автомат мод. АКС-10; толкающий конвейер с автоматическим адресованием	Стержни из смеси на основе терморепрессивных смол. Производятся калибровка и автоматическое адресование потребителям
Автоматическая линия на базе автомата мод. АКС-8	1,5	100	400×300×400	Автомат мод. АКС-8; толкающий конвейер с автоматическим адресованием	То же
Автоматическая линия на базе автомата мод. 4506	8,0	90	400×460×700	Автомат мод. 4506; толкающий конвейер с автоматическим адресованием	То же

3,2 кВт, расход воздуха — 0,5 м³/цикл, габаритные размеры автомата — 3600×3600×2210 мм, вес — 9100 кг. Автомат изготавливает стержни II—IV классов сложности.

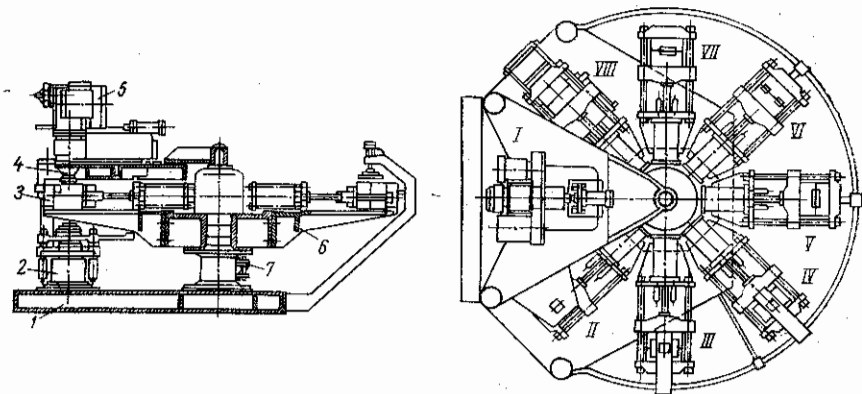


Рис. 4.17. Автомат мод. 4716 для изготовления стержней из холоднотвердеющей смеси:

1 — основание; 2 — пневмоцилиндр поджима секции с ящиком к пескометной головке; 3 — стержневой ящик; 4 — пескострельная головка; 5 — смеситель; 6 — карусельный стол; 7 — цилиндр фиксации карусели

4.2.3. Изготовление стержней пескострельным, пескодувным и встряхивающим методами

Машины и линии для изготовления стержней подбираются и рассчитываются на программу после определения весовых групп стержней, габаритов стержневых ящиков, количества стержней и их веса. При наличии документации количество стержней на годовую программу и вес определяют подетально, при отсутствии — по приведенной программе. Разбивка стержней на весовые группы и определение размеров стержневых ящиков производится согласно табл. 4.32 и 4.33.

В зависимости от веса стержней и объема программы по таблицам размерных рядов подбирают стержневой участок. Для каждого участка рекомендуется оптимальный метод уплотнения стержней и оборудования. На участке могут изготавливаться стержни одной или нескольких весовых групп. Стержневое отделение может состоять из одного или нескольких участков. Стержневые участки отделения комплектуются стержневыми машинами, автоматическими или механизированными линиями.

Основной выбор стержневой машины является вес стержня и максимальные размеры стержневого ящика. Для создания линий изготовления стержней используют типовые стержневые машины (табл. 4.40, 4.41), пескометы и комплекс другого технологического и транспортного оборудования.

Табл. 4.40. Характеристика стержневых пескострельных машин

Оборудование	Наибольший вес стержня, кг	Производительность, циклов/ч	Размеры стержневого ящика, мм	Габаритные размеры машины, мм	Вес, т
Полуавтоматическая настольная пескострельная машина мод. 348	2,5	360	300×250×300	920×645×1465	0,42
Пескострельный стержневой полуавтомат мод. 2Б83	6,0	400	400×300×400	940×730×2050	1,30
Пескострельный стержневой полуавтомат мод. 2Б85	16,0	200	600×500×490	1565×1100×2700	3,00
Пескострельный стержневой полуавтомат мод. 2Б87	40,0	160	800×600×400	2275×1805×3440	6,30
Пескострельный стержневой полуавтомат мод. 2Б89	100,0	125	1000×800×450	240×1810×3650	7,80

Количество стержневых машин для проектируемого отделения определяется по формуле

$$M_c = \frac{N_c}{(T_d - t)q_c} \cdot \xi \quad (4.42)$$

где M_c — расчетное количество стержневых машин, шт.;
 N_c — количество съемов стержневых ящиков на годовую программу по весовым группам, закрепленным за данным типом машин;
 T_d — действительный годовой фонд работы машин, ч;
 t — потери времени на смену стержневых ящиков за год, ч;
 q_c — производительность машины, съемов/ч.

На пескодувных машинах, оборудованных универсальными надувными плитами, смена вкладышей осуществляется в течение 5—6 мин. Рекомендуется замену стержневых ящиков производить в нерабочее время. Минимальная партия изготавливаемых стержней должна обеспечивать непрерывную работу машин в течение 3—4 ч.

Современное литейное оборудование и накопленный опыт по проектированию литейных цехов позволяют полностью механизировать изготовление стержней путем создания поточных автоматизированных или комплексно-механизированных линий.

В табл. 4.42 представлены линии изготовления стержней для массового, крупносерийного, серийного, мелкосерийного и единичного производства, разработанные институтами НИИЛитмаш,

Табл. 4.41. Характеристика стержневых поворотно-вытяжных и встряхивающих машин

Оборудование	Наибольший вес стержня, кг	Производительность	Размеры стержневого ящика, мм	Пропускная способность, кг/с	Габаритные размеры, мм	Установочная мощность, кВт	Вес, т
<i>Машины стержневые поворотно-вытяжные</i>							
Стержневая поворотно-вытяжная машина мод. 28П16М	25,0	200 циклов/ч	—	200	2450×2000×2560	4,5	3,00
Стержневая поворотно-вытяжная машина мод. 28П18М	60,0	160 циклов/ч	(800—900)×(600—700)×(150—400)	400	2865×2000×2335	4,5	3,60
Стержневая поворотно-вытяжная машина мод. 28П110М	160,0	100 циклов/ч	1100×(800—900)×(250—500)	500	3330×2600×2960	10,0	5,90
<i>Машины стержневые пневматические встряхивающие</i>							
Стержневая пневматическая встряхивающая машина с поворотным столом мод. 2М284	—	50 стержней/ч	600×400×300	120	1475×1440×1650	—	1,00
Стержневая пескоструйная машина мод. 28ЭМ	—	360 стержней/ч	250×150×(20—200)	—	900×650×1900	—	0,35

7. Логинов И. З.

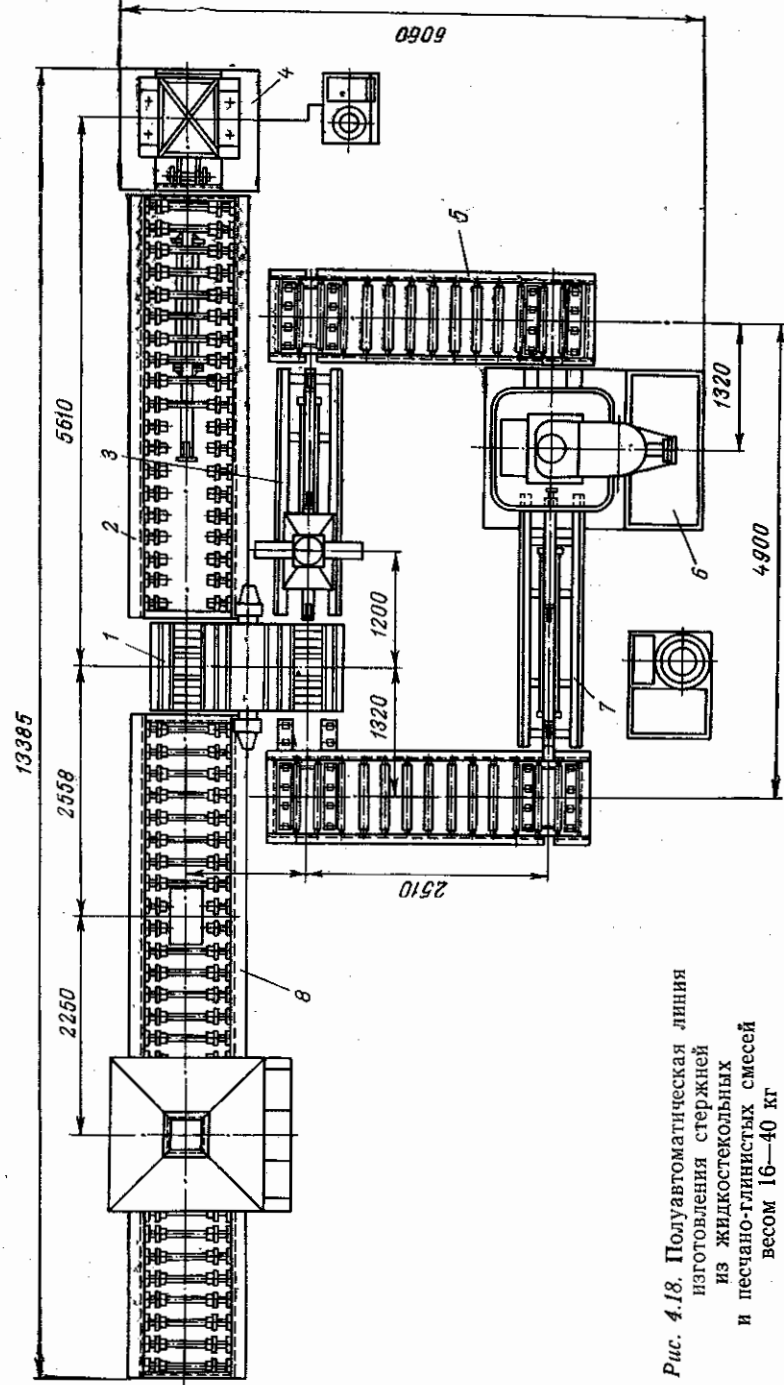


Рис. 4.18. Полуавтоматическая линия изготовления стержней из жидкостекольных и песчано-глинистых смесей весом 16—40 кг

97

НИИТАвтопром, НИИТракторосельхозмаш, Оргстанкинпром, Гипростанок, Гипротяжмаш, ВПТИТяжмаш. На этих линиях предусмотрено изготовление стержней из разных смесей с различными габаритными размерами и весом для производства как чугунных, так и стальных отливок. Линии с общим технологическим процессом, однотипным основным оборудованием и аналогичной схемой организации технологического процесса объединяются в один тип линий, которые отличаются одна от другой весом изготавливаемых стержней, размером стержневых ящиков и производительностью. При проектировании стержневых отделений с использованием размерных рядов стержневых участков потребное количество автоматических или механизированных линий определяется по формуле

$$M_d = \frac{Q1000}{m q_d T_d \eta},$$

где M_d — расчетное количество линий, шт.;
 Q — проектная мощность размерного ряда, т/год;
 m — вес стержней в одном стержневом ящике, кг;
 q_d — производительность линии, съемов/ч;
 T_d — действительный годовой фонд работы линии, ч;
 η — коэффициент загрузки линии ($\eta = 0,8$).

Типовые базовые автоматические линии изготовления стержней для массового и крупносерийного производства мод. Л9128Б5, Л9128Б7 и Л9128Б9 разработаны ВНИИЛитмашем. Линии предназначены для изготовления стержней весом до 16, 40 и 100 кг из песчано-глинистых смесей с последующей тепловой сушкой.

Технические характеристики автоматических линий приведены в табл. 4.43.

На рис. 4.18 представлена полуавтоматическая линия изготовления стержней весом от 16 до 40 кг из жидкостекольных и песчано-глинистых смесей. Линия может быть применена в массовом, крупносерийном и мелкосерийном производстве. Линия построена на базе пескострельного стержневого полуавтомата мод. 28Б7 и поворотной-вытяжной машины мод. 28П8. Пустые ящики транспортером 7 подаются к пескострельному полуавтомату 6 для наполнения смесью. Наполненный ящик выталкивается из полуавтомата следующим за ним пустым ящиком, дважды меняет на рольганге 5 направление движения, а затем шаговым транспортером подается в продвигательную машину. После продувки ящик подается в поворотную-вытяжную машину 1, в которую предварительно автоматически поступает сушильная плита, затем стержень на сушильной плите сталкивается на приводной рольганг 8 очередной пустой плитой, которая подается в поворотную-вытяжную машину толкателем рольганга 2. Плиты подаются на рольганг укладчиком 4. Шаговый транспортер 3 подает в машину следующий ящик со стержнем, сталкивая при

Табл. 4.42. Характеристика линий изготовления стержней

Линия	Наибольший вес стержня, кг		Производительность, съемов/ч	Габаритные размеры стержневого ящика, мм	Основное оборудование		Краткая характеристика работы линии
	1	2			3	4	
Автоматическая линия на базе машин мод. 348	2,5	750	300×250×300	300×250×300	Машин мод. 348, вертикальное конвейерное сушило, толкающий конвейер с автоматическим адресованием	Пескострельный метод уплотнения, тепловая сушка, окраска, продувка после окраски, калибровка, автоматическое адресование потребителям	
Автоматическая линия на базе машин мод. 305	6,0	600	400×300×300	400×300×300	Машин мод. 305, вертикальное конвейерное сушило, толкающий конвейер с автоматическим адресованием	То же	
Автоматическая линия на базе пескострельной машины	2,5	200	800×500×300	800×500×300	Пескострельные машины, вертикальное сушило, толкающий конвейер с автоматическим адресованием	Пескострельный метод уплотнения, тепловая сушка, окраска, продувка после окраски, калибровка, автоматическое адресование потребителям	
Автоматическая линия на базе машин мод. 310	50,0	150	950×450×200	950×450×200	Машин мод. 310, вертикальное конвейерное сушило, толкающий конвейер с автоматическим адресованием	Пескострельный метод уплотнения, тепловая сушка, окраска, продувка после окраски, калибровка, автоматическое адресование потребителям	
Автоматическая линия на базе машин мод. 348	2,5	750	300×250×300	300×250×300	Машин мод. 348, толкающий конвейер с автоматическим адресованием	Пескострельный метод уплотнения, продувка стержней СО ₂ , окраска, калибровка, автоматическое адресование потребителям	То же
Автоматическая линия на базе машин мод. 815	6,0	400	400×300×300	400×300×300	Машин мод. 815, толкающий конвейер с автоматическим адресованием	То же	
Автоматическая линия на базе машин мод. 833	50,0	150	950×450×200	950×450×200	Машин мод. 833, толкающий конвейер с автоматическим адресованием	То же	

Комплексно-механизированные и механизированные линии для серийного, мелкосерийного и единичного производства	
Механизированная линия на базе полуавтоматических машин мод. 305	6,0 360 400×300×400
Комплексная механизированная линия на базе полуавтоматической машины по типу мод. 28Б5	16,0 95 600×500×500
Комплексная механизированная линия на базе полуавтоматической машины по типу мод. 28Б7	40,0 65 800×600×400
Комплексная механизированная линия на базе полуавтоматической машины по типу мод. 28Б9	100,0 50 1000×800×450
Механизированная линия на базе пескострельной машины мод. 305	6,0 360 400×300×400
Комплексная механизированная линия на базе полуавтоматической машины мод. 28Б5	16,0 95 600×500×500
Комплексная механизированная линия на базе полуавтоматической машины по типу мод. 28Б7	40,0 60 800×600×400
Комплексная механизированная линия на базе полуавтоматической машины по типу мод. ППП-10	100,0 40 1000×800×450
То же	250,0 25 1250×1000×550
»	40,0 28 800×600×400
»	100,0 20 1000×800×450
»	250,0 11 1250×1000×550

Полуавтоматическая стержневая пескострельная машина мод. 305 (2 шт.), сушило СКВГ-2

Полуавтоматическая стержневая пескострельная машина по типу мод. 28Б5, поворотной-протяжная машина

Полуавтоматическая стержневая пескострельная машина по типу мод. 28Б7, поворотной-протяжная машина

Полуавтоматическая стержневая пескострельная машина по типу мод. 28Б9, поворотной-протяжная машина

Полуавтоматическая стержневая пескострельная машина мод. 305 (2 шт.)

Полуавтоматическая стержневая пескострельная машина по типу мод. 28Б5

Уплотнение стержней пескострельным способом, упрочнение тепловой сушкой или автоматической продувкой CO₂

Уплотнение стержней пескострельным способом, упрочнение тепловой сушкой или автоматической продувкой CO₂

Табл. 4.43. Техническая характеристика автоматических линий

Показатели	Автоматические линии моделей		
	Л9128Б5	Л9128Б7	Л9128Б9
Вес стержня, кг	До 16	До 40	До 100
Размеры стержневого ящика, мм	630×500×300	900×630×320	1000×800×380
Высота сушильной плиты, мм	60	60	80
Расчетная продолжительность цикла работы линии, сек	25	30	38
Количество ящиков, обеспечивающих расчетную продолжительность цикла	Не менее 5	Не менее 5	Не менее 5
Минимальное количество ящиков	2	2	2
Высота рольгангов над уровнем пола, мм	600	600	600
Давление в сети сжатого воздуха, атм	6—7	6—7	6—7
Установленная мощность электродвигателей, кВт	16,3	12,2	18,1
Расход воздуха, нм ³ /цикл	0,7	1,0	1,5
Габаритные размеры линии, мм:			
длина	8460	5700	6460
ширина	4960	4400	4960
высота	3100	2900	3270
Вес линии, кг	15400	18200	21750

этом пустой ящик на рольганг (слева по плану), где его вручную готовят к следующему циклу. Площадь, занимаемая линией, составляет 39 м². Линию обслуживают три человека.

Техническая характеристика линии

Вес стержней, кг	16—40
Производительность линии, циклов/ч	70
Размеры, мм:	
стержневого ящика	800×600×400
сушильной плиты	800×600×50
Расход воздуха, нм ³ /ч	200
Установленная мощность электродвигателей, кВт	16
Габаритные размеры линии, мм	13385×6060×3515

4.2.4. Изготовление стержней пескострельным методом

Метод изготовления стержней набивкой пескострельным методом успешно применяется для средних и крупных стержней в серийном, мелкосерийном и единичном производстве. Характеристики пескострельных методов приведены в табл. 4.12. Расчет потребного количества пескострельных методов ведется аналогично расчету количества пескострельных методов при формовке.

На базе пескострельных методов созданы линии изготовления стержней весом до 2500 кг (табл. 4.44).

Линия для изготовления стержней весом до 600 кг показана на рис. 4.19. Линия построена на базе передвижного пескострельного метода и предназначена для набивки стержней из жидкостекольных и песчано-глинистых смесей в серийном, мелкосерийном и единичном производстве. Производительность линии 12 стержней в час, габаритные размеры стержневого ящика — 1600×1250×600 мм. Упрочнение

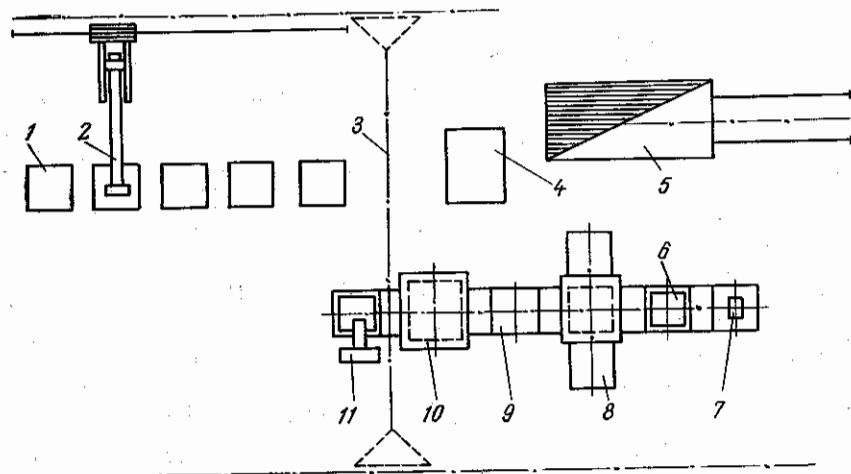


Рис. 4.19. Линия изготовления стержней весом до 600 кг на базе пескомета:

1 — позиция подготовительных операций; 2 — пескомет передвижной с дистанционным управлением производительностью 12,5 м³/ч; 3 — кран-балка грузоподъемностью 5 т; 4 — стеллаж для стержневых плит; 5 — камерное сушило; 6 — стержневой ящик; 7 — стержень; 8 — поворотно-протяжная машина; 9 — конвейер роликковый; 10 — установка для продувки стержней СО₂ (ритм 5 мин); 11 — механизм для накалывания стержней.

Табл. 4.44. Линии изготовления стержней на базе пескометов

Линия	Наибольший вес стержня, кг	Производительность, стержней/ч	Габаритные размеры стержневого ящика, мм	Основное оборудование	Краткая характеристика работы линий
Механизированная линия на базе пескомета	600	12	1600x1250x600	Пескомет передвижной с дистанционным управлением, кантователь	Уплотнение стержней с помощью пескомета, упрочнение тепловой сушкой или продувкой СО ₂
То же	1000	6	2000x1600x1600	То же	То же
»	2500	3	2500x2000x600	»	»

стержней производится тепловой сушкой или продувкой углекислым газом. Подготовительные работы и набивка стержней пескометом выполняются на плацу одновременно по четырем-пяти ящикам, а все последующие операции — на позициях конвейера.

4.2.5. Изготовление стержней из жидких самотвердеющих смесей

В серийном, мелкосерийном и единичном производстве прогрессивным является метод изготовления средних и крупных стержней

из жидких самотвердеющих смесей, впервые разработанный в СССР.

Типовой участок изготовления стержней из жидких самотвердеющих смесей для чугуна и стального литья показан на рис. 4.20. Участок состоит из двух полуавтоматических линий общей мощностью при двухсменном режиме работ 14 000—18 000 т в год.

На первой линии смонтирована установка для приготовления смеси производительностью 3 т/ч, из которой могут заливаться стержни весом от 40 до 300 кг с максимальным размером стержневого ящика 1500×1200×750 мм. Производительность линии составляет 22 стержня в час (два стержня в ящике) или 12 ящиков в час (общее количество стержневых ящиков 12 шт./ч); расход стержневой смеси — 7200 т/год.

На линии выполняются операции приготовления жидких самотвердеющих смесей; заливки смеси в стержневые ящики; поверхностное уплотнение смеси; срезание излишков и заглаживание поверхности смеси; накладывание плиты на стержневой ящик перед кантовкой, кантовка стержневых ящиков, первичная и вторичная покраска стержней и подсушка их после покраски; мойка плит и сушка.

На второй линии смонтирована установка для приготовления смеси производительностью 6 т/ч. Развес стержней составляет 300—1300 кг с максимальным габаритом стержневого ящика 2000×1500×1000 мм; производительность линии — 4 стержня в час (общее количество стержневых ящиков 4 шт./ч); общий расход смеси — 10 000 т/год. Стержень с максимальным весом заливают двумя-тремя замесами. Технологический процесс этой линии аналогичен первой. На участке предусмотрено применение унифицированной оснастки, протяжных и разборных стержневых ящиков. Все работы механизированы и частично автоматизированы.

В зависимости от компоновки цеха оснастка к поточным линиям подается лифтами, автопогрузчиками, тельферами и кранами. Сыпучие компоненты смеси подаются на участок пневмотранспортером, а жидкие составляющие — по трубопроводу.

Стержневые ящики и готовые стержни транспортируются с помощью кромочных рольгангов со штанговым гидравлическим толкателем. Передача с одного рольганга на другой осуществляется с помощью тележки с приводным рольгангом. Комплектование стержней производится консольными поворотными кранами и кранами-балками. На склад стержни поступают на стеллажах.

Площадь, занимаемая участком, составляет (по планировке): при одноэтажном здании — 1440 м², при двухэтажном — 1870 м². Участок, показанный на рис. 4.20, рекомендуется располагать в одноэтажном здании. Число работающих на участке составляет 77 человек. Из них производственных рабочих — 50 (заливщиков стержней — 4, операторов — 22, стерженщиков — 24), вспомогательных — 20, ИТР — 5, СКП и МОП — 2 человека. Оборудование линий участка дано в табл. 4.45.

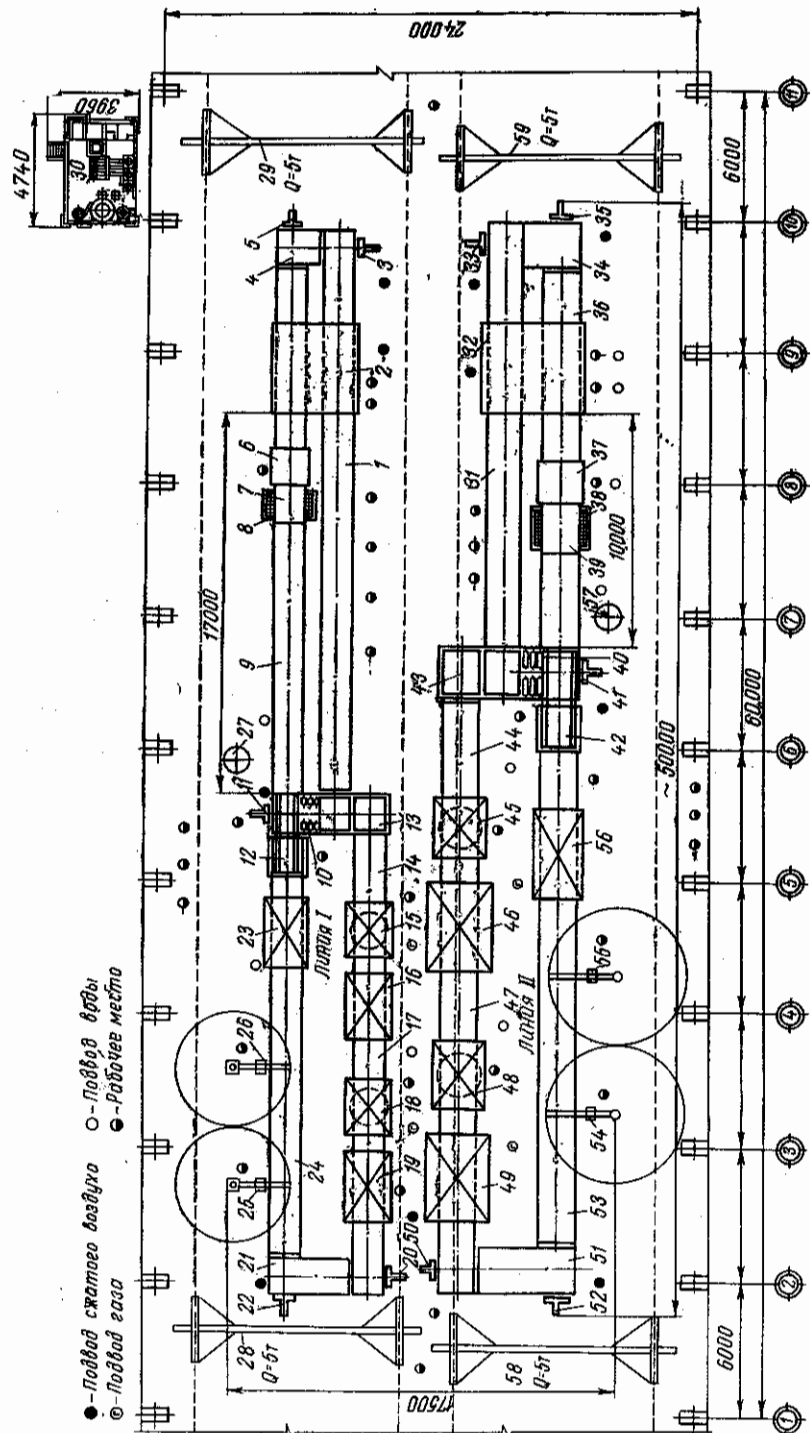


Рис. 4.20. Типовой участок изготовления стержней весом 40—1300 кг из жидких самотвердеющих смесей

Табл. 4.45. Основное оборудование участков (к рис. 4.20)

Номер по плану	Оборудование и его основные размеры	Мощность единицы, кВт	Количество единиц
Первая линия			
1	Кромочный ролик со штанговым гидравлическим толкателем для подачи и подготовки средних стержневых ящиков. Длина 25 м	—	1
2	Полуавтоматическая установка для приготовления жидких самотвердеющих смесей производительностью 3 т/ч	7	1
3	Толкатель для переталкивания подготовленных стержневых ящиков на шариковый стол. Усилие толкания 400 кгс	—	1
4	Шариковый стол размером 1600×2000 мм	—	1
5	Толкатель для передачи среднего стержневого ящика под заливку. Усилие толкания 400 кгс	—	1
6	Механизм поверхностного уплотнения смеси размером 1500×1200 мм	—	1
7	Механизм для срезания излишков смеси и заглаживания поверхностей для ящиков размером 1500×1200 мм	0,5	1
8	Решетка для просыпи размером 1200×2200 мм	—	1
9	Кромочный ролик со штанговым гидравлическим толкателем для передачи залитых средних стержневых ящиков. Длина 24 м	—	1
10	Ролик передаточной тележки. Ширина 1700 мм	1,7	1
11	Толкатель для передачи залитых средних стержневых ящиков на кантовку. Усилие толкания 400 кгс	—	1
12	Манипулятор для укладки плит на средние стержневые ящики перед кантовкой. Габаритные размеры стержневого ящика 1500×1200 мм	—	1
13	Кантователь средних стержневых ящиков размером 1500×1200 мм	7,0	1
14	Кромочный ролик со штанговым гидравлическим толкателем. Длина 3,5 м	—	1
15	Камера для окраски средних стержней с механизированным поворотным кругом. Диаметр круга 1,6 м	1,7	1
16	Сушило проходное для подсушки стержней после первой окраски с механизированной загрузкой и выгрузкой и механизированным подом. Площадь пода 1,6×1,4 м. Топливо—газ. Температура сушки 200° С	2,8	2
17	Кромочный ролик со штанговым гидравлическим толкателем. Длина 3,5 м	—	1
18	Камера для окраски средних стержней с механизированным поворотным кругом. Диаметр круга 1,6 м	1,7	1
19	Сушило проходное для подсушки средних стержней после второй окраски с механизированной загрузкой и выгрузкой и механизированным подом. Площадь пода 3,2×1,4 м. Топливо—газ. Температура 300° С	—	1
20	Толкатель для передачи стержня на плите. Усилие толкания 400 кгс	—	1
21	Ролик передаточный. Ширина 1,6 м	1,7	1
22	Толкатель для передачи плит. Усилие толкания 400 кгс	—	1
23	Камера для мойки плит с механизированным подом и сушкой плит. Габаритные размеры 3,2×1,4 м	2,8	1
24	Кромочный ролик со штанговым гидравлическим толкателем. Длина 1,3 м	—	1

1	2	3	4
25	Кран консольный поворотный грузоподъемностью 500 кГс. Вылет стрелы 4 м	2,5	1
26	Кран консольный поворотный грузоподъемностью 500 кГс. Вылет стрелы 4 м	2,5	1
27	Краскомешалка с пульверизатором емкостью 40 л	2,8	1
28	Кран-балка подвесная грузоподъемностью 5000 кГс. Пролет 11,5 м	33,1	1
29	То же	33,1	1
30	Установка для приготовления жидкой композиции	7,4	1
<i>Вторая линия</i>			
31	Кромочный рольганг со штанговым гидравлическим толкателем для подачи и подготовки стержневых ящиков. Длина 19 м	—	1
32	Полуавтоматическая установка для приготовления жидких самотвердеющих смесей производительностью 6 т/ч	7,0	1
33	Толкатель для переталкивания подготовленных стержневых ящиков на шариковый стол. Усилие толкания 400 кГс	—	1
34	Шариковый стол размером 2,0×1,6 м	—	1
35	Толкатель для передачи крупного стержневого ящика под заливку. Усилие толкания 400 кг	—	1
36	Кромочный рольганг со штанговым гидравлическим толкателем для передачи залитых крупных стержневых ящиков. Длина 17 м	—	1
37	Механизм поверхностного уплотнения смеси для ящика размером 2000×1500 мм	—	1
38	Решетка для просыпи размером 1,6×2,1 м	—	1
39	Механизм для срезания излишков смеси и заглаживания поверхностей для ящика размером 2000×1500 мм	0,5	1
40	Рольганг передаточный для ящика размером 2000×1500 мм	28,0	1
41	Толкатель для передачи залитых крупных стержневых ящиков на кантовку. Усилие толкания 500 кГс	—	1
42	Манипулятор для укладки плит на крупные стержневые ящики перед кантовкой для стержневого ящика размером 2000×1500 мм	—	1
43	Кантователь для крупных стержневых ящиков размером 2000×1500 мм	7,0	1
44	Кромочный рольганг со штанговым гидравлическим толкателем для подачи стержней к окрасочной камере. Длина 4,5 м	—	1
45	Камера окраски крупных стержней с поворотным кругом. Габаритные размеры ящика 2000×1500×1000 мм	2,8	1
46	Сушило проходное для подсушки крупных стержней с механизированной загрузкой и выгрузкой и механизированным подом. Площадь пода 8,0×1,6 м. Топливо—газ	2,8	1
47	Кромочный рольганг со штанговым гидравлическим толкателем. Длина 4,5 м	—	1
48	Камера окраски крупных стержней. Габаритные размеры стержневого ящика 2000×1500×1000 мм	2,8	1
49	Сушило проходное для подсушки крупных стержней после вторичной окраски. Габаритные размеры стержневого ящика 2000×1500×1000 мм. Топливо—газ	2,8	1
50	Толкатель. Усилие толкания 500 кГс	—	1
51	Рольганг передаточный для ящика размером 2000×1500 мм	1,7	1
52	Толкатель. Усилие толкания 500 кГс	—	1

1	2	3	4
53	Кромочный рольганг со штанговым гидравлическим толкателем. Длина 15,5 м	—	1
54	Кран консольный поворотный, грузоподъемностью 500 кГс. Вылет стрелы 4,5 м	2,5	1
55	То же	2,5	1
56	Камера мойки плит размером 4,2×1,6 м	—	1
57	Краскомешалка с пульверизатором емкостью 50 л	1,7	1
58	Кран-балка подвесная грузоподъемностью 5000 кГс. Пролет 11,5 м	33,1	1
59	То же	33,1	1
—	Насосная станция гидравлики кромочных конвейеров двух линий, состоящая из двух насосов производительностью 100 л/мин и давлением 54 кГс/см ²	28,0	1

4.2.6. Расчет площадей стержневого отделения

Величина площади стержневого отделения зависит от серийности производства, габаритов стержней и установленного оборудования. В литейных цехах массового и крупносерийного производства с использованием автоматических и механизированных линий изготовления стержней площади стержневых отделений составляют 50—100% площади формовочного отделения.

В цехах с высокой механизацией площадь стержневого отделения определяется планировкой оборудования, рабочих мест, установкой транспорта, складских помещений, проездов и проходов.

При изготовлении стержней на плацу расчет площадей отделения может производиться по количеству рабочих мест. По укрупненным показателям площадь на одно рабочее место составляет для мелких стержней 6 м², средних — 8, крупных — 12 м².

Более точный расчет площадей производится по схеме планировки рабочего места (см. рис. 4.9). Рекомендуется применять $L = 2,5B + 5k$, $M = A + 2k$, $k = 300$ мм.

Площади у стен колонн, не обслуживаемые краном, не учитываются при расчете. Ритмичная работа стержневого участка по изготовлению и выдаче готовой продукции обеспечивается суточным запасом оснастки и готовых стержней. При расчете площадей участка необходимо предусматривать площади для хранения стержневых ящиков и стержней.

По данным ВПТИТяжмаш и УЗТМ полезная площадь для хранения стержневых ящиков в течение суток равна

$$S = \frac{T16\Phi K_1 K_2 K_3}{\Pi}$$

где $T16$ — суточное количество стержневых ящиков, шт. (16 — время работы участка в сутки, ч);

Φ — площадь, занимаемая самым большим стержневым ящиком, м²;

K_1 — коэффициент усреднения размеров ящика;

K_2 — коэффициент серийности литья;

K_3 — коэффициент повторяемости стержня на форму;

Π — этажность хранения стержневых ящиков.

Значения коэффициентов для стержней различного веса в мелкосерийном и индивидуальном производстве приведены в табл. 4.46.

Табл. 4.46. Значение коэффициентов для расчета площадей хранения стержневых ящиков

Параметры	Вес стержней, кг						
	до 16	16—40	40—100	100—300	300—700	700—1700	свыше 1700
Φ	0,3	0,42	0,8	0,63	1,00	1,82	6,25
K_1	0,6	0,60	0,7	0,70	0,70	0,70	0,70
K_2	0,7	0,70	0,7	0,70	0,85	0,85	0,85
K_3	0,9	0,90	0,9	0,90	0,90	0,90	0,90
Π	5,0	4,00	3,0	3,00	1,00	2,00	2,00

Общая площадь с учетом проходов рассчитывается по формуле

$$S_{\text{общ}} = S_f,$$

где f — коэффициент, учитывающий проходы (для стержневых ящиков до 100 дм³ $f=2$, от 100 до 700 дм³ — 1,5).

Полезная площадь для хранения суточного запаса сухих стержней находится по формуле

$$S_{\text{ст}} = \frac{T16\Phi K_1}{\Pi},$$

где $T16$ — суточное количество стержней, шт.;

Φ — площадь, занимаемая самым большим стержнем, м²;

K_1 — коэффициент усреднения размеров стержня;

Π — этажность хранения стержней.

Значения коэффициентов для стержней различного веса в мелкосерийном и индивидуальном производстве приведены в табл. 4.47.

Табл. 4.47. Значения коэффициентов для расчета площадей хранения сухих стержней

Параметры	Вес стержней, кг						
	до 16	16—40	40—100	100—300	300—700	700—1700	свыше 1700
Φ	0,2	0,3	0,35	0,48	0,8	1,56	5,05
K_1	0,6	0,6	0,70	0,70	0,7	0,70	0,70
Π	5,0	4,0	3,00	3,00	2,0	2,00	1,00

Суммарная площадь с учетом проходов:

$$S_{\text{сум}} = S_{\text{ст}} f_{\text{ст}},$$

где $f_{\text{ст}} = 1,4$ — коэффициент, учитывающий проходы.

Площади складов хранения стержневых ящиков и сухих стержней должны полностью обслуживаться подъемно-транспортным оборудованием.

В стержневом отделении рекомендуется размещать каркасный участок. Он оборудуется верстаками, различными станками для правки проволоки, изготовления жеребеков, резки заготовок каркасов и стеллажами для готовых каркасов.

Табл. 4.48. Техническая характеристика автоматов для изготовления каркасов

Показатели	Модель станка	
	С-230	Завод «Октябрь»
Производительность, шт./ч	До 2500	7200
Длина каркаса, мм	400—1200	1000
Диаметр каркаса, мм	6—12	2—8
Мощность электродвигателя, кВт	3,5	4,5
Габариты станка, мм	2875×1650×1260	2850×1200×1165
Вес станка, кг	2200	1500

В табл. 4.48 даны характеристики станков-автоматов для изготовления каркасов.

Площадь каркасного отделения принимается по укрупненным данным в зависимости от мощности цеха. При мощности цеха 10—20 тыс. т/год площадь участка равна 15—24 м², при мощности 20—50 тыс. т/год — 24—120 м².

Для зачистки стержней перед склейкой и сборкой применяют зачистные карусельно-шлифовальные станки типа ЗИЛ, ХТЗ и ГАЗ. Зачистка стержней производится в кондукторах.

Табл. 4.49. Расчетная ведомость стержневого отделения

Номер	Количество стержней, шт.		Вес стержней, кг	Количество стержней в стержневом ящике	Годовое количество съемов (гр. 7.10)	Габариты сушильных плит, мм; их площадь, м ²	Количество стержней на плите, шт.	Количество сушильных плит на годовой выпуск, шт. (гр. 7.13)	Годовая площадь сушильных плит, м ² (гр. 12×14)	Способ формовки и тип стержневых машин	Норма времени, мин						
	отливки	стержня стержневой смеси									на одну стержневую плитку	на годовую продукцию (гр. 7×8)	на один стержневой ящик	на годовую продукцию (гр. 11×17)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Примечание. В расчетной ведомости графы 1—4, 8, 10, 12, 13, 16, 17 заполняются в соответствии с картами технологического процесса.

Табл. 4.50. Расчет количества стержневых машин

Весовая группа стержней, кг	Средний вес стержня, кг	Расход стержневой смеси, т/год	Количество стержневых ящиков (сьемов)		Тип машины	Производительность машины, сьемов/ч	Количество машин		Загрузка, %
			шт./год	шт./ч			по расчету	принято	

В стержневом отделении организуется комплектовка и контроль качества стержней. Готовые стержни транспортируются в формовочные отделения с помощью подвесных замкнутых конвейеров, толкающих конвейеров с автоматическим адресованием, электрокар на стержневых плитах, этажерках или коробах.

При разработке технологического процесса по точной программе в массовом и крупносерийном производстве все данные по расчету сводятся в табл. 4.49. При расчете по укрупненным данным пользуются табл. 4.50.

4.2.7. Нормы размеров пролетов стержневых отделений

При проектировании стержневых отделений выбор размеров пролетов и транспортных средств в зависимости от развеса отливок и серийности производства производится согласно табл. 4.51.

Табл. 4.51. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств стержневых отделений фасонного стального и чугунного литья для одноэтажных и двухэтажных зданий (к рис. 4.16)

Характеристика цехов	Максимальная грузоподъемность транспортных средств, тс											
	Размеры пролетов, м											
	мостовые краны	однорельсовые краны, электро-тали и др.	ширина пролета одноэтажного здания, В	ширина пролета двухэтажного здания		шаг колонн	высота до уровня пола второго этажа H ₁	высота до головки подкранового рельса		высота до низа покрытия конструкции		
				основного пролета, В	пролета первого этажа b			в одноэтажном здании H от ±0,0	в двухэтажном здании H от отметки пола второго этажа	в одноэтажном здании H от ±0,0	в двухэтажном здании H от отметки пола второго этажа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

Массовое и крупносерийное производство

Мелкого литья до 10 кг	до	—	3	18;	18;	9;	6;	7,8	—	—	10,8	10,8
Среднего литья до 50 кг	до	—	3	18;	18;	9;	6;	7,8	—	—	10,8	10,8
				24	24	12	12					
				24	24	12	12					

Продолжение

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Крупного литья до 500 кг	до	—	3	18;	18;	9;	6;	7,8	—	—	10,8	10,8
				24	24	12	12					
<i>Серийное, мелкосерийное и единичное производство</i>												
Мелкого литья до 100 кг	до	—	3	18;	18;	9;	6;	7,8	—	—	9,6;	9,6;
				24	24	12	12				10,8	10,8
Среднего литья до 1000 кг	до	5	—	18;	18;	9;	6;	7,8	8,15	8,15	10,8	10,8
				24	24	12	12					
Крупного литья до 5000 кг	до	5	—	24	24	12	6;	8,4	8,15	8,15	10,8	10,8
							12					
Тяжелого литья до 20 000 кг	до	10	—	24	24	12	6;	8,4	8,15;	8,15;	10,8;	10,8;
							12		9,65	9,65	12,6	12,6
Особо тяжелого литья свыше 20 000 кг	20/5	—	—	24;	—	—	6;	—	9,65	—	12,6	—
				30			12					

Примечание. 1. Высота до низа покрытия конструкции H приводится минимальная и уточняется при общей компоновке литейного цеха.

2. Высота части здания, где размещаются вертикальные конвейерные сушила, выбирается при проектировании в зависимости от высоты сушила.

3. В линиях или на участках изготовления средних и крупных стержней предусматривается установка местных подъемно-транспортных средств.

4. Другие общие рекомендации см. в описании табл. 4.28 и 4.29.

4.3. Сушка форм и стержней

4.3.1. Сушила периодического действия

Целью сушки форм и стержней является повышение их прочности и газопроницаемости. В зависимости от состава формовочной смеси применяются способы тепловой сушки и химического твердения (упрочнения).

В качестве оборудования используют различные сушильные агрегаты, работающие на твердом, жидком и газообразном топливе, а также сушильные установки с электрическим обогревом (спиральные, т. в. ч., ламповые). По принципу работы сушила делятся на сушила периодического и непрерывного действия.

К сушилам периодического действия относятся ямные сушила, камерные сушильные печи, сушильные шкафы и переносные сушила.

Ямные сушила применяются для сушки крупных форм, общая загрузка которых достигает 200 т и больше. Типовые ямные сушильные печи имеют размеры: 9,0×5,0×3,5 м; 11,0×5,0×3,5; 13,0×5,0×3,5 м. Печи работают на мазуте. Применяются они в единичном и серийном производстве.

Камерные сушила с выкатными тележками применяются для сушки форм и крупных стержней для чугунного и стального литья в цехах с серийным и единичным характером производства.

Табл. 4.52. Характеристика камерных сушил

Показатели	Тип сушил			
	I-КЭ	I-КГ	II-КЭ	II-КГ
Внутренние размеры камеры, м	2,2×2×2	2,3×2×2,5	3,1×1,9×2,8	3,3×2×2,5
Объем рабочей камеры, м ³	9	11,5	16,5	16,5
Размер возможной загрузки, м	2×1,5×1,25	1,7×1,5×1,9	2,9×1,3×1,9	2,7×1,5×1,9
Грузоподъемность тележки, тс	4	3,0	6,0	3,0
Вес смеси, загруженной в сушило (формовочной или стержневой), т	2	2,6	3,5	3,8
Средняя продолжительность цикла сушки, ч	3	3,0	5,0	5,0
Температура сушки, °С	250	250	300	300
Расход природного газа калорийностью 8000 ккал/м ³ , м ³ /ч	—	19	—	35
Размер сушила без рельсового пути, м	2,5×3,6×3,2	4×4,9×4	3,3×3,8×4,3	4×5,3×4
				4,3×4,8×4,6
				6,5×4,8×4,85

Примечание. В обозначениях типа сушил Э обозначает электрический нагрев; Г — газовый.

Характеристики камерных сушил, разработанных институтом «Гипростанок», приведены в табл. 4.52. Формы и стержни для загрузки в сушила группируют по габаритным размерам, однородности смесей и режимам сушки.

Табл. 4.53. Нормы продолжительности цикла сушки форм в камерных сушилах в зависимости от типа формовочных смесей (облицовочных) и размера форм

Группы опок, имеющие один и тот же цикл сушки	Тип формовочных смесей рабочей поверхности формы (облицовочный слой)							
	песчано-глинистая				с органическими крепителями			
	максимальная температура сушки, °С	полный цикл сушки, ч	в том числе время работы топки, ч	коэффициент заполнения объема сушила	максимальная температура сушки, °С	полный цикл сушки, ч	в том числе время работы топки, ч	коэффициент заполнения объема сушила
1200×1000×400	400—420	8—9	6—7	0,16	250—330	6—7	4—5	0,16
1400×1000×500								
1600×1200×600								
2000×1600×600	400—420	9—10	7—8	0,18	250—330	7—8	5—6	0,18
2500×2000×600 (3000×1700)								
2500×2500×900	430—450	12—15	10—13	0,20	250—350	10—12	8—10	0,20
4000×2500×900 (5000×3000×600)								

Продолжение

Группы опок, имеющие один и тот же цикл сушки	Тип формовочных смесей рабочей поверхности формы (облицовочный слой)							
	с жидким стеклом				с хромомагнетитом или хромистым железняком			
	максимальная температура сушки, °С	полный цикл сушки, ч	в том числе время работы топки, ч	коэффициент заполнения объема сушила	максимальная температура сушки, °С	полный цикл сушки, ч	в том числе время работы топки, ч	коэффициент заполнения объема сушила
1200×1000×400	250—300	5—6	3—4	0,160	400—420	10—11	8—9	0,16
1400×1000×500								
1600×1200×600								
2000×1600×600	250—300	6—7	4—5	0,188	400—420	11—12	9—10	0,18
2500×2000×500 (3000×1700)								
2500×2500×900	300—330	9—10	7—8	0,200	420—450	15—18	13—16	0,20
4000×2500×900 (5000×3000×600)								

Примечание. При определении количества сушил необходимо учесть время на загрузку и выгрузку сушила, ориентировочно равное 2 ч.

Т
в
К
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

При укладке опок расстояние между ними по высоте должно быть не менее 200—250 мм, а при укладке стержней — 60—80 мм. Закатывать груженные тележки следует при температуре не больше 100°C. Режим сушки выбирается в зависимости от применяемых крепителей, размера форм и стержней.

В табл. 4.53 приведены нормы продолжительности цикла сушки форм в камерных сушилах. Для поверхностной подсушки форм применяются проходные стационарные и переносные сушила. Подсушку форм также можно производить в камерных сушилах.

Нормы продолжительности цикла подсушки форм в зависимости от типа формовочных смесей и размера форм даны в табл. 4.54.

Переносные сушила используются для подсушки крупных форм на плацу. Транспортируют и устанавливают сушила на формы мостовыми кранами.

Сушка почвенных форм для чугунного и стального литья производится переносными сушильными аппаратами или горелками, работающими на газе. Количество горелок или аппаратов устанавливается в зависимости от общей площади формы из расчета один аппарат на 4—6 м² формы. Контроль сушки производится термометрами, установленными в форме. Режим сушки форм в почве для стального и чугунного литья выбирают по табл. 4.55 в зависимости от размера формы.

Табл. 4.54. Нормы продолжительности цикла подсушки форм в зависимости от типа формовочных смесей (облицовочных) и размера форм

Группы опок, имеющие один и тот же цикл подсушки и размеры форм в свету, мм	Тип формовочной смеси рабочей поверхности форм (облицовочный слой)					
	песчано-глинистая		с органическим крепителем		с жидким стеклом	
	максимальная температура подсушки форм, °С	полный цикл подсушки форм, мин	максимальная температура подсушки форм, °С	полный цикл подсушки форм, мин	максимальная температура подсушки форм, °С	полный цикл подсушки форм, мин
1200×1000×400 1400×1000×500 1600×1200×600 2000×1600×600 2500×2000×600 (3000×1700×600)	380—400	45—60	250—350	30—45	230—280	25—35
	380—400	60—90	250—350	45—60	230—280	30—45

Примечание. 1. Поверхностная подсушка форм рекомендуется для поточного производства, при котором заливка форм производится не позднее 2—3 ч после сборки.

2. Перед поверхностной подсушкой формы должны предварительно окрашиваться.

3. Данные нормы применяются при отсутствии технологических данных по номенклатуре проектной программы.

Табл. 4.55. Нормы по режиму сушки форм в почве для стального и чугунного литья

Характеристика групп отливок	Примерные детали, входящие в группу	Температура сушки, °С	Общее время сушки, ч
Стальное литье			
Детали простой и средней сложности с толщиной стенки до 150 мм	Плиты, крышки	320—350	10—12
Детали тел вращения	Шестерни	320—370	12—18
Массивные детали	Шаботы, станины	370—400	24—30
Чугунное литье			
Детали простой конфигурации с толщиной стенки до 30 мм. Размер формы до 2000×2000×500 мм	Корпусы, крышки, коробки	300—350	10—15
Детали простой и средней сложности. Размер формы до 2500×2500×500 мм	Коробки, станины, рамы	300—350	15—20
Детали средней сложности. Размер формы до 2500×2500×1250 мм	Крышки, решетки	300—350	20—30
Детали сложной конфигурации. Размер свыше 2000×1600×1500 мм	Стойки, цилиндры	300—350	30—35

Примечание. Нормы по режиму сушки форм применяются в случае отсутствия технологических данных по номенклатуре проектной программы.

Количество камерных сушил для сушки форм определяется по формуле

$$n_{\text{суш}} = \frac{NtK_n}{T_d m}$$

где $n_{\text{суш}}$ — число сушил, шт.;

N — количество опок на годовую программу, шт.;

t — продолжительность сушки, ч;

K_n — коэффициент неравномерности работы оборудования ($K_n = 1,1—1,3$);

T_d — действенный годовой фонд работы сушила, ч;

m — количество опок, загружаемых в сушило на один цикл, шт.

Расчет потребности количества камерных сушил для сушки стержней ведется по формуле

$$n_{\text{суш}} = \frac{StK_n}{FT_d K_n}$$

где $n_{\text{суш}}$ — число сушил, шт.;

S — площадь сушильных плит на годовую программу, м²;

t — продолжительность сушки, ч;

K_n — коэффициент неравномерности работы оборудования ($K_n = 1,1—1,3$);

F — площадь одной этажерки, м²;

T_d — действительный годовой фонд работы сушила, ч;

K — число этажерок в одной камере сушила;

η — коэффициент заполнения этажерок ($\eta=0,6-0,8$).

Режимы сушки стержней представлены в табл. 4.56 и выбираются в зависимости от веса стержней и вида крепителей.

Табл. 4.56. Нормы продолжительности цикла сушки и подсушки стержней в зависимости от их размеров, применяемых стержневых смесей и температуры сушки

Тип стержневых смесей и распределение стержней по объему, дм ³	Сушка стержней			
	максимальная температура сушки, °С	полный цикл сушки стержней без учета времени загрузки и выгрузки сушила, ч	в числе полного цикла сушки время работы топки, ч	коэффициент заполнения сушила
Песчано-глинистые смеси:				
мелкие до 6	320—350	2,5—3,0	3,0—2,5	0,06
мелкие от 6 до 24	320—350	3,0—4,0	2,5—3,0	0,08
средние от 24 до 150	350—380	5,0—7,0	4,0—6,0	0,12
крупные от 150 до 600	350—380	7,0—9,0	6,0—8,0	0,14
особо крупные свыше 600	350—380	10,0—12,0	8,5—10,5	0,14
Смеси на органических связующих:				
мелкие до 6	220—250	2,0—2,5	1,5—2,0	0,06
мелкие от 6 до 24	220—280	2,5—3,0	2,0—2,5	0,08
средние от 24 до 150	220—300	4,0—5,0	3,5—4,5	0,12
крупные от 150 до 600	220—330	5,0—7,0	4,0—6,0	0,14
особо крупные свыше 600	220—350	8,0—10,0	6,5—8,5	0,14
Жидкостекольные смеси:				
мелкие до 6,0	220—250	3,0—4,0	2,5—3,5	0,06
мелкие от 6,0 до 24,0	220—250	4,0—5,0	3,5—4,5	0,08
средние от 24,0 до 150,0	250—300	5,0—6,0	4,0—5,0	0,12
крупные от 150,0 до 600,0	250—300	6,0—8,0	5,0—7,0	0,14
особо крупные свыше 600,0	250—300	8,0—10,0	6,5—8,5	0,14
Смеси с хромагнетитом или хромистым железняком:				
мелкие до 6	—	—	—	—
мелкие от 6 до 24	—	—	—	—
средние от 24 до 150	400—420	12,0—14,0	11,0—13,0	0,12
крупные от 150 до 600	400—420	14,0—16,0	13,0—15,0	0,14
особо крупные свыше 600	420—450	16,0—18,0	14,5—16,5	0,14

Примечание. 1. Нормы сушки стержней применяются в случае отсутствия технологических данных по номенклатуре отливок проектной программы.

2. Подсушка стержней предусматривается в проходном сушале в соответствии с технологическим процессом: а) после склеивания стержней при температуре 250—280°С в течение 30—50 мин; б) после окраски сухих стержней водной краской при температуре 250—280°С в течение 15—30 мин; в) режимы, указанные в таблице, даны для серийного, мелкосерийного и единичного производства.

Для массового и крупносерийного производства режимы корректируются в зависимости от выбранных типов специализированных сушил непрерывного действия и принятых крепителей.

3. Оптимальные температуры сушки стержней на крепителе КВС — 180—200, КО — 220—240°С. Стержни на связующих из смесей с крепителем КВС твердеют в два раза быстрее по сравнению со смесями на крепителе П.

4.3.2. Сушила непрерывного действия

К сушилам непрерывного действия относятся *конвейерные горизонтальные и вертикальные сушила*.

В массовом и крупносерийном производстве для сушки стержней применяются конвейерные сушила непрерывного действия, характеристики которых приведены в табл. 4.57. Загрузка и выгрузка в таких сушилах автоматизирована.

Табл. 4.57. Характеристика типовых вертикальных конвейерных сушил ВНИПИ «Теплопроект»

Показатели	Типоразмеры*				
	СКВ-1	СКВ-2	СКВ-3	СКВ-4	Гипроавтопром
Основные размеры, м:					
длина	2,75	2,75	3,50	3,50	5,72
ширина	2,55	2,55	2,68	2,68	2,89
высота	7,30	10,48	10,75	15,25	13,47
Количество этажерок, шт.	18	26	28	35	9
Сушильная площадь при одной этажерке, м ²	7,5	12,5	17,5	27,5	49,0
То же при двух этажерках, м ²	15	25	35	55	98
То же при трех этажерках, м ²	22,5	37,5	52,5	82,5	147
Максимальная нагрузка на одну этажерку, кгс	400	350	350	300	—
Производительность, т/ч	0,8	1,3	1,75	2,5	5,6
Максимальная температура, °С	300	300	300	300	300
Расход топлива, тыс. ккал/ч	240	240	400	400	960
Продолжительность сушки, ч	0,35— —2,0	0,5— —3,0	0,5— —3,0	0,75— —4,5	—

* Все типы конвейерных сушил могут работать на угле, мазуте, газе или электричестве, соответственно обозначаются СКВУ, СКВМ, СКВГ и СКВЭ.

Расчетное количество конвейерных сушил определяется по формуле

$$n_{к.с} = \frac{Stl}{FaT_d L_k \eta}$$

где $n_{к.с}$ — число конвейерных сушил, шт.;

S — площадь плит на годовую программу, м²;

t — длительность одного цикла сушки, ч;

l — расстояние между этажерками, м;

F — площадь одной полки этажерки, м²;

a — число полок этажерки, шт.;

T_d — действительный годовой фонд времени работы сушила, ч;

L_k — общая длина конвейера, м;

η — коэффициент заполнения полок ($\eta=0,6-0,8$).

В последние годы в ряде стран получили распространение установки для сушки стержней нагревом в поле высокой частоты, создаваемом между двумя пластинками плоского конденсатора.

Большие разработки в этом направлении ведутся в ФРГ, ГДР, Швейцарии, ЧССР, Франции. В СССР разработкой процесса сушки стержней т. в. ч. и проектов установок занимаются ВНИИЛитМаш и Ленинградский завод высокочастотных установок.

4.4. Смесприготовительное отделение

4.4.1. Выбор и расчет бегунов на программу

При расчете смесприготовительного отделения общий расход смеси на годовую программу определяется по данным потребности смеси формовочного и стержневого отделений с учетом 10—15% на потери при транспортировке, формовке и т. п. Расход смеси в формовочном и стержневом отделениях выражается обычно в весовых единицах уплотненной смеси. Удельный вес уплотненной смеси равен 1,65 т/м³, при уплотнении прессованием — 1,8 т/м³, в разрыхленном состоянии — 1,25 т/м³.

Расчет формовочной и стержневой смеси на программу в неуплотненном виде ведется по формуле

$$P_{ну} = 0,757P_y,$$

где $P_{ну}$ — количество формовочной или стержневой смеси в неуплотненном виде, м³;

0,757 — коэффициент перехода от весовых к объемным величинам с учетом уплотнения смеси;

P_y — количество уплотненной смеси на годовую программу, т.

Нормы расхода формовочных смесей для чугуновых и стальных отливок приведены в табл. 4.58.

В литейных цехах приготовление формовочных и стержневых смесей производится непосредственно у линий или централизуется. Централизованные смесприготовительные отделения размещаются в отдельных помещениях вблизи мест потребления — формовочных и стержневых участков. Это позволяет уменьшить расходы на транспортные средства и высыхание смеси во время перевозок.

Современные смесприготовительные отделения оборудуются линиями, у которых все процессы по изготовлению формовочных и стержневых смесей автоматизированы. Такие типовые линии разработаны институтом «Гипростанок». В их состав входит не более трех бегунов. В случае потребности в более мощных по производительности линиях они комплектуются из типовых линий.

Операция приготовления смесей в типовых линиях ограничивается выдачей готовой смеси из смесприготовительного отделения. Раздача смеси потребителям решается в каждом конкретном случае особо. Линии этой группы обеспечивают выпуск всей необходимой номенклатуры формовочных и стержневых смесей, которые ис-

Табл. 4.58. Нормы расчетного расхода формовочных смесей для серийного, мелкосерийного и единичного производства

Весовые группы отливок, кг	Размеры опок в свету, мм	Средняя высота одной формы, мм	Средний вес годных отливок в форме, кг	Расход смесей для чугунового литья в тоннах на 1 т годных отливок		
				облицовочной	наполнительной	всего
До 20	500×400	300	10	1,84	7,36	9,2
20—100	800×700	600	50	2,02	8,08	10,1
50—250	1200×1000	800	160	1,80	7,20	9,0
100—500	1400×1000	900	250	1,44	5,76	7,2
100—1000	1600×1200	1000	400	1,36	5,44	6,8
500—1000	2000×1600	1100	700	1,36	5,44	6,8
1000—2000	2500×2000	1200	1250	1,26	5,04	6,3
1000—5000	2500×2500	1400, 1600	2000, 3750	1,12, 1,08	4,48, 4,32	5,6, 5,4
Свыше 5000	(4000×2500)	—	—	0,60	2,60	3,2

Примечание. 1. Для стального литья расход смесей увеличивается на 15—25% за счет увеличения высоты форм для прибылей.

2. Нормы расхода смеси не учитывают потери на просыпь, которые рекомендуются принимать в пределах 5—15% в зависимости от способа формовки.

пользуются в литейных цехах массового, крупносерийного, мелкосерийного и единичного производства. В мелкосерийном и единичном производстве, где имеет место большая неравномерность потребления смесей, рекомендуется в составе линий предусматривать бункера-отстойники для хранения, выравнивания по влажности и охлаждения смеси. Емкость бункера должна обеспечивать запас смеси на 2—4 часа работы участков.

При разработке смесприготовительного отделения и выборе смесителей рекомендуется предусматривать: 1) бегуны с вертикальными катками — в линиях, предназначенных для приготовления высококачественных смесей или смесей, требующих дополнительного перетираания их компонентов; 2) бегуны с горизонтальными катками — в линиях для приготовления единых и наполнительных смесей для формовки всырую, а при массовом и крупносерийном производстве отливок — и для приготовления облицовочных смесей; 3) смесители непрерывного действия — в линиях, предназначенных для приготовления наполнительных смесей для формовки всырую, главным образом в реконструируемых цехах с низким помещением.

Для подачи сыпучих материалов (сухой песок, сухая молотая глина, опилки и др.) в бункера над бегунами рекомендуется применять пневмотранспорт. Подготовленная оборотная смесь транспортируется с помощью ленточных конвейеров. Жидкие компоненты смесей (крепители, эмульсии и вода) поступают в бегуны по трубопроводам. Подача готовых формовочных смесей к местам потребления осуществляется ленточными конвейерами, а стержневых смесей — пневмотранспортом или кубелями. Раздача смесей по рабочим бункерам должна полностью автоматизироваться.

Табл. 4.59. Линии приготовления формовочных и стержневых смесей

Линия	Главный параметр—мощность, т/ч	Краткая характеристика работы линии	Основное оборудование
1	2	3	4
<i>Линии приготовления единых и наполнительных смесей на базе центробежных бегунов</i>			
Автоматическая линия приготовления наполнительных и единых смесей	36—48*	Подача свежих сыпучих материалов к бегунам производится Бегуны, смешивающие пневмотранспортом, жидких — по трубопроводам, оборотных смесей — ленточными конвейерами (или пневмотранспортом). Дозировка сыпучих материалов осуществляется по весу, жидких — по объему. Смешивание компонентов производится на центробежных бегунах. Качество исходных материалов контролируется до смешивания, а смесей — в процессе приготовления и после него. Перед употреблением смеси вылеживаются и разрыхляются, а затем выдаются в формовочное отделение ленточными конвейерами. Управление линий программное	Бегуны, смешивающие центробежные мод. 115; Бегуны смешивающие центробежные мод. 116
То же	48—55*	То же	То же
»	60—80*	»	То же, мод. 116
»	19—120*	»	То же
<i>Линии приготовления облицовочных смесей на базе центробежных бегунов (формовка всырую)</i>			
Автоматические линии облицовочных смесей	10—12	Подача свежих сыпучих материалов к бегунам производится пневмотранспортом, жидких — по трубопроводам, оборотных смесей — ленточными конвейерами (или пневмотранспортом). Дозировка сыпучих материалов осуществляется по весу, жидких — по объему. Смешивание компонентов производится в центробежных бегунах. Качество исходных материалов контролируется до смешивания, а смесей — в процессе приготовления и после него. Смеси выдаются в формовочное отделение ленточными конвейерами. Управление линий программное	Бегуны смешивающие центробежные мод. 115; Бегуны смешивающие центробежные мод. 116
То же	20—24	То же	Бегуны смешивающие центробежные мод. 115; Бегуны смешивающие центробежные мод. 116
»	34—40	»	Бегуны смешивающие центробежные мод. 116

Продолжение

Линия	2	3	4
<i>Линии приготовления облицовочных жидкостекольных стержневых смесей на базе бегунов с вертикальными катками</i>			
Автоматическая линия приготовления облицовочных, жидкостекольных и стержневых смесей	6—8*	Подача свежих сыпучих материалов к бегунам производится пневмотранспортом, жидких — по трубопроводам, оборотных смесей — ленточными конвейерами (или пневмотранспортом). Дозировка сыпучих материалов осуществляется по весу, жидких — по объему. Смешивание компонентов производится в бегунах с вертикальными катками. Качество исходных материалов контролируется до смешивания, а смесей — в процессе приготовления и после него	Бегуны смешивающие с вертикальными катками мод. 1A12
То же	9—12**	То же	То же
»	10—16	»	То же, мод. 114
»	15—24	»	То же
<i>Линии приготовления наполнительных смесей на базе бегунов с вертикальными катками (формовка всырую)</i>			
Автоматическая линия приготовления наполнительных смесей	15—20	Подача свежих сыпучих материалов к бегунам производится пневмотранспортом, жидких — по трубопроводам, оборотных смесей — ленточными конвейерами (или пневмотранспортом). Дозировка сыпучих материалов осуществляется по весу, жидких — по объему. Смешивание компонентов производится в бегунах с вертикальными катками. Качество исходных материалов контролируется до смешивания, смесей — в процессе приготовления и после него. Готовые смеси вылеживаются, разрыхляются в аэраторе и транспортируются системой ленточных конвейеров в формовочное отделение	Бегуны смешивающие с вертикальными катками мод. 114; аэратор
То же	30—40	То же	То же
»	45—60	»	»

1	2	3	4
Автоматическая линия приготовления наполнительных смесей	80	Линия приготовления наполнительных смесей на базе смесителей непрерывного действия	То же
То же	100	Подача из бункеров накопителей оборотной смеси, кварцевых и Смеситель лопастный непрерывного действия; глинистых песков производится ленточными конвейерами. Основные компоненты смещаются в лопастных смесителях. Смешивание малых добавок осуществляется в бегунах непрерывного действия. Качество исходных материалов контролируется до смешивания, а смесей — в процессе изготовления и после него. Готовые смеси транспортируются ленточными конвейерами и элеваторами на вылеживание, просев и к местам потребления	То же

* Указаны мощности линий для приготовления наполнительных смесей; для приготовления единых смесей мощности линий ниже в 1,25 раза.

** Указаны мощности линий для приготовления стержневых и облицовочных смесей; для приготовления жидкостекольных смесей мощности линий ниже примерно в 2 раза

Рекомендованные линии приготовления единых, наполнительных, облицовочных, формовочных и стержневых смесей приведены в табл. 4.59, а техническая характеристика применяемых смесителей и расчетная производительность — в табл. 4.60 и 4.61.

Потребное количество бегунов рассчитывается по формуле

$$n = \frac{P_y K_n}{T_d q}$$

где n — количество бегунов;

P_y — годовое количество уплотненной формовочной смеси, т;
 K_n — коэффициент неравномерности работы оборудования (для единичного, мелкосерийного и серийного производства $K_n=1,2-1,4$; для крупносерийного и массового производства — 1,1—1,3);

T_d — действительный годовой фонд времени работы бегунов, ч;

q — производительность бегунов, т/ч.

При проектировании цехов массового и крупносерийного производства с применением автоматических или механизированных линий, потребляющих большое количество смесей, целесообразно смесеприготовительный участок устанавливать непосредственно у линии. Обслуживание смесью отдельных линий такими участками создает большую маневренность при изготовлении смеси.

Табл. 4.60. Характеристика смесителей

Оборудование	Основные параметры			
	объем замеса, м ³	габаритные размеры, мм	вес, т	установленная мощность электродвигателей, кВт
Бегуны смешивающие с вертикально-вращающимися катками мод. 1A11	0,25	1700×1700×2800	3,7	10—14
Бегуны смешивающие с вертикально-вращающимися катками мод. 1A12	0,60	2470×2470×2500	6,8	30,0
Бегуны с вертикальными катками с дозаторами глины, воды и песка мод. 114	1,00	3500×3400×2700	14,2	40,0
Бегуны центробежные смешивающие мод. 115M	0,40	4925×3915×3400	11,2	89,0
Бегуны центробежные смешивающие мод. 116M	0,63	4500×4400×3480	10,1	100,0
Бегуны мокрого помола Н-180 мод. СМ-268	—	6200×3670×3785	28,6	40,0
Бегуны смесительные мод. СМ-568	0,70	5880×4350×3700	28,7	55,0
Бегуны размалывания мод. 1A18 (производительность по глине 2—3 т/ч, по бою кирпича—1,8—2)	0,80	2630×2050×1715	6,0	7,5

Табл. 4.61. Нормы расчетной производительности смешивающих бегунов

Смеси	Тип бегунов	Время замеса, мин	Емкость ча-ши, м ³	Расчетная производи-тельность	
				м ³ /ч	т/ч
Единые смеси для мелких и средних отливок	114	5,0—7,0	1,00	12,0—8,6	15,0—10,3
	115М	1,2—3,0	0,40	20,0—8,0	25,0—10,0
	116М	1,2—3,0	0,63	31,5—12,5	38,4—15,7
Наполнительные смеси для мелких и средних отливок	115М	1,0—2,0	0,40	24,0—12,0	30,0—15,0
	116М	1,0—2,0	0,63	37,8—18,9	47,2—23,6
Облицовочные смеси для це-хов крупносерийного про-изводства	114	10,0—12,0	1,00	6,0—5,0	7,5—6,3
	115М	2,5—3,5	0,40	9,5—6,9	12,0—8,5
	116М	2,5—3,5	0,63	15,2—10,8	19,0—13,5
Наполнительные смеси для крупных и тяжелых отли-вок	1A12	4,0—5,0	0,60	9,0—7,2	11,3—9,0
	114	4,0—5,0	1,00	15,0—12,0	18,8—15,0
Облицовочные и стержневые смеси для всех весовых групп отливок	1A11	10,0—15,0	0,25	1,5—1,0	1,9—1,3
	1A12	10,0—15,0	0,60	3,6—2,4	4,5—3,0
	114	10,0—15,0	1,00	6,0—4,0	7,5—5,0

Примечание. 1. При проектировании смесеприготовительных отделений предусматривается место для установки резервных бегунов.

2. Время перемешивания принимается с учетом необходимых физико-механических свойств смесей.

3. Для приготовления единых и наполнительных смесей целесообразно вместо бегунов 115М и 116М применять бегуны непрерывного действия.

4. Для улучшения условий труда и обслуживания бегунов рекомендуется устанавливать их в стороне от бункерной эстакады и предусматривать подъемно-транспортные средства для ремонта.

Институтом проблем литья АН УССР разработаны составы облицовочных циркониевых формовочно-стержневых смесей для стальных и чугунных отливок (табл. 4.62). Такие смеси применяются для облицовки форм и стержней, подвергающихся значительным тепловым и механическим воздействиям жидкого металла. Цирконий трудно вступает в химические реакции с окислами железа, не смачивается жидким металлом и хорошо противостоит образованию пригара. Толщина облицовочного слоя должна быть не менее 5 мм.

Табл. 4.62. Состав циркониевых формовочно-стержневых смесей для форм стального и чугунного литья

Состав смеси	Содержание, вес. %	Свойства смеси	Назначение
1	2	3	4
<i>Смесь № 1</i>			
Циркониевый песок	100	Влажность 3—4%.	Облицовка форм и стержней чугунных и стальных отливок
Сверх 100%:		Газопроницаемость	
глина огнеупорная или бентонит	2	46. Прочность во влажном состоянии	
сульфитно-спиртовая барда	2	0,34 кгс/см ²	

Продолжение

1	2	3	4
---	---	---	---

Смесь № 2

Циркониевый песок	100,00	Влажность 3—4%.	Га-Облицовка форм и
Сверх 100%:		зопроницаемость 52.	стержней чугунных
глина огнеупорная или бентонит	3,30	Прочность во влажном состоянии	и стальных отливок
масло минеральное	1,67	0,34 кгс/см ²	

Смесь № 3

Циркониевый песок	32—20	Влажность 7—8%.	Га-Облицовка форм и
Глина огнеупорная	8—12	зопроницаемость 70.	стержней конструк-
Древесные опилки (мел-кие)	25—40	Прочность	тивно сложных и
Возвратная смесь	36—28	0,35 кгс/см ²	чувствительных к об-разованию трещин отливок

В табл. 4.63 приведены составы смесей, рекомендуемые для изготовления форм прессованием. При изготовлении форм для простых неотчетственных отливок с удельным давлением прессования 5—18 кгс/см² рекомендуется применять смеси № 1—2. Для отливок с точными размерами и повышенной чистотой поверхности рекомендуются смеси № 5—9. Эти требования обеспечиваются при удельном давлении прессования не менее 18 кгс/см².

Типовые составы стержневых смесей для чугунного и стального литья даны в табл. 4.64 и 4.65.

Смеси, приготовляемые на плацу, у места формовки подвергаются разрыхлению. Для разрыхления применяется передвижной с

Табл. 4.63. Примерные составы (%) и физико-механические свойства смесей, применяемых для изготовления форм прессованием

Номер смеси	Песок марок					Глина		Нефобитум № 3	Каменистая пыль	Графит кристаллический	Древесный уголь	Прочность на сжатие в сыром состоянии, кгс/см ²	Газопроницаемость	Влажность, %
	Отрабoганная смесь	К02Б	К02А	Т01БА	П068А	огнеупорная	бентонитовая							
1	95	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	0,25—0,40	35	4,5—6,0
2	90	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	0,32—0,50	30	4,5—5,5
3	85	8	—	—	5	2,0	—	—	—	—	—	0,25—0,50	35	4,5—5,5
4	82	12	—	—	—	6,0	—	—	—	—	—	0,41—0,55	55	4,5—5,0
5	72	—	19	—	—	3,5	—	2,0	3	—	0,5	1,10—1,25	35	2,3—2,5
6	78	—	16	—	—	2,0	—	1,0	2	—	—	0,90—1,00	35	2,0—2,4
7	76	—	20	—	—	2,0	1	0,5	—	0,5	—	0,50—0,90	35	1,9—2,1
8	50	—	42	—	—	3,0	—	—	2	3,0	—	0,80—0,90	80	1,8—2,0
9	60	—	33	—	—	2,0	—	—	2	—	3	0,80	70	1,9—2,1

Табл. 4.64. Типовые составы стержневых смесей (%) для чугуновых и стальных отливок

Класс стержней	Обработанная смесь	Кварцевый песок I и II классов		Линия марки I-III/1-37	Древесные опилки	Основные связующие сверх 100%				Газопроницаемость (не ниже)	Прочность, кг/см ²		Влажность, %	Содержание глинистых веществ, %
		марка	количество			марка	количество	на сжатие во влажном состоянии	на разрыв в сухом состоянии					
I	—	016А, 02А и 02Б	100	—	—	П, ПТ, КО	2-3	0-3	130	0,03-0,07	7-10	2-3	До 2	
II	—	016А, 02А, 02Б и 0315Б	97-99	1-3	—	П, ПТ, КО	2-3	2-4	100	0,06-0,12	5-7	2,5-3,5	2-4	
III	—	016А, 02А, 02Б и 0315Б	100-96	0-4	—	П, КО, ГТФ	2-4	3-4	90	0,10-0,16	3,5-6,0	3-5	3-6	
IV	25-40	02А, 02Б и 0315Б	55-67	5-8	—	—	—	—	70	0,25-0,35	2-3	4-6	7-9	
	20-50	02А, 02Б и 0315А	44-72	6-8	—	—	—	3-5	70	0,30-0,40	2-3	4-6	7-11	
V	40-50	02А, 02Б, 0315А и 0315Б	44-52	6-8	1-5	—	—	3-5	70	0,30-0,40	0,8-1,5	6-7	8-11	
	50-60	02А, 02Б и 100	35-42	5-8	1-5	—	—	3-5	70	0,30-0,45	0,8-1,5	6-7	8-12	
I	—	100	—	—	—	4ГУ	2-3	—	100	0,03-0,07	6-8	2-3	До 2	
II	—	97-99	1-3	—	—	4ГУ	2-3	—	80	0,06-0,12	4-6	2-3	2-4	
III	—	95-97	3-5	—	—	ГТФ	2-3	1,5-3,0	80	0,10-0,15	3-5	3-4	3-6	
IV	40-60	—	—	40-60	—	—	—	3-5	70	0,20-0,45	1,5-3,0	4,5-6,0	8-10	
V	40-50	—	—	50-60	1-5	—	—	3-5	70	0,20-0,40	0,8-1,5	6-8	9-11	

Табл. 4.65. Стержневые быстротвердеющие смеси на жидком стекле для стальных и чугуновых отливок

Назначение смеси	Род литья	Состав смеси, %						Физико-механические свойства форм						
		отработанный	кварцевый песок	глина	жидкое стекло	раствор едкого натра	сверх 100%	на сжатие во влажном состоянии	на разрыв в сухом состоянии	прочность, кг/см ²	на разрыв после продувки СО ₂	влажность, %		
Для стержней, изготовляемых механизированным способом	100	—	4,0-5,5	0,5-1,0	—	—	—	0,5-120	0,04-0,07	10-15	2,0-3,0	3		
													—	—
Для стержней, требующих податливости	То же	—	94-97	3-6	4,5-6,0	0,5-1,5	1-5	—	—	80	0,12-0,30	8-12	1,0-2,5	3,0-4,5
Для стержней с облегченной выбывкой из отливка	То же	—	97	—	4-5	1	—	—	3	80	0,05-0,07	5	1,8-2,2	3,3-4,2
То же	Чугунное	—	95	—	5	—	5	—	—	120	0,10-0,15	5-8	1,5-2,0	2,8-3,0
«	Стальное и чугунное	30-50	50-70	—	5	0,5-1,5	—	—	—	80	0,12-0,25	8-10	2,0-3,0	3,5-4,5

магнитным шкивом разрыхлитель мод. 126 производительностью 5 т/ч. Для стационарной установки применяют разрыхлители мод. 1А32 и 1А34 производительностью 40 и 80 м³/ч соответственно.

Для приготовления смеси, обладающей прочностью на сжатие во влажном состоянии, рекомендуется применять обычные бегуны мод. 1А11 и 1А12.

Сухие песчано-смоляные смеси готовят в лопастных смесителях, малоскоростных бегунах периодического действия и центробежных бегунах (табл. 4. 66).

Табл. 4. 66. Характеристика смесителей, применяемых для приготовления сухих песчано-смоляных смесей

Смесители	Производительность, кг/ч	Вес замеса, кг	Продолжительность перемешивания, мин	Мощность электродвигателя, кВт	Габаритные размеры, мм	Смесь
Бегуны мод. 821 (НИИЛитмаш)	2000	700	15—20	15,0	3570x3170x3170	Неплакированная
Лопастной модели ШС-400 (НИ ИТАвтропром)	400	100	10—15	10,0	1325x1850x2570	
Лопастной	100	30	15—20	2,8	820x620x800	
Центробежные бегуны мод. 800 (филиал НИИТАвтропром)	500—750	100—175	8—10	38,7	3100x2605x3285	Плакированная
Центробежные бегуны (лабораторные)	150	25	7—8	2,8	1000x900x1180	

Для расчета количества смесителей, обеспечивающих смесью отделения формовки и изготовления стержней, заполняется ведомость расхода смесей (табл. 4.67).

Табл. 4. 67. Ведомость расхода смесей для проектируемого цеха

Вид смеси	Расход смесей, м ³		Смесители			
	на грамму	в час	тип или марка	производительность, м ³ /ч	расчетное количество	принятое количество
Формовочные смеси						
Итого . . .						
Стержневые смеси						
Итого . . .						
Всего . . .						

Формовочные смеси
Итого . . .
Стержневые смеси
Итого . . .
Всего . . .

4.4.2. Пример компоновки смесеприготовительного отделения

На рис. 4.21 показан типовой комплексно-автоматизированный смесеприготовительный участок с отделениями хранения горелой и готовой смесей. На участке предусмотрена комплексная автомати-

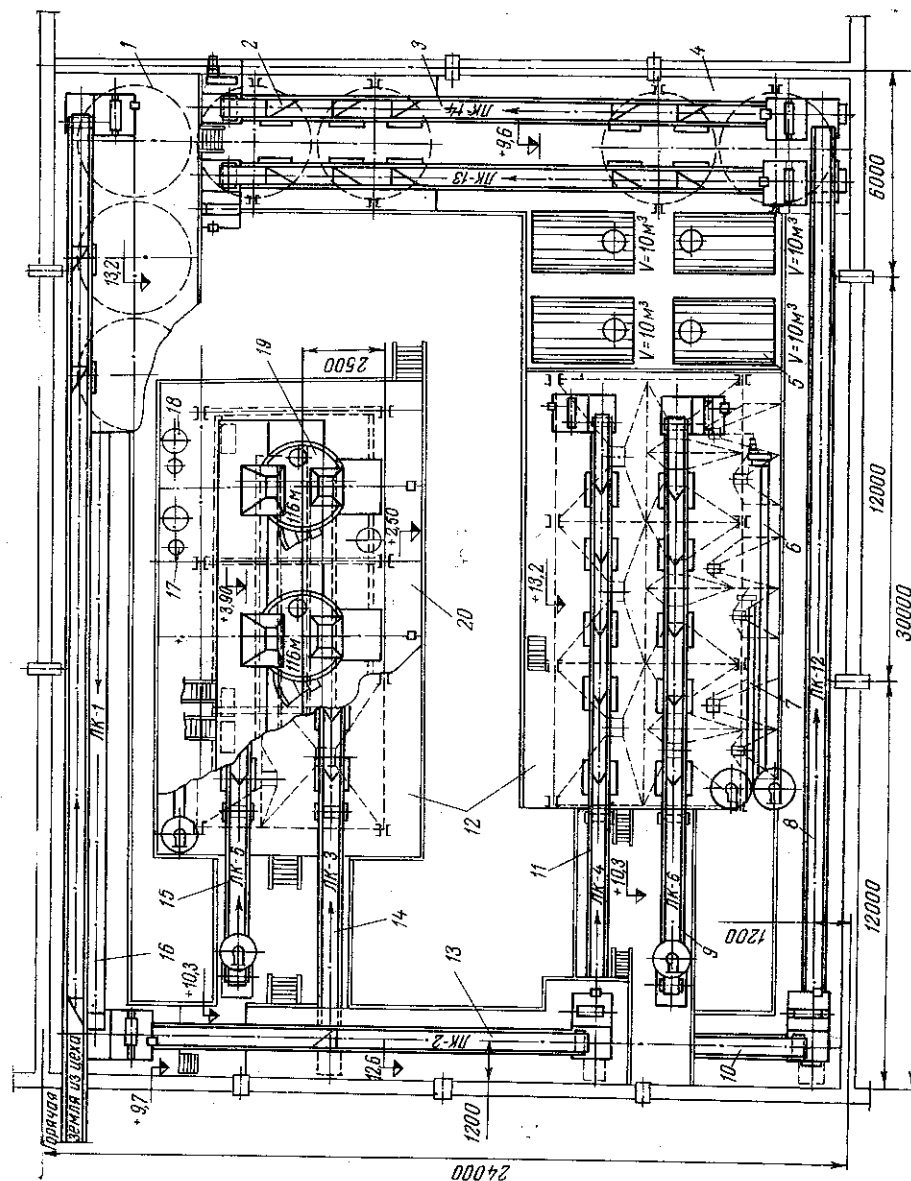


Рис. 4.21. Смесеприготовительный участок мощностью 50—63 т/ч

зация всех операций по приготовлению и транспортированию смесей. Участок состоит из двух блоков: один блок из трех бегунов мод. 116М, а второй — из трех бегунов мод. 1А12. Подача отработанной смеси, песка, а также готовых смесей от бегунов осуществляется ленточными транспортерами. Готовая смесь также может выдаваться в раздаточные кубели. Для жидких связующих предусмотрен гидротранспорт, а для порошкообразных — пневмотранспорт.

Бункерная эстакада над бегунами предназначена для хранения сыпучих составляющих на период работы бегунов не менее двух часов. Для хранения отработанной и готовой смесей предусмотрены бункерные эстакады с площадками 1 и 4 соответственно. Жидкие крепители к бегунам подаются из расходных емкостей 5. Бегуны 19 смонтированы на рабочей площадке 20, а бункеры для сыпучих материалов — на бункерных эстакадах с площадками 12. Отработанная смесь и песок в расходные бункера подается ленточными конвейерами 9, 11, 13—15. Ленточные конвейеры 3, 8, 10, 16 предназначены для транспортировки отработанной и готовой смесей в бункера-отстойники. Отбор смеси от бегунов осуществляется ленточными транспортерами. Различные сыпучие добавки в бегуны подаются винтовыми конвейерами 6, 7, а жидкие — поршневыми дозаторами 17. Для жидкого стекла применяют шаровой дозатор 18. Сбрасывание песка в бункера с транспортерных лент производится плужками 2.

4.4.3. Нормы размеров пролетов смесеприготовительных отделений

Размеры пролетов и их высота зависят от оборудования и выбираются согласно табл. 4.68.

Табл. 4.68. Нормы размеров пролетов смесеприготовительных отделений для цехов чугуна, стального литья и ковкого чугуна

Тип смесителей	Ширина пролета отделения, м	Высота пролета отделения, м	
		с применением элеваторов	без применения элеваторов
1А11, 1А12	18;24	12,5; 14,4; 15,2; 18,0	10,8; 12,6; 14,4; 16,2
114	18;24	14,4; 15,2; 18,0	10,8; 12,6; 14,4; 16,2
115М, 116М	18;24	19,8; 21,6	18,0; 19,8

Примечание. 1. Высота до низа конструкций покрытия уточняется при общей компоновке литейного цеха.

2. Емкость бункеров для горелой земли устанавливается исходя из возможности приема отработанной смеси из всех форм, применяемых на литейном конвейере в случае его ремонта.

3. Смесители могут располагаться под бункерной эстакадой с исходными материалами или вне ее.

4. Рекомендуется в смесеприготовительных отделениях предусматривать места для резервных бегунов.

4.5. Проектирование плавильного отделения

4.5.1. Составление баланса металла

Расчет плавильного отделения заключается в составлении баланса металла по выплавляемым маркам, выборе типа и определении количества плавильных агрегатов, расчете расхода шихтовых материалов на годовой выпуск и планировке участка. Подбор типа и конструкции плавильного агрегата зависит от рода металла, развеса отливок, количества шихт, объема производства, режима работы и вида топлива.

Расчет плавильных агрегатов и другого оборудования начинается с определения необходимого объема металлозавалки по отдельным маркам металла. В массовом производстве при постоянной номенклатуре расход металла определяется подетальным расчетом отливок. Вес металлозавалки складывается из веса годного литья на программу, веса металла литниковых систем, расхода металла на брак и угар и безвозвратных потерь.

Брак отливок зависит от характера литья, рода металла, вида производства. При дипломном проектировании процент брака устанавливается по опыту работы базового цеха. Угар и безвозвратные потери зависят только от рода металла и вида плавильного агрегата и приведены в табл. 4.69.

Табл. 4.69. Средний угар и безвозвратные потери в плавильных печах

Род металла	Плавильный агрегат	Угар и безвозвратные потери к завалке, %	
		основной процесс	кислый процесс
Серый чугун	Вагранка	—	5
	Индукционная печь	—	2
Ковкий чугун	Вагранка	—	6
	Вагранка + электропечь	—	8
Стальное литье	Мартеновская печь	6	8
	Электропечь	4	5
	Мартеновская печь + электропечь	6	7
	Вагранка + конвертер + электропечь	18	20
	Индукционная печь	2	3

Годовой расход металла на годные отливки, литниковые системы и брак принимается по ведомости расчета количества и веса отливок на годовую программу (см. табл. 3.6).

В мелкосерийном и индивидуальном производстве при отсутствии подетально разработанной технологии изготовления отливок потребность в металлозавалке определяется укрупненным расчетом. Основным показателем при расчете является выход годных отливок, который зависит от рода металла, отрасли промышленности и характера литья (мелкое, среднее, крупное). При укрупненном рас-

чете программа выпуска отливок разбивается на весовые группы согласно табл. 1.1.

Потребность металлозавалки определяется по каждой весовой группе. Выход годных отливок для каждой группы различный и приведен в табл. 4.70.

Табл. 4. 70. Средний выход годного литья для различных отраслей промышленности, %

Материалы	Отрасль промышленности							
	тяжелое машино-строение	станкостроение	машиностроение	тракторное и сельскохозяйст-венное машино-строение	автомобильное	радиотехничес-кая	электротехничес-кая	строительная
Серый чугун:								
общий для мелкого, среднего, круп-ного литья	75	70	68	67	66	65	68	76
мелкое литье	66	60	68	60	58	59	58	68
среднее литье	69	65	63	65	65	66	67	75
крупное литье	77	73	71	70	69	68	72	78
модифицированный чугун	73	67	66	65	65	63	66	70
высокопрочный чугун	68	55	65	66	65	—	64	68
Ковкий чугун:								
вагранка + пламенная печь, литье мелкое и среднее	—	46	50	46	60	—	—	46
вагранка и электропечь	—	—	48	47	60	—	—	—
Сталь:								
углеродистая маргеновская:								
мелкое литье	54	52	48	—	—	—	—	53
среднее литье	60	56	52	—	—	—	—	60
крупное литье	68	58	—	—	—	—	—	65
углеродистая с электропечи:								
мелкое литье	56	58	52	55	52	—	46	56
среднее литье	62	58	57	60	54	—	50	60
крупное литье	68	60	60	—	—	—	—	62
легированная с электропечи:								
мелкое литье	54	48	46	54	60	—	45	52
среднее литье	58	52	50	58	62	—	48	57
крупное литье	62	—	—	—	—	—	—	60
сталь малого бессемера:								
мелкое литье	47	45	48	—	—	—	—	48
среднее литье	52	48	54	54	—	—	—	52

Вес металлозавалки каждой группы определяется по формуле

$$Q_{в.гр} = \frac{Q_r}{K} \cdot 100,$$

где $Q_{в.гр}$ — вес металлозавалки на программу весовой группы, т;
 Q_r — вес годного литья на программу весовой группы, т;
 K — выход годного литья по данной весовой группе, %.

Вес металлозавалки на программу литья складывается из суммы весов металлозавалки отдельных весовых групп.

Для расчета потребного количества плавильных агрегатов составляется ведомость расчета металлозавалки по маркам металла (табл. 4.71).

Табл. 4. 71. Ведомость расчета металлозавалки

Номер п. п.	Статьи баланса металла	Марка		Марка	
		т	%	т	%
1.	Годные отливки	+	65	+	+
2.	Металл литниковых систем	+	26	+	+
3.	Металл бракованных отливок	+	4	+	+
4.	Жидкий металл	+	95	+	+
5.	Угар и безвозвратные потери	+	5	+	+
6.	Металлозавалка	(4+5)	100	(4+5)	100

Расчет плавильных агрегатов ведется по жидкому металлу. Вес металлозавалки в табл. 4.71 складывается из веса жидкого металла (п. 4) и веса угара и безвозвратных потерь (п. 5).

Состав и количество шихтовых материалов определяется на основании ведомости шихт и баланса металла (табл. 4.72). (Цифры в графе «Марка I» отвлеченные.)

Табл. 4. 72. Ведомость шихт и баланса металла

Состав шихты	Марка I		Марка II		Марка III		Всего	
	т	%	т	%	т	%	т	%
Чушковые чугуны	40							
Лом чугунный покупной	20							
Лом стальной покупной	8							
Отходы собственного производства	30							
Ферросплавы	2							
Металлозавалка	100							
Выход:								
Годные отливки	65							
Литейный брак	4							
Отходы (литники, прибыли, сливы)	26							
Итого жидкого металла	95							
Угар и безвозвратные потери	5							
Металлозавалка	100							

В ведомости шихт и баланса металла содержатся данные о составе металлической шихты по каждой марке выплаваемого металла с разделением шихтовых материалов по сортам и маркам, с указанием количества отходов и количества годного литья.

Баланс металла имеет большое техническое и экономическое значение. От него зависят расход металла, себестоимость жидкого

Табл. 4. 73. Нормы производительности вагранок и характеристика скипового подъемника

Внутренний диаметр шахты вагранки, мм	Средняя производительность вагранки, т/ч		Характеристика скипового подъемника	
	с подогревом дутья до 400—500°C	без подогрева дутья	емкость бады, м³	полезная грузоподъемность, тс
(700)	3,2	3,0	0,5	0,5
(800)	4,5	4,0	0,5	0,7
900	5,5	5,0	1,0	0,8
1100	8,0	7,0	1,0	1,3
1300	11,0	10,0	1,5	1,7
1500	15,0	14,0	2,0	2,4
1800	20,0	18,0	2,5	3,1
2100	27,0	24,0	3,5	4,2

- Примечание. 1. Нормальная эксплуатация вагранок обеспечивается при отклонении от средней производительности в пределах $\pm 15\%$.
2. Загрузка вагранок автоматизируется, допускается применение непрерывной загрузки пластинчатыми транспортерами и иными методами.
3. Емкость бады и грузоподъемность скипового подъемника установлены для совместной загрузки шихты, топлива и флюсов. При раздельной загрузке шихты и топлива с флюсом допускается уменьшение бады и соответственно грузоподъемности скиповых подъемников.
4. Предусматривается грануляция шлака и механизация уборки отходов от вагранок.
5. В первой графе в скобках приведены диаметры вагранок, не рекомендуемые для применения.

Для типовых вагранок предусмотрены устройства для очистки газов и для большинства — подогрев дутья. Плавильный пояс вагранок всех типов водоохлаждается. Водяное охлаждение может не устраиваться только для вагранок диаметром до 900 мм, если они работают в одну смену, и менее.

Загрузка шихты, открывание и закрывание днища вагранки, перемещение заслонки загрузочного окна механизированы. Предусмотрен контроль следующих параметров плавки: расхода, давления, температуры воздушного дутья, температуры жидкого металла, уровня шихтовых материалов, состава и температуры отходящих газов, температуры охлаждающей воды, расхода природного газа в коксгазовых вагранках, регулирование расхода дутья, температуры подогрева воздуха, сжигание газа.

Оксид углерода должна дожигаться в трубе вагранки или в топке перед рекуператором, для чего устанавливаются специальные газовые, мазутные или электрические воспламенители.

Коксгазовые вагранки отличаются от коксовых конструкцией плавильного пояса, дополнительными устройствами для подачи газа, КИП и автоматикой, значениями удельного ($\text{м}^3/\text{м}^2 \text{ мин}$) и общего расхода дутья, повышенной производительностью. Расход кокса принят 9—11% и газа — 35 $\text{м}^3/\text{т}$ металлозавалки с потреблением 10,3 м^3 воздуха на каждый 1 м^3 газа.

металла и отливок. Определяющее значение имеют показатели нижней части баланса (выход), в которых отражаются различные виды технологических потерь: безвозвратных (угар, распыл и т. д.) и возвратных (брак, литники и т. п.), уменьшающих выход годных отливок по отношению к весу металлической завалки. Эти показатели также отражают технический уровень в цехе: рациональность ведения плавки (угар), качество технологии формы (литники, прибыли и т. д.), соблюдение технологической дисциплины (брак) и т. д.

Баланс по своему построению должен удовлетворять ряду требований: сумма процентов как по составу шихты (верхняя половина баланса), так и по выходам (нижняя половина) должна составлять 100%; статья «Отходы собственного производства» в верхней части баланса должна точно соответствовать сумме процентов литейного брака и отходов в нижней части баланса при полном использовании отходов или с учетом выдачи на сторону неиспользованного возврата.

Баланс металла систематически пересматривается и считается важнейшим сводным технологическим документом.

В зависимости от рода выплаваемого металла применяют различные типы плавильных агрегатов, каждый из которых имеет свои металлургические и эксплуатационные особенности. Вид плавильного агрегата также влияет на выбор планировки цеха и организацию рабочих мест. Поэтому расчет плавильных печей производят отдельно для каждого типа плавильного агрегата.

4.5.2. Плавка чугуна в вагранках

Основным плавильным агрегатом для плавки серого и ковкого чугуна является вагранка. Современные вагранки открытого и закрытого типа оборудованы комплексом устройств по очистке газа, пыли, подогреву дутья, уборке шлака, контролю и регулированию технологических параметров. Главное достоинство вагранки — непрерывность плавки. Недостатки — трудность получения жидкого металла с точным химическим составом и его низкая температура — 1400—1450°C.

При проектировании литейных цехов конструкции вагранок не рассчитывают, а ограничиваются определением их количества и часовой производительности. Мощность вагранки определяется ее часовой производительностью, выраженной в тоннах жидкого металла, и подбирается из нормального ряда вагранок, приведенного в табл. 4.73.

На основании нормального ряда вагранок, материалов проектных и научно-исследовательских работ разработан и утвержден Госкомитетом по машиностроению при Госплане СССР типаж вагранок. Это позволяет унифицировать отдельные узлы вагранок и организовать их централизованное изготовление на специализированных предприятиях. В типаж включены коксовые вагранки и вагранки с заменой части кокса природным газом (коксгазовые).

Табл. 4. 76. Средства механизации загрузки вагранок, уборки шлака и провалов

Внутренний диаметр вагранки, мм	Загрузка шихты в вагранку		Уборка и грануляция шлака	Уборка провалов	Закрывание днища
	открытого типа	закрытого типа			
700	Скиповый	Бадья	Выпуск в шлаков-	По наклонному	Ручное; теле-
800	подъем-	евый	но без грануля-	склизу в ко-	жечный меха-
900	ник с за-	подъ-	ции. Грануляция	роб, находя-	низм; пневма-
1100	грузоч-	ем-	шлака в бассейне;	щийся на те-	тическое
1300	ным	ник	грануляция шла-	лежке под ва-	устройство
1500	устрой-		ка в коробке	гранкой	
1800	ством				
2100					

отливок и количества шихт. Потребное количество вагранок определяется по формуле

$$n = \frac{QK_n}{T_d q}$$

где n — количество вагранок;
 Q — годовое количество жидкого металла по цеху или участку, т;
 K_n — коэффициент неравномерности потребления жидкого металла, равный 1—1,2 для крупносерийного и массового производства и 1,2—1,4 для индивидуального и мелкосерийного производства;
 T_d — действительный годовой фонд времени работы вагранок, ч;
 q — производительность вагранки, т/ч.

Нормальная работа плавильного отделения обеспечивается при коэффициенте загрузки вагранок 0,7—0,85.

При наличии в цехе отдельных формовочных участков с отливками, отличными по химическому составу, или при различных режимах работы участков устанавливают несколько блоков вагранок. В этом случае расчет вагранок ведут по каждому формовочному участку отдельно. Как правило, в конвейерных литейных цехах массового производства вагранки устанавливают по шихтам.

Установка нескольких блоков вагранок в цехе требует, больших капитальных затрат, увеличения обслуживающего персонала и расхода топлива. Поэтому работу плавильного отделения нужно организовать так, чтобы можно было обойтись одним блоком высокопроизводительных вагранок.

При наличии нескольких шихт и небольшой потребности в жидком металле переплав их можно вести в разные периоды времени. Необходимо стремиться к тому, чтобы вагранки работали непрерывно в две смены, что обеспечивает экономию кокса. Работу вагранок

согласовывают с работой формовочного отделения. Металлоемкость форм должна соответствовать часовой производительности вагранок. Если одна вагранка не может обеспечить жидким металлом заливку отливки большого веса, плавку ведут в двух вагранках одновременно.

Для загрузки шихты в вагранку наиболее широкое распространение получили бадьевые подъемники автоматического действия, а для набора и взвешивания шихты — траковые питатели с последующим взвешиванием на подвижной весовой тележке (табл. 4.77).

Табл. 4. 77. Характеристика электровесовых тележек

Показатели	Тип тележек		
	172ЭВТ-2	71ЭВТ-3	72ЭВТ-3Б
Предельная нагрузка, тс	2	3	3
Габариты, мм	2700×1200×2100	5000×2000×2300	5000×2000×2800
Размер площадки, мм	1200×1200	2000×1550	—
Емкость бункера, м ³	—	—	1,5

Взвешивание шихты может также производиться весовыми дозаторами различных конструкций, установленными у трака. Преимущество такой дозировки состоит в том, что набор составляющих шихты можно производить параллельно, а недостаток — в наличии большого количества весов при малом коэффициенте их использования.

Набор и взвешивание шихты можно осуществлять с помощью электромагнитных подъемников с регулируемой грузоподъемностью. Такие установки снабжены счетно-решающими устройствами и работают по заданной программе.

Если склад шихтовых материалов расположен в отдельном помещении, целесообразно применять загрузку шихты с помощью подвешенного толкающего конвейера, на котором подвешены бадьи с шихтой. Набор, дозировка и загрузка шихты могут осуществляться по автоматическому циклу или включением с пульта управления.

При непрерывной загрузке вагранки применяются пластинчатые или ленточные транспортеры. Качественный ход плавки обеспечивается бесперебойным снабжением вагранки шихтой в соответствии с балансом металла и контролем режима плавки. Транспортировка и загрузка кокса осуществляется ленточными транспортерами. Во избежание дробления кокса следует избегать применения грейферов и многократных перегрузок. В цехах большой мощности разгрузка кокса из вагонов предусматривается в подрельсовые приемные бункера щелевого типа, а в цехах малой мощности — в закрома. Перед подачей кокса в расходные бункера его подвергают грохочению. Отходы вывозятся.

Флюсы подвергаются дроблению, а затем подаются ленточными транспортерами в расходные бункера. Характеристика дробилок приведена в табл. 4.78.

Коксовые вагранки маркируются добавлением перед обозначением типа (модели) индекса К, а коксгазовые — КГ. Расход кокса для коксовых вагранок принят 13—15%, причем больший расход относится к вагранкам малой производительности.

В вагранках с диаметром 700—900 мм для подогрева дутья рекомендуются встроенные радиационный или конвекционный рекуператоры с подогревом дутья до 250—300 и 300—350°C соответственно. Для вагранок остальных размеров рекомендуются выносные радиационно-конвекционный и конвекционный рекуператоры с использованием тепла отходящих газов с подогревом дутья до 450—500 и 400—500°C соответственно, а также отдельно отапливаемый рекуператор с подогревом дутья до 400—500°C.

Вагранки с холодным дутьем устанавливаются в цехах ремонтного литья и небольших реконструируемых, производящих ответственные отливки. Если в таких цехах выпускаются отливки из высокопрочного или специального чугуна, следует устанавливать вагранки со встроенными рекуператорами.

Вагранки с высокотемпературным подогревом дутья в выносном рекуператоре с использованием тепла отходящих ваграночных газов и полной их очисткой устанавливаются в типовых высокопроизводительных цехах заводов индивидуального и мелкосерийного машиностроения и в литейных цехах металлургических предприятий. При крупносерийном и массовом производстве отливок должны применяться вагранки с высокотемпературным подогревом дутья в отдельно отапливаемом воздухоподогревателе. Коксгазовые вагранки могут применяться во всех случаях, особенно при необходимости получения высокой удельной производительности при пониженных требованиях к перегреву чугуна. Все вагранки должны снабжаться устройствами для полной очистки газов.

Устройства для очистки ваграночных газов, тип дымососа и мощность привода приведены в табл. 4.74.

Воздуходувки для подачи дутья в вагранку не рассчитывают, а подбирают по табл. 4.75 в зависимости от внутреннего диаметра вагранки. Воздуходувки устанавливают для каждого блока вагранок отдельно в изолированных помещениях на первом этаже или на промежуточных площадках.

В типаж входят и вагранки закрытого типа. В табл. 4.76 приведены средства механизации по загрузке шихты в вагранку, уборке и грануляции шлака, уборке провалов и закрыванию днища.

Вагранки могут применяться с копильником и без него. Применяют копильники стационарные и поворотные с индукционным и газовым обогревом. Выбор копильника зависит от конкретных условий производства. Вагранки без копильников применяются при мелком литье и необходимости в течение смены выплавлять несколько марок металла.

Вагранки со стационарным копильником позволяют накапливать жидкий металл до 70% ее часовой производительности и применяются при ступенчатом режиме работы и программе среднего и крупного литья. Поворотными копильниками оборудуются вагранки, пи-

Табл. 4. 74. Устройства очистки ваграночных газов

Внутренний диаметр пла- вильного пояса вагранки, мм	Схема очистки			Грубая очистка		Тон- кая* очистка		Дымосос	
	I	II	III	буферный циклон диаметром, мм	батарея циклонов ЦН-15	номер скруббера ПС-БТИ ПСП	номер промывателя СИОТ	тип	мощность двигателя, кВт
700	Мокрый пы-	Одноступен-	Двухступен-	900	4x600	11	4	Д-8	7
800	леосади-	чатая тон-	чатая гру-	1100	4x700	13	5	Д-10	14
900	тель, уста-	кая очи-	бая и тон-	1300	6x700	15	6	Д-10	20
1100	новленный	стка	кая очи-	1500	6x750	16	7	Д-12	28
1300	на трубе		стка	1800	8x800	19	8	Д-13,5	75
1500	вагранки			2100	—	21	9	Д-15,5	75
1800				2500	—	—	10	Д-18	100
2100				2900	—	—	11	ВМ-40/750	150

* Для тонкой очистки газов могут быть применены аппараты типа «Ротоклон», труба вентури или электрофильтры.

Табл. 4. 75. Воздуходувки, рекомендуемые для нормального ряда вагранок, и их характеристики

Внутренний диаметр пла- вильного пояса вагранки, мм	Для вагранок с холодным дутьем					Для вагранок с горячим дутьем
	тип вентилятора	мощность двигателя, кВт	производительность, м ³ /ч	напор, мм вод. ст.	габариты вентиля- тора, мм	тип вентилято- ра
700	В6/800	40	6000	800	1770x1030x1180	В6/800
800	В6/800	40	6000	800	1770x1030x1180	В6/1250
900	В10/1250	75	10000	1250	1990x1100x1260	В10/1250
1100	В10/1250	75	10000	1250	1990x1100x1260	В14/1400
1300	В14/1400	100	14000	1400	2120x1100x1260	В20/1700
1500	В20/1700	160	20000	1700	3270x1830x2200	В20/1700
1800	400-12-2	250	—	—	—	400-12-2
2100	700-12-1	350	—	—	—	700-12-1

тающие литейные конвейеры. Емкость стационарных и поворотных копильников установлена в 1; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10; 16 т.

Количество вагранок и их производительность выбирают исходя из часовой потребности в жидком металле, максимального веса

Табл. 4.78. Характеристика щековых дробилок

Модель дробилки	Производительность, м ³ /ч	Размер загрузаемых кусков, мм	Крупность дробления, мм	Габаритные размеры, мм	Установленная мощность электродвигателя, кВт
СМ-166А	7—35	210	20—80	1352x1835x1230	30
С-182Б	14 (максимум)	210	20—80	1330x1200x1450	22
СМ-741	19,8—48	340	40—100	2000x2280x1980	40
СМ-16Д	36—120	510	75—200	2470x2150x2520	75

Примечание. Большая производительность относится к большей крупности размеров.

При наличии в цехе отливок из модифицированного или высокопрочного чугуна необходимо в плавильном отделении предусмотреть площади для размещения оборудования по производству таких чугунов.

Широкое применение получили чугуны, модифицированные магнием. Для их обработки применяют герметичные камеры или ковши. Метод обработки чугуна в герметичных камерах разработан Одесским ЦКТБ и заключается в модифицировании жидкого металла магнием под давлением воздуха в 3—6 атм. Характеристика герметичных камер приведена в табл. 4.79.

Ковши барабанного и конвертерного типа для обработки чугуна магнием разработаны ЦНИИТМашем. Сущность этого способа заключается в том, что обработка чугуна производится в герметически закрытых ковшах под давлением паров магния.

4.5.3. Плавка чугуна в индукционных печах

В индукционных тигельных печах начали плавить чугун около четверти века назад. Однако из-за дефицита электроэнергии, несовершенства печей и кладки широкого применения такая плавка не получила. Основным плавильным агрегатом оставалась вагранка.

Технический прогресс в машиностроении, связанный с повышением надежности и долговечности машин, уменьшением их веса, предъявляет все большие требования к качеству чугунных отливок, что ведет к усовершенствованию конструкций вагранок. Вагранки оборудуются рекуператорами для подогрева воздуха, мощными вентиляторами и др. Появляются коксогозовые и газовые вагранки. Однако несмотря на существенное изменение конструкции вагранок, преимущества горячего дутья, во многих случаях ваграночный чугун все же не удовлетворяет требованиям относительно пределов колебания химического состава, содержания вредных примесей и степени перегрева металла.

Для плавки чугуна все большее распространение получают индукционные печи промышленной частоты. Начиная с конца пятидесятых годов плавка чугуна в электропечах и особенно в индук-

Табл. 4.79. Техническая характеристика герметических камер (автоклавы)

Показатели	Модели камер			
	В-56, М-3,5	В-80-5	В-77-15	В-92-14
Емкость ковша, т	До 0,35	0,3—0,8	0,8—2,5	5,0—7,0
Производительность, т/ч	До 3,5	До 5,0	До 15,0	До 14
Давление воздуха, кгс/см ²	3—6	3—6	3—6	3—6
Расход магния, % к жидкому металлу	0,18—0,20	0,18—0,20	0,20—0,25	0,20—0,25
Расход флюсов (криолита), % к жидкому металлу	0,10—0,25	0,10—0,15	0,15—0,20	0,15—0,20
Длительность цикла модифицирования, мин	4—5	5—6	8—10	15—20
Привод установки	Пневматический			Электродвигательский
Габариты, мм	2700×1970×1550	3200×1700×1600	4200×6000×3600	6500×4000×3500
Вес, кг	1700	4072	8800	15000
Количество обслуживающего персонала	1	1	1	1
				9000×6000×5000
				45800

ционных печах в промышленно развитых странах начинает вытеснять ваграночную плавку. За период с 1963 по 1968 г. в США количество работающих электропечей для плавки чугуна возросло до 4000. Из них около 70% составляют индукционные печи промышленной частоты. За последние 6—7 лет в США число вагранок сократилось почти вдвое, а число электропечей возросло в 2,5 раза. В Западной Европе также идет процесс замены вагранок электропечами.

В СССР первый блок цехов с индукционными печами промышленной частоты вместо вагранок начал работать в 1963 г. на Каунасском чугунолитейном заводе. Институт «Ленгипротяжмаш» в течение ряда лет в проектах литейных цехов предусматривает индукционные печи промышленной частоты.

Главное преимущество индукционной плавки чугуна перед ваграночной состоит в возможности управлять процессом перегрева чугуна в широком интервале по температуре и времени, осуществлять более глубокую металлургическую обработку расплава, точно выдерживать химический состав и получать чугун высокого качества. К преимуществам этих печей относится возможность переплава небрикетирующей чугушной стружки до 40% веса металлической завалки, отходов тонколистового железа, что снижает расход чушкового чугуна и лома. Допустимо использование и компактных отходов металла большого веса и крупных размеров, существенно ограниченного при плавке в вагранке. При плавке снижается угар Si и Mn, удешевляются шихтовые материалы, общий угар находится в пределах 2—0,6%, сокращается штат обслуживающего персонала и на 30% — потребность в кубатуре помещения за счет высоты здания.

При плавке чугуна в индукционных печах резко снижается содержание S в расплаве, что облегчает получение чугуна с шаровидным графитом. Существенно улучшаются санитарно-гигиенические условия труда, так как обслуживающий персонал не подвергается вредным воздействиям тепла, пыли, шума, газов от сжигания топлива. Последний фактор особенно важен в черте города и населенных пунктах, так как при работе индукционных печей воздушный бассейн засоряется во много раз меньше, чем при ваграночном процессе, при котором требуются громоздкие, дорогостоящие средства очистки. Снижается удельный расход огнеупорных материалов — для индукционной печи он составляет 3 кг/т, дуговой печи с кислой футеровкой — 17,6 и для вагранки — 27 кг/т.

Индукционные печи гибки в работе, обеспечивают отбор металла большими порциями или непрерывно в зависимости от условий производства при высокой стабильности состава жидкого чугуна.

Расчеты, зарубежная практика и практика Каунасского завода «Центролит» подтверждают полную целесообразность широкого применения индукционных печей вместо вагранок. При использовании дешевой шихты себестоимость тонны жидкого металла может снижаться на 30—40%. По сравнению с простыми вагранками ин-

дукционные печи более капиталоемки (на 10 руб/т жидкого металла в год) вследствие высокой стоимости оборудования. Однако при использовании дешевой шихты срок окупаемости капитальных затрат не превышает полугода. При наличии у вагранок установок для подогрева дутья, очистки газов, охлаждения футеровки, автоматического управления режимов плавки и прочего разницы в стоимости установок нет.

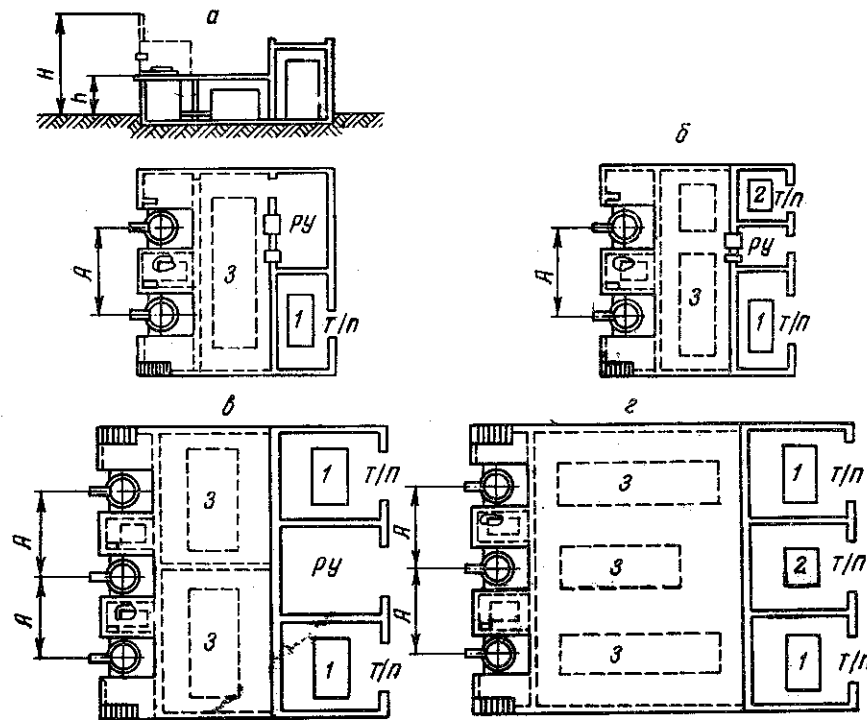


Рис. 4.22. Схема вариантов установки индукционных печей:
1 — основной трансформатор; 2 — вспомогательный трансформатор; 3 — конденсаторные батареи; т/п — трансформаторная подстанция

Индукционные тигельные печи промышленной частоты и электромиксеры для плавки, перегрева и выдержки чугуна, выпускаемые в Советском Союзе, приведены в табл. 4.80.

Действительная производительность печей принята равной 70% от теоретической с учетом времени на загрузку шихты, выпуск металла из печи и подготовку тигля к плавке.

В табл. 4.81 приведены нормы расстояний между индукционными тигельными печами промышленной частоты для плавки чугуна, а на рис. 4.22 наиболее распространенные варианты установки индукционных тигельных печей.

На рис. 4.22, а показана установка из двух тиглей и одного основного трансформатора, где один тигель является резервным; на рис. 4.22, в — установка из трех тиглей и двух основных транс-

Табл. 4. 80. Характеристика индукционных тигельных печей

Параметры печей	Тип				
	Для плавки				
	ИЧТ-1	ИЧТ-2,5	ИЧТ-6	ИЧТ-10	ИЧТ-16
Емкость тигля, т	1	2,5	6	10	16
Мощность трансформатора, кВ·А	360	1300	1300	2500	2500
Потребляемая мощность, кВт	357	718	1238	2285	2500
Производительность, т/ч	0,39	0,86	1,58	2,94	3,15
Продолжительность плавки на твердой шихте (полный цикл), ч	2,55	2,91	3,8	3,40	5,08
Рабочая температура, °С	1400	1400	1400	1400	1400
Расчетная производительность при перегреве на 100 °С, т/ч	—	—	—	—	—
Расход электроэнергии при перегреве на 100 °С, кВт·ч	—	—	—	—	—
Расход охлаждающей воды, м³/ч	4,5	8	13	28	—
Общий вес печи с жидким металлом, т	7,3	17	28	41	—

Примечание. При плавке стали в печах ИЧТ производительность чугуна и стали.

форматоров, два тигля работают одновременно, а один резервный; на рис. 4.22, б — установка, которая имеет два тигля и один вспомогательный трансформатор. Дополнительный трансформатор позволяет переключать любую из двух печей на работу в миксерном режиме и вести плавку и раздачу металла непрерывно. Производительность печей такой установки увеличивается и определяется умножением нормативной на коэффициент 1,3. Установка печей на рис. 4.22, г имеет три тигля, два основных и один вспомогательный трансформатор. Каждый из тиглей может работать в миксерном режиме. Мощность установки также определяется умножением нормативной на коэффициент 2,6—2,7. Плавка и выдача металла ведется непрерывно. При проектировании литейных цехов с применением индукционных печей возможны и другие схемы компоновки печей и электрооборудования.

При разработке проектов с применением индукционных печей необходимо предусматривать специальные средства для удаления влаги, масла, эмульсии и других жиросодержащих веществ в

Табл. 4.81. Нормы расстояний между индукционными тигельными печами

Тип печи	Основные размеры, мм		
	A	h	H
ИЧТ-1; ИЧТМ-1	5000	1580	3770
ИЧТ-2,5; ИЧТМ-2,5	6000	2610	5550
ИЧТ-6; ИЧТМ-6	6000	3125	6500
ИЧТ-10; ИЧТМ-10	6000	1580	7100

и электромиксеров для плавки, перегрева и выдержки чугуна

печей	для перегрева и выдержки чугуна								
	чугуна	для перегрева и выдержки чугуна							
	ИЧТ-25	ИЧТМ-1	ИЧТМ-1	ИЧТМ-2,5	ИЧТМ-6	ИЧТМ-10	ИЧТМ-16	ИЧТМ-25	
25	1	1	2,5	6	10	16	25		
6300	От сети	200	400	400	1300	1300	—		
3500	100	180	260	400	650	800	1250		
6,44	—	—	—	—	—	—	—		
3,88	—	—	—	—	—	—	—		
1400	Перегрев чугуна 1200—1300 или 1300—1400								
—	1,35	3	4	6,5	13	16	25		
—	83	55	63	60	50	50	—		
48	3,0	4,3	3,85	6,3	8	10,7	—		
80	7,7	7,7	15,8	28	35,7	47	—		

снижается на 20%. Данные, приведенные для печей ИЧТМ, равнозначны для

стружке и других отходах, направляемых на плавку. По данным Каунасского завода «Центролит», использующего в качестве шихты чугунную стружку россыпью, в 1 т стружки содержится более 30 кг масла и эмульсии.

Плавка необработанной шихты загрязняет цех копотью, при загрузке возможны возгорания и хлопки, щелочные составляющие эмульсии ускоряют разрушение футеровки, а сернистые составляющие масла насыщают металл серой. В итоге качество отливок ухудшается и снижаются технико-экономические показатели.

Подготовку шихты можно производить тепловым методом в печи при 500—700°С, где удаляются практически все летучие и горючие вещества. Чтобы избежать окисления стружки, создают в печи нейтральную или восстановительную атмосферу.

Для обезжиривания легковесных металлоотходов применяют также промывку слабощелочными растворами едкого натра (40—50% NaOH и 0,5—1% ДС-РАС — поверхностно-активное вещество). Операция промывки производится методом душирования сверху в специальной емкости. Продолжительность обезжиривания составляет 5—10 мин. Раствор подогревают до 60—80°С, что облегчает последующую сушку шихты за счет собственного тепла.

Серьезным резервом в снижении стоимости плавки и повышения производительности индукционных печей промышленной частоты является предварительный подогрев шихты более дешевым топливом — мазутом или газом. Загрузка шихты, имеющей температуру 650—700°С, обеспечивает повышение производительности печи на 40 и снижение расхода электроэнергии на 30%.

Выплавка металла в чугунолитейных цехах может осуществляться различными плавильными агрегатами или их сочетанием,

ци
сн
ко
до
ме
со
В
пе
ле
на
те
ду
ва
ва
ще
точ
ка
пер
тал
рас
пав
щес
жае
уга
вак
за с
сод
вид
ски
гае
ния
нас
душ
ноч
щие
мат
вой
I
тал
вий
гуна
F
«Це
прим
вани
сниж

однако в большинстве случаев вопрос стоит о выборе между вагранкой, индукционной и электродуговой печью. От выбора плавильного агрегата во многом зависят технико-экономические показатели работы плавильного отделения.

Для установления оптимального варианта применения плавильных печей В. М. Шестопалом и И. А. Иоффе было проведено сравнительное технико-экономическое исследование семи основных плавильных агрегатов применительно к типовым плавильным участкам мощностью 15 000—140 000 т для пяти основных марок серого чугуна по трем наиболее характерным для большинства районов СССР условиям стоимости 1 кВт установленной мощности (38 р. 8 к., 43 р. 10 к., 53 р.).

Исследование показало следующее.

1. Наиболее перспективным плавильным агрегатом для плавки чугуна в настоящее время является индукционная тигельная печь промышленной частоты с установкой для подогрева шихты и миксерным режимом, причем особенно высокие технико-экономические показатели — при выплавке синтетических чугунов на дешевой шихте. При использовании дорогой шихты, рассчитанной для плавки в коксовой вагранке, приведенные затраты будут выше, чем при плавке в коксовых и газовых вагранках и дуплекс-процессах на их основе. Однако, учитывая такие факторы, как качество жидкого чугуна (особенно при выплавке специальных марок), гибкость в работе при выплавке различных марок чугуна, условия труда на плавильном агрегате (газы, пыль, шум), целесообразно применять индукционные тигельные печи промышленной частоты с установками для подогрева шихты и миксерным режимом.

2. Без дешевой шихты и при высокой стоимости электроэнергии, когда нет необходимости в выплавке высоких и специальных марок чугуна, целесообразно применять дуплекс-процессы: коксовая вагранка + индукционная печь промышленной частоты и газовая вагранка + индукционная печь промышленной частоты.

3. Двухчастотные индукционные печи (плавка на высокой или средней частоте, доводка и выдержка металла на промышленной частоте) хотя и имеют приведенные затраты на 1 т жидкого чугуна больше, чем индукционные тигельные печи промышленной частоты, однако дают ряд преимуществ: занимают меньше площади, ускоряют плавку на холодной завалке и мелкой шихте, дают возможность плавить наряду с чугуном и сталь. Поэтому двухчастотные печи целесообразно устанавливать при реконструкции цехов, имеющих минимальные площади для установки плавильных агрегатов, а также в цехах, выпускающих ремонтное литье с частой сменой марок выплаваемого чугуна и кратковременным использованием плавильных печей в течение суток и в смешанных чугуносталелитейных цехах.

4. Дуплекс-процесс дуговая печь + индукционная печь промышленной частоты ввиду высоких приведенных затрат целесообразно применять в чугунолитейных цехах только в случаях плавки хромистых чугунов с особо низким содержанием фосфора и серы, на

загрязненной другими металлами и неизвестного состава шихте и в смешанных чугуносталелитейных цехах.

При сравнении вариантов плавильных агрегатов необходимо учитывать наряду с экономической эффективностью и такие технологические факторы, как качество жидкого чугуна, гибкость в работе при выплавке последовательно различных марок чугуна, условия работы на плавильном агрегате, которые в отдельных случаях могут иметь решающее значение при выборе плавильного агрегата.

При выплавке жидкого металла для ковкого чугуна наибольшее распространение получили дуплекс-процессы вагранка + электродуговая или индукционная печь. Например, по схеме вагранка + электродуговая печь работают литейные цехи Горьковского автозавода и Тульского комбайнового завода, по схеме вагранка + индукционная тигельная печь — литейный цех ковкого чугуна Кутаисского автомобильного завода и др.

Однако и здесь индукционные печи промышленной частоты имеют преимущества. Опыт работы литейного цеха Запорожского арматурного завода, оборудованного индукционными тигельными печами промышленной частоты, специализирующегося на массовом выпуске арматуры из ковкого чугуна, оценивается положительно, особенно при использовании в составе шихты стружки.

В промышленно развитых странах, кроме индукционных печей, для плавки чугунов широко применяется дуплекс-процесс вагранка + индукционная печь, который решает проблему плавки различных марок синтетического чугуна с низким содержанием серы, пригодным для получения высокопрочных чугунов.

В ФРГ применяется дуплекс-процесс вагранка + индукционная печь, где используются 10-тонные вагранки с подогревом дутья и 5-тонная индукционная печь. На заводе «Вольво» в Швеции используется дуплекс-процесс вагранка + канальная печь для отливок блоков цилиндров, головок блоков. В 10-тонной вагранке с подогревом дутья до 500°C выплавляется синтетический чугун на шихте из стального лома, возврата и 10% доменного чугуна. Металл из вагранки в 20-тонную канальную печь поступает по желобу и подогревается до 1450—1470°C. Стойкость футеровки ванны — три года. По такой же схеме вагранка + канальная печь работают литейные цехи шведских фирм «Эббес Брук» и «Скания Вабис».

На автомобильной фирме «Крейслер» в США две вагранки производительностью по 50 т/ч с подогревом дутья до 750°C работают в дуплекс-процессе с тремя канальными печами емкостью до 100 т, одна из которых — резервная. Чугун из вагранки в канальную печь поступает по желобу непрерывно и перегревается до 1530—1550°C. Он используется для отливок блоков цилиндров, головок блоков и других деталей. В литейном цехе фирмы «Atlas Foundry Co» (США) чугун с низким содержанием серы выплавляется в индукционных печах, а затем подается в индукционную тигельную печь, где он дополнительно науглероживается, а на заводе фирмы ASEA для получения чугуна с шаровидным графитом ис-

пользуется дуплекс-процесс индукционная тигельная печь + индукционная канальная печь, где две 8-тонные тигельные печи работают с одной 10-тонной канальной.

На Горьковском автозаводе для выплавки магниевого чугуна применяется дуплекс-процесс индукционная тигельная печь промышленной частоты + электродуговая печь. В проекте реконструкции литейных цехов завода для синтетического чугуна запроекти-

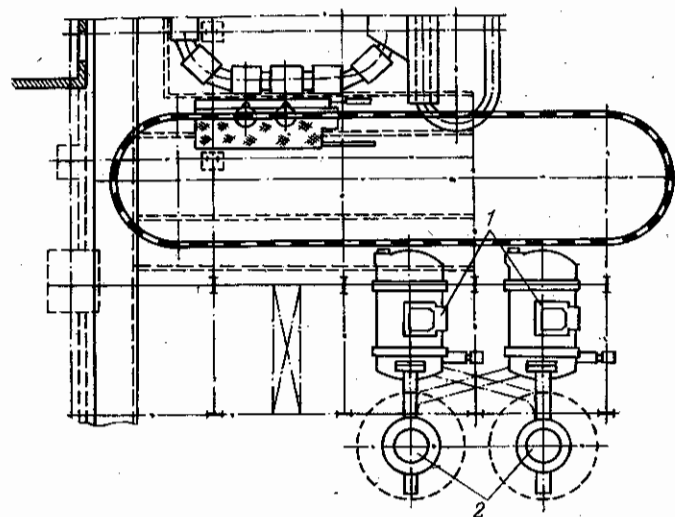


Рис. 4.23. Типовая схема организации дуплекс-процесса металлургическая вагранка + индукционная канальная печь: 1 — индукционные каналные печи; 2 — металлургические вагранки

рован дуплекс-процесс индукционная тигельная печь + канальная печь. Ваграночный процесс и дуплекс-процесс вагранка + дуговая печь заменяют дуплекс-процессом металлургическая вагранка + канальная печь, где будут выплавляться чугуны марки КЧ35-10, СЧ24-44, СЧ18-36.

Типовая схема организации дуплекс-процесса металлургическая вагранка + канальная печь представлена на рис. 4.23. Из вагранки производительностью 30 т/ч с подогревом дутья до 500—600°C чугун поступает по желобу в канальную печь полезной емкостью 45 т. Вагранка плавит без выбивки в течение недели.

При выплавке чугуна индукционные печи могут работать в различных режимах (рис. 4.24). На рис. 4.24, а показана диаграмма для переменного химического состава. Здесь каждая плавка имеет свой химический состав. Печь после каждой плавки полностью опорожняется.

Если идут плавки одного химического состава, в печи может оставаться «болото» жидкого металла (рис. 4.24, б). Отбор металла производится определенными порциями. После каждого отбора печь загружается таким же количеством холодной шихты.

На рис. 4.24, в показана диаграмма для скользящего химического состава, когда расплав одного состава может использоваться для приготовления другой марки сплава. В этом случае печь может работать с «болотом» жидкого металла. Величина «болота» зависит от расчетного химического состава.

При расчете индукционных печей для плавильного отделения важно установить емкость печи. Если емкость печи не определяется максимальным весом отливки, она рассчитывается исходя из часовой потребности жидкого металла. По данным К. Брокмайера, минимальная емкость печи промышленной частоты может определяться по формуле

$$G_{\text{мин}} = 2,5Q_{\text{ч}}$$

где $G_{\text{мин}}$ — минимальная емкость печи, т;
 $Q_{\text{ч}}$ — часовая потребность жидкого металла, т/ч.

Количество печей на годовую программу рассчитывается по формуле

$$n = \frac{QK_{\text{н}}}{T_{\text{д}}q}$$

где n — количество печей, шт.;

Q — потребное количество жидкого металла, т/год;

$K_{\text{н}}$ — коэффициент неравномерности потребления жидкого металла, равный для единичного и мелкосерийного производства 1,2—1,4; серийного и мелкосерийного производства 1,1—1,3 и для массового и крупносерийного производства 1,0—1,2;

$T_{\text{д}}$ — действительный годовой фонд времени работы печи, ч;
 q — производительность печи, т/ч.

Печи, обеспечивающие работу конвейеров, должны работать по графику. Для этого на все работающие печи составляется график работы печей и выдачи металла на конвейер.

Дуплекс-процесс вагранка + индукционная печь может быть двух типов. *Первый тип* — две печи тигельные, работающие попеременно: одна — на заполнение, другая — на выдачу жидкого металла. По данным В. Трещалина, емкость миксеров, обеспечивающих стабилизацию химического состава, главным образом по кремнию составляет 0,8 q каждый (q — часовая производительность

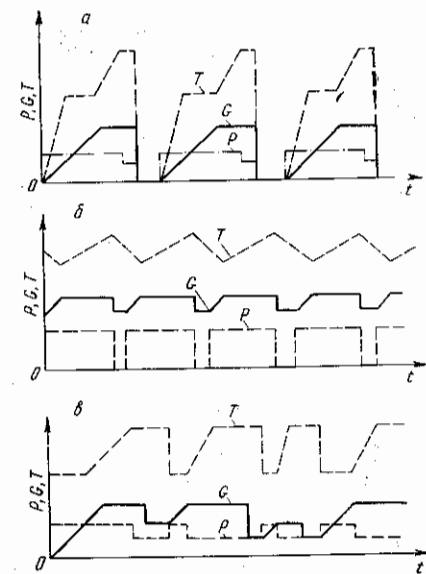


Рис. 4.24. Виды производственных режимов работы индукционных печей:

G — заполнение печи расплавом; T — температура расплава; P — мощность печи.

вагранки). При использовании канальных миксеров, где обычно остается до 30% жидкого металла, емкость миксера увеличивается на 30%.

При организации *второго типа* вагранка оборудуется одним миксером, в который чугуны поступает непрерывно и раздается на заливку. Емкость миксера, обеспечивающая стабилизацию химического состава, по кремнию должна быть равной 4,5 т.

4.5.4. Плавка стали в мартеновских печах

Плавильные отделения фасонно-сталелитейных цехов оборудуются мартеновскими, электродуговыми и индукционными печами. В табл. 4.82 дана характеристика мартеновских печей.

Расчет мартеновских печей для цехов, где изготавливается только фасонное литье, производится по формуле

$$n = \frac{Q}{(T - T_n)Pk}$$

где n — количество мартеновских печей, шт.;
 Q — годовая потребность жидкого металла, т;
 T — календарный годовой фонд, сутки;
 T_n — годовой простой печи на ремонт, сутки;
 P — емкость печи, т;
 k — количество плавов в сутки.

Мартеновская печь работает круглосуточно без остановок. Простой на ремонт составляет 6—7%, т. е. из 365 дней в году 22—25 печь на ремонте. При кислородном процессе количество плавов увеличивается на 30—40%. Плавка с применением кислорода увеличивает производительность мартеновской печи на 15—20%.

Если в проектируемом цехе, кроме фасонных отливок, предусмотрено производство слитков для поковок и проката, годовая потребность металла, на который рассчитывают количество печей, определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}} = \left(\frac{Q_{\text{фас}}}{A} + \frac{Q_{\text{сл}}}{B} \right) \cdot 100,$$

где $Q_{\text{общ}}$ — общий выпуск металла на годовую программу, т;
 $Q_{\text{фас}}$ — годовая потребность фасонных отливок, т;
 A — выход годных отливок по фасонным отливкам ($A = 58 \div \div 72$), %;
 $Q_{\text{сл}}$ — годовая потребность слитков, т;
 B — выход годных отливок по слиткам, %.

Выход годных отливок по слиткам составляет 88—92%.

По конструкции печи делятся на стационарные (большинство) и качающиеся. В литейном производстве целесообразно применять

Табл. 4.82. Основные показатели мартеновских печей

Показатели	Емкость печи, т						
	25	30	35	50	70	90	125
Площадь пода, м ²	18,7	23	23	29	36	42,5	52
Длина пода, м	6,70	7,65	7,4	8,4	9,5	10,4	11,8
	7,28	8,00	8,0	9,0	10,0	10,9	12,0
Ширина пода, м	2,80	3,00	3,10	3,45	3,8	4,1	4,4
	2,57	2,88	2,88	3,20	3,6	3,9	4,3
Глубина ванны, мм	480	550	550	610	700	780	800
						750	
Годовая производительность с хромомagneзитовыми сводами без применения кислорода, тыс. т	31	36	36	50	68	90	130
	36	42	42	60	76	85	115
Средняя производительность, т/ч	3,9	4,5	4,5	6,2	8,5	11,0	16,0
	4,5	5,3	5,3	7,4	9,3	10,4	14,1
Удельный расход тепла, млн. ккал/ч	1,6	1,55	1,60	1,45	1,40	1,25	1,20
			1,50	1,40	1,35	1,30	1,15
Ориентировочная мощность электродвигателей, кВт	5,5	60	65	80	100	110	130
Расход воды при испарительном охлаждении, м ³ /т	3,5	3,5	3,5	3,2	3,0	2,8	2,5
Габариты печи на уровне рабочей площади, м:							
	длина	17	18	18	19	22	24
	ширина	5,9	6,1	6,3	6,5	7,2	7,6
	высота	3,7	3,8	3,9	4,2	4,5	4,8
Высота дымовой трубы, м	40	45	45	55	60	70	75
	35	40	40	50	55	60	65
Среднее количество плавов в сутки	3,34	3,6	2,97	2,97	2,91	2,93	3,0
	4,3	4,24	4,24	3,35	3,18	2,77	2,7

Примечание. В числителе — показатели газовых печей, в знаменателе — мазутных, без дробей — одинаковые для обеих печей.

качающиеся, так как они дают возможность выдавать жидкий металл отдельными порциями в 2—4 ковша. Выдача металла из стационарной печи производится за один раз. Поэтому емкость ковша должна быть равна емкости печи.

При расчете и выборе печей учитывают развес и максимальный вес отливок. Число печей при расчете должно быть не меньше двух, чтобы полностью не останавливать работу цеха при капитальных ремонтах печи.

4.5.5. Плавка стали в электродуговых печах

По сравнению с мартеновскими, дуговые печи обеспечивают возможность быстрого ведения плавки, выдачу металла малыми порциями, получение стали более высокого качества, выплавку высоколегированных сталей и т. д. Печи компактны, просты в управлении

и гибки в работе, т. е. могут работать в одну, две смены и круглосуточно.

Футеровка электропечи может быть кислой и основной. В литейном производстве шире применяются печи с кислой футеровкой; кислый процесс более простой и дешевый. Для получения жидкого металла, чистого от примесей серы и фосфора, применяют основной процесс. По сравнению с кислым при основном процессе расход электроэнергии повышается на 40—50% и увеличивается продолжительность плавки.

Различают следующие основные способы загрузки шихты в электропечь: корзинами сверху, завалочной машиной (мульдой) через окно и вручную при очень малой емкости печей. Выпуск металла осуществляется наклоном печи. Угол наклона в сторону выпускаемой летки составляет до 45°, а в сторону загрузочного окна — до 15°.

В сталеплавильном производстве для печей емкостью до 5 т применяются угольные электроды, а для крупных печей — графитированные. Характеристики и нормы производительности электродуговых сталеплавильных печей с механизированной загрузкой приведены в табл. 4.83.

При выплавке легированных сталей производительность печей, указанная в таблице, уменьшается для печей емкостью до 6 т на 20% и свыше 6 т — на 10%. Ведение плавки с применением кислорода увеличивает производительность печей на 10—20%.

Шихту перед загрузкой в печь целесообразно подогреть, так как при плавке на подогретой шихте снижается удельный расход электроэнергии, огнеупоров и ее продолжительность.

Ферросплавы и руду для ведения плавки необходимо прокалить. Для прокалики применяют прокалочные печи с выдвижным подом. Заправка подов и откосов, смена футеровки, наращивание электродов, дробление и просев ферросплавов, уборка шлака должны быть механизированы. Предусматривается специальный участок для приготовления футеровочной массы или печных блоков, снабженный необходимым оборудованием и транспортными средствами, площадью для набора и хранения резервных сводов с установкой шаблона. Ковшевые для ремонта и подготовки к плавке разливочных ковшей должны иметь стенды для их сушки, столы для набора стопоров и сушила для них. При проектировании должны быть решены вопросы выемки трансформатора из подстанции и эвакуации масла.

Электропечи емкостью 5—10 т устанавливаются в цехах мелкого и среднего литья. Печи большей емкости применяются при изготовлении крупных отливок. Емкость печей при конвейерном производстве определяется количеством и металлоемкостью форм, изготавливаемых в час. Количество печей рассчитывается на каждую марку металла аналогично расчету количества индукционных печей.

При непрерывной работе длительность холодного простоя печи в году составляет 60—75 суток (включаются праздничные дни, хо-

Табл. 4. 83. Характеристика электрических дуговых сталеплавильных печей с механизированной загрузкой шихты

Показатели	Марки печей							
	ДСП-0,5	ДСП-1,5	ДСП-3	ДС-5МТ	ДСП-6	ДСП-12	ДСП-25	ДСП-50
Емкость печи, т	0,5	1,5	3	5	6	12	25	50
Номинальная мощность трансформатора, кВт. А	400	1000	1800	2800	2800	5000	9000	15000
Производительность жидкой стали, т/год:								
основной процесс:								
в одну смену	550	1400	—	—	—	—	—	—
в две смены	1100	2800	4700	7300	7300	—	—	—
в три смены	—	—	7000	10900	10900	17300	27800	60500
кислый процесс:								
в одну смену	660	1800	—	—	—	—	—	—
в две смены	1300	3400	6200	10200	10200	—	—	—
в три смены	—	—	9200	15900	15900	—	—	—
Продолжительность плавки (полный цикл), ч:								
а) при основном процессе	1,8	2,1	2,5	—	3,2	4	5,2	6,3
б) при кислом процессе	1,5	1,7	1,9	2,3	2,3	—	—	—
Расход электроэнергии на 1 т стали, кВт. ч	650	625	600	440	450	—	—	420
Мощность электроприводов, кВт	—	6,5	11,0	26,0	27	95	95	115
Расход воды на охлаждение, м ³ /ч	3	6	8	10	10	30	40	40
Габаритные размеры с механизмами и устройствами, мм:								
ширина	2900	3800	4400	6800	6800	8000	8000	7000
длина	2900	3800	4400	5700	5700	9000	9000	8800
Верхняя отметка поднятых электродов над полом, мм	3700	4100	4600	6100	6100	12000	14000	16200

Табл. 4.84. Нормы расстояний между дуговыми электропечами и привязка их к трансформаторным подстанциям (к рис. 4.25)

Тип печи	Емкость печи, т	Привязочные размеры, м						Внутренние размеры, помещенный для электрооборудования, м					Расстояние между печами, м		
		Д	Ш	и ₁	и ₂	и ₃	и ₄	А	А ₁	Б	Н _{мин}	Длина дугоподстанции, м	В	Г	Ж
ДСП-15 ДСП-3А ДСП-6 ДС-5МТ ДСП-12	1,5	4,0	1,75	7,8	9,5	8,5-14,5	10,3	7,9	—	5,0	6,1	15,4	—	—	—
	3,0	5,7	1,75	13,8	9,5	14,5	10,3	7,9	—	5,0	6,1	15,4	—	—	—
	6,0	5,5	—	15,0	11,6	14-18	15,0	9,0	—	5,0	6,1	17,3	—	—	—
	5,0	4,8	3,00	15,0	12,0	18-24	15,0	9,0	—	5,0	6,1	17,3	—	—	—
12,0	6,8	—	14,6-17,6	14,3-17,8	15,8-18,2	15,9-17,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ДС-5МТ ДСП-12 ДСП-25 ДСП-50	5,0	4,8	2,9	13,2	—	—	6,0	5,7	5,6	5,6	6,1	—	—	—	—
	12,0	6,8	2,9	10,9	—	—	6,0	8,2	3,2	5,8	11,7	—	—	—	11,6 21,98
	25,0	7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,9 26,22
	50,0	9,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

По схеме I

По схеме II

лодные ремонты футеровок, ремонты механического и электрического оборудования).

В табл. 4.84 приведены нормы расстояний между дуговыми электропечами и привязка их к трансформаторным подстанциям, а на рис. 4.25 даны две схемы планировки электродуговых печей. По схе-

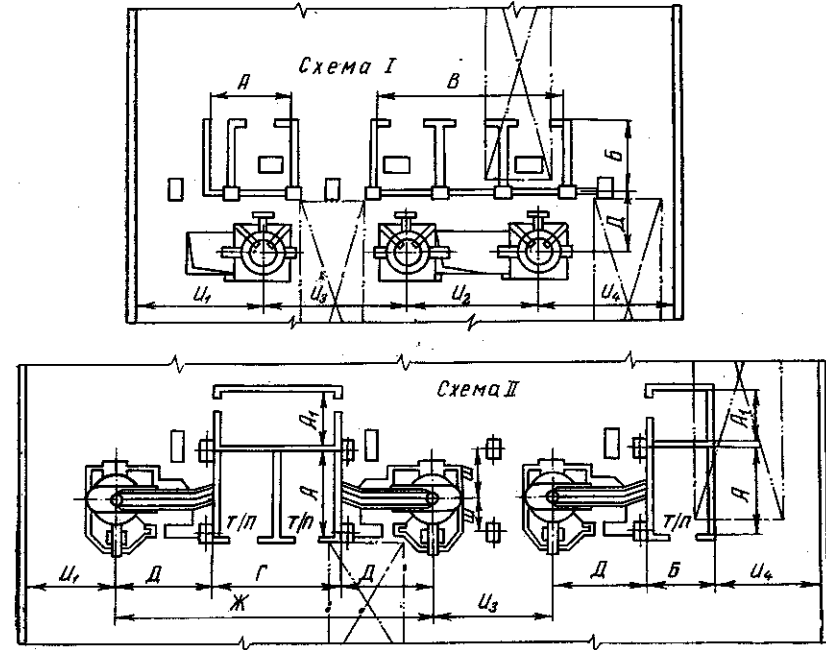


Рис. 4.25. Планировка электродуговых печей

ме I устанавливаются печи емкостью до 12 т включительно и печи с выкатной ванной типа ДС-5МТ.

Печи емкостью от 12 т включительно и выше, а также печи с выкатной ванной типа ДС-5МТ устанавливаются по схеме II. Печи емкостью до 3 т обслуживаются одним краном, печи емкостью 5 т и

Табл. 4.85. Ведомость расчета плавильных печей

Весовая группа литья, кг	Сплав	Потребное количество жидкого металла		Тип печи	Емкость печи, т
		т/год	т/ч		
1	2	3	4	5	6

Продолжение

Продолжительность плавки, ч	Количество плавки в сутки	Производительность печи		Количество плавильных печей		Коэффициент загрузки
		т/год	т/ч	по расчету	принято	
7	8	9	10	11	12	

выше — двумя. В плавильных отделениях с пролетом 24 м и выше допускается установка печных трансформаторных подстанций в одном пролете с дуговыми печами. Расчетное количество печей плавильного отделения приведено в табл. 4.85.

4.5.6. Примеры планировок плавильных отделений

Согласно директивным указаниям Госстроя СССР, разработанным типовым мощностям специализированных литейных цехов и нормального ряда вагранок, проектными институтами разработаны и утверждены типовые проекты литейных цехов различных категорий, в том числе плавильных отделений.

Особенностью плавильных отделений является перегрузка и транспортировка большого количества шихтовых материалов и жидкого металла, что требует высокопроизводительной подъемно-транспортной техники, преимущественно машин непрерывного транспорта. В связи с этим разработаны типовые линии шихтовки, плавки и выдачи металла для цехов массового, крупносерийного, мелкосерийного и единичного производства.

Разработанные линии подразделяются на два класса. В состав первого класса входят линии шихтовки, плавки и выдачи металла чугунолитейных цехов массового и крупносерийного производства на базе вагранок закрытого типа диаметром 1500—1800 мм и мощностью по жидкому металлу 40—50 и 55—70 тыс. т/год.

На рис. 4.26 показана линия, относящаяся к первому классу мощностью 40—50 тыс. т/год для отливок из серого чугуна развесом до 150 кг. Линия предназначена для вновь строящихся и реконструкции существующих цехов. Металлическая шихта из бункеров с вибрационными питателями поступает в интегральные весовые дозаторы, затем определенное количество шихты пластинчатым конвейером подается в бадью скипового подъемника для загрузки в вагранку. Кокс и известняк подаются непосредственно в бадью скипового подъемника из специальных бункеров.

Транспортирование жидкого металла на заливку производится ковшами по монорельсу. Чугун выплавляется в водоохлаждаемых рекуперативных вагранках с полным отбором и очисткой отходящих газов с газо- или электрообогреваемыми копильниками поворотного типа. Дутье подогревается в рекуператоре до 500°C.

Программирование работы вагранок осуществляется с помощью вычислительных машин типа УВМ. Такая система шихтовки обладает большой пропускной способностью, но требует мелкой и тщательной разделки шихты.

К первому классу относятся также линии, состоящие из системы бункеров для металлических компонентов шихты, полупортального электромагнитного крана и стационарных бункер-весов. Организация плавильного отделения с такой шихтовкой и складом шихтовых и формовочных материалов показана на рис. 4.27. Эта система дает меньшую точность дозирования шихты, но позволяет обходиться обычной разделкой шихты для крупных вагранок.

В состав второго класса входят пять типов линий: 1) линии шихтовки, плавки и выдачи металла на базе вагранок закрытого типа с применением автоматической весовой тележки с выдачей металла в монорельсовые ковши (рис. 4.28); 2) линии шихтовки, плавки и выдачи металла на базе вагранок закрытого типа и индукционных печей для плавки литейных при производстве высокопрочных чугунов с применением автоматической весовой тележки и выдачей металла в монорельсовые ковши (рис. 4.29); 3) линия данного типа отличается от линии второго тем, что металл выдается в крановые ковши; 4) линии с упрощенными вагранками закрытого типа с применением автоматической весовой тележки и выдачей металла в монорельсовые ковши; 5) линии на базе упрощенных вагранок закрытого типа с применением стационарных бункеров (см. рис. 4.27) и выдачей металла в крановые ковши.

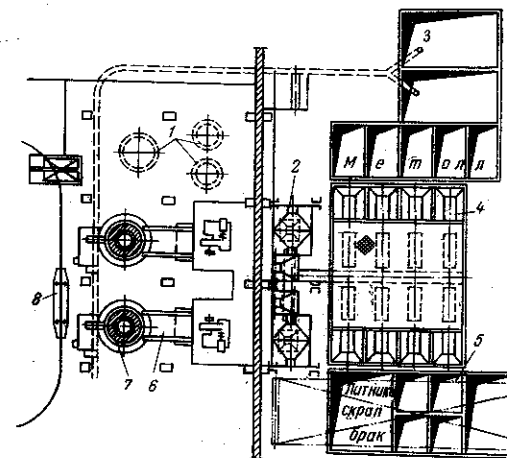


Рис. 4.26. Автоматическая линия шихтовки и выдачи металла мощностью 40 000—50 000 т/год:

1 — устройство для подогрева дутья, дожигания и очистки ваграночных газов; 2 — бункер для кокса и известняка с весовыми дозаторами; 3 — система грануляции шлаков для двух вагранок; 4 — установка для автоматического взвешивания шихты с интегральными весовыми дозаторами; 5 — мостовой кран со съемной магнитной шайбой и грейфером; 6 — скиповый подъемник; 7 — вагранка с поворотным копильником; 8 — ковш для металла, транспортируемый по монорельсу

Первые три типа линий предназначены для вновь строящихся и для реконструкции существующих цехов с достаточными производственными площадями. Эти линии могут быть использованы в цехах массового и крупносерийного производства с развесом литья до 100, 1000, 20 000 и 50 000 кг. Шихтовка металлических компонентов осуществляется из бункеров с помощью траковых питателей и автоматической весовой тележки. Известняк, кокс и ферросплавы из бункеров через весовые дозаторы поступают в бадью скипового подъемника, с помощью которого производится загрузка вагранок бадьями. Вагранки закрытого типа — водоохлаждаемые, с общим рекуператором, системой пылеулавливания и грануляцией шлака. Поворотные копильники — с газовым или электрическим обогревом.

Четвертый и пятый типы предназначены для реконструкции действующих цехов среднего и крупного литья. Линии этого типа состоят из блока упрощенных вагранок закрытого типа с рекуператором, встроенным в шахту вагранок, и общим пенным аппаратом для очистки ваграночных газов. Оборудование для шихтовки включает систему бункеров с траковыми питателями и автоматическую тележку.

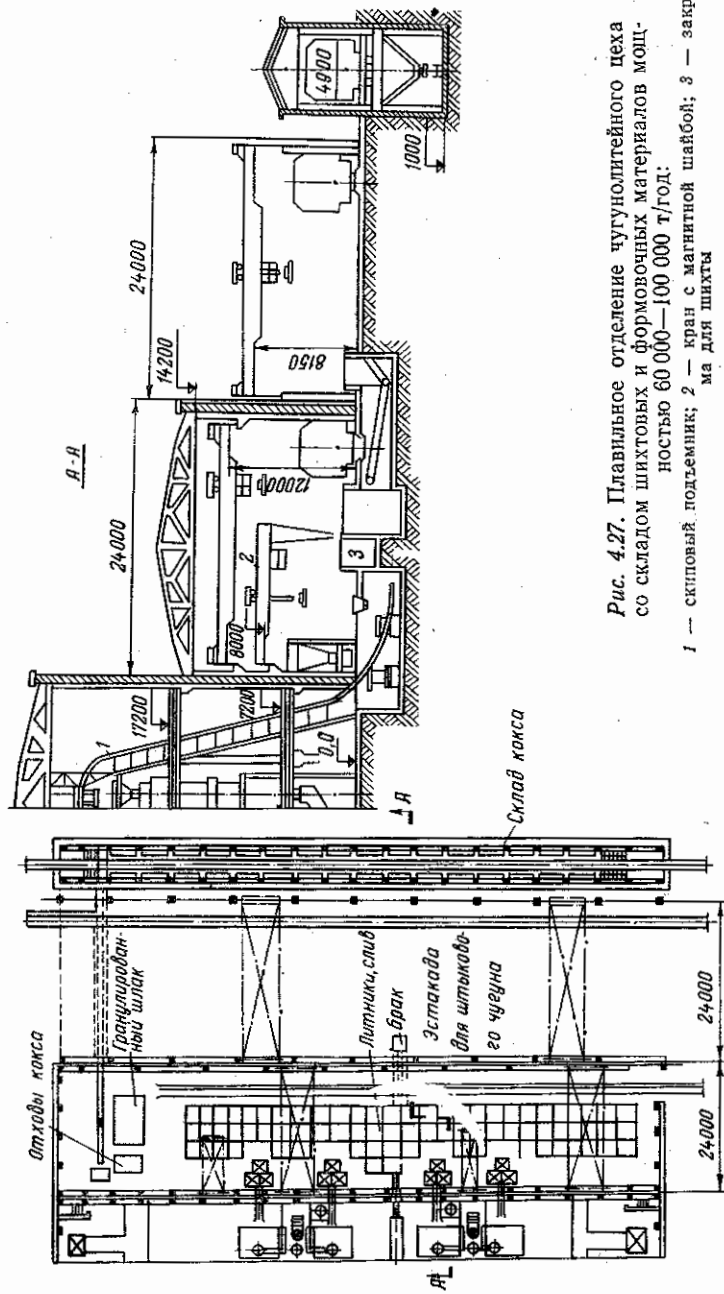


Рис. 4.27. Плавильное отделение чугунолитейного цеха со складом шихтовых и формовочных материалов мощ.ностью 60 000—100 000 т/год:
1 — скиповый подъемник; 2 — кран с магнитной шайбой; 3 — закрома для шихты

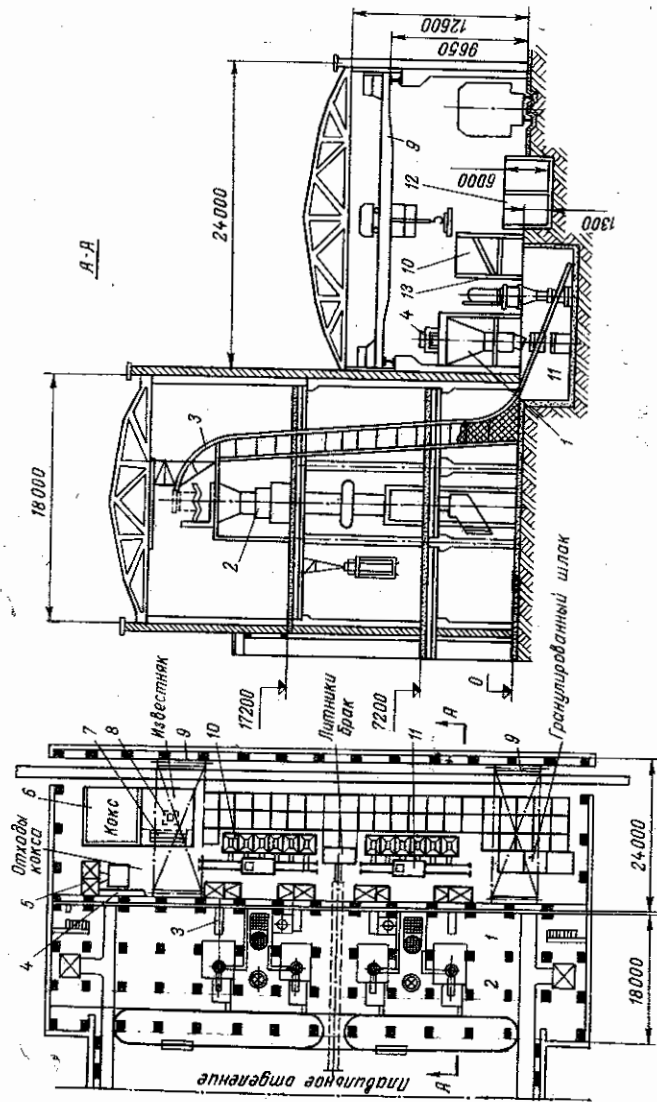


Рис. 4.28. Плавильное отделение со складом шихтовых и формовочных материалов мощностью 25 000—35 000 т/год чугуна литья:

1 — расходные бункера для кокса; 2 — вагранка; 3 — скоровый подъемник; 4 — ленточный конвейер для кокса; 5 — бункер для прохода кокса; 6 — закрома для разгрузки кокса из вагонов; 7 — саморазгружающийся кобел; 8 — дробилка для известняка; 9 — мостовой кран; 10 — расходный бункер для металла; 11 — электропесочная тележка; 12 — закрома хранения шихтовых материалов; 13 — траковые питатели

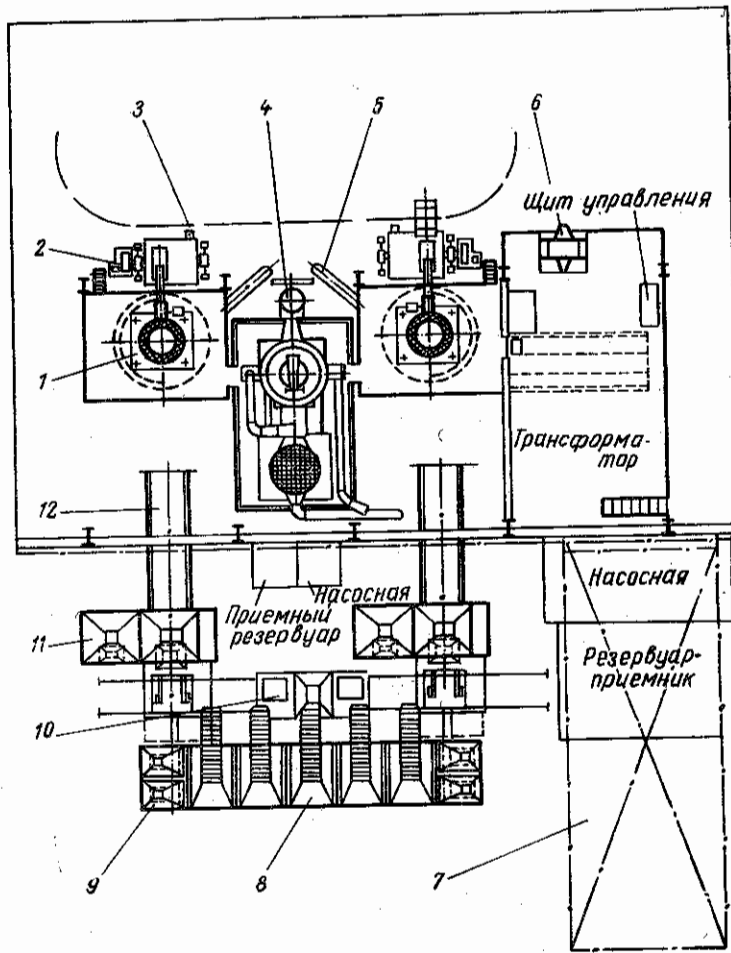


Рис. 4.29. Автоматическая линия плавки с применением индукционной печи для плавки лигатур мощностью 13 000—18 000 т/год:

1 — вагранка; 2 — поворотный копильник; 3 — монорельс разливочного ковша; 4 — рекуператор; 5 — система грануляции шлака; 6 — индукционная печь емкостью 1 т; 7 — мостовой кран со съемной магнитной шайбой и грейфером; 8 — бункера для металлической шихты с траковыми питателями; 9 — бункера для ферросплавов с весовыми дозаторами; 10 — автоматическая весовая тележка; 11 — бункера для кокса и известняка с весовыми дозаторами; 12 — скиповый подъемник

Известняк, кокс и ферросплавы из бункеров через весовые дозаторы поступают в бадью, которая по рольгангу передается под крюк шаржирного крана. Загрузка вагранок производится бадьями с помощью шаржирного крана (рис. 4.30). Возможны также варианты с шихтовкой металлических компонентов из бункеров с помощью полупортального электромагнитного крана и стационарных бункеров.

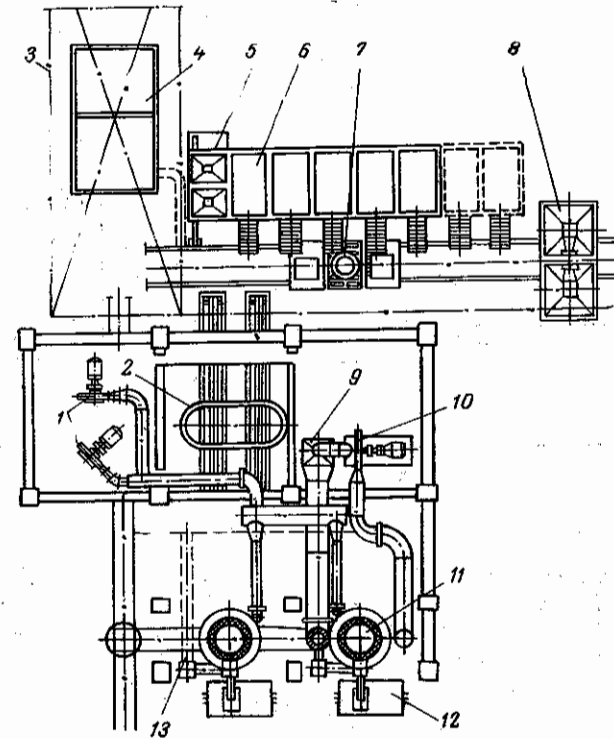


Рис. 4.30. Автоматическая линия плавки с загрузкой шихты в вагранку шаржирным краном:
1 — воздуходувки; 2 — шахта для подъема бадьи с шихтой; 3 — мостовой кран со съемным грейфером и магнитной шайбой; 4 — бункера для ферросплавов с весовыми дозаторами; 5 — бункера для металлических компонентов с траковыми питателями; 6 — автоматическая весовая тележка; 7 — вагранка для кокса и известняка с траковыми питателями; 8 — бункера для ферросплавов с весовыми дозаторами; 9 — пенильный аппарат; 10 — дымосос; 11 — вагранка с рекуператором в шахте вагранки; 12 — поворотный копильник; 13 — система грануляции шлака для двух вагранок

На рис. 4.31 представлен плавильный участок литейного цеха ковкого чугуна Тульского комбайнового завода. Плавка чугуна осуществляется дуплекс-процессом вагранка + электропечь марки ДС-3. В основу планировки участка положена поточная система организации работ, начиная от складирования шихтовых материалов и кончая выдачей металла на литейные конвейеры. Склад рассчитан на хранение в закромах месячного запаса шихтовых материалов, которые поступают на склад в железнодорожных вагонах. Разгрузка вагонов и перегрузка материалов осуществляется двумя 5-тонными магнитогрейферными кранами. Загрузка вагранок производится скиповыми подъемниками.

Дозирование и загрузка шихты в бадью скипового подъемника осуществляется комплексом устройств из двух систем: дозирования и загрузки металлической шихты; дозирования и загрузки кокса и

известняка. В системах применяются электронно-тензометрические весы, разработанные Одесским СКБ испытательных машин.

Система загрузки и дозирования металлической шихты состоит из бетонированных суточных расходных бункеров, полупортального

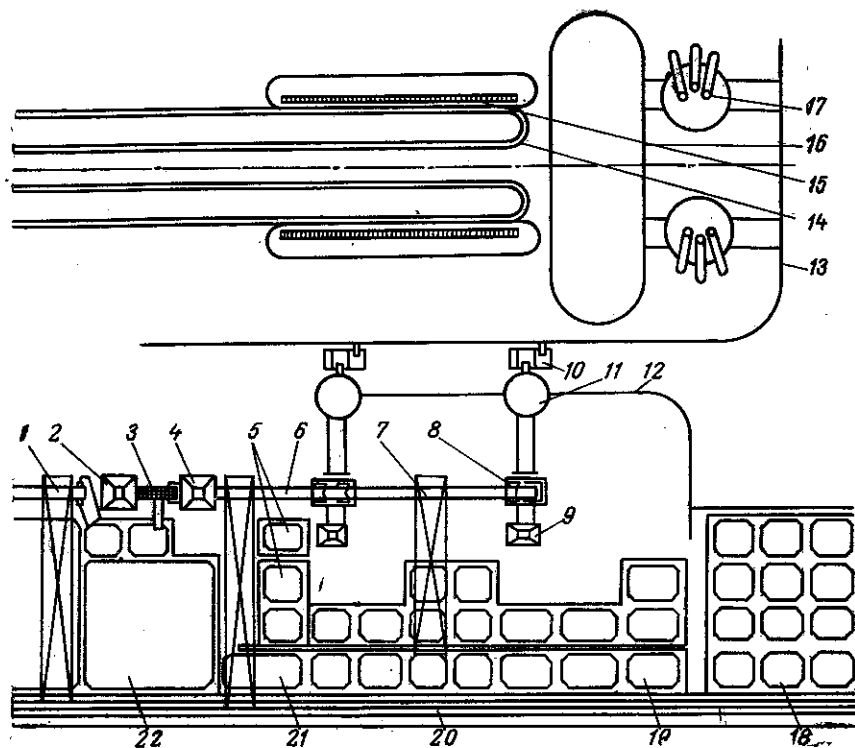


Рис. 4.31. Комплексно-механизированное плавильное отделение литейного цеха ковкого чугуна:

1 — ленточный транспортер возврата литников; 2 — суточный бункер для кокса; 3 — грохот; 4 — суточный бункер для известняка; 5 — емкости-отстойники в системе грануляции шлака; 6 — лента подачи кокса; 7 — порталный кран; 8 — расходные бункера подачи кокса и известняка; 9 — загрузочный бункер; 10 — миксер; 11 — вагранка; 12 — путь для транспортирования отходов от вагранки; 13 — путь тельферной тележки; 14 — литейный конвейер; 15 — заливочная площадка; 16 — путь тельферной тележки; 17 — дуговая печь; 18 — бункера хранения металлической шихты; 19 — закрома суточного хранения металлической шихты; 20 — железнодорожный путь; 21 — закроем для хранения флюсов; 22 — бункер для хранения кокса

электрокрана, на котором подвешиваются весы 191-ТК-5, и сварного приемного бункера для загрузки бадьи скипового подъемника. Весы состоят из грузоприемного устройства, кабелеборочного приспособления с кабелем и указательного прибора. В качестве грузозахватывающего приспособления применена обычная магнитная шайба М-42 на крюке грузоподъемного устройства весов. Указательный прибор устанавливается в кабине крановщика, который, включая и отключая магнитную шайбу, набирает требуемую навеску и загружает материал в бадью скипового подъемника.

Предел взвешивания, т	2,5
Цена деления шкалы, кг	10
Погрешность взвешивания, кг	±5
Время пробега шкалы стрелкой, сек	8
Напряжение питающего тока, В	220/127
Питающий ток — однофазный переменный, Гц	50
Потребляемая мощность, Вт	50
Диапазон рабочей температуры, °С	-20+45
Габаритные размеры, мм:	
грузоподъемного устройства	220×150×190
указательного прибора	350×420×506
Вес грузоподъемного устройства, кг	50
Вес указательного прибора, кг	35

Аналогичные весы выпускаются также с пределом взвешивания до 10 т.

Система подачи в бадью скипового подъемника кокса и известняка состоит из линии транспортирования, расходных бункеров и дозирующих устройств мод. ДВК-300М2. Кокс подвергается грохочению, а известняк дроблению.

На рис. 4.32 представлен плавильный участок для выплавки углеродистой, малолегированных и специальных сталей в электродуговых печах ДСП-6Н01. Мощность участка 40—60 тыс. т/год (при работе в две смены) с максимальным весом отливок 5000 кг. Шихта готовится в скрапоразделочном цехе и на участок поступает в загрузочных корзинах. Скрап и ферросплавы для подшихтовки взвешиваются на участке. Флюсы — руда и известь — хранятся в бункерах и по мере надобности поступают в контейнерах. Ферросплавы и руду дробят и прокаливают в прокалочных печах с выдвижным подом. Шлак по ходу плавки выпускают в шлаковни, которые затем выкатываются под кран и перегружаются на железнодорожные платформы. Предусмотрен участок для изготовления блоков футеровки печей.

Общая площадь участка составляет 4752 м², в том числе 974 м² — вспомогательные службы и склады. Всего на участке 114 работающих, в том числе 36 — сталевары, 6 — шихтовщики, 12 — разлишники металла и шлаковщики, 51 — вспомогательные рабочие и 9 — ИТР.

На рис. 4.33 представлено плавильное отделение чугунолитейного цеха мощностью 100 000 т в год, оборудованное индукционными печами типа ИЧТ-25. При отделении расположено механизированный склад шихтовых материалов. Кроме хранения и подготовки, на складе производится предварительный подогрев шихты.

Материалы на склад поступают в железнодорожных вагонах. Разгрузка вагонов, распределение материалов по закромам хранения 10 и подача из них на наклонные плоскости установок для автоматического взвешивания шихты и другие подъемно-транспортные операции осуществляются мостовыми электрическими кранами 9 с электромагнитными шайбами. Набор и составление шихты произ-

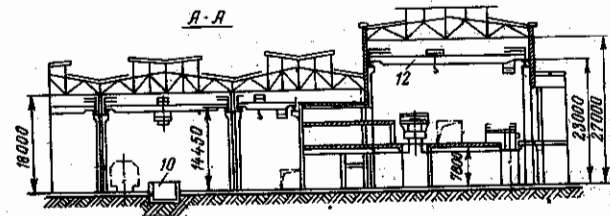
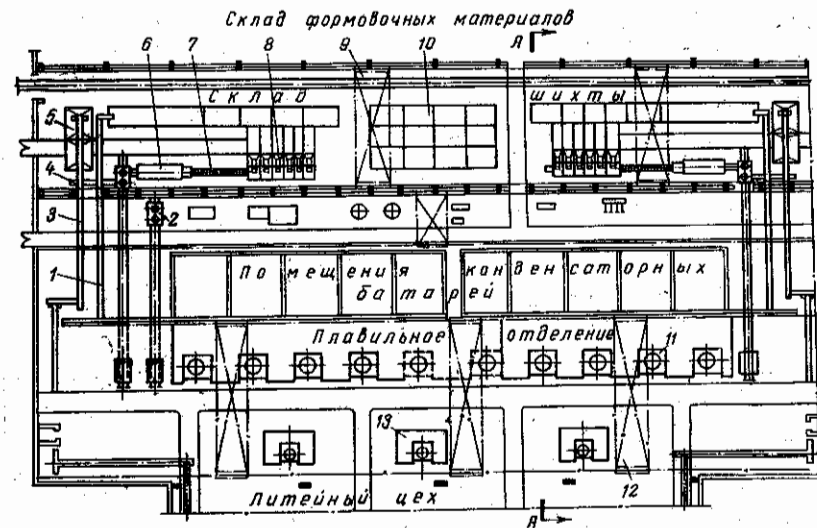
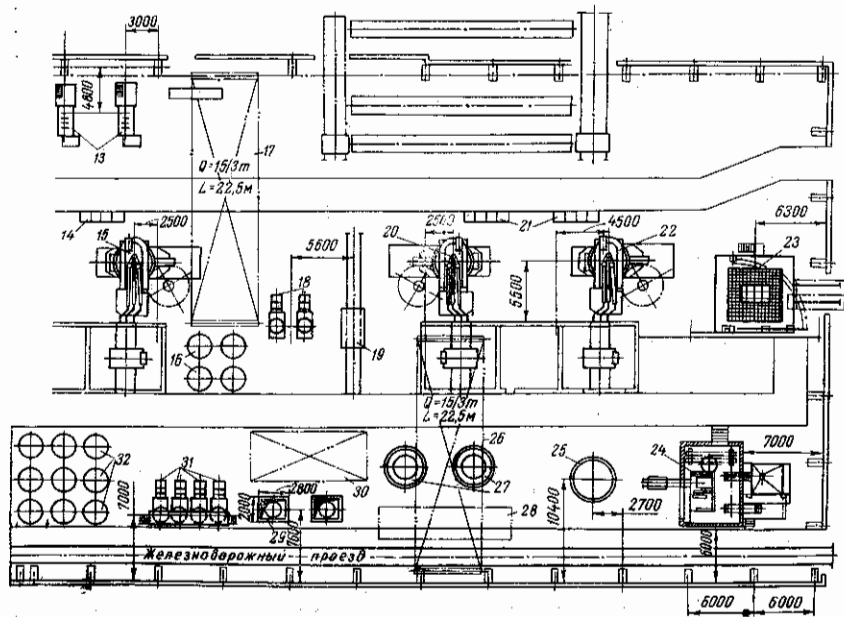
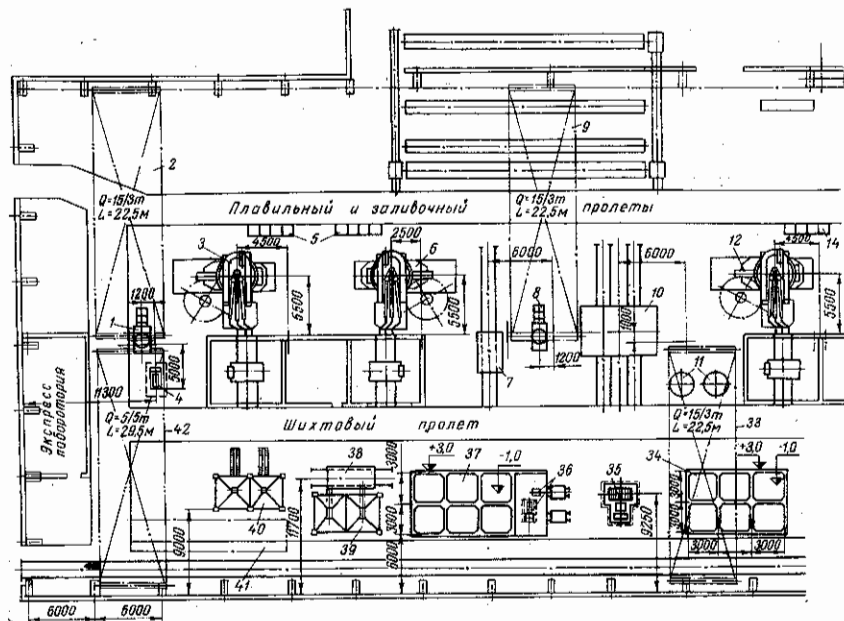


Рис. 4.33. Плавильное отделение чугунолитейного цеха мощностью 100 000 т/год с индукционными печами

водится автоматической установкой 8, снабженной дозаторами. Набранная металлическая калаша поступает на пластинчатый конвейер 7 и подается в печь 6 для подогрева. После подогрева шихта загружается в бадью. Последняя транспортируется механизированной передаточной тележкой 2 в плавильный пролет цеха, где она выгружается мостовым электрическим краном 12 в индукционные печи 11. Стружка на склад в бункера 5 подается по системе ленточных

Рис. 4.32. Плавильное отделение для выплавки стали в электродуговых печах типа ДСП-6НО1 мощностью 40 000—60 000 т/год жидкого металла:

1, 8, 18, 31 — стены для сушки ковшей; 2, 9, 17, 26, 33, 42 — краны мостовые электрические; 3, 6, 12, 15, 20, 22 — электродуговые печи; 4 — молот пневматический с шаботом; 5, 14, 21 — лари для легирующих добавок и флюсов; 7, 19, 38 — тележки передаточные; 10 — печь двухкамерная с выкатным подом для нагрева и прокатки руды и флюсов; 11, 15, 32 — корзины для шихты; 13 — сушилка для стопоров сталеплавильных ковшей; 23 — установка для выбивки сводов; 24 — смоляварочная установка; 25 — стенд для набивки блоков электропечей; 27 — стенд для наборов сводов; 28, 41 — приемно-сортировочная площадка; 29 — яма для ремонта разливочных ковшей; 30 — место для ковшевого кирпича; 34, 37 — закрома для хранения шихтовых материалов; 35 — весы вагонеточные; 36 — дробильные валцы для размола ферросплавов; 39 — бункер для руды и извести; 40 — бункер для заправочных материалов

конвейеров 3. Из бункеров стружка пластинчатыми питателями подается на ленточные конвейеры 4, которыми она загружается в бады. Литники на склад подаются ленточным транспортом 1. Индукционные печи 13 применяются как раздаточные.

К недостаткам рассмотренного плавильного участка относится отсутствие операции по очистке стружки от эмульсии и масла и неудачное решение подогрева шихты. Печь 6 расположена далеко от плавильных печей. Наиболее целесообразно подогревать шихту непосредственно у печей.

4.5.7. Нормы размеров пролетов плавильных отделений

Размеры пролетов плавильных отделений выбираются в соответствии с нормами проектирования и зависят от вида плавильного агрегата отделения.

Нормы расстояний между вагранками в блоке и размеры пролетов плавильных отделений приведены в табл. 4.86 и на рис. 4.34.

В табл. 4.87 приведены нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств плавильных и плавильно-за-

Табл. 4. 86. Размеры пролетов плавильных отделений, оборудованных вагранками, в одноэтажных и двухэтажных зданиях

Внутренний диаметр шахты вагранки, мм	Расстояние между осями вагранок, м	Размеры пролета, м				
		ширина пролета L_1	шаг колонн	высота до уровня пола второго этажа h	высота до низа конструкций покрытий H_1 при установке вагранок на первом и втором этажах	высота до колошниковой площадки H_2 при установке вагранок на первом и втором этажах
700	Не менее 6	18; 24	6; 12	7,2; 7,8; 8,4	12,6	6,0
800	То же	18; 24	6; 12	7,2; 7,8; 8,4	12,6	6,0
900	»	18; 24	6; 12	7,2; 7,8; 8,4	14,4	7,8
1100	Не менее 6	18; 24	6; 12	7,2; 7,8; 8,4	14,4	8,4
1300	То же	18; 24	6; 12	7,2; 7,8; 8,4	16,2	9,0
1500	Не менее 12	24; 30	12	7,2; 7,8; 8,4	18,0	10,2
1800	То же	24; 30	12	7,2; 7,8; 8,4	19,8	10,2
2100	»	24; 30	12	7,2; 7,8; 8,4	21,6	10,2

Примечание. 1. Размеры пролетов указаны для вагранок, оборудованных системой очистки ваграночных газов, отдельно стоящим или встроенным рекуператором.

2. При применении в качестве копильников индукционных печей размеры пролетов и размещение оборудования устанавливаются в каждом отдельном случае.

3. Сетка колонн на первом этаже и под колошниковой площадкой должна быть 6×12; 6×9; 12×12 м.

4. Отметка пола второго этажа 8,4 м допускается при производстве крупных отливок с применением металлоконструкций при соответствующем обосновании в проекте.

5. Для заводов сантехнического оборудования допускается уменьшение высоты первого этажа до 4,8 м, если на этом этаже не устанавливается оборудование, требующее постоянного обслуживания его рабочими.

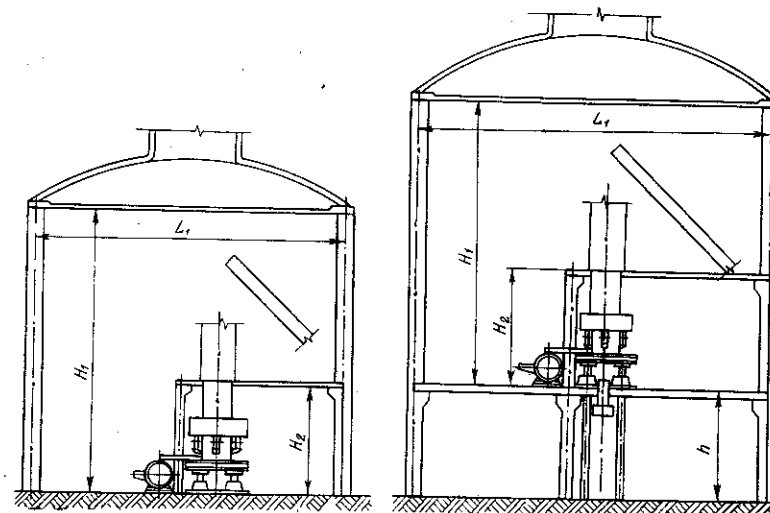


Рис. 4.34. Установочные размеры вагранок в одноэтажных и двухэтажных зданиях

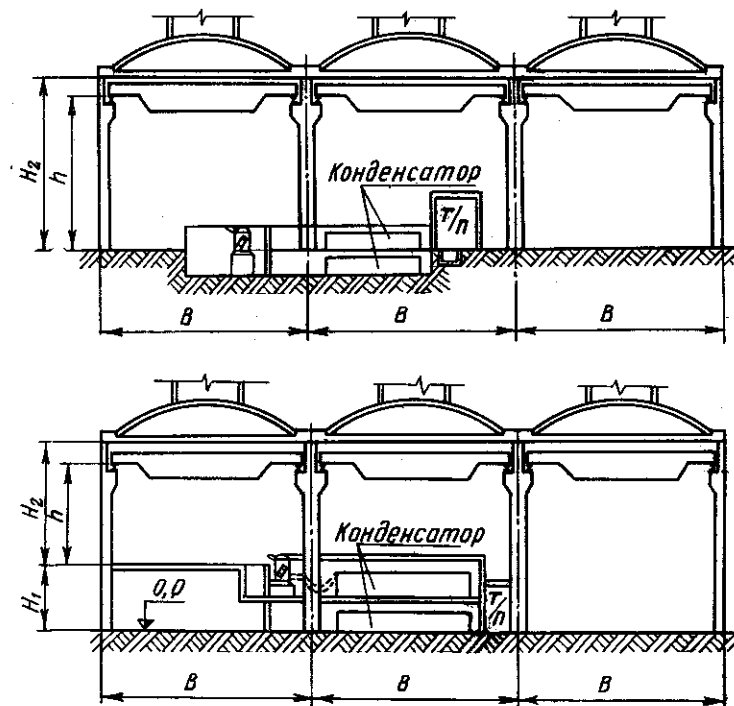


Рис. 4.35. Схемы установки индукционных плавильных печей типа ИЧТ

ливочных отделений цехов чугунного литья, оборудованных индукционными тигельными печами и миксерами промышленной частоты в одноэтажных и двухэтажных зданиях, а на рис. 4.35 даны схемы установки индукционных печей типа ИЧТ.

Табл. 4. 87. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности транспортных средств плавильных отделений, оборудованных индукционными печами

Плавильные агрегаты	Емкость печи, т	Максимальная емкость разливочного ковша, т	Крановые средства		Размеры пролета, м			
			тип	максимальная грузоподъемность, тс	ширина пролета B	шаг колонн	высота до уровня пола рабочей площадки	высота до уровня пола второго этажа H_2
ИЧТ-1; ИЧТМ-1	1,0	1	Кран мостовой	5	24	6; 12	1,5	7,8
ИЧТ-2,5; ИЧТМ-2,5	2,5	3	электрический	10	24	6; 12	1,5	7,8
ИЧТ-6; ИЧТМ-6	6,0	6	человеческий	15/3	24; 30	6; 12	1,5	7,8
ИЧТ-10; ИЧТМ-10	10,0	10	го назначения	20/5	24; 30	6; 12	1,5	7,8; 8,4
ИЧТ-16; ИЧТМ-16	16,0	16	для транспортирования	30/5	24; 30	6; 12	1,5; 2,5	7,8; 8,4
ИЧТ-25; ИЧТМ-25	25,0	25	тирования	50/10	24; 30	6; 12	2,5	—
ИЧТ-40; ИЧТМ-40	40,0	40	жидкого металла	75/15	24; 30	6; 12	2,5	—

Продолжение

Плавильные агрегаты	Размеры пролета, м				Минимальное расстояние между осью печи и торцевой стенкой пролета
	высота до головки подкранового рельса h		высота до низа конструкции покрытия H_2		
	при установке печи на первом этаже от $\pm 0,0$	при установке печи на втором этаже от отметки второго этажа	при установке печи на первом этаже от $\pm 0,0$	при установке печи на втором этаже от отметки второго этажа	
ИЧТ-1; ИЧТМ-1	8,15	8,15	10,8	10,8	4,15; 10,95
ИЧТ-2,5; ИЧТМ-2,5	8,15	8,15	10,8	10,8	4,15; 10,95
ИЧТ-6; ИЧТМ-6	9,65	9,65	12,6	12,6	4,15; 10,95
ИЧТ-10; ИЧТМ-10	9,65	9,65	12,6	12,6	4,15; 10,95
ИЧТ-16; ИЧТМ-16	9,65; 11,45	9,65; 11,45	9,65; 11,45	12,6; 14,4	4,15; 10,95
ИЧТ-25; ИЧТМ-25	12,65	—	16,2	—	—
ИЧТ-40; ИЧТМ-40	12,65	—	18,0	—	—

Указанные в табл. 4.87 емкости разливочных ковшей и подъемно-транспортные средства выбираются в соответствии с технологическими требованиями заливки и конкретными условиями проектируемого цеха. Высота h до головки подкранового рельса предполагает возможность уточнения данного параметра в зависимости от системы механизации загрузки печей. Необходимость устройства и величина приямков определяются технологическими требованиями заливки.

Табл. 4. 88. Размеры печных пролетов плавильных отделений, оборудованных мартеновскими печами

Показатели	Емкость печи, т						
	25	30	35	50	70	90	125
Ширина пролета B , м	24,0	24,0	24,0	24,00	24,0	24,0	24,00
Пролет крана L , м	22,5	22,5	22,5	22,50	22,5	22,5	22,50
Шаг колонн здания по линии печей, м	24,0	24,0	24,0	24,00	30,0	30,0	30,00
Расстояние от оси колонны до оси печи O , м	2,3	2,3	2,5	2,50	3,0	3,1	3,20
Отметка подкранового рельса от уровня площадки в печном пролете H , м	—	12—13	—	—	—	—	—
Высота рабочей площадки P , м	5,0	5,0	5,0	5,25	5,5	6,0	6,25
Ширина балкона C , м	3,5	3,5	3,5	—	—	—	—
Высота печи над уровнем рабочей площадки h , м	—	3,65	—	—	—	—	—

Размеры пролетов плавильных отделений, оборудованных мартеновскими печами, приведены в табл. 4.88 и на рис. 4.36.

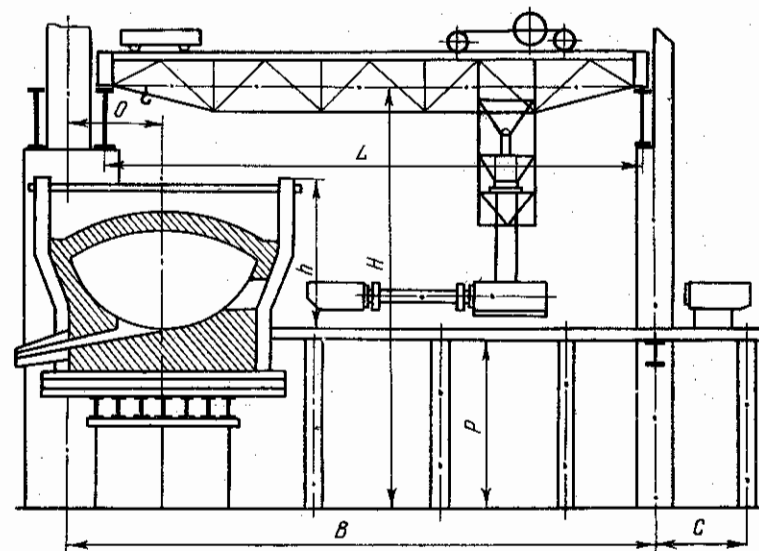


Рис. 4.36. Размеры печных пролетов, оборудованных мартеновскими печами

Мостовые краны грузоподъемностью меньшей, чем указано в табл. 4.89, могут устанавливаться для уборки и выполнения других работ, не связанных с работой электропечей.

Табл. 4. 89. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности кранов плавильных и плавильно-заливочных отделений, оборудованных электродуговыми печами в одноэтажных и двухэтажных зданиях (к рис. 4. 37)

Тип печи	Емкость печей, т	Мостовые краны			Размеры пролетов, м									
		грузоподъемность, тс	ширина пролета В, м	шаг колонн, м	h	H	h ₁	h ₂	h ₃	H ₁	H ₂	H ₃	I ₁	
ДСЛ-0,5	0,5	5												
ДСП-1,5	1,5	5												
ДСП-3	3,0	10	18; 24	6; 12	—	8,8	8,15	—	8,15	10,8	—	10,8	1,20	
ДС-5MT	5,0	15/3; 20/5	18; 24	6; 12	—	7,8; 8,4	9,65	—	9,65	12,6	—	12,6	1,30	
ДСП-6	6,0	15/3; 20/5	18; 24	6; 12	—	7,8; 8,4	9,65	—	9,65	12,6	—	12,6	1,15	
ДСП-12	12,0	30/5; 10	24	6; 12	0,5	7,8; 8,4	11,45	16,25	11,45	14,4	19,8	14,4	1,60	
По схеме II рис. 4.25														
ДС-5MT	5,0	15/3; 20,5	18; 24	12	—	—	9,65	—	—	12,6	—	—	1,80	
ДСП-12	12,0	30/5; 10	18; 24	18; 24	5,0	—	—	16,25	—	—	19,8	—	1,60	
ДСП-25	25,0	50/10; 15/3	24	24	5,5	—	—	18,05	—	—	21,6	—	1,80	
ДСП-50	50,0	100/20; 20/5	24; 30	24	6,5	—	—	21,65	—	—	27,0	—	1,90	
Для цехов кошкового чугуна														
ДЧМ-10	10,0	10	24	6; 12	—	7,8	9,65	—	9,65	12,6	—	12,6	1,20	

Примечание. 1. Ширина пролета 18 м допускается для печей емкостью свыше 3 т в случае выдачи металла в другой пролет для реконструируемых цехов. Ширина пролета 30 м допускается только при соответствующем технико-экономическом обосновании.

2. Высота до уровня перекрытия площадки при совместной установке печей различной емкости принимается по печам большей емкости.

3. Мостовые краны меньшей грузоподъемности устанавливаются для уборки и выполнения работ, не связанных с работой электропечей.

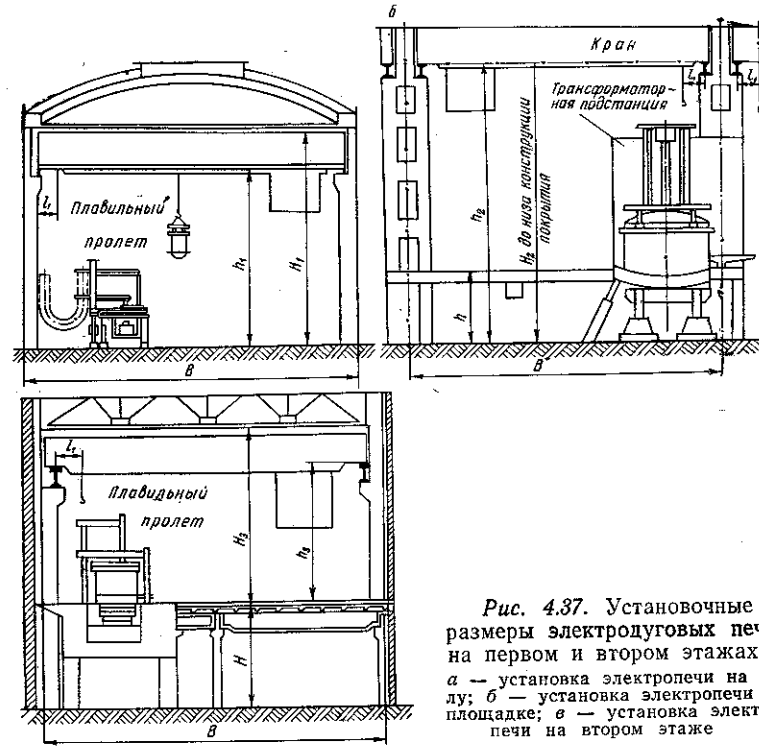


Рис. 4.37. Установочные размеры электродуговых печей на первом и втором этажах: а — установка электропечи на полу; б — установка электропечи на площадке; в — установка электропечи на втором этаже

4.6. Проектирование очистных отделений

4.6.1. Организация очистных работ

В числе затрат труда по изготовлению отливок очистные операции составляют до 40%, причем в очистных отделениях применяется наибольшее количество ручного труда. Очистные работы трудно поддаются автоматизации, поэтому при проектировании очистных отделений особое внимание уделяется механизации. Под очисткой отливок понимается весь цикл операций, которым подвергается отливка начиная от выбивки из опоки до грунтовки.

В очистном отделении выполняются операции по удалению стержней из отливок, отделению литниковых систем и прибылей, очистке, обрубке, зачистке, термической обработке, исправлению дефектов в отливках и грунтовке отливок. В обрубном отделении предусматривается площадка для остывания стливок после выбивки, величина которых зависит от габаритов, веса и времени остывания отливок (табл. 4.90).

В отделении должны быть рабочие места для окончательного контроля, комплектования и вывозки отливок. Готовые мелкие отливки могут складироваться в очистном отделении, а крупные — на эстакадах.

Табл. 4. 90. Нормы времени остывания отливок после выбивки из форм (при естественном охлаждении), ч

Черный вес отливок, кг	Вид сплава			
	серый чугун	ковкий чугун	углеродистая сталь	легированная сталь
До 8	1,0—2,5	1,0—1,2	0,8—1,5	1,2—3
9—20	1,2—3,0	1,2—1,5	1,0—2,0	1,5—4
21—50	1,5—4,0	1,5—2,2	1,2—3,0	1,8—5
51—100	2,0—5,0	2,0—3,0	1,6—3,7	2,4—6
101—250	3,0—7,5	3,0—4,5	2,5—6,0	3,5—8
251—500	5,0—11,0	—	4,0—9,0	10,0—14
501—1 000	9,0—18,0	—	7,0—14,0	14,0—20
1 001—2 000	15,0—24,0	—	12,0—20,0	—
2 001—5 000	24,0—35,0	—	18,0—28,0	—
5 001—10 000	32,0—48,0	—	24,0—38,0	—
10 001—20 000	40,0—60,0	—	32,0—48,0	—
Свыше 20 000	48,0—72,0	—	35,0—60,0	—

Примечание. 1. При определении продолжительности остывания отливок в пределах интервала нормы времени следует учитывать принятую температуру выбивки отливок из форм; отливки со стержнями остывают медленнее; отливки без стержней или после их удаления (в проходном очистном барабане, на виброустановке) остывают быстрее согласно нижнему значению интервала нормы времени.

2. Удаление стержней в гидрокерах для отливок из углеродистой стали допускается при более высокой температуре, чем для отливок из чугуна.

Очистные отделения располагаются параллельно или перпендикулярно к другим пролетам. В мощных литейных цехах очистное отделение может выделяться в отдельный корпус. Размещением очистного отделения в обособленном помещении достигается изоляция остального коллектива рабочих литейного цеха от вредного воздействия пыли и шума. В связи с выделением большого количества пыли в очистных отделениях следует предусматривать местную вытяжку на каждом рабочем месте и оборудовании. Приточная вентиляция должна составлять не менее 30 м³/ч на одного работающего.

Проектирование очистного отделения начинается с анализа номенклатуры отливок и выполнения последовательно следующих операций: 1) разбивки всей номенклатуры отливок на весовые группы, что позволяет выявить количество предполагаемых технологических потоков; 2) установления оптимальной мощности потока для каждой весовой группы; 3) выбора рационального технологического процесса и оборудования для данной весовой группы; 4) расчета и компоновки оборудования и рабочих мест, т. е. создания технологической линии.

Все оборудование должно размещаться согласно последовательности операций по очистке с соблюдением поточного метода обработки отливок. Указанный порядок создает наилучшую систему организации труда и обеспечивает соблюдение необходимых правил техники безопасности для рабочих.

Табл. 4. 91. Линии обрубki, очистки и грунтовок отливок чугунолитейных цехов массового и крупносерийного производства

Линии	Главные параметры		Краткая характеристика работы линии	Основное оборудование
	вес отливков, кг	мощность линии, т/год		
1	2	3	4	5
Комплексная механизированная линия обрубki, очистки и грунтовок для мелкого литья	До 8 До 25	6 000—10 000 16 000—20 000	Осуществляются: выбивка стержней в галтовочном барабане; отбивка и отбор литников вручную; очистка в дробеотметном барабане; зачистка поверхностей отливок шлифовальными кругами; обдувка; грунтовка окунанием в проходных камерах на подвесном конвейере; сушка в проходных камерах на подвесном конвейере	Галтовочный барабан непрерывного действия; дробеотметный барабан непрерывного действия; зачистные станки мод. 3М-636; проходные камеры: обдувочная, грунтовоочная, сушильная
Комплексная механизированная линия обрубki, очистки и грунтовок для мелкого литья	20—100	11 800	Выбивка стержней производится в галтовочном барабане и окончательно в проходной гидрокераме на подвесном конвейере; очистка — частично в проходной гидрокераме и окончательно в проходной дробеотметной камере на подвесном конвейере	Галтовочный барабан непрерывного действия; проходные камеры: гидрокерамная, дробеотметная, моечно-сушильная, грунтовоочная, сушильная
			Осуществляются: зачистка на специальных стендах пневмозубилами и переносными шлифовальными кругами; обдувка отливок воздухом перед грунтовкой; грунтовка распылением с последующей тепловой сушкой в проходной камере на подвесном конвейере	Линии на базе галтовочного барабана, проходных гидрокерамных и дробеотметных камер (чугунные отливки, мелкосерийное и единичное производство)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Линии на базе камер электрогидравлической выбивки стержней и дробелетных камер (стальные отливки, массовое и крупносерийное производство)

Комплексная механизированная линия обрубki, очистки и грунтовки для крупного литья	> 100	20 000—25 000	Удаление литников и прибылей производится вручную, выбивка стержней — электрогидравлическим способом на подвесном конвейере (или вибрационная выбивка)	Проходные камеры электрогидравлической выбивки стержней (или вибрационные выбивные машины); проходные дробелетные камеры; специализированные зачистные станки с поперечным циклом обработки; подвесные наждачные круги; проходная термическая печь; проходные камеры: охлаждающая, обдувочная, грунтовочная, сушильная
			Осуществляются: очистка в дробелетной камере на подвесном конвейере; зачистка поверхностей отливок шлифовальными кругами; термическая обработка; охлаждение; очистка в дробелетной камере на подвесном конвейере; обдувка; грунтовка распылением в электростатическом поле в проходной камере на подвесном конвейере; сушка в проходной камере на подвесном конвейере	

Линии с использованием двух параллельных технологических потоков выбивки стержней и очистки отливок (стальные отливки, массовое и крупносерийное производство)

Комплексная механизированная линия обрубki, очистки и грунтовки для среднего литья	25—100	16 000—25 000	Применяются два потока выбивки стержней и очистки: 1) выбивка стержней в галтовочном барабане; удаление литников и прибылей вручную; очистка в дробелетном барабане; 2) выбивка стержней электрогидравлическим способом (или вибрационная	Галтовочный барабан непрерывного действия; дробелетный барабан непрерывного действия; проходные ванны электрогидравлической выбивки (или вибрационные выбивные машины); дробелетная
--	--------	---------------	---	---

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

выбивка), очистка в дробелетной камере на подвесном конвейере
Осуществляются: зачистка шлифовальными кругами; термическая обработка; обдувка; грунтовка распылением и окунанием на подвесном конвейере; сушка на подвесном конвейере

проходная камера; зачистные полуавтоматы конструкции типа ГАЗ и НИИТракторсельхозмаш для зачистки отдельных поверхностей отливок; подвесные наждачные станки, проходные камеры: обдувочная, грунтовочная, сушильная

Линии на базе проходных гидроочистных и дробелетных камер (чугунные отливки, серийное, мелкосерийное и единичное производство)

Механизированная линия обрубki, очистки и грунтовки для среднего литья	100—500 500—1000	12 500 12 000	Выбивка стержней производится в проходной гидроочистной камере на механизированной тележке с поворотным кругом Осуществляются: подсушка отливок; очистка в проходной дробелетной камере на подвесном конвейере; зачистка поверхностей отливок пневмозубилами и подвесными шлифовальными кругами; мойка и сушка отливок перед грунтовкой; грунтовка распылением с последующей тепловой сушкой в проходных камерах на подвесном конвейере	Пластинчатый конвейер: стелд для обрубki; проходные камеры: гидроочистная, для подсушки, моечная, грунтовочная, сушильная
Механизированная линия обрубki, очистки и грунтовки для среднего и крупного литья	500—5000	23 600	Выбивка стержней производится в проходной гидроочистной камере на механизированной тележке с вращающимся столом Осуществляются: очистка в проходной дробелетной камере; зачистка поверхностей отливок пневматическими зубилами и подвесными шлифовальными машинами; мойка и сушка отливок перед грунтовкой; и сушка отливок перед грунтовкой; грунтовка распылением с последующей сушкой	Механизированный стелд для обрубki и зачистки; проходные камеры: гидроочистная, для подсушки, дробелетная, обдувочная, грунтовочная, сушильная

Институтами НИИЛитмаш, НИИТАвтопром, Гипростанок, ВПТИТяжмаш и другими проведено обследование ряда очистных отделений и цехов различных отраслей промышленности и работ исследовательских институтов, а также изучен опыт зарубежной практики с целью выявления оптимальной технологии операций обрубки и очистки и возможности применения наиболее прогрессивных технологических процессов. В результате этого разработан ряд линий обрубки, очистки и грунтовки отливок для сталелитейных и чугунолитейных цехов массового, крупносерийного, серийного и единичного производства (табл. 4.91).

На линиях выполняются операции выбивки стержней, отделения литниковой системы, очистки поверхности отливок, обрубки и зачистки заусенцев и заливов, термообработки отливок и очистки их поверхности после термообработки (для стальных отливок), подготовки поверхности под грунтовку и сушки после очистки.

Указанные линии являются основой для проектирования потоков обрубки, очистки и грунтовки отливок. В каждом конкретном случае в зависимости от развеса и сложности компоновку линий следует производить технологическим оборудованием, обеспечивающим максимальное снижение трудоемкости в очистном отделении и улучшение условий труда рабочих.

Выбор способа, оборудования и инструмента для очистки и обрубки отливок зависит от серийности производства, габаритов, веса и сложности литья, а также рода металла.

4.6.2. Ручная очистка отливок

В общем объеме очистных работ ручная очистка занимает до 50%. Под ручной очисткой подразумевается проведение любых очистных операций с помощью ручного, пневмо- и электроинструмента (частичное удаление стержней, очистка поверхности, удаление литников и заливов, зачистка остатков литников и т.д.). Наибольшее распространение при ручной очистке получили пневмозубила и переносные машинки с абразивными кругами.

При проектировании очистных отделений тщательно продумывается рабочее место обрубщика. Оно должно вписываться в поток с последовательной передачей отливки по рабочим местам для выполнения отдельных технологических операций. На рабочем месте обрубщика должны находиться столы и стенды, защитные сетки, деревянные решетчатые настилы, местные транспортные средства и набор необходимого инструмента и приспособлений. Размеры столов, стендов, а также инструмента различны для отливок различного веса. Обработку отливок весом до 20 кг целесообразно производить на столах, оборудованных пневматическими тисками, а для отливок весом 20—100 кг — с поворотными кругами. Размеры столов для отливок весом до 20 кг — 1500×750 мм; 20—100 кг — 3500×1000 мм.

Примерная схема организации рабочего места обрубки отливок весом 20—100 кг показана на рис. 4.38.

Обработку отливок весом выше 100 кг следует производить на механизированных стендах, оснащенных кантователями или манипуляторами.

При расчете количества рабочих мест очистки отливок с помощью ручного инструмента пользуются табл. 4.92.

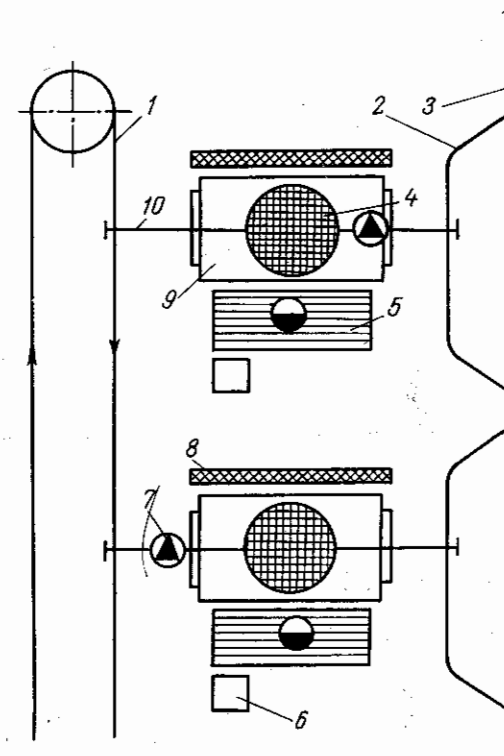


Рис. 4.38. Схема рабочего места для обрубки отливок весом 20—100 кг:

1 — конвейер подачи отливок; 2 — ветвь толкающего конвейера; 3 — толкающий конвейер для обработанных отливок; 4 — вращающийся круг; 5 — деревянная решетка; 6 — тумбочка для инструмента; 7 — пневмоподъемник для снятия отливок с конвейера; 8 — защитная сетка; 9 — стол; 10 — монорельс

Табл. 4.92. Производительность пневмомолотков и шлифовальных станков, кг/ч

Тип оборудования	Развес литья, кг							
	до 5	5—30	30—50	50—100	100—200	200—500	500	
	2	3	4	5	6	7	8	
Пневмомолоток обрубной:								
PK-42		100—200	—	—	—	—	—	—

Пневмомолоток обрубной:

PK-42

— 100—200 — — — — —

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
РК-43	—	—	—	200— 300	—	—	—
РК-44	—	—	—	—	300— 420	—	—
РК-45	—	—	—	—	—	450—600	—
Шлифовальный станок стационарный:							
диаметр круга 400 мм	100— 130	—	—	—	—	—	—
диаметр круга 600 мм	150— 170	200— 300	—	—	—	—	—
маятниковый, диаметр круга 400 мм	—	—	300— 400	500— 600	—	700—1000	1100—1500
переносной с гибким валом, диаметр круга 400 мм	—	—	400— 500	600— 800	—	1000—1200	1300—1800

4 6.3. Водоструйная очистка отливок

Для водоструйной очистки характерно удаление пригара, стержней, оставшейся смеси струей воды с абразивными добавками или без них. Способ удаления стержней из отливок в гидрокамерах отвечает современным санитарно-гигиеническим требованиям и применяется для обработки отливок из чугуна и стали весом от 0,2 до 100 т. В зависимости от веса отливок и серийности производства эти камеры имеют самое разнообразное конструктивное исполнение.

В табл. 4.93 приведены технические характеристики гидрокамер проходного типа с выкатной тележкой для гидроочистки крупного и тяжелого литья, выпускаемых заводом литейного оборудования «Амурлитмаш».

В массовом и крупносерийном производстве применяются гидрокамеры непрерывного действия проходного или роторного типов (табл. 4.94). Транспортировка отливок может производиться тележечным или подвесным цепным конвейером.

Гидрокамеры периодического действия размещаются, как правило, в конце пролета литейного цеха (рис. 4.39). Транспортировка отливок в камерах периодического действия осуществляется самоходными тележками с поворотным кругом. При очистке мелких отливок весом до 100 кг рекомендуется применять машины кантовательные типа 413, ЭЗТМ и др. Грузоподъемность транспортных устройств для гидрокамер периодического действия приведена в

Табл. 4. 93. Техническая характеристика гидрокамер

Показатели	Модель гидрокамер		
	ЛН-407	ЛН-408	414
Грузоподъемность тележки, кгС	50 000	15 000	100 000
Размеры камеры, мм	9000 × 4500 × 4500	4500 × 4500 × 4500	5940 × 5800 × 4800
Максимальные размеры отливок, мм:			
диаметр описанной окружности	4 300	4 300	5 500
высота	2 500	2 500	4 400
Количество гидромониторов	2	2	2
Рабочее давление воды, кгС/см ²	200	До 200	200
Максимальный расход воды высокого давления на одно сопло, л/сек	5,12	5,12	5,12
Давление сжатого воздуха, кгС/см ²	5—6	5—6	4—6
Расход воздуха, м ³ /ч	2,5	2,5	3,5
Общая установленная мощность, кВт	212,8	324,2	450,57
Габаритные размеры камеры, мм:			
длина с учетом выката тележки в обе стороны	53 900	16 000	31 000
ширина	6 600	7 700	12 000
высота над полом	6 500	6 200	6 200
Габаритные размеры насосной станции, мм:			
длина	12 000	10 700	—
ширина	10 000	4 200	—
высота	2 525	4 090	—
Количество операторов	2	2	2
Вес:			
насосной станции, кг	32 500	26 800	—
тележки	1 300	—	—
Общий вес камеры (без насосной станции высокого давления и тележки), кг	44 700	54 100	80 000
			100 000 (с тележкой)

Табл. 4. 94. Техническая характеристика гидростановок для очистки среднего и крупного литья

Показатели	Проходные непрерывного действия			Роторные		
	3,7	6,0	15	производительность, т/ч		
Наибольший вес отливок, кг	500	500	1500	1800	1800	1800
Максимальные габариты отливок, мм	1500×900×900	500×800×1500	2000×1500×1000	1850×1100×550	1850×1100×550	1850×1100×550
Грузоподъемность подвески конвейера, кгс	700	1000	—	—	—	—
Количество позиций обработки отливок, шт.	4	6	2	3	3	3
Время обработки отливки в камере, мин	15	20	—	—	—	—
Рабочее давление воды, кгс/см ²	200	200	200	200	200	200
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	113	126	До 300	76	76	76
Габаритные размеры установки, м:						
на втором этаже	26,0×8,24×6,75	—	—	—	—	—
на первом этаже	7,86×7,0×6,4	14,0×3,5×5,7	7,66×5,32×3,2	10,0×3,8×7,5	10,0×3,8×7,5	10,0×3,8×7,5
Вес установки, т	64	50	31,5	50	50	50
Количество обслуживающих рабочих	5	7	—	—	—	—

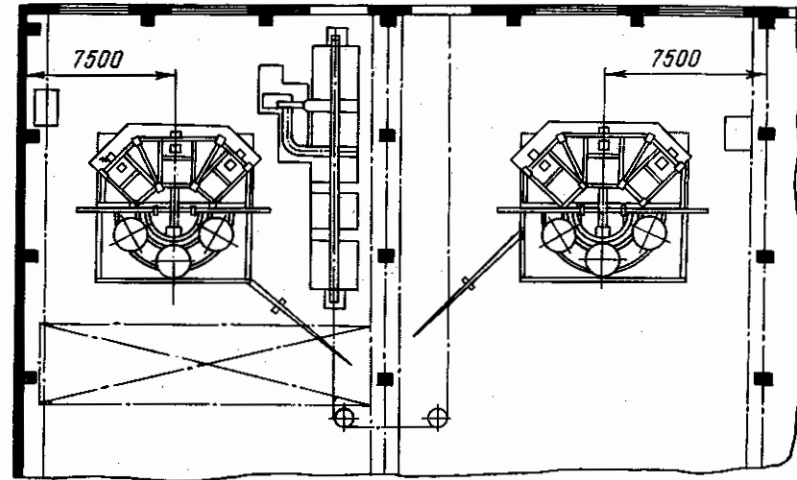


Рис. 4.39. Планировка участка гидроочистки отливок с установками непрерывного действия роторного типа

табл. 4.95. Загрузка и разгрузка тележек отливками производится мостовыми кранами.

Производительность гидрокамер проходного типа можно увеличить применением двух тележек. На одной производится обработка,

Табл. 4. 95. Грузоподъемность транспортных устройств для гидрокамер периодического действия

Размеры камеры, м	Грузоподъемность, тс
2,5×2,5	6,3
3,0×3,0	12,5
4,0×4,0	25,0
5,5×5,5	50,0
7,5×7,5	100,0
10,0×10,0	200,0
13,0×13,0	400,0

а на другой — смена или кантовка отливок. Потребное количество гидрокамер на программу рассчитывается по формуле

$$n = \frac{QK_n}{qT_d}$$

где n — расчетное количество гидрокамер, шт.;
 Q — вес очищаемых отливок на годовую программу, т;
 K_n — коэффициент неравномерности оборудования ($K_n = 1,1$ — $1,3$);

q — производительность гидрокамеры, т/ч;
 T_d — действительный годовой фонд времени работы гидрокамер, ч.

Производительность гидрокамер может приниматься по табл. 4.96. Гидрокамеры, представленные в этой таблице, обслуживаются одной тележкой.

Табл. 4. 96. Показатели работы гидрокамер

Показатели	Размеры камеры, м						
	2,5×2,5	3,0×3,0	4,0×4,0	5,5×5,5	7,5×7,5	10,0×10,0	13,0×13,0
Средний вес отливки, т	2,1	3,9	8,5	17,90	30,0	81,0	194,0
Основное время цикла t_0 , мин	25,5	41,5	65,0	100,00	148,0	280,0	483,0
Вспомогательное время цикла t_b , мин	16,5	17,5	18,5	20,00	23,0	34,0	55,0
Общее время цикла t_d , мин	42,0	59,0	83,0	120,00	171,0	314,0	538,0
Производительность, т/ч	3,0	4,0	6,1	8,95	10,5	15,6	21,6
Коэффициент полезного времени τ , %	60,8	70,4	77,8	83,80	86,5	88,9	89,6

В настоящее время все камеры имеют перекрытие и вытяжную вентиляцию. Установлено, что из гидрокамер с открытым верхом в цех поступает воздух, загрязненный пылью до 27 мг/м³.

Гидроабразивный способ очистки заключается в обработке поверхностей отливок струей воды, смешанной с кварцевым песком или другим абразивом, с давлением в 4—6 кгс/см². Высокие абразивные свойства струи позволяют применять этот способ и для очистки отливок из цветных сплавов. В основном энергоносителем является сжатый воздух. Расход воздуха в зависимости от сечения сопла приведен в табл. 4.97.

Табл. 4. 97. Расход воздуха в зависимости от диаметра сопла

Диаметр сопла, мм	Расход свободного воздуха (м ³ /мин) при давлении воздуха, кгс/см ²				
	2	3	4	5	6
4	0,44	0,59	0,75	0,90	1,05
5	0,69	0,94	1,16	1,42	1,62
6	0,99	1,33	1,68	2,04	2,32
7	1,35	1,81	2,28	2,77	3,16
8	1,75	2,36	2,97	3,62	4,12
9	2,23	2,99	3,75	4,58	5,22
10	2,75	3,69	4,63	5,56	6,44
11	3,33	4,47	5,61	6,84	7,99
12	3,96	5,31	6,67	8,14	9,27
13	4,65	6,24	7,83	9,55	10,90
14	5,39	7,24	9,03	11,80	12,62
15	6,18	8,30	10,53	12,72	14,42

4.6.4. Дробеметная и дробеструйная очистка отливок

Очистка отливок в дробеструйных и дробеметных установках получила широкое распространение. Такие установки высокомеханизированы, обеспечивают очистку от легко удаляемого пригара и доводят поверхность до металлического блеска.

В качестве абразивного материала применяется чугунная или стальная дробь размером 0,2—4,5 мм. Применение для этой цели кварцевого песка в нашей стране запрещено, так как пескоструйный способ очистки создает тяжелые санитарно-гигиенические условия труда.

Дробеструйная очистка отливок обеспечивает высокую чистоту поверхности, однако из-за высокой энергоемкости и запыленности рабочего места применяется в основном для очистки внутренних глубоких и сложных полостей.

Дробеметная очистка более эффективна и экономична, чем дробеструйная. Производительность в 10 раз выше, а расход энергии в 10 раз меньше, чем при дробеструйной очистке, запыленность рабочего места меньше. К недостаткам дробеметной очистки следует отнести затрудненность очистки сложных конфигураций. Поэтому дробеметные камеры для крупных отливок часто дополняются дробеструйными аппаратами для очистки труднодоступных внутренних полостей.

Очистные дробеметные установки, применяемые в литейных цехах, разделяются на следующие группы: 1) барабаны периодического действия; 2) барабаны непрерывного действия; 3) очистные столы; 4) камеры периодического действия; 5) камеры непрерывного действия.

Дробеметные барабаны (табл. 4.98) периодического и непрерывного действия предназначены для очистки мелких и средних отливок различных весовых групп. Конструктивное исполнение позволяет встраивать барабаны в поточные линии. Дробеметные барабаны периодического действия применяются в единичном и мелкосерийном производстве, а непрерывного действия — в массовом и крупносерийном производстве.

В массовом производстве для отливок весом до 530 кг и сложной конфигурации применяются дробеметные столы. В зависимости от качества поверхности отливки продолжительность очистки составляет 1—5 мин. Характеристики очистных столов приведены в табл. 4.99. У мод. 352 и 353 стол периодически вращающийся, а у мод. 345 и 347 — вращается непрерывно. Очистные столы с периодическим вращением могут работать в трех режимах: пооперационном, полуавтоматическом и автоматическом.

В литейном производстве широко применяются дробеметные камеры как периодического, так и непрерывного действия. Отличаются они между собой по габаритам и конструктивному исполнению. Дробеметные камеры периодического действия применяются для очистки крупных отливок весом до 50 т в единичном и серийном про-

Табл. 4. 98. Характеристика очистных дробебетных барабанов периодического и непрерывного действия

Оборудование	Модель или тип	Основные параметры					Вес, т	Установленная мощность электродвигателя, кВт
		производительность	наибольший вес очищаемых деталей, кг	наибольший вес загрузки, кг	габаритные размеры, мм			
Барабан очистной дробебетный непрерывного действия	317	5,0 т/ч	25,0	—	6800×3700×7500	20,0	35,3	
Барабан очистной дробебетный непрерывного действия	319	10,0 т/ч	20,0	—	8700×6900×6800	63,5	148,4	
Барабан очистной дробебетный конвейерный периодического действия	323	2—8 т/ч	80,0	800	5700×3065×4800	9,3	19,5	
Барабан очистной дробебетный конвейерный периодического действия	324	2,4—4,8 т/ч	150	1200	5000×2500×5500	12,0	20,1	
Барабан очистной дробебетный конвейерный периодического действия	М326	5—7 т/ч	400	3000	6310×3220×5600	18,0	42,2	
Устройство для загрузки и разгрузки деталей, очищаемых в дробебетных конвейерных барабанах периодического действия. Мод 323 и 324	323ГШО	Объем 2,5 м ³	—	6500	7900×3920×4800 (включая очистной барабан)	7,9	5,6	

Табл. 4. 99. Характеристика очистных дробебетных столов с периодическим и непрерывным вращением

Оборудование	Модель или тип	Производительность, т/ч	Основные параметры					Вес, т	Установленная мощность электродвигателя, кВт
			диаметр стола, мм	наибольшая загрузка стола, кг	габариты очищаемых деталей, мм	вес очищаемых деталей, кг	габаритные размеры, мм		
Стол очистной дробебетный с периодическим вращением	352	4,0	2500	1200	550×550×400	300	3100×3000×6100	10,0	21,8
Стол очистной дробебетный с периодическим вращением	353	7,0	3200	1590	900×900×600	530	4500×3700×6650	10,4	33,5
Стол очистной дробебетный с непрерывным вращением	345	1,2	1600	600	400×300×450	150	1955×2000×3750	2,4	15,4
Стол очистной дробебетный с непрерывным вращением	347	6,0	2500	1200	1000×300×400; 600×500×400	300	3970×2740×4700	8,5	22,7

Табл. 4. 100. Характеристика очистных дробебетных камер периодического и непрерывного действия

Оборудование	Модель или тип	Основные параметры									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		грузоподъемность за раз, т	диаметр крышки, мм	производительность, т/ч	габариты очищаемых деталей, мм	вес очищаемых деталей, кг	габаритные размеры, мм	вес, т	установленная мощность электродвигателя, кВт		
Дробебетно-дробеструйная камера с поворотным кругом и выкатной тележкой	370	2	1600	2 т/ч	Ø2000×1000	2 000	4500×6000×8700	16,0	36,0		
То же	ДК10М	3	2000	3 т/ч	Ø2500×1100	3 000	7000×5800×8100	18,0	37,6		
»	372	5	2500	5 т/ч	Ø3000×1200	5 000	10 000×5400×9200	25,0	54,0		
То же, проходная	367М	—	—	8 т/ч	7000×3500×2000	30 000	16750 (с открытой дверью)×10500×11 610	130,0	250,0		
Камера очистная дробебетная непрерывного действия с вращающимися подвесками, двухзахватная	375С	0,16 од-ной под-вески	—	100 подве-сок/ч	Ø600×700	—	9065×5700×6245	34,5	118,6		
Камера очистная дробебетная непрерывного действия с вращающимися подвесками, однозахватная	ОМ9984-87	0,5 од-ной под-вески	—	16—25 подве-сок/ч	Ø1000×1200	—	7500×6500×6300	37,7	123,1		
То же, трехзахватная	377	0,63 од-ной под-вески	—	50—170 подве-сок/ч	Ø800×800	—	16 330×8870×15 658	45,0	184,7		

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
То же, туликовая двухзахватная	378Б6	1,25 од-ной под-вески	—	11—14 подве-сок/ч	Ø 1200×2000	—	6280×6400×7320	37,0	93,4
То же, туликовая двухзахватная	378В9	1,25 од-ной под-вески	—	16—19 подве-сок/ч	Ø 1200×2000	—	7880×6400×7320	42,0 (без конвейера)	138,0
То же, туликовая двухзахватная	378Г12	1,25 од-ной под-вески	—	20—24 подве-сок/ч	Ø 1200×2000	—	9800×6400×7320	52,0 (без конвейера)	183,0
Приспособления для загрузки и разгрузки камер, мод. 376, 378	НП	1,25 од-ной под-вески	—	—	Ø 1200×2900	—	3800×2200×3700	6,5	—
То же	376А3	0,315 од-ной под-вески	—	19—27 подве-сок/ч	Ø 800×1400	—	4275×4385×6700	20,1	47,5
»	376Б6	0,315 од-ной под-вески	—	35—50 т/ч	Ø 800×1400	—	6835×4385×6700	32,3	92,3
»	376В9	0,315 од-ной под-вески	—	50—69 т/ч	Ø 800×1400	—	9395×4385×6700	44,5	137,1
»	376Г12	0,315 од-ной под-вески	—	69—86 т/ч	Ø 800×1400	—	11955×4385×6700	57,0	181,9

изводстве. Дробеметные камеры непрерывного действия используются в массовом и крупносерийном производстве для очистки отливок весом до 1300 кг. Технические характеристики дробеметных камер даны в табл. 4.100, 4.101.

Табл. 4. 101. Характеристика очистных дробеструйных камер периодического действия

Оборудование	Модель или тип	Основные параметры	
		габариты очищаемых изделий, мм	вес очищаемых деталей, кг
Камера очистная дробеструйная	037385	2000×1800×1800	1000
То же	ТУ-135322-116	2200×1400×1700	750
»	042047	16 000×4000×4000	50 000
Двухкамерный дробеструйный аппарат на два сопла непрерывного действия	334М	—	—

Продолжение

Оборудование	Модель или тип	Основные параметры		
		габаритные размеры, мм	вес, т	установленная мощность электродвигателей, кВт
Камера очистная дробеструйная	037385	10 000×5706×5200	12,0	25,0
То же	ТУ-135322-116	7000×5000×3900	6,2	2,7
«	042047	25 000×13 500×9000	150,0	40,0
Двухкамерный дробеструйный аппарат на два сопла непрерывного действия	334М	1650×840×2120	0,8	—

Выбор оборудования для очистки отливок зависит от серийности производства, веса и сложности отливок. Сравнительные экономические данные очистки литья в различных агрегатах приведены в табл. 4.102.

Табл. 4. 102. Сравнительные данные очистки литья в различных установках

Установки	Производительность, т/ч	Трудоемкость, чел.·ч/т	Расход на 1 т очищаемых отливок		
			воздуха, м³	электроэнергии, кВт·ч	дроби, кг
1	2	3	4	5	6
Галтовочный барабан	1,00	0,70	—	3,0	—
Дробеструйный барабан (два сопла)	2,20	0,60	400	2,0	3,0

Продолжение

1	2	3	4	5	6
Дробеметный барабан (одна турбинка)	5,00	0,25	—	5,0	2,5
Дробеструйный стол (одно сопло)	0,45	0,60	135	1,2	3,0
Дробеметный стол (одна турбинка)	1,00	0,30	—	5,0	2,5
Дробеструйная камера (одно сопло)	1,00	1,50	160	0,2	3,0
Дробеметная камера (одна турбинка)	3,00	0,35	—	5,0	2,5

4.6.5. Очистка в галтовочных барабанах

Очистка в галтовочных барабанах применяется для отливок мелкого и среднего литья. Стандартные барабаны, выпускаемые нашей промышленностью, приведены в табл. 4.103. Кроме того, на различных заводах установлено свыше 60 типов барабанов собственной конструкции. По принципу работы галтовочные барабаны разделяются на барабаны периодического и непрерывного действия.

Табл. 4. 103. Барабаны очистные галтовочные периодического и непрерывного действия

Оборудование	Модель или тип	Основные параметры				
		объем загрузки, м³	производительность, т/ч	габаритные размеры, мм	вес, т	установленная мощность электродвигателей, кВт
Барабан очистной галтовочный	ОБ-800	0,5	3	2100×3300×3920 (с грузочным подъемником)	5,2	7
Барабан галтовочный непрерывного действия	314	—	5	6540×2400×2700	18,8	22
То же	H26-4A	—	5	7000×2980×3900	27,7	30
»	314С	—	5	6400×4200×5400	22,4	20
Барабан очистной галтовочный	3A11	2,5	—	3130×2200×1880	4,8	7

Барабаны периодического действия применяются в мелкосерийном и индивидуальном производстве. Работа галтовочного барабана периодического действия мод. ЗА11 полностью автоматизирована. Открывание и закрывание загрузочного и разгрузочного люков, наклон барабана, загрузка и выгрузка отливок создают возможность включения барабана в автоматическую линию очистки отливок.

На Подольском заводе имени М. И. Калинина работает барабан с гидроабразивной очисткой отливок весом 1 кг, производительностью 50—60 кг/ч. Пульпа состоит из воды, 20—30% (по весу) наждачного порошка, 1—2% нитрида натрия и 3—5% кальцинированной соды.

В Англии создан барабан для очистки длинных и тонких отливок, совмещающий вращение и вибрацию с частотой 2300 колебаний в минуту. Время очистки сокращается в 2—5 раз.

Очистной барабан для стальных отливок весом 1,5—3,0 т заводской конструкции успешно эксплуатируется на одном из отечественных заводов.

Для очистки лопаток реактивных двигателей в США используют барабанные установки «Харперцер» с вращательным движением по двум орбитам. Установка имеет вращающуюся головку и барабан внутри нее, причем направления вращения их противоположны, что способствует превращению деталей и рабочей среды в плотную массу. Центробежные силы вызывают давление абразивной среды на поверхность изделий, которое резко ускоряет очистку отливок. По данным фирмы «Харпер Баффинг Машине» производительность вместо нескольких часов составляет 10 мин. Выпускаются установки с рабочим объемом 0,045—1,62 м³.

В массовом и крупносерийном производстве применяются галтовочные барабаны непрерывного действия, в которых осуществляется выбивка стержней, очистка отливок и отбивка литников. Барабаны встраиваются в линию. Загрузка отливок производится транспортерами непрерывно. После отбивки литников и очистки отливки поступают на сортировку. Сортировка отливок производится на специальном вращающемся круге или на сортировочном пластинчатом конвейере.

Отливки для очистки в галтовочных барабанах следует сортировать на загрузочные группы так, чтобы мелкие тонкостенные отливки не очищались вместе с крупными. Такая сортировка исключает поломку тонкостенных деталей. К тонкостенным относятся отливки с толщиной стенки менее 5 мм. Отливки с толщиной стенок 5—30 мм называются отливками *средней толщины*, 25 мм и больше — *толстостенными*.

Для очистки мелких отливок габаритами до 250×100×100 мм рекомендуется применять вибрационные установки. Обработка наружных и внутренних поверхностей отливок производится наполнителем при вибрации контейнера. В качестве наполнителей применяются звездочки из отбеленного чугуна, бой абразивных кругов, плавящийся электрокорунд.

4.6.6. Очистка отливок огнем способом

Этим способом производят отрезку литников и прибылей, удаление заливок, технологических приливов, дефектов на отливках из черных и цветных металлов, очистку отливок от окалины и пригара. К огневому способу обработки отливок относятся: 1) газокислородная резка; 2) газопламенная очистка и резка; 3) кислородно-флюсовая очистка и резка; 4) газопламенная очистка и резка (воздушно-дуговая); 5) плазменная очистка и резка.

Газокислородная резка в основном применяется для отрезки литников, прибылей и технологических приливов толщиной до 350 мм в отливках из малоуглеродистых и низкоуглеродистых сталей. Резка осуществляется различными ручными резаками типа «Пламя», РЗР-60, РК-62, РАП-60 и др. Для отрезки прибылей толщиной 300—700 мм применяются установки УРР-700. Установка ОП-1, разработанная ВНИИАвтогеном, предназначена для отрезки прибылей от стальных отливок толщиной до 350 мм (табл. 4.104).

Табл. 4. 104. Режимы отрезки прибыли универсальной переносной головкой ОП-1

Показатели	Толщина разрезаемой прибыли, мм					
	100	150	200	250	300	350
Скорость перемещения резака, мм/мин	190,0	140,0	120,0	100,0	80,00	60,00
Давление газов, кгс/см ² :						
режущего кислорода	0,7	1,2	1,7	2,6	3,50	4,50
подогревающего кислорода		От 2,4 до 4,0				
Расход газов, нм ³ /ч:						
кислорода	18,5	24,0	29,0	40,0	50,00	60,00
ацетилен	1,1	1,2	1,3	1,4	1,55	1,75

На ряде заводов применяется газовая резка на природном газе вместо дорогого ацетилен.

Газопламенная очистка стальных отливок заключается в их обработке ацетилено-кислородным пламенем с применением и без применения режущей струи кислорода. При очистке отливок от пригара и окалины последние нагреваются и в результате разности коэффициентов расширения окислов и металла слой окалины и пригара разрушается, отделяется от отливки и сдувается. Для газопламенной очистки применяются резаки типа РВП-50, РАП-01-55 и др. С их помощью можно также производить разделительную резку и поверхностное удаление металла (строжка).

Кислородно-флюсовая резка применяется для очистки пригара и окалины, резки нержавеющей сталей, чугуна, меди, бронзы. Отличительная особенность такой резки заключается в том, что в пламя и кислородную струю резака подается флюс, горение которого увели-

чивает тепловую мощность пламени и образует жидкотекучие шлаки окислов железа. При резке рекомендуется применять в качестве флюсов железный порошок или смесь железного порошка и 15% алюминиевого. Для поверхностной очистки нержавеющей сталей применяют состав флюса из 25% алюминиево-магниевого порошка и 75% силикокальция. Установка для кислородно-флюсовой резки состоит из резака и флюсопитателя. Наиболее эффективна кислородно-флюсовая резка для резки больших толщин и нержавеющей сталей.

Широкое распространение на заводах получает *воздушно-дуговая очистка* отливок. Сущность метода состоит в том, что расплавленный электрической дугой металл выдувается струей сжатого воздуха из зоны горения дуги. Этим способом можно производить разделительную резку и поверхностную строжку, удаление дефектов в отливках, подготовку кромок под сварку, удаление пригара. Резка и строжка ведется угольными или графитовыми электродами диаметром 6—12 мм. Серийно выпускаются резаки типов РВД-1-58 и РВД-2-58, работающие при токе 300—400А. В качестве источников тока применяются преобразователи постоянного тока ПСО-500, ПСМ-1000 и др. Расход электроэнергии составляет 3—5,4 кВт·ч на 1 кг выплавленного металла, расход электродов — 0,4—0,5 кг/ч.

ВНИИЛитмашем разработаны новые резаки для различного назначения: прямые для поверхностной воздушно-дуговой резки на наружных открытых поверхностях и угловые для срезания различных элементов внутри отливок, в окнах и других местах с унифицированными узлами. На рукоятку можно надевать любую из специальных головок. Резаки рассчитаны на работу при токах до 1400А, а угловой водоохлаждаемый резак позволяет увеличить токи до 1700—1800А. Резаки работают на переменном токе от стандартных трансформаторов ТСД-2000. Расход электроэнергии составляет 2,1—2,2 кВт·ч/кг.

По данным Криворожского центрального рудоремонтного завода, замена ручной обрубки отливок из хромоникелевых сплавов на воздушно-дуговую позволила сэкономить от 0,84 до 1,26 руб. на 1 т отливки и значительно снизить трудоемкость обрубки. Если пневматическим инструментом снимается 0,8—2,0 кг/ч металла отливки, с помощью воздушно-дуговой резки один рабочий снимает с поверхности отливок из тех же сплавов 15—20 кг/ч, при этом значительно улучшаются условия труда.

В обрубных работах находит применение также *плазменно-дуговая резка*. Сущность способа заключается в проплавлении металла мощным дуговым разрядом с температурой 5000—15 000°С. Промышленно выпускаются серийно установки КДР-1-57, КДР-1-58 и УДР-61 для механизированной и ручной плазменной резки различных черных и цветных сплавов. Для питания плазмотронов электроэнергией используют источники постоянного тока; выпрямители ВКС-500-1, ВГД-501, ИПГ-500, преобразователи ПСО-500 и др. В качестве плазмообразующего газа применяют аргон, азот, водород или их смеси.

Плазменная отрезка прибылей на отливках из стали X18H9T успешно применяется на ЧТЗ. На одном из заводов с большим экономическим эффектом используется плазменная установка ОПР-8 для отрезки прибылей на отливках сложной конфигурации из сплавов АЛ5, X18H9T и 1X13H2T.

Плазменная резка по сравнению с кислородно-флюсовой более выгодна. Стоимость 1 пог. м плазменной резки при толщине листа 100 мм почти в два раза меньше кислородно-флюсовой, а для толщины 35 мм — в 4,5 раза.

Сравнительные скорости кислородно-флюсовой и плазменной резки нержавеющей стали и чугуна приведены в табл. 4.105.

Табл. 4. 105. Скорость кислородно-флюсовой и плазменной резки, мм/мин

Способ резки	Нержавеющая сталь						Чугун						
	толщина разрезаемого металла, мм												
	20	30	50	100	150	200	250	20	50	100	150	200	250
Кислородно-флюсовый	17	15	12	8	6	4,5	3,0	7,8	5,4	3	2	1,8	1,5
Плазменный	130	65	45	17	11	5,5	3,5	150,0	55,0	20	12	6,0	4,0

При использовании огневой очистки в цехе должны быть организованы специальные огражденные участки с мощной вытяжкой газов.

4. 6. 7. Очистка отливок электрическими способами

Различаются *электроконтактная* и *электрохимическая* очистки. Способ электроконтактной очистки основан на использовании тепла, выделяющегося при прохождении электрического тока через участки цепи с повышенным сопротивлением, которое возникает в месте контакта диска-инструмента и обрабатываемой отливки. При работе установки электроконтактной зачистки ток подводится к вращающемуся диску и к отливке. Существует несколько разновидностей электроконтактной обработки, характеристики которых приведены в табл. 4.106.

Разновидностью электроконтактной обработки является способ воздушно-электроконтактной резки (ВЭКР), который является промежуточным между воздушно-дуговой резкой и электроконтактной обработкой металлов электрическим оплавлением. В качестве режущего инструмента используются графитированные электроды. Для ВЭКР необходимы понижающий трансформатор ТРП-1200 с жесткой характеристикой, специальные воздухопроводы, резак РВК-12 и электроды. ВЭКР можно зачищать заливки и остатки литников, отрезать литники диаметром до 50 мм, разделять фаски под сварку, удалять дефекты и неметаллические включения на отливках из любых сплавов. При ВЭКР расход электроэнергии сокра-

Табл. 4. 106. Характеристики разновидностей электроконтактной очистки

Разновидность обработки	Напряжение,	Максимальная сила тока,	Мощность привода вращательного диска, кВт	Скорость съема металла, кг/ч	Удельный расход электроэнергии, кВт/кг
	В				
Электрофрикционный метод резки	10—12	2 000	20	40	0,8—1,0
Электрофрикционная зачистка отливок	10—12	10 000	55	90	1,5
Зачистка траков на автомате АЭТ-2	21	1 500	7	80	1,5
Электроконтактная обдирка слитков	28—35	10 000	3—8	300	1—1,2
Воздушно-электроконтактная резка (ВЭКР)	30—35	1 200	—	28	2,0

Табл. 4. 107. Техническая характеристика полуавтоматов для зачистки поверхности отливок абразивными кругами

Показатели	Полуавтоматы для зачистки		
	открытых плоскостей	двух параллельных открытых плоскостей	двухшпиндельный для зачистки кромок цилиндрических поверхностей
Диаметр стола, мм	2000	—	—
Число оборотов стола в минуту	1,5; 1,88; 2,2	—	—
Установленная мощность, кВт	28,7	14	11,5
Диаметр абразивного круга, мм	500	500	350
Число оборотов круга в минуту	1500	1460	1440
Максимальный размер отливок, мм:			
длина	650	350	∅ 50—320
высота	40	300	До 200
Часовая производительность, шт.	До 1500	400	400
Габариты, мм	2250×2450×2800	3300×1210×1300	1360×1960×2045
Вес, кг	9500	6500	3000

щается по сравнению с воздушно-дуговой в 2 раза, эксплуатационные расходы — в 15, установленная мощность — в 2, занимаемая площадь — в 6 раз, устраняется шум генератора, улучшаются усло-

вия электробезопасности. По сравнению с пневмообрубкой производительность труда повышается в 5—8 раз на углеродистых сталях, в 3—5 раз на чугунах, меди, алюминии и в 12 раз на хромоникелевых сталях.

Одной установкой можно обрабатывать до 4000—6000 т отливок в год, снизив затраты на 3—5 руб/т.

Электрохимические способы применяются только для очистки пригара и других видов загрязнений. Существуют два способа очистки: травление в расплавах щелочей и травление в растворах кислот. К электрическим также относится способ электрогидравлической очистки отливок, который успешно применяется в литейных цехах.

В массовом и крупносерийном производстве широко применяются полуавтоматические и автоматические станки и линии для зачистки отливок абразивными и металлическими кругами. Такие станки и линии успешно работают на Горьковском автозаводе, Ярославском моторном заводе, Волгоградском, Харьковском, Липецком, Минском тракторных заводах и др. Характеристика полуавтоматов Горьковского автозавода приведена в табл. 4.107.

4.6.8. Термообработка отливок

Для отливок из стали, ковкого чугуна и других сплавов предусматриваются участки для термической обработки. Вид термической обработки обуславливается техническими условиями на отливки. Оборудование для термообработки выбирается в зависимости от вида термообработки, веса, габаритов отливок и характера производства.

В массовом и крупносерийном производстве применяются методические печи толкательного, конвейерного, элеваторного и туннельного типов, а в серийном и индивидуальном производстве для крупных отливок — камерные термические печи периодического действия. Расчет количества однотипных термических печей ведется по формуле

$$n = \frac{QK_n}{T_d P}$$

где n — количество однотипных печей;

Q — вес отливок на годовую программу, т;

K_n — коэффициент неравномерности работы оборудования ($K_n = 1,1—1,3$ используется при наличии промежуточного склада отливок);

T_d — годовой фонд работы печи, ч;

P — производительность печи, т/ч.

Производительность печей периодического действия рассчитывается по формуле

$$P = \frac{m}{t}$$

где P — производительность, т/ч;
 m — садка печи, т;
 t — продолжительность цикла обработки отливок, ч;

$$m = Fq,$$

F — площадь пода печи, м²;
 q — удельная нагрузка на 1 м² пода термической печи, т;

$$t = t_{т.о} + t_{п},$$

$t_{т.о}$ — продолжительность термообработки отливок в печи, ч;
 $t_{п}$ — потери времени на загрузку, разгрузку отливок и др., ч.

Табл. 4.108. Удельная нагрузка на 1 м² пода термической печи в зависимости от развеса и толщины стенок отливок

Виды сплава	Толщина стенок отливок, мм	Удельная нагрузка на под печи, тс/м ²			
		развес отливок, кг			
		до 100	100—500	500—2000	свыше 2000
<i>Камерные термические печи периодического действия</i>					
Сталь	Менее 100	0,75—2,0	0,65—2,0	0,6—2,0	0,3—1,0
	Свыше 100	2,0—3,0	2,0—3,0	2,0—3,2	1,0—2,3
Серый чугун	Менее 100	0,5—1,5	0,5—1,5	0,7—2,0	0,5—1,5
	Свыше 100	1,5—2,5	1,5—3,0	2,0—3,0	1,5—2,5
Ковкий чугун	Менее 100	1,5—3,0	—	—	—
	Свыше 100	2,5—3,5	—	—	—

Примечание. Удельная нагрузка на под печи дана при высоте загрузки отливок в 1 м, при других высотах нагрузка соответственно меняется.

Виды сплава	Толщина стенок отливок, мм	Удельная нагрузка на под печи, тс/м ²			
		развес отливок, кг			
		до 100		100—500	
		отливки	отливки с поддоном или горшком	отливки	отливки с поддоном или горшком
<i>Методические термические печи</i>					
Сталь	Менее 100	0,35	0,60	—	—
	Свыше 100	0,55	0,80	—	—
Серый чугун	Менее 100	0,35	0,60	0,4	0,65
	Свыше 100	0,55	0,80	0,6	0,90
Ковкий чугун	Менее 100	0,45	0,65	—	—
	Свыше 100	0,55	0,75	—	—

Площадь пода зависит от вида и типоразмера выбранной печи. Удельная нагрузка на под для камерных и методических печей приведена в табл. 4.108 в зависимости от рода сплава, развеса и толщины стенок отливок. Нормы продолжительности цикла термообработки ($t_{т.о}$) без учета загрузки и разгрузки отливок даны в табл. 4.109.

Табл. 4.109. Продолжительность цикла термообработки стальных и чугунных отливок в зависимости от материала и толщины стенок

Материалы и рекомендуемые способы термической обработки отливок	Толщина массивных частей отливки, мм	Пределы температуры нагрева печи, °С	Продолжительность цикла термообработки без затраты времени на загрузку и выгрузку отливок, ч	
			всего	в том числе время работы толки
1	2	3	4	5
Низкоуглеродистые стали: нормализация	Менее 100	890—920	12—18	8—12
	Свыше 100	890—920	19—25	13—17
Высокоуглеродистые стали: нормализация отпуск	Менее 100	860—880	10—15	8—13
	Свыше 100	860—880	16—21	14—18
	Менее 100	580—650	9—16	6—11
	Свыше 100	580—650	14—23	9—16
Низколегированные стали: отжиг нормализация отпуск	Менее 100	870—890	18—31	15—26
	Свыше 100	870—890	27—41	22—34
	Менее 100	880—900	10—15	8—13
	Свыше 100	880—900	16—21	14—18
	Менее 100	520—650	15—22	12—17
	Свыше 100	520—650	20—27	15—20
Легированные стали: отжиг нормализация отпуск	Менее 100	860—880	22—31	19—26
	Свыше 100	860—880	31—41	25—34
	Менее 100	870—890	12—15	10—13
	Свыше 100	870—890	17—21	15—18
Высоколегированные стали	Менее 100	520—650	19—25	16—20
	Свыше 100	520—650	24—31	19—24
			Режим термообработки устанавливается в каждом конкретном случае в зависимости от марки стали	
Высокомарганцовистые стали Г13Л: закалка в воде	Менее 100	1050—1100	17	17
	Свыше 100	1050—1100	24	24
Серый чугун: низкотемпературный отжиг (искусственное старение)	Менее 100	520—570	17—20	13—17
	Свыше 100	520—570	18—21	13—17

Продолжение

1	2	3	4	5
Серый чугун (прецизионный): низкотемпературный отжиг (искусственное старение), упрочняющее старение	Менее 100	520—620	26—32	22—29
	Свыше 100	520—620	30—38	25—34
Высокопрочный чугун: отжиг	Простой конфигурации Сложной конфигурации	900—950	19—27	14,5—20,5
		900—950	24—30	19,5—23,5
снятие напряжений	Простой конфигурации Сложной конфигурации	500	12—16	10—13
		500	21—25	19—22
Ковкий чугун, отжиг: элеваторные электропечи типа П-650	Менее 100	950—970	31—39	25—32
	Свыше 100	950—970	37—45	29—36
туннельная печь „ЗИЛ“	—	1010—1030	39—58	38—57
камерная печь	—	980	46*	36
Чугунные отливки, залитые в кокиль: отжиг	—	850—950	18—22	17—21

* Полная продолжительность цикла с загрузкой и выгрузкой печи.

Примечание. 1. Для определения количества камерных печей периодического действия продолжительность цикла термообработки принята из условий работы камеры с одним выдвижным подом без трансбордера.

2. В цикл термообработки входит время, затрачиваемое на нагрев, выдержку и охлаждение в печи, охлаждение на воздухе при продолжении режима термической обработки в той же печи и окончательное охлаждение на воздухе, которое составляет в зависимости от условий от 1 до 5 ч.

3. Пределы температуры нагрева и продолжительность занятости термических печей приняты из расчета возможных режимов термической обработки отливок по их видам в литейных цехах. При необходимости они уточняются в конкретных условиях.

4. Чугунные отливки перед старением подвергаются механической обработке в наиболее полном объеме. Прецизионные отливки дополнительно после низкотемпературного отжига подвергаются получистовой механической обработке и затем проходят упрочняющее старение путем естественного старения или другими способами в зависимости от характера деталей и технических условий. Способ старения и продолжительность цикла могут уточняться по инструкции ЭНИМС Н58-1 «Инструкция по старению чугунных станочных деталей» (1964 г.).

5. Продолжительность цикла термообработки принимается ближе к верхнему пределу для разностенных отливок, а также имеющих сложную конфигурацию.

6. Нормативы данной таблицы применяются в случае отсутствия технологических данных о термообработке отливок по номенклатуре проектной программы.

Производительность методической печи толкательного типа определяется по формуле

$$P = \frac{60 \cdot L_n \cdot m_1}{t_l}$$

где P — производительность печи, т/ч;
 L_n — длина печи, м;
 m_1 — вес отливок на одном поддоне, т;
 t — цикл обработки, ч;
 l — длина поддона, м.

Производительность печи непрерывного действия находится по формуле

$$P = v m_2$$

где v — скорость конвейера, м/мин;
 m_2 — вес отливок на одном метре длины печи, т.

Расчет количества печей можно производить по удельной производительности печей (табл. 4.110).

Табл. 4. 110. Удельная производительность печей при различных процессах термообработки, кг/м²·ч

Тип печи	Отжиг	Нормализация	Закалка	Отпуск
Камерные	40—60	120—160	120—160	100—140
С выдвижным подом	35—50	60—80	60—80	60—80
Толкательные	50—70	120—200	150—200	140—180
Конвейерные	—	180—220	180—220	180—220

Термические печи располагают в одном пролете в один ряд так, чтобы фронт погрузочно-разгрузочных работ обеспечивался одним краном. У термических печей предусматривают площади для складирования отливок до загрузки и после термообработки, а также площади для прессы. Для правки коробленных отливок из стали и ковкого чугуна используют гидравлические прессы давлением 100—200 т или фрикционные типа ФА-123 и ФА-125. В табл. 4.111 приведена характеристика фрикционных прессов.

Табл. 4. 111. Характеристика фрикционных прессов

Показатели	ФА-123	ФА-125
Давление прессы, т	100	180
Наибольший ход ползуна, мм	300	350
Число ходов ползуна в минуту	27	20
Размер стола, мм	540×420	600×480
Мощность привода, кВт	5,8	10
Габариты, мм	1710×1710	1640×1985
Вес, кг	3750	6000

4.6.9. Грунтовка отливок

Завершающей операцией в цикле изготовления отливок является *грунтовка*. Грунтовочные участки литейных цехов относятся к очистным отделениям, располагаются последовательно технологическому потоку и отделяются глухими огнестойкими стенками. В случае многоэтажного здания участок размещается на втором этаже. Помещение для суточного хранения лакокрасочных материалов должно быть изолировано. Все работы, связанные с сухой очисткой поверхности, обезжириванием, распылением краски, должны производиться в изолированных помещениях, специальных шкафах и камерах, оборудованных вытяжной вентиляцией. Ванны окунания, если их объем превышает 0,5 м³, должны выделяться в отдельные вентилируемые камеры и иметь аварийные сливы в подземные резервуары, расположенные вне помещения цеха. Выбор технологического процесса грунтовки в основном зависит от серийности, габаритов и веса отливок.

В массовом и крупносерийном производстве грунтовка производится на конвейере, объединяющем все окрасочно-сушильные агрегаты. В качестве транспортных средств применяются подвесные конвейеры для отливок весом до 1000 кг и шагающие — для отливок весом 500—2000 кг. Для транспортировки мелких отливок до 10 кг рекомендуются наборные кассеты на 2—8 отливок или корзины.

В мелкосерийном и индивидуальном производстве подготовку и окраску тяжелых отливок производят на специальных решетчатых стендах с мощным нижним отсосом воздуха. Грунтовка производится преимущественно пневматическими распылителями или ручными электрораспылителями. Для транспортировки применяются мостовые краны и специальные тележки. Сушка отливок производится в закрытых камерах.

Технологический процесс грунтовки включает: 1) подготовку поверхности отливок; 2) грунтовку; 3) сушку отливок после окраски.

Для выполнения этих операций созданы установки проходного типа, технические характеристики которых приводятся ниже.

Техническая характеристика моечных машин для обезжиривания и промывки отливок

Модели	I	II
Производительность отливок, кг/мин	70	15
Продолжительность промывки отливок, мин	10	—
Температура моющей жидкости, °С	90	90
Максимальные габариты отливок, мм		
длина	425	1 700
ширина	315	850
высота	250	700
Емкость ванны, м ³	3,3	5,0
Скорость передвижения отливок через камеры, м/мин	0,65	0,6
Мощность электродвигателей, кВт	11,4	14,1
Максимальный вес отливок, кг	—	1 200

Техническая характеристика проходных окрасочных камер

Модели	I	II
Размер окрашиваемых отливок, мм:		
длина	370	1 200
ширина	360	2 300
высота	250	1 100
Количество отсасываемого воздуха, нм ³ /ч	8000	25 400
Скорость воздуха в краскоуловителе, м/сек	1,1	—
Мощность, кВт	4,7	19
Общий вес, кг	897	7 236

Техническая характеристика сушильных проходных камер

Максимальный размер отливок, мм:	
длина	2 700
ширина	800
высота	500
Температура сушки, °С	90
Производительность камеры, т/ч	28
Установленная мощность, кВт	10,2
Общий вес, кг	20 760

Выбор оборудования для участка грунтовки определяется развесом литья и мощностью участка (табл. 4.112).

Табл. 4.112. Характеристики типовых участков грунтовки отливок

Развес литья, кг	Мощность участка		Вид транспортных средств	Метод грунтовки
	т/год	т/ч		
До 20	1800—5400	0,4—1,4	Подвесной конвейер	Струйный облив
20—100	2200—6600	0,6—1,6	То же	Распылительная конвейерная камера
До 100	3000—5000	0,8—1,3	»	То же
До 20	2200—3000	0,6—2,1	»	Струйный облив
20—100	2800—10000	0,7—2,6	»	Распылительная конвейерная камера
100—600	3200—4800	0,9—1,2	Подвесной конвейер с вращающимися подвесками	То же
500—1000	2800—4200	0,7—1,1	То же	»
100—500	4200—7000	1,1—1,8	»	»
500—1000	3800—6000	0,9—1,6	»	»
100—500	7000—10500	1,8—2,7	»	»
500—1000	6000—9500	1,6—2,5	»	»
500—2000	16000—23000	6,0	Шагающий конвейер	Распылительная проходная камера
Свыше 2000	27000—36000	7—10	Мостовой кран	Стенд двойной с нижним отсосом

4. 6. 10. Примеры компоновки очистных отделений

Выбор оборудования и организация работы обрубного отделения зависят от серийности производства, сложности и веса отливок и рода металла.

Ниже приводятся планировки двух обрубных отделений цехов чугунного литья с комплектом оборудования, типовой технологией и организацией производства.

На рис. 4.40 приводится планировка обрубного отделения для обрубки и очистки отливок различной сложности в условиях единичного и мелкосерийного производства. Мощность такого отделения составляет 5500 т/год, вес литья до 100 кг, максимальные габаритные размеры отливок $700 \times 600 \times 400$ мм, средний вес отливок — 13 кг, количество работающих — 45 человек, выпуск на одного рабочего — 131 т/год, трудоемкость 1 т литья 1,1 чел.-ч, съем с 1 м² общей площади — 4,8 т/год. В зависимости от весовой группы литья для обрубки и очистки применяется полуавтоматическое оборудование или ручной механизированный инструмент. Все транспортные операции осуществляются при помощи кранов-балок, пластинчатых и ленточных конвейеров и местных грузоподъемных средств. Выбивка стержней производится в гидрокамере с кантователем. После гидрокамеры отливки направляются на отрезку литников и прибылей, а затем на зачистку. Вторичная очистка производится в дробебетном барабане периодического действия, откуда отливки в кубелях отправляются на грунтовку. Металлические отходы собираются в короба и отправляются в скрапоразделочный цех или шихтовое отделение цеха. Участок работает в две смены при 307 рабочих днях в году.

Расчет оборудования участка в зависимости от распределения литья по операциям очистки и обрубки приведен в табл. 4.113. Он производился по данным ряда заводов и справочным материалам. Технологическое и транспортное оборудование, установленное в отделении, приведено в табл. 4.114.

На рис. 4.41 представлена планировка обрубного отделения для очистки чугунных отливок весом 8—80 т. Мощность участка 13 000—15 500 т/год, максимальные габаритные размеры отливок $15,5 \times 5,0 \times 1,0$ м. Участок предназначен для обрубки и очистки разнообразного по сложности и серийности чугунного литья, работает в две смены.

Выбивка стержней на гидрокамере, предварительная обрубка, вырубка окон, удаление каркасов, литников и вторичная окончательная гидроочистка проводятся в торце формовочного пролета, оборудованного двумя кранами грузоподъемностью 100 т каждый. Затем литье весом до 60 т передается в обрубной пролет для окончательной обрубки и очистки. Обрубка осуществляется резаками и пневмозубилами на решетках с нижним отсосом воздуха. Для снятия крупных заливок, расчистки окон и прочего применяется расточная колонка. Поверхность отливок зачищается переносными наждаками. Окончательная очистка отливок производится в дробебетной камере, после чего они передаются на грунтовку или на склад.

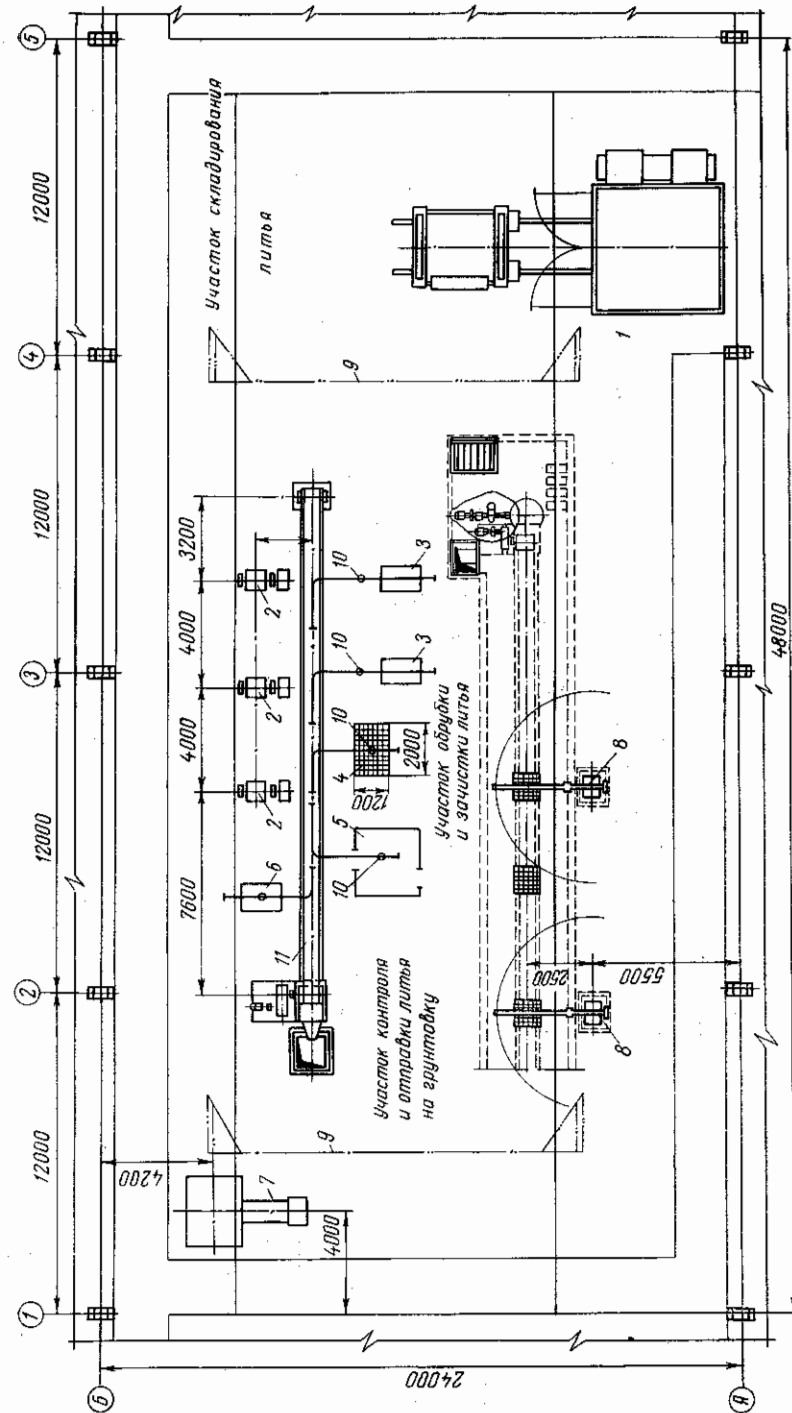


Рис. 4.40. Обрубное отделение мощностью 5500 т/год чугунных отливок весом до 100 кг.

Табл. 4. 113. Расчет количества основного оборудования

Операции	Весовая группа отливок, кг	Количество литья		Оборудование	Производительность, т/ч	Количество		Коэффициент загрузки
		т/год	т/ч			по рас-чету	приня-тое	
Первичная очистка литья	До 100	5500	1,41	Гидроцистная камера с кантователем	3,0	0,47	1	0,47
Отбивка литников, прибылей	До 100	2000	0,50	Рабочие места для отбивки литников и прибылей	6,3	1,66	2	0,83
Обрубка литья	До 100	3500	0,90	Пневматический рубильный молоток модели РК-45	0,3	3,0	4	0,75
Зачистка литья	До 15	2500	0,67	Обдирочно-шлифовальный станок с двумя кругами мод. ЗМ636	0,3	2,2	3	0,73
Зачистка литья	15—100	3000	0,77	Шлифовальная пневматическая роторная машина мод. ШР-2	0,5	0,58	2	0,77
Исправление дефектов отливок	До 100	1100	0,27	Полуавтомат для заварки дефектов	0,5	0,54	1	0,54
Зачистка отливок после исправления	До 100	1100	0,27	Шлифовальная пневматическая роторная машина ШР-2	0,5	0,54	1	0,54
Вторичная очистка литья	До 100	5500	1,41	Дробебетный барабан периодического действия	2,0	0,7	1	0,70

Табл. 4. 114. Ведомость оборудования отделения (к рис. 4. 40)

Номер на плане	Оборудование	Краткая техническая характеристика	Количество единиц	Общая установленная мощность, кВт
<i>Технологическое оборудование</i>				
1	Гидрокамера с кантователем	Тупиковая, размер 5×5 м	1	104
	Установка насосов высокого давления мод. 13ГР для гидрокамеры с кантователем	Производительность 16,8 л/сек, давление 200 кгс/см ²	2	250
2	Обдирочный стационарный станок с двумя кругами	ЗМ636, диаметр круга 600 мм	21	—
3	Стол для обрубки и обнажачивания	Размер 2,5×0,8 м	2	—
4	Плита разметочная	Размер 2×1,2 м	1	—
5	Кабина для заварки дефектов	Размер 4×6×3 м	1	—
6	Стол для обнажачивания отливок после заварки	Размер 2,5×0,8 м	1	—
7	Полуавтоматическая дробебетная очистная машина мод. 324	Наибольший вес очищаемых отливок 150 кг	1	24,60
—	Пневматический рубильный молоток мод. РК-45	—	6	—
—	Трансформатор сварочный мод. ТС-500	Номинальное напряжение 220—380 В	1	32
—	Шлифовальная пневматическая роторная машина мод. ШР-2	Диаметр шлифовального круга 150 мм	3	—
<i>Подъемно-транспортное оборудование</i>				
8	Унифицированный кран	Грузоподъемность 500 кгс	2	5,60
9	Кран подвесной однобалочный	Грузоподъемность 1000 кгс, пролет 12 м	2	6,36
10	Пневматический подъемник цилиндрический мод. ПЦ-5	Грузоподъемность 500 кгс	5	—
11	Конвейер пластинчатый	Ширина 800 мм, длина 21 м	1	4,50

Полная обработка отливок весом свыше 60 т производится в торце формовочного отделения, после чего с помощью электрической тележки они вывозятся на склад.

Отходы после обрубки поступают в специальное помещение, где проходят магнитную сепарацию и удаляются из цеха.

Расчет оборудования приведен в табл. 4.115.

Обрубной участок размещается в двух 30-метровых пролетах, один из которых является продолжением формовочного пролета.

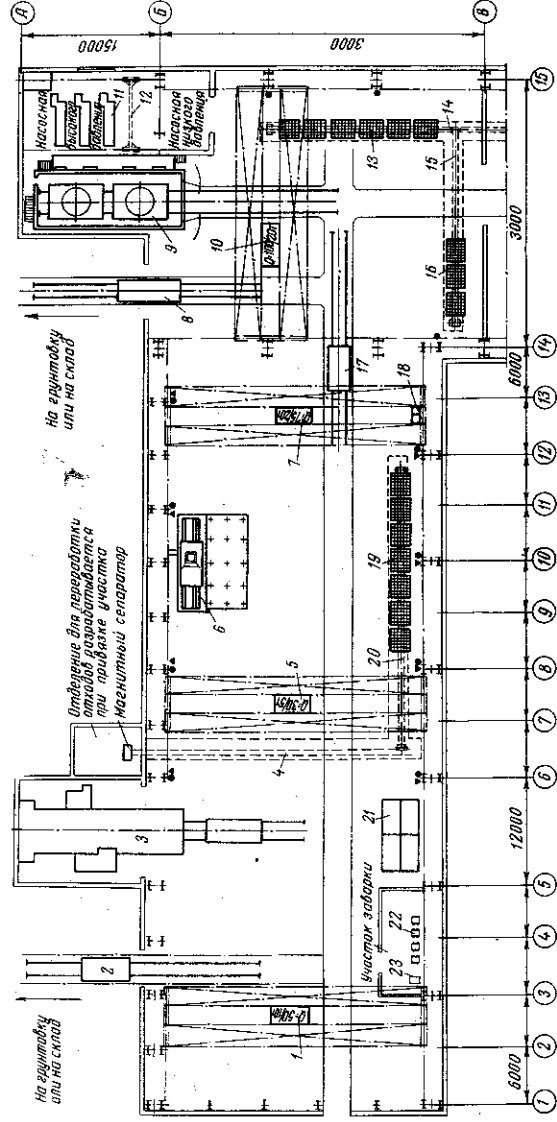


Рис. 4.41. Обрубное отделение мощностью 13—15,5 тыс. т/год чугуных огнивоков весом от 8 до 80 т.

1, 5, 7, 10 — краны электрические мостовые; 2, 8, 17 — электрические тележки для передачи огнивоков; 3 — дробемерная очистная камера; 4, 14, 15, 20 — ленточные конвейеры для уборки отходов; 6 — расточная колонка; 9 — гидрокамера; 11 — насосы высокого давления; 12 — кран-балка; 13, 16, 19 — решетки с нижним отсосом воздуха для обрубки огнивоков; 18 — установка электровоздушной резки; 21 — контрольная плита; 22 — сварочный трансформатор; 23 — сварочный преобразователь постоянного тока

Табл. 4. 115. Расчет основного оборудования

Операции	Группа огнивоков, кг	Количество литья		Краткая характеристика и тип оборудования	Производительность оборудования, т/ч	Количество оборудования		Коэффициент использования
		т/год	т/ч			по рас-при-чету	т/ч	
Гидравлическая выбивка стержней в два этапа	Свыше 8000	15500	4,0	Гидрокамера размером 16×6 м	5,5	0,70	1	0,70
Вырезка окон и каркасов	Свыше 8000	15500	4,0	Установка электровоздушной резки	1,2	3,30	4	0,82
Удаление заливок и подутый	8000—60000	15000	3,8	Расточная колонна по типу станка мод. 2656	—	—	1	—
Зачистка литья	8000 и выше	15500	4,0	Подвесной обдирочно-шлифовальный станок мод. 3А382	0,6	7,0	10	0,70
Очистка литья дробью	8000—60000	15000	3,8	Дробемерная очистная камера мод. К367	5,5	0,69	1	0,69
Исправление дефектов	8000 и выше	500	1,3	Сварочный трансформатор мод. СТН-500	—	—	4	—
То же	8000 и выше	500	1,3	Сварочный преобразователь мод. ПЕМ-1000	—	—	1	—

Табл. 4.116. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств термообрубных и грунтовочных отделений фасонного стального и чугуного литья для одноэтажных и двухэтажных зданий (к рис. 4.16)

Максимальный вес отливки, т	Размеры пролета, м															
	Максимальная грузоподъемность, тс				ширина пролета двухэтажного здания				шаг колонн		высота до уровня пола второго этажа H ₂		высота до потолка нового решения от ±0,0		высота до низа конструкций покрытий H	
	мостовых кранов		кранов-балок и электросталей		ширина пролета		этажа первого		в одном здании H		в двухэтажном здании H		в одноэтажном здании от ±0,0		в двухэтажном здании	
	со стержнями	без стержней	со стержнями	без стержней	основного пролета	этажа первого	этажа первого	этажа первого	в одном здании H	в двухэтажном здании H	в одноэтажном здании от ±0,0	в двухэтажном здании от ±0,0	в одноэтажном здании от ±0,0	в двухэтажном здании	13	14
0,5	—	—	3-5	1-3	18;24	18;24	9;12	6;12	6;12	7,8	7,8	—	—	9,6;	10,89,6;	10,8
1	5	5	3-5	1-3	18;24	18;24	9;12	6;12	6;12	7,8	7,8	8,15	8,15	9,6;	10,89,6;	10,8
2	5	5	—	—	18;24	18;24	9;12	6;12	6;12	7,8	7,8	8,15	8,15	10,8	10,8	10,8
3	10	10	—	—	24	24	12	6;12	6;12	8,4	8,4	8,15	8,15	10,8	10,8	10,8
5	15/3	10	—	—	24	24	12	6;12	6;12	8,4	8,4	8,15	8,15	10,8	10,8	10,8
10	30/5	10-20/5	—	—	24	24	—	6;12	6;12	—	—	9,65	—	12,6	—	—
20	50/10	20/5-30/5	—	—	24	24	—	6;12	6;12	—	—	12,65	—	16,2	—	—
30	75/20	30/5-50/10	—	—	24	24	—	6;12	6;12	—	—	12,65	—	18,0	—	—
50	100/20	50/10-75/20	—	—	24;30	—	—	6;12	6;12	—	—	12,65	—	18,0	—	—
Свыше 50	—	—	—	—	—	—	—	6;12	6;12	—	—	12,65	—	18,0	—	—

По индивидуальным проектным решениям

Примечание 1. Поперечные пролеты допускаются для размещения термообрубных отделений тяжелого литья при наличии существенных преимуществ в технологической планировке и организации производства.

2. Двухэтажное обрубное отделение для отливок развесом до 1 т является предпочтительным при двухэтажном исполнении всего цеха, а также допускается и для отливок большого развеса при высоком уровне грунтовых вод. Первый этаж используется для размещения вспомогательных служб, цеховых складов, вентиляционных установок, трансформаторных подстанций и т. д.

3. Подвесные краны-балки грузоподъемностью до 3 т могут проектироваться в два ряда по ширине пролета.

4. Большая грузоподъемность в графах 3, 4, 5 относится к цехам стального литья (с учетом веса прибылей).

5. Для грунтовочных отделений принимаются данные таблицы за исключением графа 2, 4.

6. В лицевых или на участках обрубки среднего литья весом до 1000 кг предусматривается установка местных подъемно-транспортных средств.

В пристройке к этому пролету установлена гидроочистная камера. Общая площадь с пристройками составляет 4050 м², в том числе производственная 3900 м².

Число работающих на участке составляет 120 человек, из них 110 рабочих; трудоемкость 1 т литья—8,5 чел.-ч, выпуск на одного рабочего — 140 т/год.

4.6.11. Нормы размеров пролетов очистных отделений

Нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств термообрубных и грунтовочных отделений фасонного стального и чугуного литья для одноэтажных и двухэтажных зданий приведены в табл. 4.116.

Глава 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДСКИХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

5.1. Склады шихтовых и формовочных материалов

Характерной особенностью литейного производства является потребление большого количества исходных материалов. На 1 т годового литья завозится 2,5—3 т различных материалов.

Учитывая большой грузопоток материалов и многократную их перегрузку, вопросу механизации и автоматизации транспортно-складских работ должно уделяться особое внимание. Помимо обычных складских операций — выгрузки поступающих материалов, хранения и выдачи их, на складах выполняется также большой комплекс работ по подготовке материалов. Это требует применения высокопроизводительной подъемно-транспортной техники, преимущественно машин непрерывного действия.

В зависимости от объема работ все склады машиностроительных заводов разделяются на *общезаводские* (базисные), *прицеховые* и *цеховые*. Общезаводские склады, обслуживающие все или несколько цехов завода через цеховые склады, организуются на небольших заводах, потребляющих исходные материалы в сравнительно малых количествах. Наоборот, на крупных заводах наилучшей формой организации складов и обслуживания ими цехов является система прицеховых складов, так как это обеспечивает непосредственное питание производства, т. е. минуя цеховые склады. Количество перегрузок и связанных с этим отходов материалов значительно сокращается, также уменьшается потребность в средствах механизации.

Для литейных заводов рекомендуется проектировать хранение исходных формовочных, шихтовых материалов, топлива и флюсов в базисных складах. Базисные склады комплектуются необходимым оборудованием для подготовки материалов.

Для машиностроительных заводов при строительстве одного или двух литейных цехов с большим объемом производства склады формовочных, шихтовых материалов, топлива и флюсов рекомендуется проектировать при литейных цехах.

В зависимости от производственной мощности литейных цехов склады шихтовых и формовочных материалов бывают объединенные и самостоятельные. В объединенных складах хранятся как шихтовые, так и формовочные материалы. Организуются они при литейных цехах мощностью не более 15 000 т/год. Самостоятельные скла-

ды для шихты и формовочных материалов организуются в сталелитейных и чугунолитейных цехах мощностью более 15 000 т/год.

Поставка материалов машиностроительным заводам может производиться в подготовленном или неподготовленном виде. Разделанный лом поставляется базами Вторчермет, а молотые глина, уголь и дробленый известняк — специализированными предприятиями. При поступлении в подготовленном виде из состава складов исключаются соответствующие участки, что позволяет снизить стоимость литья. Поскольку снабжение всех литейных цехов пока не может обеспечиваться подготовленными материалами, литейные цехи должны иметь подготовительные отделения: разделки шихты, дробления, размола и сушки глины, песка и др. Участки разделки металлической шихты предусматриваются на складах при мощности литейных цехов до 60 000 т/год. На заводах, имеющих несколько литейных цехов общей мощностью 60 000 т/год и больше, шихту готовят на общезаводских скрапоразделочных базах.

На генеральном плане завода склады шихтовых и формовочных материалов размещаются в зоне заготовительных (горячих) цехов, располагаемых с подветренной стороны по отношению к другим цехам и населенным пунктам. Эту зону рекомендуется размещать вдали от общезаводской зоны и главного входа на завод.

На рис. 5.1 приведены различные варианты расположения прицеховых складов в зависимости от мощности цеха. При небольшой мощности чугунолитейных цехов (15 000 т/год) склады шихтовых и формовочных материалов должны размещаться в одном пролете, имеющем железнодорожный ввод (рис. 5.1, а); при мощности чугунолитейных 25 000—35 000 и сталелитейных цехов 60 000—100 000 т/год — в отдельных пролетах, располагаемых в торцевой части литейного цеха с одной или с двух сторон. Склад шихтовых материалов располагается параллельно плавильному отделению литейного цеха, а склад формовочных материалов — в противоположном торце литейного цеха, параллельно стержневому или обрубному отделению (рис. 5.1, б).

При мощности чугунолитейных цехов 60 тыс. т/год и более склады шихтовых материалов, помимо одного крытого пролета, имеют крановую эстакаду для хранения штыкового чугуна (рис. 5.1, в, г) и скрапоразделочное отделение при поступлении шихтовых материалов в неподготовленном виде (рис. 5.1, д). Склады формовочных материалов обычно располагаются в двух крытых пролетах (рис. 5.1, е, ж) или отдельном здании (рис. 5.1, з, и).

Для складов шихтовых материалов принимаются типовые открытые крановые эстакады, имеющие пролет 24 м и отметку головки подкранового рельса 8,15 м. Грузоподъемность кранов на таких эстакадах 5800 и 12 500 кгс.

Исходной базой для проектирования складов служат результаты расчетов площади закромов и всей площади складов, выполняемые в соответствии с нормами проектирования литейных цехов. Этими нормами предусматриваются: расход материалов; сроки их хранения, режим работы и фонд времени литейных цехов. Для всех уча-

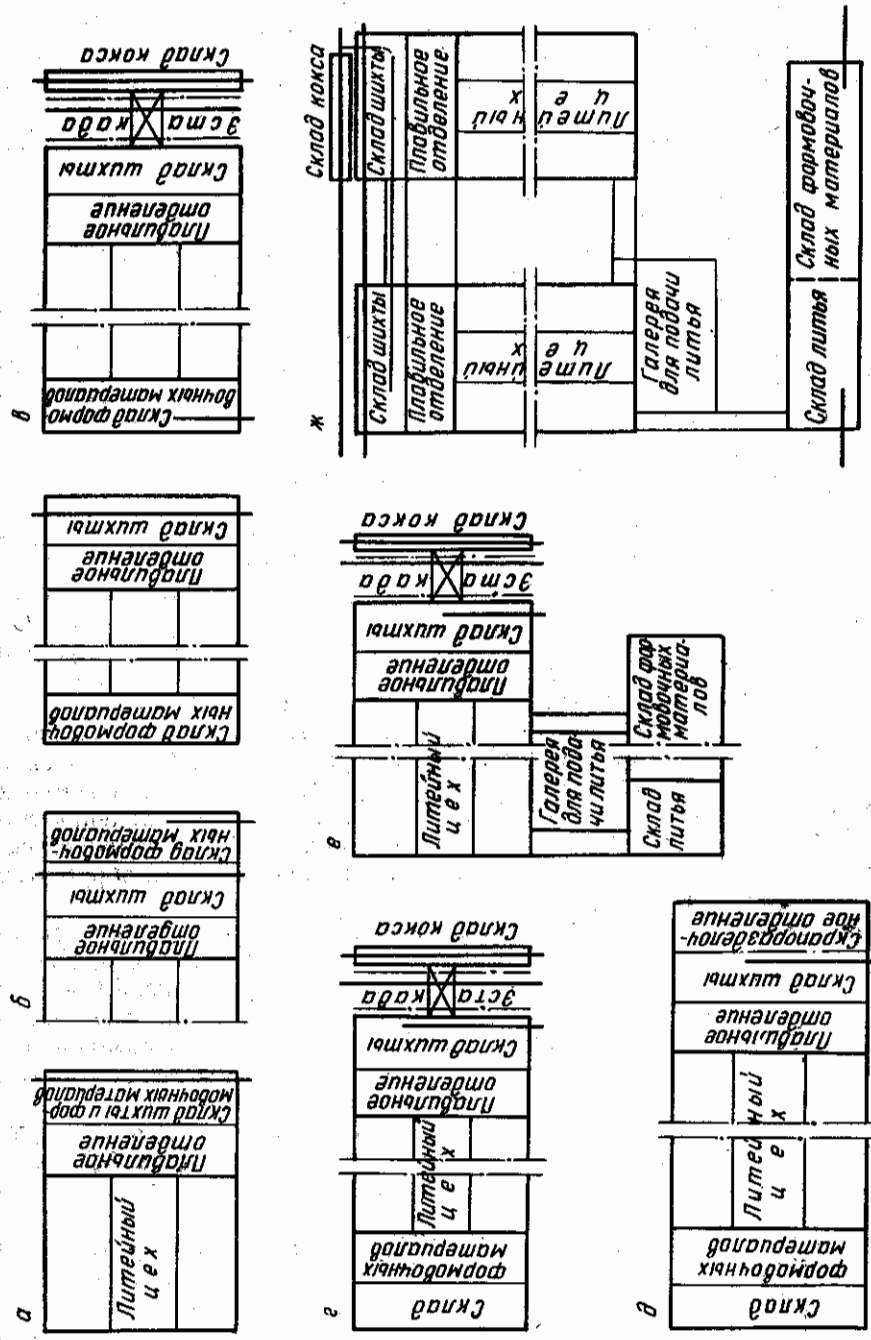


Рис. 5. 1. Варианты планировок литейных цехов и расположение прицеховых складов

стков складов литейных цехов серого и ковкого чугуна установлен параллельный двухсменный режим работы. Для складов сталелитейных цехов принят параллельный трехсменный режим работы. Количество материалов, хранящихся на складе, определяется согласно расчетам плавильного и смесеприготовительного отделений. Расход вспомогательных материалов устанавливаются на основании принятых нормативных данных по каждому виду изделия. Эти данные заносят в табл. 5.1. Нормы для расчета складов шихтовых и формовочных материалов в зависимости от климатического пояса и наличия на заводе базисного склада приведены в табл. 5.2. На некоторые вспомогательные материалы нормы расхода приведены в табл. 5.3, 5.4.

Табл. 5. 1. Ведомость расхода материалов на годовой выпуск

Материалы	Годовое количество, т	Насыпной вес, т/м³	Срок хранения, дни	Количество материала на складе, т	Объем, м³	Высота хранения, м	Расчетная площадь, м²
Металлы							
Лом							
Литники и брак							
Ферросплавы							
Стружка							
Топливо							
Флюсы							
Огнеупоры							
Итого							
Формовочные материалы							
Итого							

Общая площадь склада определяется по формуле

$$F_{\text{скл}} = F_{\text{тех}} + F_{\text{закр}} + F_{\text{э}} + F_{\text{п.у.}}$$

где $F_{\text{тех}}$ — площадь технологических участков склада, включая площадь под оборудованием, проходами и железнодорожными вводами, м²;
 $F_{\text{закр}}$ — площадь закроев, м²;
 $F_{\text{э}}$ — площадь, занятая внутренними эстакадами и местами для разгрузки материалов, м²;
 $F_{\text{п.у.}}$ — площадь, занятая устройствами для подачи материалов в производство, м².

Табл. 5. 2. Нормы для расчета складов шихтовых и формовочных материалов

Материалы	Климатический пояс	Запас в календарных сутках			Насыпной вес материалов, т/м³	Способ хранения материалов	Высота хранения материалов, м
		на базисном складе или в цехе при отсутствии базисного склада	на промежуточном складе при наличии базисного склада	4			
I	2	3	4	5	6	7	
Чугун чушковый	I-IV	10-30	3-5	2,5-3,6	В закроме	3-4	
Лом чугуновый и стальной	I-IV	10-30	3-5	2,0-2,5	То же	3-4	
Литники, прибыли, сливы:							
чугунные	I-IV	3-5	До 3	1,7-2,1	»	3-4	
стальные	I-IV	3-5	До 3	1,5-2,1	»	3-4	
алюминиевые	I-IV	3-5	До 3	2,3	»	2-3	
цинковых и медных сплавов	I-IV	3-5	До 3	0,7	»	2-3	
Стружка брикетированная стальная и чугунная	I-IV	10-15	3-5	2,7-3,6	»	3-4	
Стружка дробленая стальная и чугунная	I-IV	10-15	3-5	1,0-2,0	»	3-4	
Медь и латушь в чушках	I-IV	15-30	0,2-2	5,0-4,0	В штабеле	2-3	
Цинк и олово в чушках	I-IV	10-30	0,5-2	4,0-4,5	То же	2-3	
Алюминий в чушках, в штабеле	I-IV	10-30	0,5-2	1,5	В штабеле	2-3	
Свинец в чушках	I-IV	10-30	0,5-2	6,3-6,8	То же	2-3	
Ферросплавы в кусках	I-IV	10-30	3-5	2,7	»	2-3	
Ферросплавы дробленые	I-IV	3-5	3-5	1,7	В закроме	2	
Кокс литейный	I-IV	15-30	1-3	0,45	В закроме или бункере	2,5-4	
Каменный уголь	I-IV	15-20	0,5-2	0,8-0,9	То же	3	
Уголь древесный	I-IV	15-20	0,5-2	0,2	»	2	
Известняк, плавиковый шпат, шлак маргеновский	I-IV	15-20	3-5	1,5-1,8	»	3-4	
Известь	I-IV	1-2	1-2		В закроме	1,0-1,5	
Доломит, магнезит	I-IV	15-30	3-5	1,7	То же	2,5-3,5	
Магнезитовый порошок	I-IV	15-30	3-5	1,9	»	3-4	
Железная руда, марганцевая руда, хромистый железняк	I-IV	15-30	3-5	2-2,3	»	3-4	
Боксит	I-IV	15-30	3-5	1,5	»	3-4	

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
Песок формовочный	I	До 30	3-5	Сырой 1,7-1,5; сухой 1,2	В закроме или бункере	5-10
То же	II	30-60	3-5	Сырой 1,7-1,5; сухой 1,2	—	—
»	III	45-75	3-5	То же	—	—
»	IV	60-90	3-5	»	—	—
Глина формовочная	I	До 30	3-5	В кусках 1,5	В закроме или бункере	5,8
То же	II	45-60	3-5	В порошок 1,3	—	—
»	III	60-90	3-5	—	—	—
»	IV	До 120	3-5	—	—	—
Маршалит	—	15-30	3-5	1,05	То же	2
Опилки древесные и торфяная крошка	—	10-20	2-3	0,2	В закроме	3
Огнеупорные изделия в штабелях	—	15-30	10-15	1,8-2	На площадке	2

Примечание. I.—Ростов на Дону, Одесса и южнее; II — севернее I до Харькова; III — севернее II пояса до Москвы; IV — севернее III пояса до Томска и Архангельска.

2. Цветные тяжелые материалы (олово, медные сплавы и цинк) хранятся в закрываемых складах.

Табл. 5.3. Нормы расхода вспомогательных материалов

Материалы	ГОСТ или ТУ	Назначение материала	Данные измерения	Расход на 1 т годного литья					
				чугунное литье КЧ-35-10 чугун	серый чугун	литве в зам- лю	литве по вы- главленным моделям	литве в ко- кши	цветное литье
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дробь чугунная	—	Очистка литья	кг	12,000	25,0	25,0	5,0	10,0	—
Проволока железная 1—16 мм	3282—46	Арматура для стержней	кг	2,000	4,0—6,0	1,5	—	2,0	—
Проволока стальная 3—5 мм	380—60	Для каркасов холодильников	кг	—	—	3,3	—	—	—
Проволока электросварочная	2246—60	Для заварки деталей	кг	0,004	0,03	0,45	—	—	—
Электроды металлические	9467—60	То же	кг	0,050	0,10	0,6	—	—	—
Гвозди провололочные формо- вочные	4035—63	Для формовки	кг	0,200	0,20	0,9	—	0,5	—
Лента стальная	503—41	Для жеребоек	м ²	0,007	0,10	—	—	—	—
Сетка металлическая	5336—50	Для сит и прочих нужд	м ²	—	0,10	—	—	—	—
Ликоподий	—	Припыл моделей и стержневых ящиков	кг	0,085	0,10	—	—	0,7	—
Графит серебристый	5279—50	Изготовление натирочных паст для стержней	кг	0,100	0,10	—	—	—	—
Графит черный (литейный)	5420—50	Изготовление красок и замазок	кг	0,100	0,50	—	—	0,6—2,0	—
Тальк молотый	9605—61	То же	кг	0,150	3,00	—	—	—	—
Керосин	4753—49	Промывка стержневых ящиков, опрыскивание моделей	кг	2,000	2,00	1,0	5,0	4,0	—
Мазут	10585—63	Опрыскивание моделей	кг	3,000	0,70	0,5	—	—	—
Жидкое стекло	962—41	Фуеровка подин электропечей, ковшей и прочие потребности	кг	0,800	0,70	3,0	40,0	6,0	—
Карбид кальция	1480—56	Заварка отливок и обрезка при- былей	кг	2,500	2,00	1,5	—	3,0	—
Хлороруд (газ)	5583—58	То же	м ³	0,2—0,5	0,8—1,2	3,0	—	2,5	—
Ацетилен	5457—60	»	м ³	0,300	0,60	0,5	0,4	0,6	—

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Этил-саликат	2818—57	Приготовление модельного состава для литья по выплавляемым моделям	кг	—	—	—	70,0	—	—
Ацетон технический	2768—60	Приготовление модельного состава для литья по выплавля- емым моделям	кг	—	—	—	80,0	—	—
Спирт изопропиловый	9805—61	То же	л	—	—	—	50,0	—	—
Парафин высокоочищенный	784—53	»	кг	—	—	—	47,0	—	—
Стеарин	6494—64	»	кг	—	—	—	19,0	—	—
Модельный состав	1510—60	»	кг	—	—	—	80,0	—	—
Буроугольный воск	83—191— 62	»	кг	—	—	—	8,0	—	—
Аммиак	6221—62	Выгодка модельного состава и прочие надобности	кг	—	—	—	30,0	—	—
Едкий калий	9285—59	Выщелачивание отливок	кг	—	—	—	100,0	—	—
Сода каустическая	2263—59	Промывка стержневых ящиков Пропитка деталей	кг	—	—	—	80,0	—	—
Стирол стобутилизированный	100003— 63	Пропитка деталей	кг	—	—	—	—	—	4,5
Прехлортилен	135—61	Пропитка деталей	кг	—	—	—	—	—	18,5
Смола отечественная	Пч-301	Пропитка деталей	кг	—	—	—	—	—	30,0
Дибутилфтолат	8728—59	То же	кг	—	—	—	—	—	0,5
Масло „Волпр“	6411—52	Смазка пресс-форм	кг	—	—	—	—	—	5,0
Машинное масло	1707—51	То же	кг	—	—	—	—	—	2,5
Вазелин технический	782—53	»	кг	—	—	—	—	—	5,3
Коллоидно-графитовая смазка	5262—50	»	кг	—	—	—	—	—	11,5
Эмульсия	1975—58	Используется в гидравлических системах машин литья под давлением	кг	—	—	—	—	—	1,0
									5,0

Табл. 5. 4. Расход огнеупоров

1	2	Расход огнеупоров для плавильных печей на 1 т жидкого металла, кг			Расход огнеупоров для термических печей на 1 т термообрабатываемого литья, кг							Расход огнеупоров на ремонт сушильных печей и печей нагрева под закалку на 1 т годного литья, кг						
		3	4	5	чугунное литье		6	7	8	цветное литье		11	12	13	14	15	16	17
					ремонт дуговых электропечей и ковше	ремонт дуговых электропечей				ремонт электродных роли-печей	ремонт электродных роли-печей							
2	ГОСТ или ТУ	ремонт дуговых электропечей и ковше	ремонт вагранок и ковше	дуговско-процесс серого и ковкого чугуна	пошковые ковшы на три твердой заварке	магнелиевый чугун	прона-водст-во ста-ли и чугуна	мед-ные сплавы	стальное литье	ковкий чугун	серый чугун	цветное литье	ковкий чугун	серый чугун	ковкий чугун	серый чугун	Блонный чугун	
1																		
Кирпич ша- мотный	8691—58	25,0	17,0	28,0	2,0	20,0	—	11,4	14,0	3,0	2,0	0,4	14,0	0,4	3,6	8,0		
Кирпич дина- совый	1566—50	11,0	—	2,2	20,0	20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55,0	
Огнеупоры легковес- ные	5040—58	1,0—2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	
Кирпич диа- тоновый	2694—52	—	—	—	—	—	—	—	—	2,3	1,5	—	—	—	—	—	—	
Кирпич маг- незитовый	4689—63	—	—	—	—	25,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Кирпич хро- момagneзи- товый	5381—50	2,0	2,0	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Стопорный припас	5500—64	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Порошок магнезито- вый	260—41	—	—	—	—	25,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Шамот моло- тый	390—54	1,3	2,5	—	—	—	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—
Асбест лис- товой	2850—58	—	—	—	—	0,5	—	—	—	2,5	—	—	—	—	—	0,8
Глина огне- упорная	3226—65	14,0	17,0	15,0	15,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Кварц моло- тый	—	—	15,0	—	—	3,0	24,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Кварцевый песок	2138—56	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Расчет площади закровов складов шихтовых материалов ведется по формуле

$$F_{з.ш} = 1,1(f_1 + f_2 + \dots + f_n),$$

где $F_{з.ш}$ — площадь закровов складов шихтовых материалов, м²;
1,1 — коэффициент увеличения расчетной площади закровов с учетом их фактического заполнения;

f_1, f_2, f_n — расчетные площади для соответствующих компонентов шихты в зависимости от вида литья (штыковой чугун, чугунный лом, стальной лом, стружка и др.).

Площади закровов для отдельных компонентов шихты находятся по формуле

$$f_{з.ш} = \frac{100 \cdot M \cdot ab}{k T_d H \gamma},$$

где $f_{з.ш}$ — площадь закрома соответствующей составной части шихты, м²;

$\frac{100 \cdot M}{k}$ — металлозавалка, т/год;

M — мощность цеха годного литья, т/год;

k — выход годного литья, т/год (в процентах от металлозавалки);

a — норма расхода соответствующего компонента шихты от металлозавалки, %;

b — норма хранения компонента шихты, дней;

T_d — годовой фонд работы, дней;

H — высота хранения компонента шихты, м;

γ — насыпной вес компонента шихты, т/м³.

Для складов формовочных материалов площади закровов определяются по формуле

$$F_{з.ф} = 1,2 \div 1,25(f_n + f_r + f_y),$$

где f_n, f_r, f_y — расчетные площади закровов соответственно для песка, глины и угля, м²;

1,2 ÷ 1,25 — коэффициент увеличения расчетной площади закровов с учетом их фактического заполнения.

Расчетные площади закровов для соответствующих формовочных материалов

$$f_{з.ф} = \frac{b M a'}{T_d H \gamma},$$

где a' — норма расхода соответствующего материала, кг/т годного литья.

Площадь, занятая внутренними эстакадами и местами для разгрузки, определяется длиной склада, количеством эстакад и необходимой шириной мест разгрузки:

$$F_э = mln,$$

где $F_э$ — площадь, занятая внутренними эстакадами и местами для разгрузки, м²;

m — ширина разгрузки (при эстакадной разгрузке принимается равной 6—8 м);

l — длина эстакады, м;

n — количество эстакад.

Площадь, занимаемая приемными устройствами для подачи материалов в производство ($F_{п.у}$), составляет 10—15% полезной площади.

Для цехов мелкосерийного производства размер площади склада может определяться по допустимым нагрузкам на единицу площади:

$$F_{п} = \frac{B}{H},$$

где $F_{п}$ — полезная площадь хранения материалов, м²;

B — норма запаса материала на складе, т;

H — средняя допустимая нагрузка на 1 м² пола склада, т.

Площадь, необходимая для приема и сортировки материалов, принимается из расчета 20 м² на 1000 т годного литья. Площадь на проходы и проезды составляет 10—15% полезной площади.

Склады шихтовых материалов имеют участки приема и хранения шихтовых материалов и кокса, составления шихты, просеивания кокса, дробления известняка, грануляции шлака и очистки литников.

Механизация складов шихтовых материалов зависит от мощности цеха и характера поступающих материалов.

Основным подъемно-транспортным средством складов шихты являются электрические мостовые краны, снабженные магнитной шайбой или грейфером (табл. 5.5, 5.6).

Табл. 5. 5. Характеристика электромагнитных шайб

Основные параметры	Типоразмеры шайб		
	М-21	М-31	М-41
Диаметр шайбы, мм	785	1000	1170
Вес шайбы, кг	450	820	1650
Сила при подъеме, кГс:			
чугунного литья	200	350	600
чугунного лома	150	250	550
стального лома	80	110	200
Мощность генератора, кВт	3,5	5,5	11

В качестве технологического оборудования на складах шихты используют чушколомы, дробилки, копры, аллигаторные ножницы, барабаны непрерывного действия, установки для грохочения кокса и дробления известняка. Для взвешивания составляющих шихты применяются стационарные шихтовочные весы, крановые весы и электровесовые тележки.

Табл. 5. 6. Характеристика грейферов

Основные параметры	Емкость, м³	
	0,35	1,5
Время загрузки полостей, сек	6,0	8,0
Высота грейфера, мм:		
закрытого	1250	2100
открытого	1190	2600
Ширина грейфера, мм:		
закрытого	1100	1900
открытого	1042	2400
Длина челюстей, мм	1042	1700
Вид тока	Переменный или постоянный	Постоянный
Мощность электродвигателей, кВт	2,8	8,0
Вес грейфера, кг	530	3000

На рис. 4.28 показана схема механизации работ на складах чугунолитейных цехов мощностью 25 000—35 000 т/год. Выгрузка шихты из вагонов в закрома хранения 12 производится мостовым краном с магнитной шайбой. Каждый компонент шихты хранится в отдельном закроме. Выгрузка кокса и известняка и дальнейшая их транспортировка могут осуществляться по одному из трех вариантов. По первому варианту разгрузка кокса и известняка, передача в бункера грохочения, дробления и в расходные бункера производится мостовым краном, оборудованным съемным моторным грейфером.

По второму варианту, применяемому при мощности чугунолитейных цехов 60 000—100 000 т/год, для хранения кокса и известняка предусматриваются подрельсовые бункерные склады, располагаемые параллельно складу шихты (см. рис. 5.1, в—е и рис. 4.27). Выгрузка кокса и дробленого известняка из вагонов-гондол в подрельсовые бункера производится самотеком через люки. Кокс из бункеров транспортируется ленточными транспортерами. После грохочения кокс поступает в бадью скипового подъемника. Подача известняка со склада в расходные бункера производится также транспортной системой, минуя грохот.

Бункерные склады кокса и известняка получили самое широкое применение. Они обеспечивают высокий уровень механизации складских работ с наименьшим количеством средств механизации и минимальным процентом отходов материалов. Недостатком является большое заглубление подземной части, что удорожает строительную стоимость. К третьему варианту для чугунолитейных цехов мощностью 60 000—100 000 т/год относятся склады для хранения кокса и известняка полубункерного типа. Это легкое неотопливаемое помещение с земляными облицовочными откосами (угол наклона к горизонту 50°), образующими траншею для складирования материалов, под которой находится туннель выдающего конвейера. Кокс и известняк из саморазгружающихся вагонов выгружаются в приемные устройства, откуда по системе ленточных конвейеров подаются

на склад. Выдача кокса и известняка в литейный цех производится системой ленточных конвейеров через вибродозаторы, установленные в перекрытии подземного туннеля. Недостатком этих складов является большая протяженность транспортных средств, а также большая площадь.

Следующим комплексом работ на складе является приготовление шихты. Для шихтовки разработан ряд линий, работающих в полуавтоматическом и автоматическом режимах. Примеры таких линий представлены на рис. 4.26, 4.29, 4.30. Механизация работ на складах шихтовых материалов сталелитейных цехов показана на рис. 4.32.

Склады формовочных материалов имеют участки приема песка, глины и угля, хранения формовочных материалов, сушки песка и глины, просевки песка, размола глины и угля, приготовления глинистой и глиноугольной суспензии. Песок на склад поступает обычно в саморазгружающихся вагонах. На самостоятельных складах для разгрузки песка служат специальные устройства, располагаемые вне или внутри склада. Такие приемные устройства оборудованы подъемником для закрывания люков вагонов, разгрузочной машиной для выгрузки песка при поступлении его в гондолах, буроразрыхлительной машиной для рыхления смерзшихся грузов, виброзащитной плитой с вибраторами для очистки вагонов от остатков груза и устройством для передвижения вагонов в процессе их разгрузки.

Выгрузка песка и глины в объединенном складе небольшой мощности осуществляется мостовыми кранами, оборудованными грейферами.

Для сушки песка и глины на складе предусматривается участок, оборудованный барабанными сушилками (табл. 5.7). При наличии пневмотранспорта сушку песка рекомендуется производить в пневмопотоке горячих газов.

Табл. 5. 7. Характеристика барабанных сушил

Марка сушила	Размер барабана, м		Производительность по сухому материалу, т/ч		Расход топлива: угля и мазута, кг/ч; генераторного газа, м³/ч		Установленная мощность, кВт
	диаметр	длина	песок	глина	песок	глина	
СОБУ-1					18—47	14—36	—
СОБМ-1	0,8	0,4	0,6	0,25	12	9	—
СОБГ-1					95	70	—
СОБУ-2					54—144	40—107	5,3
СОБМ-2	1,2	6,0	2,0	0,75	35	25	6,8
СОБГ-2					280	200	5,8
СОБУ-3					90—250	70—180	—
СОБМ-3	1,4	7,0	3,1	1,2	53	38	—
СОБГ-3					430	320	—
СОБУ-4					120—330	90—243	16,5
СОБМ-4	1,6	8,0	4,7	1,75	90	55	18,2
СОБГ-4					650	470	18,2
СОБУ-5					230—630	170—450	28,5
СОБМ-5	2,0	10,0	9,2	3,45	165	110	34,3
СОБГ-5					1250	890	27,5

Производительность установки для сушки песка в воздушном потоке — до 15 т/ч. Площадь, занимаемая установкой, составляет около 100 м². По сравнению с барабанными сушками установки для сушки песка в пневмопотоке более экономичны. Например, установка производительностью 2—3,5 т/ч сухого песка потребляет всего 10 м³ природного газа на 1 т песка, это в 2—3 раза меньше, чем в барабанных сушилках. Для просева песка применяются полигональные и механические сита (табл. 5.8).

Табл. 5. 8. Характеристика сит для просева песка

Оборудование	Производительность, т/ч	Размеры отверстий по дуге сита, мм	Габаритные размеры, мм	Вес, т	Установочная мощность, кВт
Сито полигональное мод. 173	5	3—20	1950×900×720	0,66	1,1
Сито полигональное мод. 174М	10	3—20	2430×1150×1180	0,80	1,5
Сито полигональное мод. 175М	20	3—20	3070×1300×1320	0,85	3,0
Сито механическое мод. СМ-50	30	∅ 15	1985×1985×920	0,80	5,5
Сито полигональное мод. 176М	40	3—20	3820×1800×1700	1,70	5,5
Сито полигональное мод. 178М	80	3—20	4800×2300×2235	3,90	7,5
Сито барабанное мод. 1А79	125	32—20	6100×3000×3000	6,70	13,0

Помол угля и глины производится в шаровых, молотковых, вальцовых или конусных мельницах. Шаровая мельница типа Ш4 имеет производительность 4 т/ч, а мод. 151М—50 кг/ч при мощности привода 2,8 кВт и габаритах 1300×1390×1500 мм.

При использовании в смесях глинистых суспензий сушка и размола глины исключаются. Глинистая суспензия готовится в специальной установке на специальном участке и транспортируется к месту потребления приводными насосами с помощью системы трубопроводов. В литейном цехе Волгоградского тракторного завода работает участок приготовления глинистой суспензии производительностью 90 т/ч.

Регенерация отработанной смеси может производиться мокрым и сухим способом. Мокрый способ рекомендуется применять, когда выбивка стержней из отливок производится гидравлически. При этом используются конусные, реечные и спиральные классификаторы и центрифуги. Расход воды в классификаторах различных типов составляет 1—5 м³ на 1 т промытого материала.

При выбивке смеси сухим методом применяют установки для сухой регенерации в виде коронных электрорегенераторов типа 180 с производительностью 2,5 т/ч, 187М — 5 т/ч, 189М — 10 т/ч.

Жидкие крепители хранятся на складах горючего в специально оборудованных емкостях подземного хранения, обогреваемых в зимнее время. Подача крепителей к местам потребления осуществляется по трубам с обогревом, а при небольших объемах потребления — в таре колесным транспортом. Трубопроводы для огнеопасных крепителей прокладываются в специальных отдельных каналах.

На рис. 5.2 показан механизированный склад формовочных материалов чугунного и сталелитейного цехов мощностью 35 000—100 000 т/год с прирельсовым складом пылевидных материалов. Выгружаемый разгрузочным устройством 5 песок попадает в подрельсовые бункера, откуда через люковые виброзатворы или пластинчатые питатели по системе ленточных конвейеров 4 и 6 поступает на конвейеры 8 и 9 склада, транспортирующие его в закрома для хранения песка перед сушкой 3. Из этих закромов песок по мере надобности при помощи пластинчатых питателей 12, ленточных конвейеров 13 и элеваторов 14 подается в полигональные сита 2 для просеивания и далее по течке поступает в установку для сушки песка в пневмопотоке 1. После сушки сухой песок распределяется ленточными конвейерами 10 по закромам хранения 11, откуда через лотковые затворы 15 поступает на ленточные конвейеры 16. Элеватором 17 он загружается в бункера над камерными насосами 18 и подается последними в смесеприготовительное отделение литейного цеха.

Рассмотренная схема механизации склада формовочных материалов рассчитана на поступление угля и глины в подготовленном (пылевидном) состоянии. Для хранения пылевидных угля и глины предусмотрены самостоятельные прирельсовые хранилища 7 силосного типа. Выгрузка глины и угля из железнодорожных цистерн в силосы, а также выдача на участки использования производится оборудованием пневматического транспорта.

Для хранения больших количеств песка находят применение башенные склады (силосы) с механизацией, аналогичной механизации вышеописанного склада. Они занимают по площади значительно меньше пространства, чем склады другого типа. Например, склад грейферного типа емкостью 20 000 м³ потребовал бы площадь здания примерно 6000 м², тогда как башенный склад занимает всего 1100 м². Для обслуживания такого склада грейферного типа потребовалось бы не менее шести грейферных кранов и 18 крановщиц при работе в три смены. Склад башенного типа обслуживается всего тремя операторами.

5.2. Склады оснастки, стержней и отливок

Литейные цехи обладают большим количеством дорогостоящей оснастки (модели, стержневые ящики, опоки и др.), хранение которой организуется в специально оборудованных складах. Кроме основного склада, в составе литейных цехов предусматриваются промежуточные склады оснастки.

Склады модельной оснастки оборудуются подъемными средствами, стеллажами, этажерками, позволяющими хранить модели, стержневые ящики, подмодельные плиты с моделями, металлические формы и пресс-формы в несколько ярусов. Транспортировка модельной оснастки в литейные цехи осуществляется вилочными электропогрузчиками, электрокарами в унифицированной таре, на поддонах и др. Крупные модели транспортируются автомашинами.

Табл. 5. 9. Нормы для расчета складов стержней, отливок,

Склады	Назначение	Система хранения	Нормы запаса хранения в календарных днях при характере производства		Нормы грузонапряженности полезной площади, т/м ²		Коэффициент использования полезной площади		
			единичном и мелко-серийном	серийном и мелко-серийном	для складов с малой механизацией	для складов с большой механизацией	для складов с малой механизацией	для складов с большой механизацией	
Склад готовых стержней	Хранение крупных стержней	На полу	1,5—2,0	1,0—1,5	0,5—1,0	1,5—2,0	1,5—2,0	0,3—0,4	0,35—0,45
То же	Хранение средних и мелких стержней	На этажерках и стеллажах	2,0—2,5	1,5—2,0	0,2—1,0	1,0—1,5	1,0—1,5	0,35—0,4	0,40—0,45
»	Хранение средних и мелких стержней	На подвесных этажерках	—	—	0,2—1,0	—	1,0—1,5	—	0,40—0,45
Промежуточные склады отливок до и после термической обработки	Хранение крупных отливок	На полу	1,0—1,5	1,0—1,5	0,5—1,0	3,0—5,0	—	0,4—0,5	—
То же	Хранение средних и мелких отливок	В ящиках, транспортируемых автопогрузчиками и электрокарами	1,0—1,5	1,0—1,5	1,0—2,0	1,0—3,0	0,5—0,55	0,5—0,55	0,50—0,60
Комплектовочный склад готового литья в литейном цехе	Хранение крупных отливок	На полу	1,0—1,5	1,0—1,5	—	3,0—5,0	—	0,4—0,5	—
То же	Хранение средних и мелких отливок	Отправка в ящиках	1,0—1,5	1,0—1,5	1,0—3,0	5,0—6,0	0,4—0,5	0,4—0,5	0,50—0,60
		Отправка подвесным конвейером	—	—	1,0—3,0	—	1,0—2,0	—	0,50—0,60
Склад готового литья: на литейном заводе	Хранение отливок	На полу, в стеллажах, в ящиках	18—24	12—18	8,0—12,0	3,0—5,0	5,0—6,0	0,4—0,5	0,50—0,60
на машиностроительном заводе	Хранение отливок	На полу, в стеллажах, в ящиках	15—20	8—12	5,0—8,0	3,0—5,0	5,0—6,0	0,4—0,5	0,50—0,60
на заводе сантехоборудования	Хранение секции отопительных радиаторов и котлов после исправления брака	На полу, в штабелях	—	—	0,2—0,3	1,5—2,0	0,2—0,3	0,2—0,3	0,40—0,50
То же	Хранение отливок купальных ванн перед эмалированием	На полу, в штабелях специальной укладки	—	—	0,5—0,6	0,8—1,0	0,8—1,0	0,3—0,4	—
»	Хранение труб канализации	На полу, в штабелях с прокладками	—	—	8,0—12,0	2,0—2,5	2,0—2,5	—	0,40—0,50
»	Хранение сантехарматуры	В ящиках для транспортировки	—	—	5,0—8,0	1,0—1,5	1,0—1,5	0,2—0,3	0,40—0,50
Промежуточные склады моделей и стержневых ящиков в литейном цехе	Хранение крупных моделей и ящиков к ним	На полу, в штабелях	8—10	8—10	—	1,0—3,0	—	0,35—0,4	—
То же	Хранение средних и мелких моделей и ящиков к ним	На плитах, в стеллажах	15—20	15—20	8,0—10,0	1,0—2,0	2,0—3,0	0,35—0,4	0,40—0,45

Примечание. 1. Второе значение — норма запаса хранения для отливок.
 2. Разделение отливок стержней и прочего на крупные, средние и мелкие в
 3. Сроки хранения крупного и уникального литья на заводских складах
 быть увеличены при соответствующем обосновании.
 4. Значения норм запаса менее недельных при пятидневной неделе следует
 5. Типаж и размеры тары для хранения и транспортировки мелких и средних
 механизированного перемещения грузов (ОМТРО472-003-65). Размеры поддонов
 грузоподъемностью до 2 т и выше (размеры поддонов 1200×800 мм, 1600×

моделей и стержневых ящиков

Нормы запаса хранения в календарных днях при характере производства	Нормы грузонапряженности полезной площади, т/м ²		Коэффициент использования полезной площади			
	для складов с малой механизацией	для складов с большой механизацией	для складов с малой механизацией	для складов с большой механизацией		
1,5—2,0	1,0—1,5	0,5—1,0	1,5—2,0	1,5—2,0	0,3—0,4	0,35—0,45
2,0—2,5	1,5—2,0	0,2—1,0	1,0—1,5	1,0—1,5	0,35—0,4	0,40—0,45
—	—	0,2—1,0	—	1,0—1,5	—	0,40—0,45
1,0—1,5	1,0—1,5	0,5—1,0	3,0—5,0	—	0,4—0,5	—
1,0—1,5	1,0—1,5	1,0—2,0	1,0—3,0	0,5—0,55	0,5—0,55	0,50—0,60
1,0—1,5	1,0—1,5	—	3,0—5,0	—	0,4—0,5	—
1,0—1,5	1,0—1,5	1,0—3,0	5,0—6,0	0,4—0,5	0,4—0,5	0,50—0,60
—	—	1,0—3,0	—	1,0—2,0	—	0,50—0,60
18—24	12—18	8,0—12,0	3,0—5,0	5,0—6,0	0,4—0,5	0,50—0,60
15—20	8—12	5,0—8,0	3,0—5,0	5,0—6,0	0,4—0,5	0,50—0,60
—	—	0,2—0,3	1,5—2,0	0,2—0,3	0,2—0,3	0,40—0,50
—	—	0,5—0,6	0,8—1,0	0,8—1,0	0,3—0,4	—
—	—	8,0—12,0	2,0—2,5	2,0—2,5	—	0,40—0,50
—	—	5,0—8,0	1,0—1,5	1,0—1,5	0,2—0,3	0,40—0,50
8—10	8—10	—	1,0—3,0	—	0,35—0,4	—
15—20	15—20	8,0—10,0	1,0—2,0	2,0—3,0	0,35—0,4	0,40—0,45

из ковкого чугуна.
 зависимости от серийности см. табл. 1.2.
 машиностроительных предприятий в зависимости от номенклатуры изделий могут
 принимать ближе к верхнему значению интервала нормы.
 грузов приведены в работе «Типовые конструкции производственной тары для
 должны соответствовать выпускаемым промышленностью электропогрузчикам
 ×1200 мм).

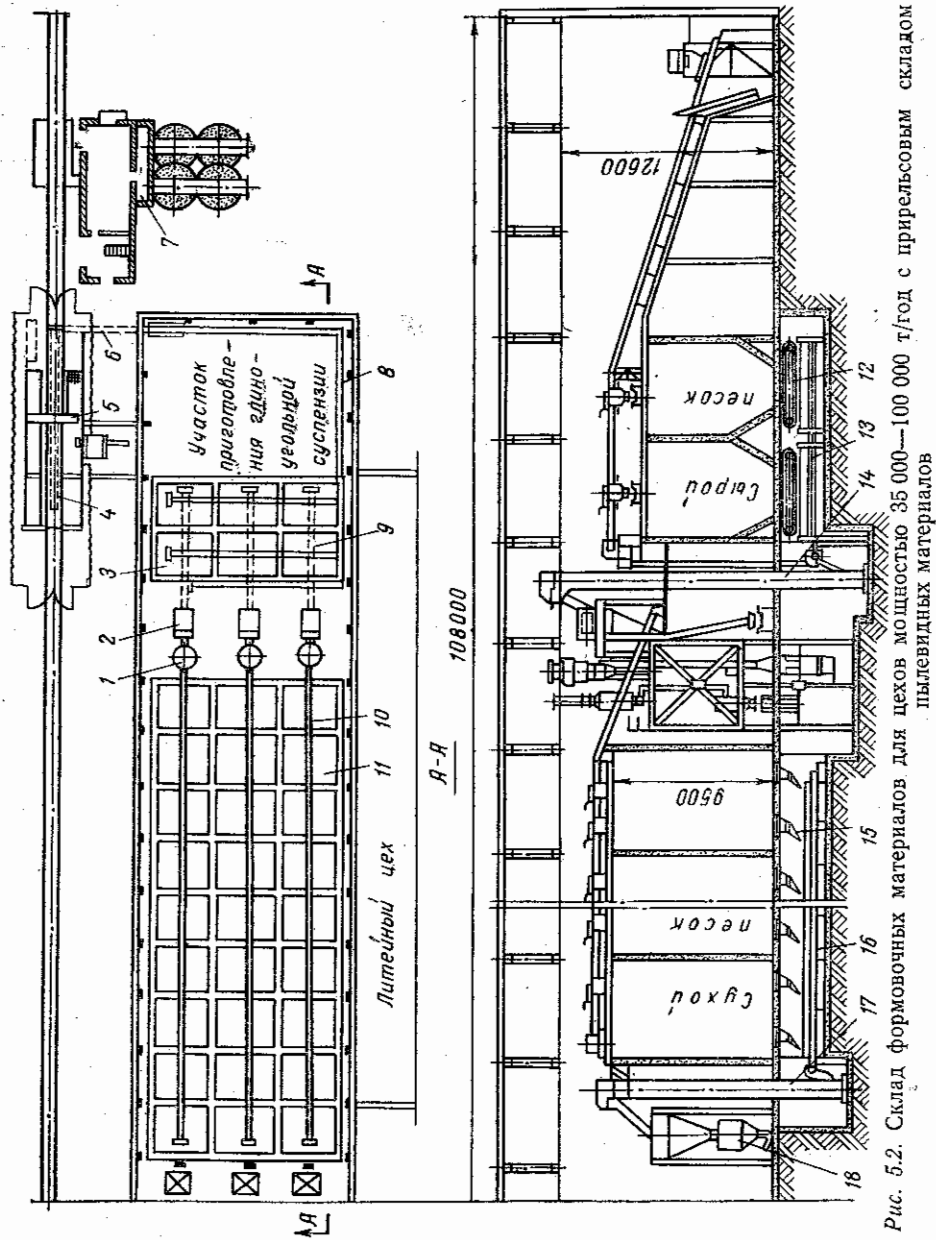


Рис. 5.2. Склад формовочных материалов для цехов мощностью 35 000—100 000 т/год с прирельсовым складом пылевидных материалов

Хранение крупных опок и другой литейной оснастки в серийном, мелкосерийном и единичном производстве предусматривается на открытых эстакадах. В конвейерном производстве опоки хранятся в крытых складах. Отливки хранятся на складах готового литья в стеллажах, ящиках, на полу. В литейных цехах предусматриваются промежуточные склады отливок до и после термической обработки, комплекточный склад готового литья.

В массовом и крупносерийном производстве хранение и транспортирование стержней и отливок до и после термообработки при их подаче в грунтовочное отделение, на склады завода и в механические цехи может производиться на подвесных конвейерах с адресованием.

Для хранения и транспортирования мелких и средних стержней и отливок рекомендуется использовать оборотную составную тару с унифицированными размерами, позволяющую применять многоярусное хранение в стеллажах и этажерках, а в качестве транспорта — электропогрузчики и штабелеры.

Площади складов готовых стержней, отливок, моделей и стержневых ящиков принимаются в соответствии с нормами, приведенными в табл. 5.9. Размер площадей зависит от вида склада, серийности и механизации склада.

5.3. Кладовые, лаборатории и службы цеха

Для хранения различных вспомогательных материалов, инструмента, красок и других в литейных цехах предусматриваются общецеховая кладовая, инструментальная кладовая обрубного отделения, материальная кладовая отделения грунтовки и кладовая цехового механика и электрика.

Нормы площадей цеховых кладовых на 1000 т выпуска отливок в зависимости от серийности производства приведены в табл. 5.10.

Табл. 5.10. Нормы площадей цеховых кладовых на 1000 т выпуска отливок, м²

Кладовые	Характер производства		
	мелкосерийный и единичный	серийный и мелкосерийный	массовый и крупносерийный
Общая цеховая кладовая	1,8—2,2	1,3—1,7	0,6—0,8
Инструментальная кладовая обрубного отделения	2,3—2,7	1,5—1,9	0,8—1,0
Материальная кладовая отделения грунтовки	0,9—1,1	0,7—0,9	0,3—0,5
Кладовая цехового механика и электрика	3,3—3,7	2,8—3,2	1,8—2,2
Всего . . .	8,3—9,7	6,3—6,7	3,5—4,5

Примечание. В процессе разработки рабочих чертежей размеры площадей цеховых кладовых уточняются в зависимости от габаритов инвентаря.

Кладовые оборудуются стеллажами, ларями и размещаются на площади вспомогательных отделений или в первом этаже бытовых помещений.

Для проведения химического анализа металла во время плавки, текущего контроля качества формовочных и стержневых смесей в литейных цехах предусматриваются экспресс-лаборатории. Размещаются они непосредственно в производственных отделениях или бытовых помещениях цеха.

Нормы для определения площадей цеховых экспресс-лабораторий даны в табл. 5.11.

Табл. 5.11. Нормы площадей цеховых экспресс-лабораторий

Вид сплава	Мощность цеха, тыс. т/год	Площадь, м ²	
		химическая и спектральная лаборатории	лаборатория формовочных материалов
Чугун	До 15	72	24
Чугун	До 30	72	36
Чугун	До 80	108	54
Сталь	До 15	72	24
Сталь	До 30	72	36
Сталь	До 80	108	54

Нормы по определению площадей цеховых служб механика и электрика для текущего ремонта, цеховых контор мастеров и диспетчерского пункта приведены в табл. 5.12.

Табл. 5.12. Нормы по определению площадей цеховых служб

Мощность цеха, тыс. т/год	Площадь, м ²		
	цеховой службы электрика и механика	цеховых контор мастеров	цехового диспетчерского пункта
До 15	200—220	30—40	—
До 30	250—280	50—60	24
До 80	500—750	70—100	48

5.4. Участок ремонта оборудования

Ремонтная служба литейного цеха призвана обеспечить бесперебойную работу технологического и подъемно-транспортного оборудования. В обязанности службы входит осмотр оборудования и выполнение мелкого и среднего ремонта. Капитальный ремонт выполняется службой главного механика завода.

Ремонт оборудования ведется согласно графику планово-предупредительных ремонтов (ППР), составленному для каждого вида оборудования. График ППР предусматривает сроки и количество проведения осмотров, малых и средних ремонтов оборудования в пе-

риод межкапитальных ремонтов. Количество осмотров и ремонтов зависит от сложности и условий работы оборудования.

Подбор типов металлообрабатывающего оборудования для ремонтного участка зависит от вида выполняемых ремонтов и степени

Табл. 5.13. Количество металлообрабатывающих станков, принятых для ремонтного участка литейного цеха

Общее число единиц оборудования, установленного в цехе	Количество станков на ремонтном участке
100	3
150	4
300	9
500	12
600	13

Табл. 5.14. Соотношение станочного парка ремонтного участка литейного цеха, %

Тип станков	Распределение станочного парка
Токарно-винторезные	40
Строгальные	10
Фрезерные	10
Долбежные	10
Сверлильные	15
Револьверные	5
Специальные	10

Табл. 5.15. Характеристика станков ремонтной базы литейного цеха

Станки	Тип, модель станка	Техническая характеристика станка	
		высота центров и расстояние между центрами, мм	мощность единицы, кВт
Токарно-винторезный	1615П	160×750	3,8—0,1
То же	1А-62	200×750	8,0—0,1
»	1А-62	200×1000	8,0—0,1
»	1А-62	200×1500	8,0—0,1
»	1Д-63А	300×1500	10,0—0,1
»	1Д-63А	300×3000	10,0—0,1
Вертикально-сверлильный	2А-125	∅25	2,8—0,1
Универсально-фрезерный	6Н-82	320×1250	5,8—2,2
Поперечно-строгальный	736	Ход ползуна 650	3,8
Долбежный	74Г7	Ход ползуна 150	3,4
Универсально-круглошлифовальный	3Г-12	200—750	3,7
Зубофрезерный	5822	∅ стола 750	2,8

механизации цеха. Общее количество станков на ремонтном участке определяется числом единиц оборудования, установленного в цехе, по табл. 5.13, а комплект станков — по табл. 5.14.

Расчет станков для ремонта оснастки производится по укрупненным нормам: для металлических моделей — 0,25—0,35 станка на 1000 т годового выпуска литья, литейных пресс-форм — 1,0—1,3 станка на 100 т и для металлических форм (кокилей) — 0,3—0,45 станка на 100 т годового выпуска литья.

Характеристика металлорежущих станков ремонтной базы литейных цехов приведена в табл. 5.15.

5.5. Внутрицеховой транспорт

К внутрицеховому транспорту относятся все виды подъемно-транспортных средств, обеспечивающие технологический процесс изготовления отливок. Выбор подъемно-транспортного оборудования зависит от серийности производства, вида и дистанции перемещаемого груза, веса отливок и характера расположения оборудования. Внутрицеховой транспорт делится на *транспорт периодического, непрерывного действия и пневматический.*

К транспорту периодического действия относятся мостовые и консольные краны, краны-балки, электротельферы, пневматические и механические подъемники, скиповые подъемники, механизированные тележки. Расчет количества периодического транспорта очень трудоемкий и ведется по укрупненным данным.

Транспорт непрерывного действия — напольные и подвесные конвейеры различных типов и назначения, рольганговые линии, элеваторы. Расчет потребного количества транспорта непрерывного действия производится по его производительности.

Для перемещения сыпучих материалов применяются пневмотранспортные установки: 1) всасывающие, работающие с разрежением воздуха; 2) нагнетательные, работающие с избыточным давлением воздуха; 3) смешанные, состоящие из всасывающей и нагнетательной систем.

Всасывающие системы применяются для перемещения зернистого и порошкообразного материала из различных мест к одному пункту. Дистанция перемещения материалов достигает 100 м. В зависимости от концентрации смеси всасывающая система потребляет в среднем энергии 1—1,5 кВт·ч на 1 т перемещаемого материала.

Нагнетательные системы пневмотранспорта экономичнее всасывающих по расходу энергии и дают возможность перемещать материалы с большим удельным весом в пылевидном и мелкокусковом состоянии на большие расстояния, они удобны для подачи и разгрузки груза в крытых складах. Давление воздуха в системе обычно не превышает 5—6 кгс/см².

Смешанные пневматические системы позволяют принимать материал с нескольких точек и подавать его на значительное расстояние в разные точки приема.

В табл. 5.16 и 5.17 приведены нормы определения количества мостовых и консольных кранов для обслуживания плавильного, формовочно-сборочно-заливочно-выбивного, стержневого и термообрубного участков.

Табл. 5.16. Нормы определения количества мостовых кранов для обслуживания плавильных отделений литейных цехов при механизированной загрузке шихты в печь

Емкость плавильной электропечи, т	Назначение мостового крана	Количество крано-часов на 1 т выплавки жидкого металла			
		всего		в том числе	
		основной процесс	кислый процесс	загрузка печи шихтой	выдача жидкого металла из печи

А. Электрические дуговые сталеплавильные печи

3	Основной	0,195	0,185	0,023	0,038
6	Основной	0,187	0,177	0,024	0,030
12	Основной	0,054	—	0,012	0,017
12	Уборочный	0,040	—	—	—
25	Основной	0,062	—	0,010	0,017
25	Уборочный	0,025	—	—	—
50	Основной	0,032	—	0,005	0,008
50	Уборочный	0,018	—	—	—

Б. Индукционные плавильные печи

2,5	Основной	—	0,100	0,028	0,034
6	Основной	—	0,057	0,024	0,022
10	Основной	—	0,042	0,015	0,015
10	Уборочный	—	0,023	—	—
16	Основной	—	0,037	0,012	0,010
16	Уборочный	—	0,022	—	—
25	Основной	—	0,020	0,010	0,008
25	Уборочный	—	0,010	—	—

Примечание 1. Для двух и более печей емкостью выше 6 т при одном расчетном основном кране устанавливается дополнительно такой же резервный кран.

2. Загрузка мостовых кранов дана без учета предварительного подогрева шихты.

Для плавильных отделений, согласно данным табл. 5.16, количество мостовых кранов определяется по формуле

$$K = \frac{Q_{ж} n a}{T_d}$$

где K — число кранов;
 $Q_{ж}$ — годовой выпуск жидкого металла одной печью, т;
 n — количество обслуживаемых краном плавильных печей;
 a — количество крано-часов на 1 т выплавки жидкого металла;
 T_d — действительный годовой фонд времени работы крана, ч.

Табл. 5.17. Нормы определения количества мостовых и консольных кранов для обслуживания формовочно-сборочно-заливочно-выбивного, стержневого и термообрубного отделений легких цехов в крано-часах на 1 т годного литья в зависимости от весовых групп отливок

Показатели	Весовые группы отливок, кг						
	50—250	100—500	100—1000	500—1000	1000—2000	1000—5000	5000 и более
Размеры опок в свету, мм	1200×1000	1400×1000	1600×1200	2000×1600	2500×2000 (3000×1700)	2500×2500 (4000×2500)	Кессон
Средний вес годного литья в форме, кг	160	250	400	700	1250	1500—2000	—
Формовка и сборка на конвейере	1,05—1,15	1,00—1,10	1,00—1,10	0,95—1,05	1,20—1,30	—	—
Заливка краповая на пласу	1,25—1,40	1,25—1,40	1,25—1,40	1,20—1,35	1,45—1,65	1,40—1,60	1,30—1,50
Заливка краповая на конвейере	0,15—0,20	0,15—0,20	0,10—0,15	0,10—0,15	0,08—0,10	—	—
Заливка краповая на пласу	0,20—0,25	0,20—0,25	0,15—0,20	0,15—0,20	0,08—0,10	0,08—0,10	0,08—0,10
Выбивка литья из форм: конвейерного	0,30—0,35	0,30—0,35	0,25—0,30	0,25—0,30	0,20—0,25	—	—
пласевого	0,35—0,40	0,35—0,40	0,25—0,30	0,30—0,35	0,25—0,30	0,30—0,35	0,30—0,35
Изготовление стержней без специальной механизации	0,55—0,80	0,65—0,85	0,70—0,90	0,75—0,95	0,80—1,00	1,00—1,20	0,90—1,10
Работы, связанные с операциями очистки, обрубки и обслуживанием оборудования	0,80—0,95	0,70—0,85	0,70—0,85	0,65—0,80	0,65—0,80	0,55—0,80	0,55—0,80
Работы, связанные с производственным обслуживанием термического участка	0,20—0,30	0,20—0,30	0,15—0,20	0,15—0,20	0,10—0,15	0,10—0,15	—

Примечание. Выбивка опок во всех случаях производится на механических выбивных решетках, кессоны очищаются от земли мостовым краном с грейфером.

Пример. Приведем пример расчета количества кранов для сталеплавильного отделения.

Количество печей $n=4$, тип печи ДСП-12 (емкость 12 т), годовой выпуск жидкой стали при трехсменной работе одной печи $Q_{ж}=17\,300$ т, процесс вылавки стали — основной. Годовой фонд времени работы крана $T_{д}=5900$ ч. Согласно табл. 5.16, $a=0,054$ крано-часа для основного крана и 0,04 крано-часа для уборочного.

Рассчитываем количество кранов:

а) основных

$$K = \frac{17\,300 \cdot 4 \cdot 0,045}{5900} = 0,75, \text{ принимаем 2 крана.}$$

Второй кран резервный согласно п. 1 примечания табл. 5.16.

б) уборочных

$$K = \frac{17\,300 \cdot 4 \cdot 0,040}{5900} = 0,47, \text{ принимаем 1 кран.}$$

В формовочно-сборочных отделениях количество консольно-передвижных кранов составляет 30—50% от общего количества кранов и уточняется в зависимости от количества рабочих мест сборки форм.

Расчет количества мостовых и консольных кранов для обслуживания формовочного, стержневого и термообрубного участков ведется по формуле

$$K = \frac{Q_r a'}{T_{д}}$$

где Q_r — выпуск годного литья, т/год;

a' — затрата времени крана на 1 т годного литья, крано-часы;

$T_{д}$ — годовой фонд времени работы участка, ч.

Пример. Расчет потребного количества кранов для формовочного участка приведем со следующими данными: мощность участка $Q_r=15\,000$ т/год годных отливок развесом 500—1000 кг при плацевой формовке, сборке, заливке и выбивке. Годовой фонд времени работы участка $T_{д}=3975$ ч. Режим работы участка двухсменный параллельный. Согласно табл. 5.17, затрата времени крана на 1 т годного литья $a'=1,35+0,2+0,35=1,9$ крано-часа (складывается из затрат на формовку и сборку, заливку и выбивку).

Общее количество кранов на участке составит

$$K = \frac{15\,000 \cdot 1,9}{3975} = 7,2 \text{ крана.}$$

Всего принимается 9 кранов с коэффициентом загрузки 80%, из них 4 крана консольно-передвижных или 44% от общего количества кранов.

Полученные расчетные данные сверяются с данными табл. 5.18. По этой таблице проверяется возможность нормального использования кранов по длине зоны обслуживания и в случае несоответствия производится уточнение длины и количества пролетов, а также количества и соотношения мостовых и консольных кранов.

Расчет кранов ведется по смене с максимальной загрузкой. Коэффициент загрузки кранов рекомендуется принимать 0,70—0,85. При наличии хронометражных и технологических данных расчет количества кранов может производиться по формуле

$$K = \frac{ni \left(\frac{l}{v} + t_s + t_p \right)}{af}$$

где K — число кранов;
 n — число деталей или вес подлежащего перевозке груза за смену;
 i — среднее число крановых операций на деталь или единицу веса;
 l — средняя длина пробега крана, м;
 v — скорость передвижения крана, м/мин;
 t_3 — время загрузки крана, мин;
 t_p — время разгрузки крана, мин;
 a — число одновременно захватываемых деталей или вес одной подвески;
 f — число минут работы в смену.

Табл. 5. 18. Нормы для определения количества мостовых и консольных передвижных кранов при обслуживании отделений литейных цехов

Отделение или участок	Длина участка, обслуживаемого одним краном, м	
	мостовым	консольным
Плавильное отделение	30—50	—
Формовочно-сборочно-заливочно-выбивное отделение	20—30	20—30
Формовочно-сборочное отделение	20—35	20—30
Заливочный участок	30—40	—
Стержневое отделение	20—35	—
Термический участок	25—30	—
Обрубное отделение	20—30	—
Грунтовоочное отделение	25—40	—
Склад шихты	30—60	—
Склад формовочных материалов	30—60	—
Склад шихты и формовочных материалов	40—60	—

Примечание. 1. Количество кранов на участках складирования и навески шихты принимается не менее установленных в цехе блоков вагранок.
 2. Количество кранов, полученных по данной таблице, сопоставляется с данными расчетов, полученными по табл. 5.16 и 5.17.

В мелкосерийном и индивидуальном производстве в закрытых и открытых складах для хранения опок применяются мостовые и консольные краны (табл. 5.19).

Для обслуживания отдельных рабочих мест применяют местные подъемно-транспортные устройства: консольные краны, краны-балки, монорельсовые пути, электротельферы и пневматические подъемники.

5.6. Нормы размеров пролетов складов шихтовых и формовочных материалов

Размеры пролетов складов, транспортные средства и их грузоподъемность зависят от масштаба производства. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств складов шихтовых и формовочных материалов даны в табл. 5.20.

Табл. 5. 19. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности кранов для складов опок

Мостовые краны для закрытых складов

Характеристика цехов по развесу литья	Наибольший вес опок, т	Характеристика мостового крана		
		грузоподъемность, тс	пролет, м	высота до подкрановых путей, м
Мелкого Среднего Крупного Тяжелого и особо тяжелого	0,5	5	22,5	8,15
	3,0	15	22,5	8,15
	15,0	20/5	22,5	11,45
	20,0	30/5	22,5	12,65

Козловые краны для открытых складов

Характеристика цехов по развесу литья	Наибольший вес опок, т	Характеристика козлового крана			
		грузоподъемность, тс	пролет, м	высота подвеса, м	длина консоли, м
Крупного Тяжелого и особо тяжелого	15,0	20	20	8,9	10
	20,0	20	20	8,9	10

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

Табл. 5. 20. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств складов шихтовых и формовочных материалов для чугунного, стального литья и ковкого чугуна (к рис. 4.16)

Склады	Масштаб производства (выпуск годного литья), т/год	Транспортные средства		Размеры пролета, м			
		тип крана	грузоподъем- ность, тс	высота до го- ловки подкра- нового рельса H_1	высота до вы- соты до конст- рукции покрытия H_2	шаг ко- лонн	
Склад шихтовых материа- лов. Объединенный склад шихты и формо- вочных материалов	До 30000	Электрический мостовой кран со съёмными магнитом и грейфером	5/5—15/3	24; 30	9,65; 11,45	12,6; 14,4	6; 12
То же	Более 30000	То же	5/5—15/3	24; 30	9,65; 12,65	12,6; 16,2	6; 12
Склад формовочных мате- риалов	До 30000	Электрический мостовой кран со съёмным грей- фером	5/5	24; 30	9,65; 11,45	12,6; 14,4	6; 12
То же	Более 30000	То же	5/5—10/10	24; 30	9,65; 12,65	12,6; 16,2	6; 12

Примечание 1. При загрузке и разгрузке закровов при помощи ленточных конвейеров помещения над закромами может быть бескрановым с высотой до низа конструктивной высоты 10,8 м и выше в соответствии с остальными пролетами.

2. Высота складских пролетов уточняется при проектировании с учетом обслуживания наиболее высокого оборудования.

3. Пролет шириной 18 м допускается в виде исключения для цехов небольшой мощности в случае отсутствия продольного выво-

да железнодорожных путей.

4. Максимальная грузоподъемность крана принимается при транспортировке шихты в контейнерах.

5. Высота до головки подкранового рельса 11,45 и 12,65 м принимается при невозможности заглубления закровов вследствие высокого уровня грунтовых вод.

6. Ширина пролета в 30 м допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании в проекте.

Глава 6. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

6.1. Электроэнергия

Для разработки энергетической части проекта необходимы исходные данные по отдельным видам энергии: электрической, сжатого воздуха, воды, пара, топлива.

Электроэнергия в литейных цехах расходуется на технологические цели, силовые установки и освещение. Электроэнергия для технологических нужд расходуется на плавку металла, термообработку отливок и др. Силовая электроэнергия — на электропривод установленного оборудования.

Общий расход электроэнергии по цеху составляет

$$W = (W_T + W_C)k,$$

где W_T — годовой расход электроэнергии на технологические нужды, кВт·ч;

W_C — годовой расход электроэнергии на электропривод силовых установок, кВт·ч;

k — коэффициент потери электроэнергии в сети ($k=1,05$).

Годовая потребность электроэнергии рассчитывается на основе установленной мощности оборудования и годового количества его работы. Укрупненные расчеты ведутся по удельным нормам расхода электроэнергии на 1 т годного литья по формуле

$$W_T = \Sigma P_T G_T,$$

где P_T — удельный расход технологической электроэнергии на 1 т годного литья, кВт·ч;

G_T — выпуск годных отливок, т/год.

Нормы расхода электроэнергии на технологические нужды приведены в табл. 6.1 и 6.2. В табл. 6.3 дана удельная мощность силового оборудования на 1 т годного литья. Расход электроэнергии на силовые установки рассчитывается аналогично электроэнергии на технологические нужды.

Расчет электроэнергии на освещение производится отдельно по формуле

$$W_0 = 0,001 \rho F T_{д},$$

где W_0 — годовой расход осветительной электроэнергии, кВт·ч;

ρ — средний расход электроэнергии за 1 ч на 1 м² площади (для производственных отделений литейного цеха $\rho = 15 \div 18$ Вт, складских помещений — $\rho = 8 \div 10$ Вт и бытовых — $\rho = 8$ Вт);

F — освещаемая площадь, м²;

T_d — годовое число часов осветительной нагрузки.

Годовое количество часов, при котором используется освещение, составляет при односменной работе — 650—850, двухсменной 2300—2500 и трехсменной — 4600—4800.

Табл. 6. 1. Расход электроэнергии на плавку (по цеху)

Виды печей в цехах	Удельный расход на 1 т годового литья, кВт·ч
Сталелитейные цехи:	
дуговые печи типа ДС-6МТ:	
основные	1100—1300
кислые	1000—1200
индукционные печи типа ИСТ-6, ИТП-6 ИЧТ-10	900—1000
Литейные цехи ковкого чугуна при плавке дуплекс-процессом:	
дуговые печи типа ДЧМ-10	240—300
индукционные печи типа ИЧТМ-6, ИЧТМ-10	160—200
Литейные цехи серого чугуна при частичном дуплекс-процессе:	
дуговые печи типа ДЧМ	50—100
Литейные цехи точного стального литья:	
индукционные печи повышенной частоты типа ИСТ-0,16, ИСТ-0,4	1500—1700
индукционные печи промышленной частоты типа ИЧТ-1	1400—1600
Литейные цехи алюминиевого литья:	
индукционные печи тигельного типа ИАТ-1, ИАТ-2,5; ИАТ-6	1200—1400
индукционные печи канального типа ИАК-2,5, ИАК-6	900—1100

Табл. 6. 2. Расход топлива на термообработку литья

Виды литья и термообработки	Виды печей	Расход на 1 т литья, подвергаемого термообработке
Серый чугун: старение	Электropечи сопротивления толкательные	230—250 кВт·ч
Ковкий чугун: отжиг на ферритный ковкий чугун	Электropечи сопротивления толкательные	450—500 кВт·ч
	Печи огневые толкательные с радиаторным обогревом	1,0—1,2 млн. ккал
Стальное литье: нормализация	Огневые печи толкательные	0,9—1,0 млн. ккал
Алюминиевое литье: закалка	Электropечи сопротивления толкательные	300—360 кВт·ч
	Электropечи сопротивления вертикальные конвейерные	135—150 кВт·ч

Табл. 6. 3. Установленная мощность электродвигателей технологического и подъемно-транспортного оборудования (без учета двигателей санитарно-технического оборудования и электropечей для электрообработки)

Цехи	Выпуск цеха, т/год	Установленная мощность оборудования, кВт на 1 т годового литья в год	Сменность работы цехов
Литейные цехи серого чугуна	50000—130000	0,09—0,10	В 2 смены
Литейные цехи ковкого чугуна	50000—110000	0,08—0,09	То же
Сталелитейные цехи	45000—65000	0,07—0,08	В 3 смены
Сталелитейные цехи	45000—65000	0,10—0,12	В 2 смены
Цехи алюминиевого литья	10000—55000	0,13—0,15	То же
Литейные цехи точного литья	2000—5000	0,35—0,40	»
Чугунолитейные цехи оболочкового литья (с применением готового плакированного песка)	6000—11000	0,07—0,08	»

Примечание. 1. Большие значения показателей для цехов с меньшим масштабом производства или с большой степенью механизации производства.

2. Установленная мощность технологического оборудования по цехам точного стального литья и чугунного литья в оболочковые формы дана с учетом мощности встроенных нагревателей без учета мощности установок для плавки и термообработки отливок.

6.2. Сжатый воздух

В литейном цехе на сжатом воздухе работают формовочные, пескоструйные и пескострельные машины, пневматические подъемники, пневмоинструмент, дробеструйные камеры и другое оборудование. Расход воздуха определяется для каждой единицы оборудования по паспортным данным в зависимости от режима работы цеха.

Расход воздуха на единицу оборудования рассчитывается по формуле

$$Q_v = qT_d \eta,$$

где Q_v — расход воздуха на единицу оборудования, нм³;

q — среднечасовой расход воздуха, нм³;

T_d — годовой фонд времени работы оборудования, ч;

η — коэффициент использования сжатого воздуха (для механизированных цехов $\eta = 0,8—0,85$).

Годовая потребность в сжатом воздухе равна сумме расходов всех единиц оборудования, работающих на сжатом воздухе,

$$Q_{v,г} = 1,5 \sum q T_d \eta,$$

где 1,5 — коэффициент, учитывающий потери воздуха при утечке в неплотных соединениях, а также выполнение неподвижных работ.

Укрупненный расчет расхода воздуха ведется на 1 т годного литья (табл. 6.4) по формуле

$$Q_{в,г} = 1,5 \cdot q'G,$$

где q' — расход сжатого воздуха на 1 т годного литья, нм^3 ;
 G — выпуск годных отливок, т/год.

Табл. 6. 4. Расход сжатого воздуха в литейных цехах

Цехи	Расход сжатого воздуха на 1 т годного литья, нм^3
Литейные цехи серого чугуна	900—1100
Литейные цехи ковкого чугуна	750—850
Чугунолитейные цехи оболочкового литья	300—400
Сталелитейные цехи	750—850
Литейные цехи точного стального литья	1700—1800
Цехи алюминиевого литья	750—850

Примечание. Сжатый воздух в литейных цехах применяется с давлением 5—7 атм.

6.3. Расход воды

Вода в литейных цехах используется для охлаждения отливок, тушения остатков выбивки вагранок, грануляции шлака, охлаждения плавильных агрегатов, увлажнения формовочной и стержневой смеси, гидроочистки отливок и др. Расход воды на охлаждение оборудования определяется по виду оборудования, его количеству и времени работы.

Расход воды для приготовления формовочных смесей определяется по формуле

$$V_{в} = \frac{yP_{п}}{100},$$

где $V_{в}$ — расход воды на год, м^3 ;
 y — процент влаги в смеси;
 $P_{п}$ — годовой расход неуплотненной смеси, м^3 ;

Расход воды на охлаждение мартеновских печей составляет для печей емкостью 35÷70 т — 100÷150 $\text{м}^3/\text{ч}$, для печей емкостью 90 т — 150—200 $\text{м}^3/\text{ч}$. При использовании испарительного охлаждения воды расход воды снижается примерно в 10 раз. Расход воды на тушение выбивки вагранки 0,5—1,0 м^3 , расход воды на бытовые нужды принимается на основании «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий» СН245—63 в следующих количествах: а) на хозяйственно-питьевые нужды — 45 л на 1 чел./смену; б) душевые — 500 л на 1 сетку/ч (продолжительность действия душевых

установок принимается 45 мин после каждой смены); в) умывальники — 200 л на 1 кран/ч; г) подливку полов цеха — 3 л на 1 $\text{м}^2/\text{сут}$.ки.

Общий расход воды складывается из расхода воды на технологические и бытовые нужды. Укрупненный расчет расхода воды на технологические нужды литейного цеха ведется на 1 т годного литья согласно табл. 6.5.

Табл. 6. 5. Расход воды на технологические нужды

Цехи	Расход первичной воды на 1 т годного литья, м^3	Характеристика плавильных агрегатов
Литейные цехи серого чугуна	8—10	Вагранка с охлаждением плавильного пояса
Литейные цехи ковкого чугуна	14—15	Дуплекс-процесс вагранка + дуговая электрическая печь с охлаждением плавильного пояса вагранки
Чугунолитейные цехи оболочкового литья	9—10	Вагранка с охлаждением плавильного пояса
Сталелитейные цехи	13—14	Дуговые электропечи
Литейные цехи точного стального литья	300—350	Электропечи промышленной частоты типа ИСТ-0,4
	150—200	Электропечи промышленной частоты типа ИЧТ-1 или ИСТ-0,16
Литейные цехи алюминиевого литья	35—40	Индукционные печи промышленной частоты

Примечание 1. В таблице приведена общая потребность воды для технологических нужд без учета повторного ее применения после охлаждения и осветления. Расход первичной воды уточняется проектом.

2. В таблице не учитывается расход воды для бытовых и сантехнических нужд.

6.4. Топливо и пар

Топливо и пар в виде газа, мазута, кокса, угля в литейных цехах используется для плавки металла, отопления сушильных и термических печей, подогрева и сушки ковшей и других целей.

Расход топлива определяется по часовому расходу установки. Общий расход зависит от вида и количества установок и времени годовой работы их.

Укрупненные расчеты ведутся по удельным нормам расхода топлива (кокса, газа, мазута, кислорода, ацетилена) на 1 т жидкого металла и 1 т годного литья согласно табл. 6.6—6.9.

Пар в литейных цехах применяется для отопления и вентиляции помещений. Расход пара определяют из расчета возмещения тепловых потерь здания, которые составляют 15—20 ккал/ч на 1 м^3 здания и 23—35 ккал/ч при искусственной вентиляции.

Табл. 6. 6. Норма расхода топлива на 1 т переплавляемого металла на плавку в вагранках

Вид плавки	Коксовая вагранка		Коксогозовая вагранка	
	расход кокса, кг	расход газа, тыс. ккал	расход кокса, кг	расход газа, тыс. ккал
Плавка на холодном дутье	130—140	—	90—100	240—250
Плавка на горячем дутье с воздухоподогревателем	110—120	120—125	80—90	300—350
Плавка на горячем дутье с рекуператором	110—120	—	80—90	180—200

Табл. 6. 7. Расход топлива на сушку песка, глины, стержней и на сушку и подогрев ковшей

Вид операций	Виды оборудования	Расход, тыс. ккал/т*
Сушка песка	В барабанных сушилах	150—160
	В кипящем слое	100—150
Сушка глины	В пневмопотоке	120—130
	В барабанных сушилах	300—320
	В вертикальных конвейерных сушилах:	
	25 м ²	300
	35 м ²	260
	55 м ²	230
	100 м ² и более	200
Подсушка стержней	В горизонтальных конвейерных сушилах	250—300
Сушка и подогрев ковшей	В горизонтальных конвейерных сушилах	50—60
	На плитах и стендах в цехах:	
	серого чугуна	40
	ковкого чугуна	60
	стального литья	70
	алюминиевого литья	20

* Удельный расход топлива приведен: а) для сушки песка, глины и стержней на 1 т сухого продукта; б) для сушки и подогрева ковшей на 1 т жидкого металла.

Табл. 6.8. Расход топлива (газ, мазут) на технологические нужды

Цехи	Расход топлива на 1 т годового литья, тыс. ккал
Литейные цехи серого чугуна	450—500
Литейные цехи ковкого чугуна	300—350
Чугунолитейные цехи оболочкового литья (при получении готового плакированного песка со стороны)	150—200
Чугунолитейные цехи оболочкового литья	300—350
Сталелитейные цехи	300—350
Литейные цехи точного стального литья (по выплавляемым моделям)	5000—5500
Цехи алюминиевого литья	450—500

Табл. 6. 9. Расход кислорода и ацетилена в литейных цехах

Цехи	Расход на 1 т годового литья, нм ³		Назначение
	кислорода	ацетилена	
Литейные цехи серого чугуна	0,6—0,8	0,50—0,60	Заварка дефектов
Литейные цехи ковкого чугуна	0,4—0,5	0,30—0,40	То же
Чугунолитейные цехи оболочкового литья	0,2—0,3	0,15—0,25	»
Сталелитейные цехи	3,0—4,0	1,50—2,00	Резка прибылей и заварка дефектов
Цехи алюминиевого литья	0,4—0,5	0,3—0,4	Заварка дефектов

Годовая потребность пара на отопление и вентиляцию в тоннах составляет

$$Q_{II} = \frac{q_t m V}{i \cdot 100},$$

де q_t — расход тепла на 1 м³ здания, ккал/ч;
 m — количество часов в отопительном периоде;
 V — объем здания, м³;
 i — теплота испарения, ккал/ч (540 ккал/кг).

Для средней полосы Советского Союза отопительный период принимается равным 180 дням, или $180 \times 24 = 4320$ ч.

При проектировании центрального отопления (котельной установки) годовая потребность топлива для отопления определяется по формуле

$$Q_t = \frac{q_t m V}{K \cdot 1000 \eta_k},$$

где K — теплотворная способность условного топлива (700 ккал/кг);
 η_k — коэффициент полезного действия котельной установки (в среднем равен 0,75).

Вид топлива при проектировании задается.

Глава 7. СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

7.1. Типы зданий

Развитие литейного производства в СССР в предвоенные и послевоенные годы шло по пути проектирования мелких и средних цехов, причем для каждого литейного цеха составлялся индивидуальный проект. В таких цехах предусматривалось изготовление отливок значительного развеса. При ограниченной их мощности исключались условия для эффективной механизации производства, особенно при изготовлении крупных отливок, и организации специализированных потоков. Из числа чугунолитейных цехов, проектировавшихся в послевоенное время, 85% не превышали по мощности 10 000—12 000 т/год, а 60% цехов имели мощность до 5000 т/год. Несколько большей мощности проектировались фасонно-сталелитейные цехи, однако и здесь оптимальные масштабы производства не учитывались.

В конце 50-х годов были изменены и приведены в соответствие с задачами специализации литейного производства ранее сложившиеся методы проектирования литейных цехов.

В настоящее время литейное производство развивается по пути строительства крупных специализированных цехов и заводов, что позволяет создать механизированные технологические потоки как в массовом и крупносерийном, так и в мелкосерийном производстве. Средняя проектная мощность цеха к 1970 г. увеличилась более чем в 5 раз. Из числа чугунолитейных цехов, строящихся и намеченных к строительству в последние годы, нет ни одного с годовым выпуском ниже 20 000 т.

В связи с изменением в проектировании изменились и требования к зданиям литейных цехов.

В 30—40-х годах крупные литейные цехи имели, как правило, многопролетное квадратное или почти квадратное здание. В 1945—1955 гг. характерным типом зданий крупных литейных цехов являлись П-образные здания.

В настоящее время планировки зданий П- и Ш-образной формы не рекомендуются. При проектировании цехов типового ряда наиболее характерным компоновочным решением являются вытянутые трехпролетные здания со значительным отношением длины к ширине. В таких зданиях обеспечивается эффективная механическая вентиляция, аэрация и освещение, а также создание технологических потоков.

В последние годы в мировой практике наметилась тенденция к использованию для литейных цехов двухэтажных зданий и более. В Советском Союзе первый двухэтажный цех серого чугуна построен в середине 30-х годов на автозаводе имени И. А. Лихачева, в 70-х годах запущен двухэтажный чугунолитейный цех на Минском тракторном заводе. Двухэтажный цех «Темза» построен фирмой Форд в Англии. Цех фирмы «Холлей» (США) литья в металлические формы расположен на трех этажах. В ЧССР спроектирован цех мощностью 20 000 т литья в год фитингов, расположенный в четырехэтажном здании, и др.

Двухэтажные здания могут рассматриваться как типовые для конвейерных литейных цехов с развесом отливок до 100—200 кг (чему соответствует нагрузка на перекрытия, не превышающая 2 т/м²). При весе отливок до 5 т рекомендуется смешанное проектное решение с двухэтажным средним пролетом.

На втором этаже пролета располагается стержневое отделение, а на первом — склад оснастки и стержней. Такое объемное решение способствует кратчайшей подаче оснастки ко всем рабочим местам. При использовании двухэтажных зданий на втором этаже размещают все основные производственные участки, а на первом — вентиляционные установки, подстанции, склады моделей и стержневых ящиков, бытовые помещения и другие вспомогательные участки. При таком решении отсутствуют пристройки к зданию и весь периметр производственных помещений остается открытым, что резко улучшает условия аэрации и освещения.

Для производства отливок развесом до 1 т или при применении формовочных машин или линий грузоподъемностью до 5 тс предпочтительно двухэтажное исполнение цеха в случае развитых транспортных средств, расположенных ниже уровня пола основных производственных отделений. При наличии высокого уровня грунтовых вод допускается проектирование двухэтажных цехов и для отливок большего развеса. При наличии соответствующих обоснований предусматривается устройство пандусов для въезда колесного транспорта на второй этаж.

Независимо от этажности здания компоновочно-строительные решения должны обеспечивать удобное взаиморасположение производственных отделений и участков цеха с учетом последовательности технологического процесса, кратчайшие транспортные линии, локализацию участков с пыле- и тепловыделением и по возможности размещение технологического и транспортного оборудования в наземных помещениях.

При разработке строительной части проекта литейного цеха следует максимально использовать унификацию пролетов, высоту зданий и строительных конструкций с целью обеспечения сборности зданий и индустриализации строительных работ.

Анализ большого количества проектов литейных цехов позволил выявить взаимосвязь размеров ширины и высоты пролетов, что легло в основу унифицирования параметров зданий литейных цехов. Параметры пролетов основных производственных отделений и скла-

дов для одно- или двухэтажных зданий приведены в главах 4 и 5 данного пособия.

При проектировании литейных цехов следует применять утвержденные Госстроем СССР унифицированные типовые секции (УТС), которые обеспечивают взаимозаменяемость строительных элементов и конструкций и создают условия для индустриализации и механизации строительства. Применение УТС сокращает сроки строи-

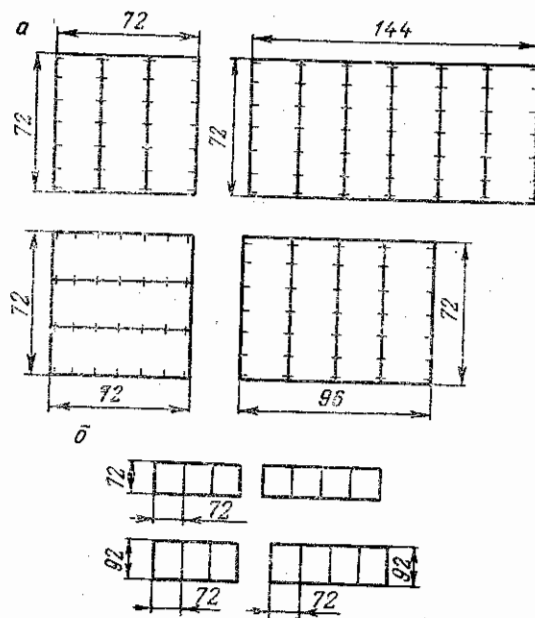


Рис. 7.1. Схемы унифицированных типовых секций зданий для литейных цехов:
а — одно- и двухэтажных; б — компоновка секций

тельства и уменьшает его стоимость. Схемы УТС зданий для литейных цехов приведены на рис. 7.1.

Унифицированные типовые секции для одноэтажных зданий литейных цехов имеют размеры в плане 144×72 м и 72×72 м при сетке колонн 24×12. Высота пролетов при подвесном подъемно-транспортном оборудовании грузоподъемностью до 5 тс включительно равняется 10,8 м; при мостовых кранах грузоподъемностью до 30 т включительно — 10,8; 12,6; 16,2; 18 м.

Типовые секции для двухэтажных зданий принимают размером в плане 96×72 и 72×72 м при сетке основных колонн 24×12 и сетке колонн первого этажа 12×6 м. Высота первого этажа составляет 7,8 м, общая высота здания (от уровня чистого пола до низа ферм покрытия) — 16,2 и 18 м.

УТС двухэтажных литейных цехов разработаны для зданий без перепада высот. Здания литейных цехов проектируют прямоугольной формы без выступающих элементов и пристроек. Максимальная

ширина корпуса допускается 96 (24×4) м. Длина корпуса цеха зависит от технологического процесса и транспортных средств.

Для размещения вспомогательных и подсобных помещений, а также электро- и санитарно-технического оборудования в одноэтажных многопролетных зданиях допускается устройство планировочных вставок шириной 6 м и более, принимаемых кратными 6 м. Подвалы устраиваются только по технологическим требованиям при технико-экономическом обосновании. Подвальные этажи проектируются с сеткой колонн 6×6 или 6×9 м и высотой, кратной 0,6 м.

При проектировании крановых эстакад величину пролетов и отметки подкрановых путей следует назначать на основе унифицированных параметров одноэтажных зданий. Если крановые эстакады примыкают к зданию, устраивают вставки, при этом размеры вставок должны обеспечивать возможность устройства сквозных проходов на уровне подкрановых путей (в открытых эстакадах) и водостока с покрытия (в крытых эстакадах).

Проектирование силосных складов должно вестись в соответствии с требованиями строительных норм СН302-65 «Указания по проектированию силосов для сыпучих тел». Силосные склады, как правило, проектируют с круглыми силосами. Силосы внутри зданий проектируют квадратными из сборных конструкций.

В зависимости от размеров и грузоподъемности кранового оборудования конструкция здания по роду применяемого строительного материала может быть металлическая, железобетонная и смешанная.

Металлические конструкции состоят из металлических колонн, подкрановых путей, строительных ферм, фонарей и т. д. Такие конструкции применяются для зданий с большими пролетами и кранами значительной грузоподъемности, как, например, с пролетом 30 м и более, шаг колонн 12 м и более, с мостовыми кранами грузоподъемностью более 30 тс и консольными передвижными кранами. Металлические конструкции применяются также для зданий, в которых происходит нагревание несущих конструкций, оказывающее разрушительные действия на железобетон.

Железобетонная конструкция производственного здания состоит из железобетонных колонн, связующих рам, балок, подкрановых элементов зданий, несущих сборных конструкций для покрытий. Железобетонные конструкции могут быть монолитными и сборными. Большее распространение имеют сборные конструкции.

Проектирование литейных цехов ведется в соответствии с требованиями норм проектирования СНиП II-М.2-71 «Производственные здания промышленных предприятий», СНиП II-А.4-62 «Единая модульная система», СНиП II-Б.6-68 «Указания по строительному проектированию предприятий, зданий и сооружений машиностроительной промышленности» и «Нормы технологического проектирования машиностроительных предприятий. Литейные цехи, 1969 г.».

При проектировании и строительстве литейных цехов необходимо исходить также из указаний «Основные направления повышения технического уровня строительства на 1971—1980 гг.» Госстроя

СССР. Согласно этим указаниям, основным направлением в типовом проектировании предприятий машиностроения следует считать разработку новых типовых решений конструкций и изделий. Для машиностроения разрабатывают типовые решения технологических линий, узлов, участков и схем, секций, пролетов, сечений конструкций и деталей.

При проектировании зданий цехов машиностроительных заводов будут более широко применяться стальной профилированный настил с эффективным утеплителем, керамзитобетонные плиты покрытий, типовые конструкции из алюминиевых сплавов — для заполнения оконных и дверных пролетов, перегородок подвесных потолков и другие современные материалы и конструкции.

Проекты должны учитывать, что планировка цехов поточного производства должна быть предельно компактной. Необходимо проектировать такие новые предприятия машиностроения, которые ко времени ввода их в эксплуатацию по своим архитектурно-композиционным, конструктивным достоинствам, технико-экономическим показателям и качеству выпускаемой продукции значительно превосходили бы аналогичные действующие отечественные и зарубежные предприятия.

7.2. Элементы конструкций зданий

Основными элементами здания являются фундаменты, колонны и стены, подкрановые балки, несущие конструкции, перегородки, полы, двери, ворота, тамбуры, лестницы, световые фонари, галереи, эстакады, туннели, каналы, антресоли и др.

Фундаменты, колонны, стены и перекрытия образуют несущий остов здания, воспринимающий на себя все нагрузки. Все здание опирается на основание. *Основанием* называется слой грунта, воспринимающий вес всего здания или сооружения. Прочность грунта должна быть достаточной, чтобы исключить неравномерную осадку зданий и сооружений. Нормальным можно считать грунт, допускающий нагрузку $2,0—2,5$ кгс/см².

Физико-механические свойства грунтов определяют по образцам породы, взятой из буровых скважин и шурфов. При бурении скважин, а также по шурфам делают геологические разрезы грунтов.

При наличии грунтовых вод несущая способность грунта, как правило, понижается. При необходимости грунты укрепляют вибрированием, нагнетанием цементных и химических растворов, гравием или щебнем или устройством свайных оснований.

Фундаменты — это подземная часть здания, передающая нагрузку от наземной части на основание. Поверхность фундамента, непосредственно передающая нагрузку на основание, называется *подшовой фундамента*.

Глубина заложения фундамента зависит от расчетной нагрузки и допустимого давления на грунт. Фундаменты под колонны выполняются монолитными или сборными в виде отдельно стоящих столбов ступенчатой формы. Сборные фундаменты рекомендуется вы-

полнять в виде одного блока. Применение сборных или монолитных фундаментов должно быть подтверждено технико-экономическим обоснованием.

Для распределения давления от колонны на большую площадь устраивают *подколонник*.

Площадь подошвы фундамента определяется расчетом и зависит от нагрузки на колонну и допустимого давления на грунт. У фуп-

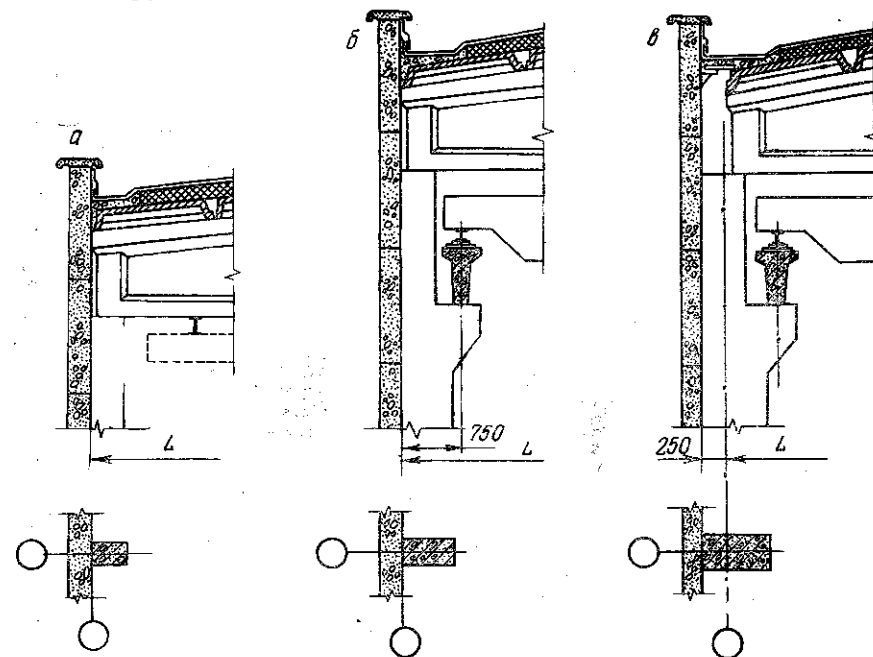


Рис. 7.2. Привязка колонн и стен к продольным разбивочным осям

даментов под колонны крановых пролетов подошва имеет вид прямоугольника с основанием от 1:1,5 до 1:1,8.

Фундаменты для колонн, стен зданий и подвалов, а также стены подвалов рекомендуется проектировать и строить из сборных бетонных и железобетонных элементов.

Железобетонные колонны применяются сборные, типовые прямоугольного сечения и двухветвенные. Выбор колонн определяется расчетом в зависимости от нагрузки. Стальные колонны бывают сплошные и решетчатые.

Для зданий общего назначения без кранов или с кранами в один ярус грузоподъемностью до 125 тс колонны проектируются из сборного железобетона. Колонны, на которых устанавливаются мостовые краны, выполняются переменного сечения, так чтобы на нижнюю усиленную часть опирались подкрановые балки. Размеры железобетонных колонн в сечении выше консолей равняются 400×400 мм, ниже консолей — 400×400 или 600×600 мм в зависимости от нагрузки колонн.

Привязка колонн и стен к продольным разбивочным осям показана на рис. 7.2. Наружные грани крайних колонн и внутренние поверхности стен совмещают с продольными разбивочными осями (нулевая привязка) в зданиях без мостовых кранов (рис. 7.2, а) и в зданиях, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 30 тс включительно при шаге колонн 6 м и высоте от пола до низа несущих конструкций покрытия менее 16,2 м (рис. 7.2, б).

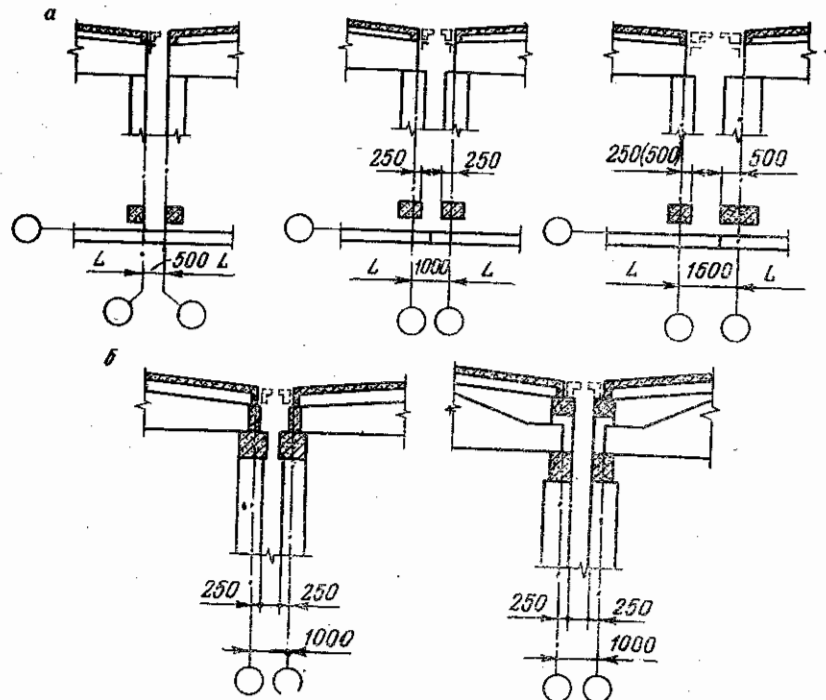


Рис. 7.3. Привязка колонн в местах продольных температурных швов в зданиях при разных размерах между осями:
а — без подстропильных конструкций; б — с подстропильными конструкциями

Наружные грани крайних колонн и внутренние поверхности стен смещают с продольных разбивочных осей на 250 мм в зданиях, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 тс включительно при шаге колонн 6 м и высоте от пола до низа несущих конструкций покрытия 16,2 и 18 м, а также при шаге колонн 12 м и высоте от 8,4 до 18 м (рис. 7.2, в).

Колонны средних рядов, за исключением колонн, примыкающих к продольному температурному шву, и колонн, установленных в местах перепада высот пролетов одного направления, следует располагать так, чтобы оси сечения над крановой частью колонн совпадали с продольными и поперечными разбивочными осями.

Продольные температурные швы в зданиях с железобетонным каркасом следует осуществлять на двух колоннах со вставкой, при

этом шаг колонн должен равняться шагу колонн по средним рядам (рис. 7.3). Продольные температурные швы в зданиях с цельнометаллическим и смешанным каркасом (железобетонные колонны и стальные фермы) следует, как правило, размещать на одной колонне.

Привязка стен и колонн к поперечным разбивочным осям показана на рис. 7.4.

Подкрановые балки бывают железобетонными и стальными. Предварительно напряженные подкрановые железобетонные балки предназначены для пролетов шириной 12—30 м, оборудованных электромостовыми кранами грузоподъемностью от 5 до 50 тс среднего и тяжелого режима работы. Стальные подкрановые балки применяются для тяжелых кранов грузоподъемностью свыше 30 тс или в зданиях, где применены стальные колонны.

При использовании железобетонных элементов в здании пользуются данными СНиП II-V.1—62 «Бетонные и железобетонные конструкции, нормы проектирования».

Стены зданий выполняются из кирпичной кладки и бетонных панелей. Стеновые панели имеют высоту 1,2 и 1,8 м и длину 6 и 12 м. В неотапливаемых зданиях крупнопанельные стены изготавливаются из железобетонных плит, в отапливаемых — из армопенобетонных.

Наружные стены каркасных зданий опираются на фундаментные балки. Толщина стен для климатического пояса северной полосы принимается 640 мм (два кирпича), для средней полосы 380 или 510 и для южной полосы — 380 мм.

Для естественного освещения зданий в наружных стенах выполняются световые проемы, заполненные оконными переплетами. Переплеты бывают стальными и железобетонными. В помещениях с небольшим влаговыведением рекомендуется применять стальные переплеты, а в помещениях с вредными выделениями и переменным температурно-влажным режимом — железобетонные. Размеры оконных переплетов стандартные: ширина 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 6,0 м; высота 1,2; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6; 4,8 м и т. д. Подоконники располагаются на высоте 1,2 м от уровня пола.

В зданиях, оборудованных мостовыми кранами, оконные проемы

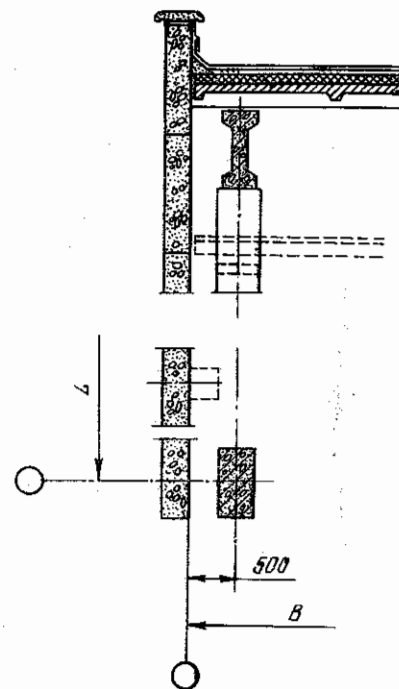


Рис. 7.4. Привязка торцевой колонны к разбивочной оси

иногда устраивают в два яруса. Верхний ярус используется для освещения надкранового пространства. Для освещения всей площади цеха используют верхнее освещение через фонари, которые служат и для естественной вентиляции помещения. В настоящее время практикуется строительство литейных цехов без фонарей.

Покрытия литейных цехов делают бесчердачными, состоят они из несущих балок и ферм, настила, теплоизоляции и кровли, разделяются на теплые, полутеплые и холодные. Когда здания не отапливаются или имеют значительное тепловыделение, покрытия делают холодными. Полутеплые покрытия устраивают в отапливаемых цехах с нормальной или пониженной влажностью. В цехах с нормальной или повышенной влажностью применяют теплые покрытия, с тем чтобы избежать образования конденсата на внутренних поверхностях и таяния снега на крыше.

В последние годы применяют покрытия, изготовленные из напряженного железобетона в виде решетчатых ферм с параллельными поясами. Такие здания имеют плоскую крышу с водяной ванной для поддержания требуемого режима внутри помещения в летнее время.

Несущие конструкции покрытий и подстропильные балки изготовляют из сборного железобетона, предварительно напряженного.

Для размещения транспортных систем или трубопроводов в литейных цехах предусматривают подвальные помещения или туннели и каналы.

Перекрытия подвалов рассчитываются из расчета нагрузки в 1—3 тс/м² площади и выполняются монолитными или сборными. Для строительства туннелей и каналов используют сборные железобетонные панели и плиты. Каналы закрывают съемными чугунными или железобетонными плитами. Используются следующие размеры проходных туннелей: ширина 1—1,5 и высота 1,7—1,8 м. В отдельных случаях размеры могут увеличиваться.

Пешеходные галереи в литейных цехах устраиваются на высоте от уровня пола до низа выступающих конструкций покрытий галерей не менее 1,9—2,0 м. Ширина их зависит от количества людей, проходящих в смену в одном направлении (до 400 человек), и составляет 1,5 м. Дальнейшее увеличение ширины берется из расчета 0,5 м на каждые последующие 200 человек.

Ворота в литейных цехах устанавливаются размерами 2×2,4; 3×3; 4×3; 4×3,6; 4×4,2 м. Размеры ворот выбирают в зависимости от габаритов транспортируемых грузов и интенсивности работы ворот. По конструкции ворота бывают раздвижными и двустворчатыми с ручным и механическим закрытием. Размеры ворот на железнодорожных линиях с широкой колеей — 4,7×5,6 м.

В зданиях устанавливаются одно- или двустворчатые двери с высотой 2,8 м. Ширина одностворчатой двери составляет 0,9 м, минимальная ширина двустворчатой — 1,3 м.

Полы выкладываются из различных материалов в зависимости от назначения участка. В табл. 7.1 приведены нормы нагрузки на полы и выбор покрытий на участках литейных цехов и складов.

Табл. 7.1. Перемещаемая нормативная нагрузка на полы и перекрытия и выбор покрытий на участках литейных цехов и складов

Наименование	Нормативная нагрузка, тс/м ²				Мелкие отливки до 100 кг	Средние отливки до 1000 кг	Крупные отливки до 5000 кг	Тяжелые отливки до 20000 кг	Материалы, рекомендуемые для покрытий полов
	Развес литья	3—4	3—4	3—4					
Плавленное отделение: зона под вагранками и электропечами	3—4	3—4	3—4	3—4	3—4	3—4	3—4	3—4	Огнеупорный кирпич и чугунные плиты
	2—4	3—4	10	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	
Формовочное отделение	2—4	3—4	5	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	Чугунные плиты Земляной пол плацовой формовки и бетонный из сборных железобетонных плит при машинной формовке
	2—4	3—4	5	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	
Участок заливки	2—4	3—4	5	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	Земляной пол при плацовой заливке; сборные железобетонные и чугунные плиты при конвейерной заливке
	2—4	3—4	5	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	
Выбывное отделение	2—4	3—4	5	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	Металлоцементный пол, чугунные плиты
	2—4	2—4	3—4	3—4	3—4	3—4	3—4	3—4	
Стержневое отделение	3—4	3—4	3—4	3—4	3—4	3—4	3—4	3—4	Бетонные полы, сборные железобетонные плиты
	2—4	3—4	5	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	
Смесприготовительное отделение	2—4	3—4	5	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	Бетонные полы, сборные железобетонные плиты
	2—4	3—4	5	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	
Отделение обрубки	2—4	3—4	5	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	Металлоцементный пол
	2—4	3—4	5	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	
Отделение грунтовок	2—4	3—4	5	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	Бетонные полы, сборные железобетонные плиты
	2—4	3—4	5	10—15	10—15	10—15	10—15	10—15	
Склады: свободная площадь складов шихты и формовочных материалов	5	5	5	5	5	5	5	5	Сборные железобетонные плиты
	10—15	10—15	15	15	15	15	15	15	
закрома для шихты	10—15	10—15	15	15	15	15	15	15	Сборные железобетонные плиты, пол из булыжного камня или брусчатки по песку
	10—15	10—15	15	15	15	15	15	15	
закрома формовочных материалов	5	5	5	5	5	5	5	5	Бетонные полы и металлоцементный пол
	1	1,5	2	3	3	3	3	3	
закрома для кокса	5	5	5	5	5	5	5	5	Бетонные полы, сборные железобетонные плиты
	1	1,5	2	3	3	3	3	3	
промежуточный склад моделей	5	5	5	5	5	5	5	5	Бетонный пол, металлоцементные покрытия и металлические плиты
	5	5	5	5	5	5	5	5	
проезд по всему цеху	5	5	5	5	5	5	5	5	Брусчатка по песку
	5	5	5	5	5	5	5	5	
Железнодорожный путь	5	5	5	5	5	5	5	5	Брусчатка по песку
	5	5	5	5	5	5	5	5	

Примечание 1. Динамические и вибрационные нагрузки указываются дополнительно при выдаче заданий строителям.

2. Коэффициент перегрузки для междуэтажных перекрытий и ферм — $K=1,2$; для перекрытий туннелей — $K=1,5$.

3. Нагрузки, возникающие от устанавливаемого оборудования на перекрытия, оговариваются в строительном задании особо.

4. В указанных нормативных нагрузках не учтены нагрузки, возникающие при транспортировке монтируемого и демонтируемого оборудования, а также транспортируемых грузов, не участвующих в выполнении технологического процесса.

Здания литейных цехов оборудуются основными, служебными и пожарными лестницами. Основные лестницы размещаются внутри здания, пожарные — снаружи. Минимальная ширина основных лестниц 1,05 м, служебных — 0,9 м. Лестничные площадки выполняются шириной не меньше марша основных лестниц и не менее 1,2 м. Количество маршей на один этаж достигает 2—3.

Междуэтажные перекрытия устраивают из ребристых плит размером 1—1,2×6 м, которые размещаются на железобетонных прогонах, опирающихся на колонны.

7.3. Отопление и вентиляция

В качестве теплоносителя для обогрева литейных цехов применяют горячую воду или пар. Расчет количества тепла ведется с учетом тепловыделений при технологических процессах (плавка металла, разливка металла, охлаждение форм и отливок, термообработка и т. д.).

Тепловыделение 1 т литья на отдельных участках цеха конвейерного производства приведено в табл. 7.2.

Табл. 7.2. Тепловыделение 1 т литья в цехах с конвейерными установками

Участки тепловыделений	Литье при подаче горячих отливок из выбивки на очистку, ккал		Литье при остывании отливок в помещении выбивки, ккал	
	мелкое	среднее	мелкое	среднее
Помещение заливки	20000	30000	20000	30000
Охладительный кожух	15000	15000	15000	15000
Помещение выбивки	15000	20000	30000	40000
Помещение очистки	25000	35000	10000	15000
Тепло оборотной смеси	25000	35000	25000	35000

Тепло расходуется на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха, поступающего в цех материала и транспорта, потери через стенки здания и строительные конструкции, ворота, проемы и др.

Для цехов, защищенных от ветра и не имеющих вытяжной вентиляции, количество поступающего воздуха через ворота и проемы составляет 7000 м³/ч на 1 м² проема. В цехах, не защищенных от ветра или оборудованных вытяжной вентиляцией, — 11 000 м³/ч.

Если расчетная температура наружного воздуха — 20°C и ниже и ворота открываются больше чем на 40 мин в смену, предусматриваются воздушные или воздушно-тепловые завесы.

При отоплении цеха с помощью приточной вентиляции температура подаваемого воздуха должна быть не более 70°C, при этом приточная вентиляция устанавливается на высоте более 3,5 м от уровня пола. Если подача воздуха осуществляется на высоте 3,5 м от пола, температура его не должна превышать 45°C, а рабочее место устанавливается не ближе чем на 2 м. В формовочных отделениях при-

точная вентиляция должна обеспечивать минимально трехкратный воздухообмен.

Очистка цеха от пыли и газов производится вытяжной вентиляцией. В местах с выделением большого количества пыли и газов устанавливаются местные отсосы. Если в цехе установлено более 20 вентиляционных установок, рекомендуется централизовать их управление. Вентиляционные установки должны поддерживать заданные температурный режим в цехе и содержание газов, пыли и паров в допустимых концентрациях.

На складах вентиляция предусматривается только при наличии оборудования, выделяющего пыль или газы.

7.4. Освещение

Освещению рабочих мест и участков должно уделяться большое внимание. Плохое освещение отрицательно влияет на трудоспособность работающего, что вызывает снижение производительности труда.

Литейные цехи освещаются естественным и искусственным светом. Естественное освещение осуществляется через окна и фонари, а искусственное — электролампами различных типов. Нормальная освещенность рабочего места не должна давать резких теней и слепить работающего.

В производственных помещениях применяется общее и местное освещение. Светильники общего освещения с лампами накаливания устанавливаются на высоте не менее 3—4 м от уровня пола, а светильники местного освещения — на высоте 2,5 м и меньше. Местное освещение проектируется с напряжением не более 36 В, переносное — не выше 12 В.

При расчете осветительных установок с лампами накаливания применяется коэффициент запаса, учитывающий снижение освещения от загрязнения светильников, старения ламп и т. д.

В литейных цехах предусматривается аварийное освещение, величина которого на рабочих местах составляет 10% нормы местного освещения и в проходах 0,3 лк.

7.5. Бытовые и административно-канторские помещения

К бытовым помещениям литейного цеха относятся гардеробные, душевые, медпункт, столовая, умывальные, санузлы, курительные помещения, помещения для отдыха и личной гигиены женщин. К канторским помещениям — кабинеты и комнаты руководящего и технического персонала цеха, красные уголки и залы заседаний.

Бытовые помещения и вспомогательные здания проектируются с учетом норм СНиП II-М.3—68 «Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий», СНиП II-М.2—71 «Производственные здания промышленных предприятий» и др.

Бытовые и канторские помещения следует размещать в пристройках к производственным зданиям. Если невозможно выполнить

требования аэрации и защитить вспомогательные помещения от производственных вредностей, их размещают в отдельно стоящих зданиях (рис. 7.5). В этом случае следует предусматривать отапливаемые переходы между вспомогательными и производственными зданиями.

Вспомогательные помещения допускается размещать иногда внутри производственных зданий. Ширину их обычно принимают 12

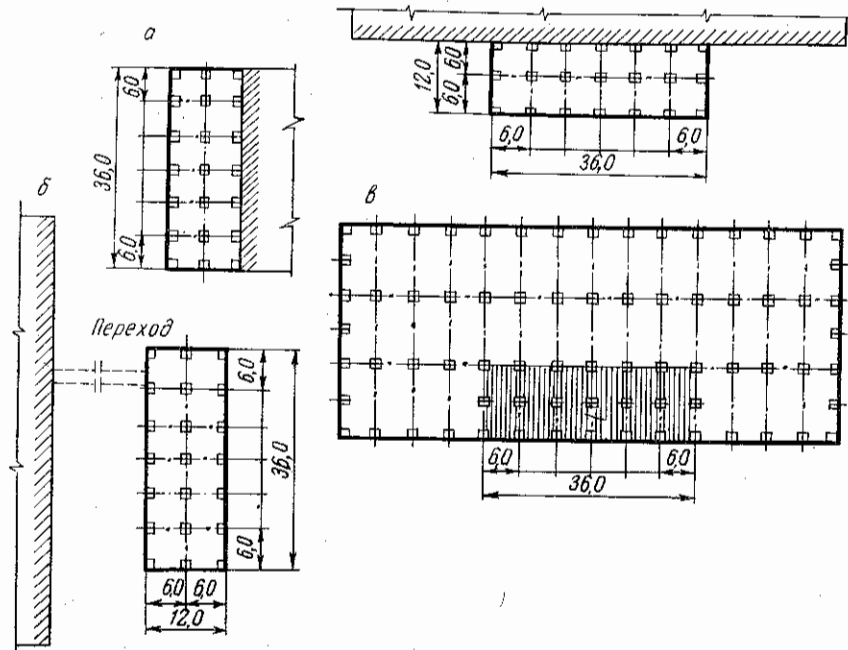


Рис. 7.5. Расположение помещений и зданий административно-бытового назначения: а — пристроенных; б — отдельно стоящих; в — встроенных

и 18 м при шаге колонн 6 м. Высоту этажей вспомогательных зданий в зависимости от условий принимают равной 3,3 или 4,2 м. Отношение площади окон к площади помещения составляет 1:6—1:9.

Здания бытовых помещений бывают с несущими наружными стенами и неполным каркасом и с самонесущими стенами и полным каркасом. Несущий каркас выполняется из железобетонных колонн с размером в сечении 300×400 мм.

Колонны выполняются на всю высоту зданий. Здания бесчердачные, с теплой совмещенной кровлей. Стены зданий могут быть из кирпича, силикатных или легкогобетонных блоков и однослойных пенобетонных панелей. Перегородки устраивают из шлакогипсобетонных крупноразмерных или мелких плит. Во влажных помещениях (душевые, умывальные и др.) стены на всю высоту от пола при высоте помещения 3,3 м и на 3 м при высоте помещения 4,2 м облицовываются глазурованными или асбоцементными плитами. Перего-

родки выполняются из водостойкого железобетона, бетона или стеклоблоков толщиной $\frac{1}{4}$ кирпича.

Полы в бытовых помещениях делают из керамических рифленых плиток, бетонные и мозаичные. В конторах полы застилают ксилолитом, линолеумом или деревом.

Площадь гардеробных определяется количеством шкафов для хранения одежды. Нормами предусмотрен один шкаф для одного

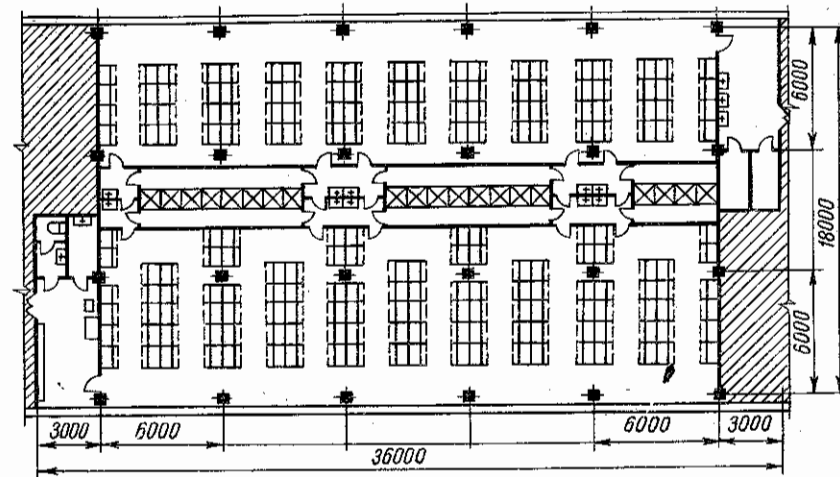


Рис. 7.6. Гардербно-душевые блоки

рабочего. Размер одинарного шкафа 50×25 см, двойного—50×33 см с высотой 1,65 м. Ширина прохода между закрытыми шкафами не менее 1 м. Верхняя одежда работников конторы, лаборатории и различных служб по согласованию с органами санитарного надзора может храниться на вешалках. Длина вешалки определяется из расчета 5 крючков на 1 пог. м.

Душевые размещают в помещениях, смежных с гардеробными (рис. 7.6). При душевых предусматривают помещения для переодевания, на каждый душ устанавливается скамейка на три места длиной 1,2 м и шириной 0,3 м. Размещать душевые и преддушевые у наружных стен не допускается.

Количество душев определяется из расчета один душ на 10 человек, работающих в наиболее многочисленной смене. Размеры (в плане) открытых душевых кабин 0,9×0,9 м, а закрытых—1,8×0,9 м, мест для переодевания—не менее 0,6×0,9 м. Ширина проходов между рядами кабин не менее 1,5 м, а между кабинками и стеной—не менее 0,9 м. Расчетное время действия душевой после каждой смены принимается 45 мин. Душевое помещение должно иметь вытяжную и приточную вентиляцию.

Количество умывальников определяется из расчета один умывальник на 20 человек с подачей горячей воды к 30% умывальников. Расчет ведется по наиболее многочисленной смене. По нормам про-

ектирования площадь на один кран составляет 2,1 м², расстояние между кранами — 0,6 м, ширина проходов — 1,6 м. Примеры планировок умывальных приведены на рис. 7.7.

Санузлы в цехе размещаются равномерно на расстоянии не более 75 м от рабочего места с размером кабин 1,2×0,9 м. Их количество определяется из расчета 15 женщин на одну напольную чашу (или унитаза) в наиболее многочисленной смене и 30 мужчин на одну напольную чашу (или унитаза) и на один писсуар.

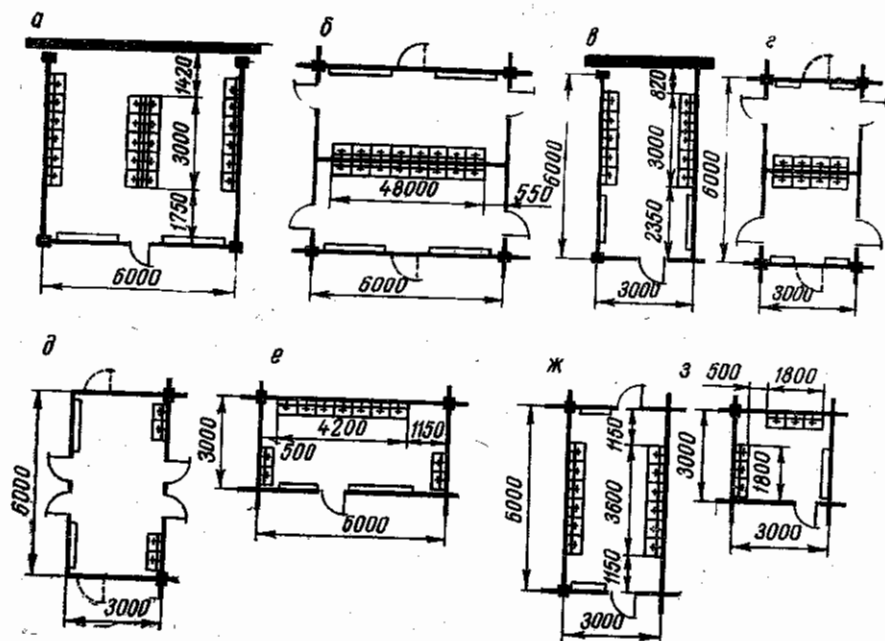


Рис. 7.7. Планировочные элементы умывальных:
а, б — размером 6х6 м; в—ж — 6х3 м; з — 3х3 м

В цехах, где работает не менее 100 женщин, устраивается комната личной гигиены. Она состоит из приемной площадью 10—20 м² и процедурной с душем — 1,5 м². На каждые 200 человек сверх указанного количества добавляется по одному душу.

Нормы проектирования административно-конторских помещений зависят от назначения помещений и составляют: для рабочих комнат управлений и контор — 4 м² на одного работающего в наиболее многочисленной смене; для комнат конструкторского бюро — 6 м² на один чертежный стол; для залов совещаний вместительностью до 100 человек — 1,2 м² на одно место, а вместительностью свыше 100 человек — по 0,9 м² на каждое место сверх указанного количества; для кулуаров при залах совещаний 0,4 м² на каждое место в зале совещаний.

Величина площади кабинетов зависит от количества служащих. Так, при количестве служащих до 150 человек площадь кабинетов

составляет 15% площади рабочих комнат, при количестве служащих от 151 до 300 человек — до 12% площади рабочих комнат и более 300 человек — до 10% площади рабочих комнат, для учебных занятий — 1,75 м² на одно ученическое место, для кабинетов по технике безопасности при списочном количестве работающих до 1000 — 25 м², от 1001 до 3000 — 50 м².

Площади помещений цеховых общественных организаций следует принимать согласно табл. 7.3.

Табл. 7.3. Площади помещений цеховых общественных организаций

Организации и помещения	Площади помещений (м ²) при списочном количестве работающих в цехе				
	до 300	301—500	501—1000	1001—1500	более 1500
Кабинет секретаря партийной организации	—	12	12	18	24
Кабинет председателя цехового комитета	—	12	18	18	24
Рабочая комната	12	12	18	24	24
Кабинет секретаря комсомольской организации	—	12	12	18	24

В цехе предусматривается столовая или буфет, комната приема пищи. При количестве работающих в дневной смене в 250 человек и более предусматривается столовая, работающая на полуфабрикатах. Если количество работающих в смене менее 250 человек, предусматриваются буфеты с отпуском горячих блюд, доставляемых из столовой. Расстояние до пункта питания должно приниматься при обеденном перерыве в 30 мин не более 300 м, а при обеденном перерыве 1 ч — не более 600 м.

Количество обеденных мест в столовых и буфетах следует принимать из расчета одно место на 4 человека, работающих в дневной смене. Количество раздаточных стоек и их оборудование должны обеспечить отпуск обедов в каждом потоке в течение не более 10 мин.

Площадь комнат приема пищи должна определяться из расчета 1 м² на каждого посетителя, но не менее 12 м². Их оборудуют кипятильниками, холодильниками, умывальниками и электрическими плитами.

Площадь отдельных рабочих помещений и кабинетов должна быть не менее 9 м².

Расстояние от рабочих мест до питьевых фонтанчиков или до установок раздачи газированной воды должно быть не более 75 м.

При числе работающих 300—800 человек в литейном цехе предусматривается фельдшерский пункт и врачебный пункт — при 800—2000 человек. Медицинские пункты размещаются на первом этаже бытовых помещений. Площадь фельдшерского пункта составляет 48 м², врачебного — 66 м².

Литейные цехи должны строиться с учетом эстетических требований производственной среды: применения цветовой отделки строительных конструкций, технологического и транспортного оборудова-

ния, цеховых коммуникаций, скульптуры, живописи, озеленения, удобной и элегантной одежды, устройства в цехах благоустроенных и художественно оформленных мест отдыха.

7.6. Нормы проездов, проходов и привязки оборудования

При проектировании литейных цехов расстановка и привязка оборудования внутри цеха производится согласно нормам, предусматривающим величину размеров цеховых проездов и проходов, расстояние оборудования от стен и колонн, ремонтные зазоры и др.

Размеры проездов и проходов зависят от вида транспорта, размеров транспортируемых грузов, величины зоны обслуживания оборудования. Они приведены в табл. 7.4.

Размер ширины проезжей части предусматривает размеры транспортируемого груза — он не должен выходить за пределы габаритов транспорта.

Магистральные проезды предназначаются для межцеховых перевозок с возможностью проезда автомашин и могут быть продольными или поперечными, преимущественно сквозными. Количество и расположение магистральных проездов определяется размерами и компоновкой корпусов, а также технологическими связями с другими корпусами.

Ширина проездов при транспортировке электропогрузчиками дается с учетом возможности их поворота на 90°. При размере транс-

Табл. 7.4. Нормы размеров

Характеристика проездов	Эскиз расположения проездов	Направление движения	Минимальная высота проезда, мм	Обозначение размера						
					Размеры проездов и расстояний между оборудованием при различных средствах транспорта, мм					
Проезд при отсутствии зон обслуживания оборудования		Одностороннее	3000	A						
					Двустороннее	3000	A			
Проезд при обслуживании оборудования с одной стороны		Одностороннее	3000	A						
					Проезд между двумя зонами обслуживания оборудования		Одностороннее	3000	A	
Магистральный проезд	Двустороннее	—	A							

портируемых грузов в направлении, перпендикулярном к проезду, свыше 3000 мм ширина проезда и расстояние его до оборудования устанавливаются в каждом отдельном конкретном случае.

Двустороннее движение в два потока не рекомендуется и допускается только при соответствующем технико-экономическом обосновании в проекте.

Передаточные тележки на рельсовом пути не должны размещаться на магистральных проездах. Минимальная ширина проходов — 800 мм. Размеры проходов зависят от наружных габаритов оборудования с учетом ограждений.

Высота проемов для проездов устанавливается с учетом ограждений, максимальных габаритов транспортируемых грузов и стандартного ряда высот 3000, 4200, 5600 мм. В отдельных случаях допускается снижение высоты проемов до 2300 мм при соответствующем обосновании в проекте.

Основные проезды и проходы намечаются в начальной стадии проектирования технологической планировки оборудования. Вдоль наружных остекленных стен в цехах массового и крупносерийного производства рекомендуется предусматривать проезд для очистки остеклений подъемно-транспортными средствами.

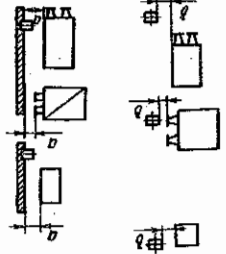
Проезды и проходы обходят тонкими линиями и слегка затемняют. Нормы расстояний от стационарного оборудования до стен и колонн даны в табл. 7.5.

цеховых проездов и проходов

Размеры проездов и расстояний между оборудованием при различных средствах транспорта, мм												
электрокары грузоподъемностью, тс			электропогрузчики грузоподъемностью, тс			краны и краны-балки		электротележки по рельсовому пути шириной, мм			грузовые автомашины, т	
до 1	до 3	до 5	до 0,5	до 1	до 3			1000	1524	1524	до 1	до 5
размеры транспортируемых грузов или тары с грузом, мм												
до 800	до 1500	до 2000	до 800	до 1500	до 2000	до 1500	до 3000	до 1500	до 2200	до 2600	—	—
2000	2500	3000	2500	3000	4000	2500	4000	2500	3500	4000	—	—
2500	3000	3500	3000	3500	4500	3000	4500	3000	4000	4700	—	—
3000	3500	4000	3500	4000	5000	—	—	—	—	—	—	—
3500	4000	4500	4000	4500	5500	—	—	—	—	—	—	—
2000	2500	3000	2500	3000	4000	2500	4000	—	—	—	—	—
3300	3800	4300	3800	4300	5300	3800	5300	—	—	—	—	—
2000	2500	3000	2500	3000	4000	2500	4000	—	—	—	—	—
4000	4500	5000	4500	5000	6000	4500	6000	—	—	—	—	—
3000	3500	4000	3500	4000	5000	—	—	—	—	—	4500	5500
3500	4000	4500	4000	4500	5500	—	—	—	—	—	5000	6000

Табл. 7.5. Нормы расстояний от стационарного оборудования до стен и колонн

Расстояния	Расстояние, мм				Эскиз
	мелкое оборудование габаритом до 1500 × 1000 мм	среднее оборудование габаритом до 4000 × 6000 мм	крупное оборудование габаритом до 8000 × 6000 мм	габаритом более 8000 × 6000 мм	
От стены до тыльной или боковой стороны оборудования <i>a</i>	800	1000	1100	1200	
От колонны до тыльной или боковой стороны оборудования <i>b</i>	800	1000	1100	1200	



При обслуживании оборудования краном расстояние оборудования от стен и колонн устанавливается с учетом нормального положения крюка крана над обслуживаемым оборудованием.

При установке оборудования на индивидуальном фундаменте расстояние оборудования от стен и колонн устанавливается с учетом конфигураций смежных фундаментов, в отдельных случаях расстояние увеличивается при необходимости ремонта обслуживания оборудования или при других обоснованиях в проекте.

Размеры расстояний указанных габаритов оборудования рассчитываются с учетом ограждения движущихся частей. Оборудование относят к той или иной группе с учетом его минимального габаритного размера. При размещении оборудования (или блоков оборудования) между колоннами расстояние до колонн определяется конструктивно. В этом случае проход организуется в обход колонны. Нормативные данные табл. 7.5 не относятся к подъемно-транспортному оборудованию.

Нормы размеров проходов и ремонтных зазоров при размещении конвейеров в тоннелях, галереях и на площадках даны в табл. 7.6.

Табл. 7.6. Нормы размеров проходов и ремонтных зазоров при размещении конвейеров в тоннелях, галереях и на площадках

Тип и характеристика конвейера	Расположение проходов относительно конвейера	Минимальная ширина прохода от конструкции конвейера, м	Минимальная ширина ремонтного зазора от конструкции конвейера до стены, м	Минимальная высота до низа конструкции дерекрагги, м
Пластинчатый конвейер шириной 800, 1200, 1600 мм при перемещении теплоизлучающих материалов	Проход по обе стороны	2,0	—	2,4
Пластинчатый конвейер шириной 800, 1200, 1600 мм при перемещении теплоизлучающих материалов	Проход по одну сторону	2,0	0,8	2,4
Ленточный конвейер при размещении в тоннеле шириной ленты 500, 550, 800, 1000 мм	Проход по обе стороны	1,0, у	—	2,4
То же	Проход по одну сторону	1,2	0,4—0,5	2,4
То же при размещении в галереях и на площадках	Проход по обе стороны	1,0	—	2,4 (2,0)
То же	Проход по одну сторону	1,0	0,4—0,5	2,4 (2,0)

Примечание. 1. Чтобы избежать сооружения подземных тоннелей, рекомендуется применять двухэтажные здания для цехов с развесом отливок до 1000 кг, а также при высоком уровне грунтовых вод.

2. Ширина тоннелей и галерей выбирается с учетом унифицированных строительных решений.

3. Высота проходов на открытых площадках до низа выступающих конструкций принимается 2,0 м (цифра в скобках гр. 5).

4. Ширина рабочих мест у конвейеров принимается не менее 0,8 м.

Глава 8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА В ЦЕЛОМ

8.1. Отечественные литейные цехи

Проектирование литейного цеха — трудоемкий процесс. Введение в строй новых мощностей литейных цехов и заводов, а также реконструкция существующих требуют большого количества проектной документации в короткие сроки.

Для ускорения выполнения проектных работ, а также унификации проектных решений, нестандартного оборудования и специальных сооружений разработан «Типаж и размерные ряды производственных участков чугуно- и сталелитейных цехов машиностроительных заводов», на основании которого разработаны типовые проекты плавильных, смесеприготовительных, стержневых, формовочно-заливочно-выбивных, обрубных и грунтовочных участков с комплектом оборудования, типовой технологией и организацией производства. При разработке типовых проектов производственных участков учитывались материалы утвержденных типовых проектов литейных цехов и заводов, проектов вновь строящихся и реконструируемых цехов, отвечающих современному уровню проектирования, а также материалы обследования передовых цехов и заводов.

Номенклатура материалов по литейному производству разработана и издана рядом проектных организаций. Она вошла в «Общемашиностроительные типовые и руководящие материалы в области технологии и организации производства» (ОМТМ).

При проектировании используют утвержденные типовые проекты литейных цехов и разработанные типовые участки. Это позволяет значительно сократить сроки проектирования, ошибки в проектах и тем самым уменьшить стоимость проектных работ. Путем подбора соответствующих типовых производственных участков можно частично или полностью использовать проектную документацию для компоновки литейного цеха. Такой цех, скомпонованный из типовых участков, показан на рис. 8.1.

Компоновки некоторых отечественных и зарубежных литейных цехов в одноэтажном и двухэтажном исполнении приведены ниже. На рис. 8.2 показан сталелитейный цех Уральского автомобильного завода мощностью 30 000 т/год отливок, запущенный в работу в 1967 г. Цех одноэтажный, расположен в одном корпусе прямоугольной формы размером 120×144 м и состоит из двух поперечных пролетов высотой 12,6 м до запятки ферм и пяти продольных пролетов высотой 9 м, сетка колонн по всему корпусу—24×12 м, шаг колонн

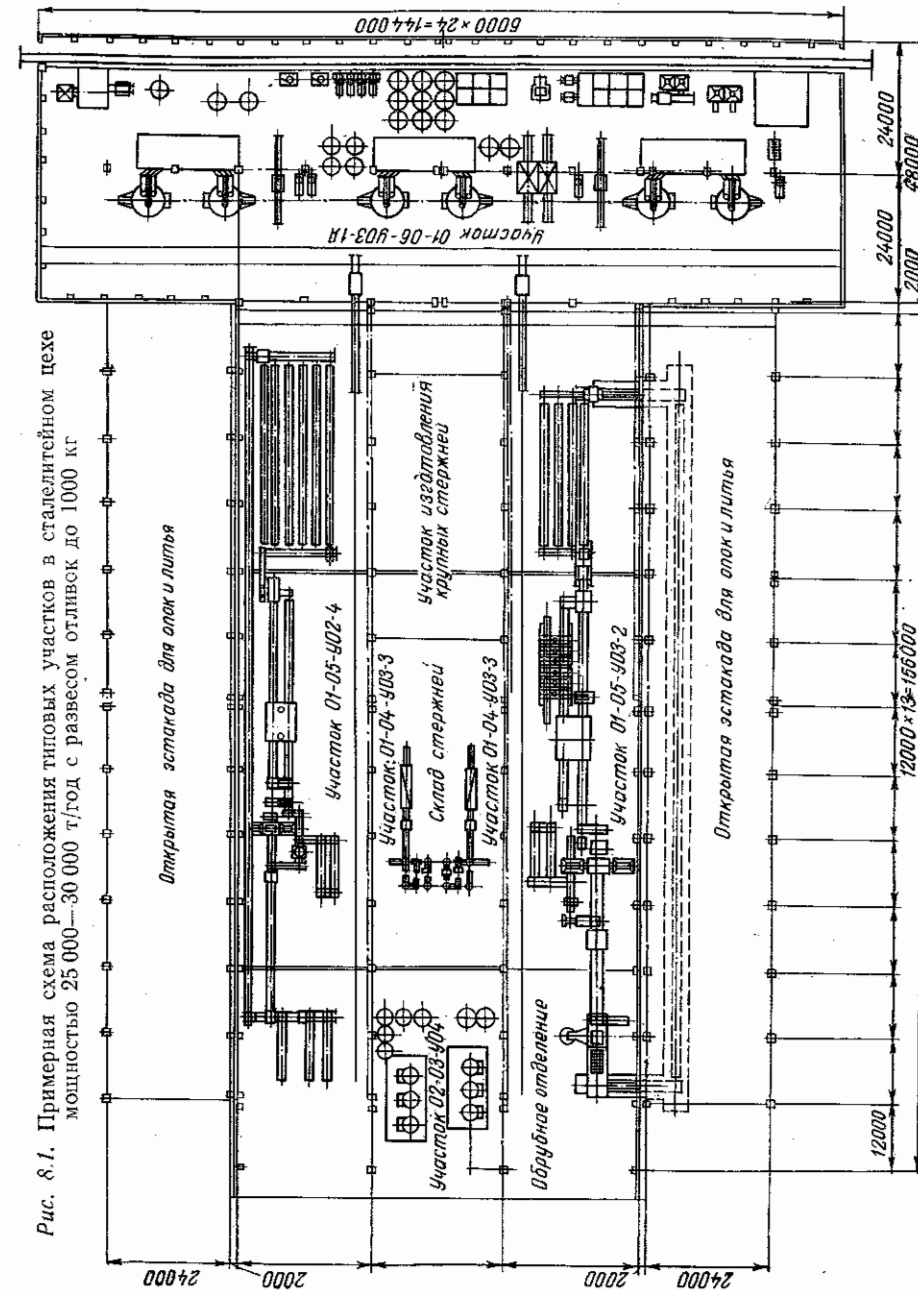


Рис. 8.1. Примерная схема расположения типовых участков в сталелитейном цехе мощностью 25 000—30 000 т/год с развесом отливок до 1000 кг

по наружным осям — 6 м. Кровля цеха плоская, мягкая, бесфонарная. Корпус имеет развитое подземное хозяйство, где размещены непрерывный технологический транспорт, оборудование, работа которого сопровождается шумом, и др. Площадь застройки корпуса 17 280 м². К торцу цеха пристроен бытовой корпус.

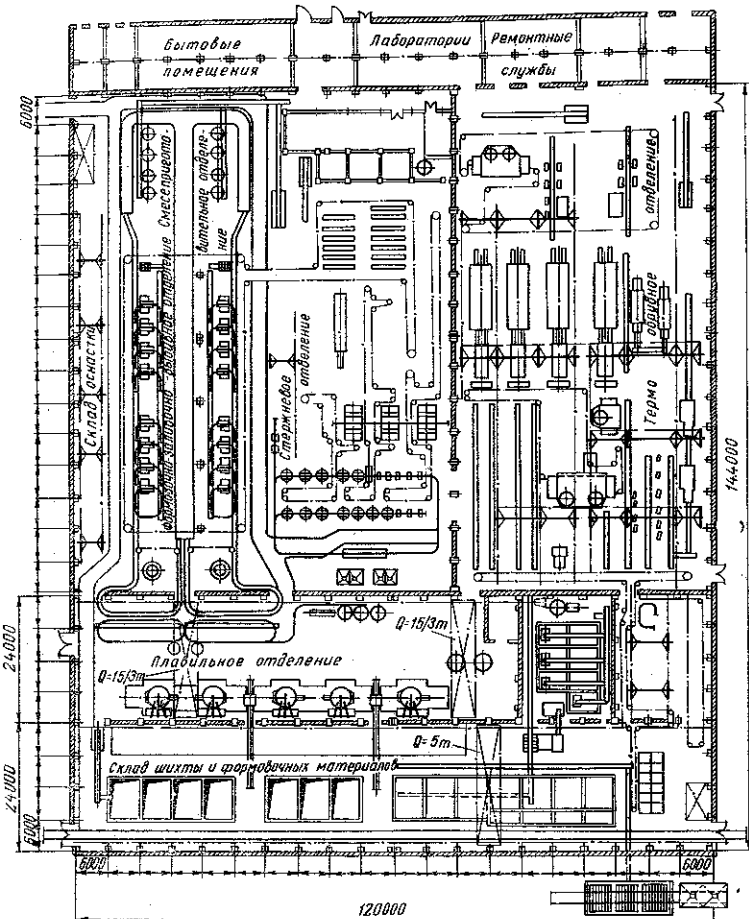


Рис. 8.2. Сталелитейный цех Уральского автомобильного завода мощностью 30 000 т/год

Цех спроектирован с учетом достижений современной техники отечественного и зарубежного сталеплавильного производства и укомплектован прогрессивным оборудованием, современными транспортными средствами и автоматикой. В корпусе осуществляется комплексный технологический цикл поточного производства.

Большое внимание уделено эстетике: подбору и качественной окраске оборудования, оснастки и коммуникаций, отделке помещений, созданию интерьеров и улучшению культурно-бытового обслуживания рабочих.

В двух поперечных пролетах корпуса размещены склад шихты и формовочных материалов, плавильное отделение, а в пяти продольных — формовочно-заливочно-выбивное, стержневое, термообрубочное и окрасочное отделения. Автоматизированные смесеприготовительные отделения находятся в торцах пролетов соответствующих отделений.

В плавильном отделении установлено пять электродуговых печей типа ДС5МТ производительностью 2,5 т/ч. Жидкий металл на заливку подается в ковшах на подвесном транспортере. В цехе применяется процесс грануляции электропечного шлака, впервые разработанный в нашей стране, что позволяет сократить потери металла со шлаком на 260 т/год.

В формовочном отделении установлены два конвейера, оснащенные формовочными машинами мод. 2М265, для опок размером 950 × 650 × 350/350 мм.

Стержневое отделение оснащено пескодувными и пескострельными полуавтоматами мод. 310 для стержней весом 12 кг и мод. 400 для стержней весом 8—12 кг; производительность автоматов 70 и 85 стержней/ч. Стержни весом 3,5—4 кг изготавливаются в горячих ящиках на агрегате мод. 700 (80—90 съемов/ч).

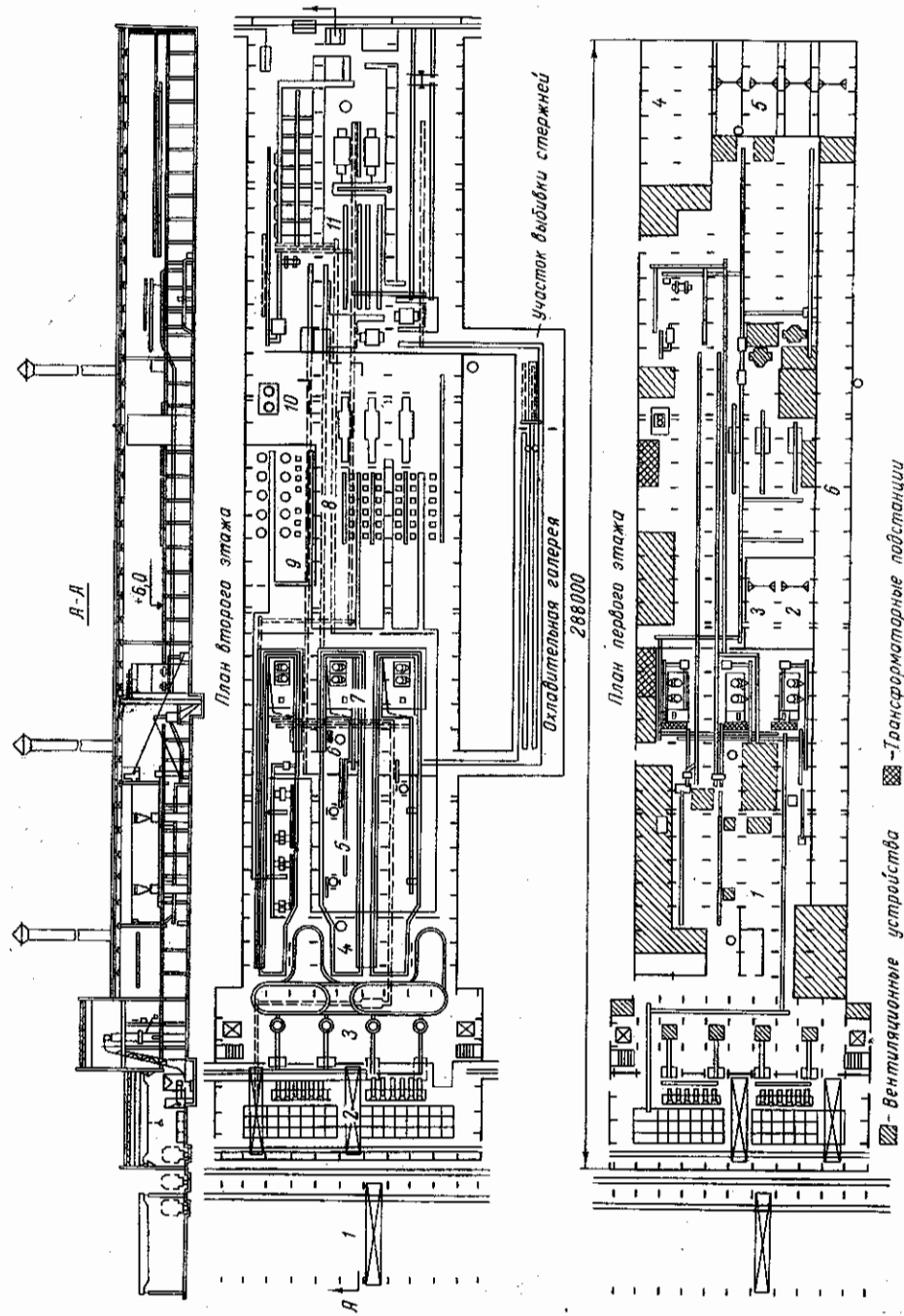
Выбивка отливок производится на конвейере, а очистка — в галтовочных барабанах непрерывного действия, установленных в подвальной помещении. Для сокращения длины охлаждающих конвейеров впервые в сталелитейном производстве применено двукратное водяное душирование отливок. Поступление полностью охлажденных отливок в галтовочные барабаны обеспечило удаление прибылей и литников в барабане и практически полностью ликвидировало операцию газовой отрезки прибылей.

Отливки подвергаются нормализации в толкательных печах площадью пода 20 м² с газовым обогревом, производительностью 2000 кг/ч. Отливки грунтуются окунанием.

Технико-экономические показатели цеха: съем с 1 м² площади составляет 2 т/год, брак — 1,75%, что почти в три раза меньше, чем в среднем по сталелитейным цехам отрасли.

В цехе применена высокоэффективная вентиляция с очисткой воздуха. Вентиляцию обеспечивают 172 приточные и вытяжные системы. Приточные камеры размещены на антресолях и имеют секции для очистки, охлаждения или подогрева воздуха. Общий приток воздуха составляет 1,4 млн. м³/ч, кратность воздухообмена в корпусе повышена до 6,5 раза в час. Удаляется воздух местными вытяжными системами и вентиляторами, установленными на кровле корпуса. Местная вытяжка установлена на заливке металла, выбивке, у дуговых печей и др. Все ленточные конвейеры для удаления отработанной смеси оборудованы укрытиями с вытяжной вентиляцией, в местах пересыпок с конвейера на конвейер предусмотрен отсос пыли.

Высокая освещенность цеха достигнута совмещением общего освещения ртутными лампами высокого давления ДРЛ-400,



ДРЛ-700 и местного — удобно расположенными лампами накаливания.

На рис. 8.3, 8.4 показаны проектные решения цехов массового производства отливок автомобилей из серого чугуна и стали. Цехи—двухэтажные, шириной 72 м и длиной 300 м, без фонарей с расчетом на искусственную вентиляцию.

Выплавка серого чугуна производится в вагранках закрытого типа. В сталелитейном цехе для выплавки стали установлены электродуговые печи. В цехах предусмотрена комплексная механизация и автоматизация всех производственных и транспортных процессов.

Специализация мелкосерийного производства позволяет организовать поточное производство отливок, во многом схожее с крупносерийным. Современные специализированные цехи с мелкосерийным характером производства отличаются от крупносерийных главным образом значительными площадями для хранения и подготовки модельной и стержневой оснастки.

Двухэтажный типовой чугунолитейный цех мелкосерийного производства отливок весом до 1000 кг показан на рис. 8.5.

На втором этаже размещены в основном производственные отделения. На первом — бытовые помещения, склады оснастки, участки охлаждения отливок и грунтовки, печи для сушки стержней, вентиляционные установки, экспедиция.

Плавильное отделение оборудовано вагранками. Для жидкого модифицирования и легирования рядом с вагранками установлены индукционные печи.

Изготовление отливок производится на двух поточных линиях. В обеих линиях используются пульсирующие вертикально замкнутые конвейеры. На первой линии изготавливаются отливки весом до 500 кг в опоках размером 1500×1000 мм, на второй — отливки весом 500—1000 кг размером опок 2000×1600 мм.

Мелкие отливки формуются на шестипозиционных полуавтоматических линиях скользящей оснастки, где осуществляются одновременно все операции формовки. Для серийных отливок предусмотрены машины 846. Большие отливки изготавливаются на линии скользящей оснастки, оборудованной двумя машинами 236 и пескометом. Модельная оснастка комплектами подается с первого этажа. Сборка форм производится на пульсирующих конвейерах-спутниках с помощью кранов-балок и кранов. Для средних отливок предусматривается поверхностное упрочнение форм.

Рис. 8.3. Двухэтажный литейный цех массового производства отливок автомобилей мощностью 65 000 т/год:

план первого этажа: 1 — мастерская по ремонту оборудования, моделей, опок; 2 — склад моделей; 3 — склад стержневых ящиков; 4 — грунтовочное отделение; 5 — склад отливок; 6 — бытовые и конторские помещения;
 план второго этажа: 1 — открытая эстакада для хранения чушкового чугуна; 2 — склад шихты; 3 — плавильное отделение; 4 — заливочное отделение; 5 — формовочное отделение; 6 — выбивное отделение; 7 — смешеприготовительное отделение для форм; 8 — стержневое отделение; 9 — участок изготовления оболочковых стержней; 10 — смешеприготовительное отделение для стержней; 11 — очистное отделение

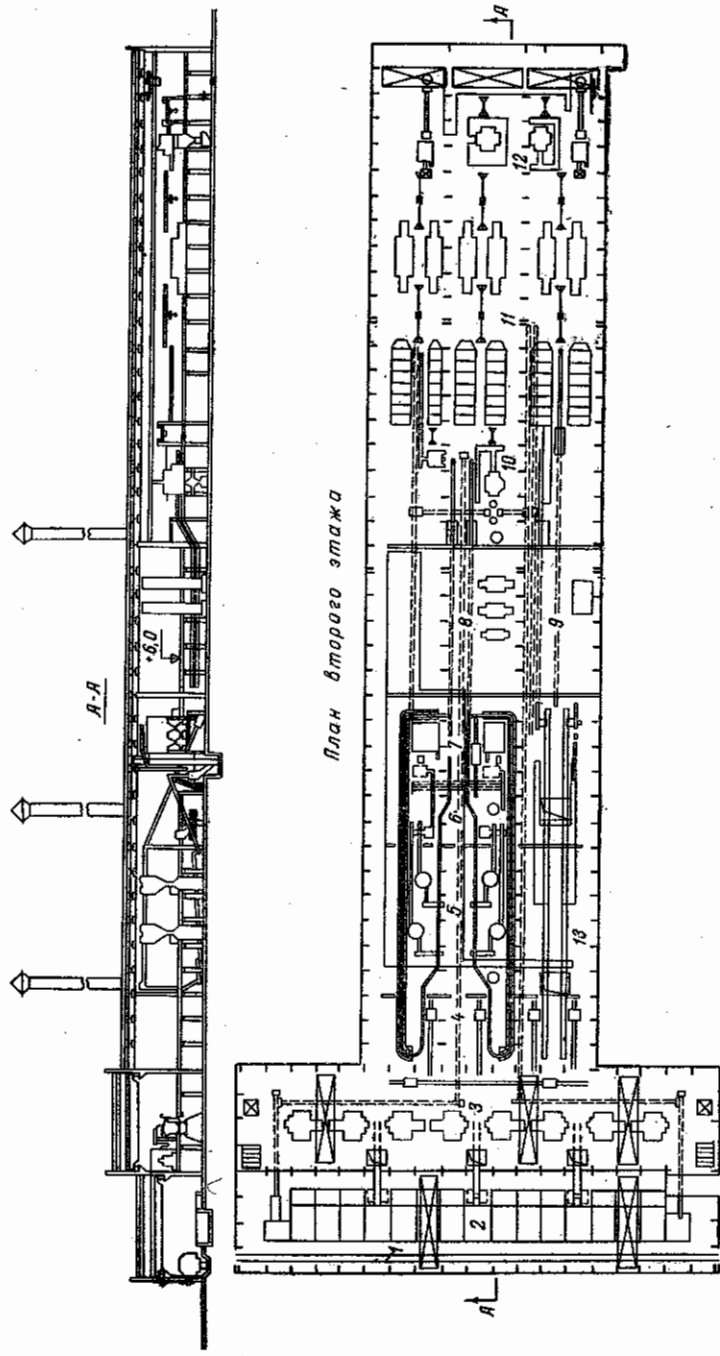


Рис. 8.4. Двухэтажный фасонно-сталелитейный цех массового производства отливок автомобилей мощностью 65 000 т/год.

1 — железнодорожный путь; 2 — склад шихты; 3 — плавильное отделение; 4 — заливочный участок; 5 — формовочное отделение; 6 — выливной участок; 7 — смешеприготовительное отделение для форм; 8 — стержневое отделение; 9 — смешеприготовительное отделение для стержней; 10 — участок первичной очистки отливок; 11 — термические печи; 12 — участок вторичной очистки отливок; 13 — участок изготовления обочочковых форм

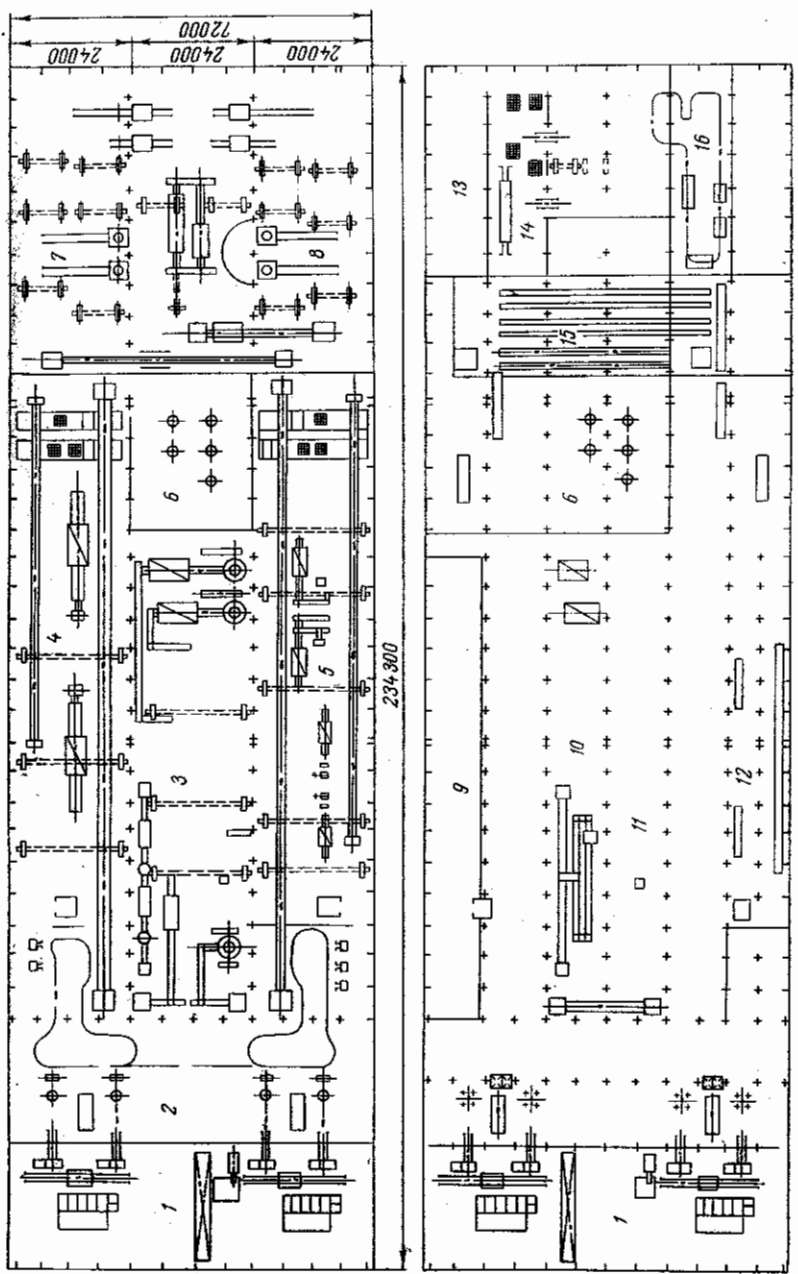


Рис. 8.5. Двухэтажный типовой чугунолитейный цех мелкосерийного производства станных деталей весом до 1000 кг мощностью 35 000 т/год.

1 — отделение навески шихты; 2 — плавильное отделение; 3 — стержневое отделение; 4 — формовочное отделение для отливок весом до 500 кг; 5 — формовочное отделение для отливок весом до 500 кг; 6 — смешеприготовительное отделение; 7 — участок обрубки и очистки отливок весом 500—100 кг; 8 — участок обрубки и очистки отливок весом до 500 кг; 9 — бытовые помещения; 10 — участок подготовки модельной оснастки для больших отливок; 11 — участок подготовки стержневой оснастки для малых отливок; 12 — вентиляционные дыры; 13 — участок охлаждения отливок; 14 — участок грунтовки отливок; 15 — участок грунтовки отливок весом до 20—500 кг

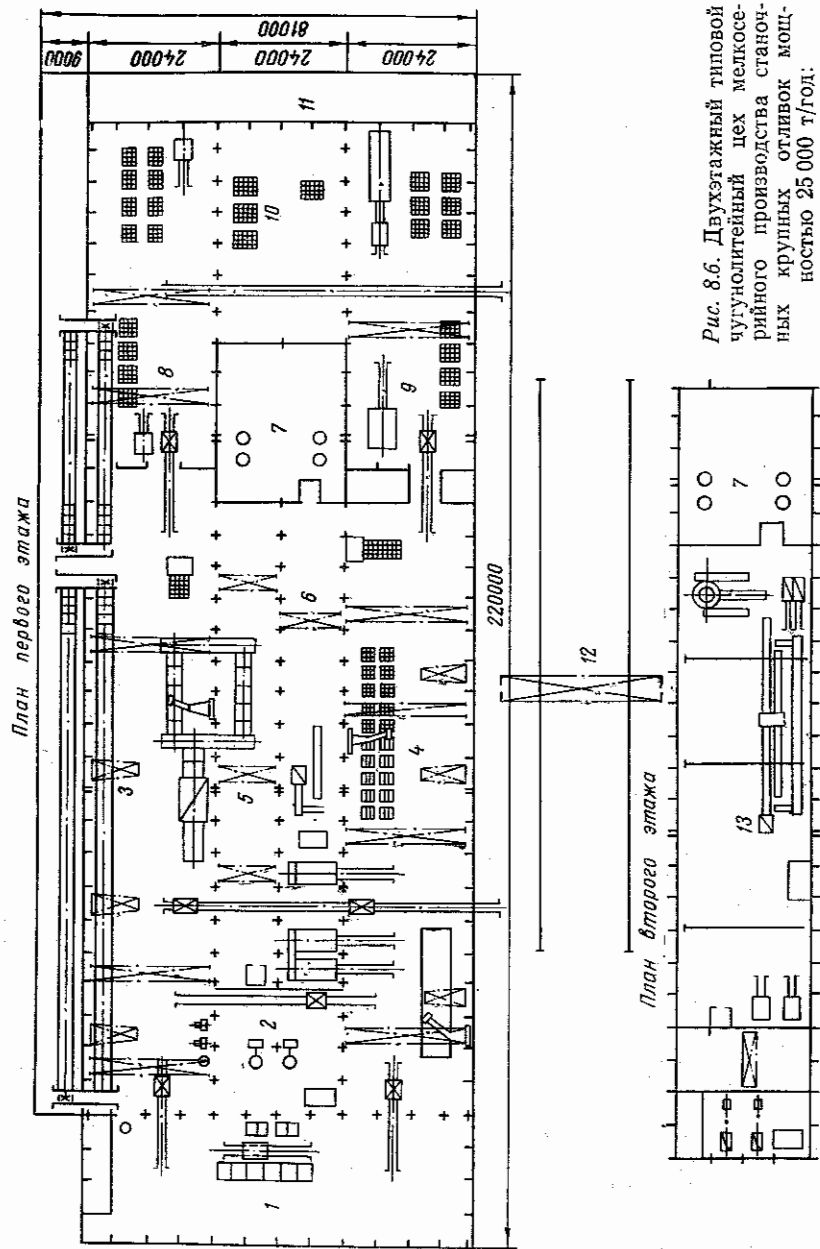


Рис. 8.6. Двухэтажный типовой чугунолитейный цех мелкосерийного производства станочных крупных отливок мощностью 25 000 т/год.

1 — отделение навески шихты; 2 — плавильное отделение; 3 — формовочное отделение конвейерного литья; 4 — формовочное отделение плацевого и кессонного литья; 5 — участок подготовки модельной оснастки; 6 — участок подготовки стержневой оснастки; 7 — смешеприготовительное отделение; 8 — обрубное отделение для конвейерного литья; 9 — обрубное отделение для плацевого и кессонного литья; 10 — отделение грунтовок; 11 — бытовые помещения; 12 — эстакада для опок и отливок с козловым краном; 13 — стержневое отделение

Залитые формы охлаждаются на двух линиях, расположенных одна над другой на первом этаже. Время остывания в форме отливок весом 500—1000 кг составляет 8—16 ч.

Формы выбиваются на автоматических установках, приспособленных для опок с крестовинами. Выбитые отливки охлаждаются на конвейере с несколькими ветвями, проходящими по первому этажу поперек здания. После охлаждения отливки тележкой конвейера поднимаются на второй этаж, где проходят выбивку стержней в гидрокammerе и очистку. Далее отливки подвергаются дробеметной очистке, зачистке наждаками и опускаются лифтом в отделение грунтовок, откуда передаются на склад.

На рис. 8.6 показан частично двухэтажный типовой цех мелкосерийного производства крупных отливок. Плавильное отделение оборудовано вагранками и индукционными печами для модифицирования и легирования чугуна. У вагранок предусмотрен участок для заливки каркасов.

Формы для отливок весом 1000—2000 кг формируются пескометами на горизонтально замкнутой линии скользящей оснастки с кантователем. На линии изготавливаются нижние и верхние полуформы. Модельная оснастка подается со склада, расположенного на первом этаже под стержневым отделением. Формы проходят подсушку. Сборка и заливка производится на пульсирующем тележечном горизонтально замкнутом конвейере.

Охладительная ветвь конвейера проходит в галерее и рассчитана на остывание отливок в форме в течение 24 ч. Выбитые отливки охлаждаются на специальном конвейере пульсирующего типа.

Отливки весом более 2000 кг изготавливаются на плацевом участке в опоках и кессонах. Набивка форм и кессонов осуществляется консольными пескометами. Сушка форм производится в камерных сушилках. Залитые формы охлаждаются в камере предварительного остывания, установленной в обрубном отделении. Отливки проходят очистку в гидрокammerах и после окончательной зачистки грунтуются и передаются на склад.

Стержневое отделение расположено на втором этаже. Стержни изготавливаются с помощью пескометов и пескодувных машин, встроенных в линии скользящей оснастки, а также из жидких самотвердеющих смесей. Здесь же производится комплектовка стержней. Цех рассчитан на ступенчатый режим работы.

8.2. Зарубежные литейные цехи

Двухэтажный литейный цех фирмы «Рено» (Франция) для изготовления отливок из ковкого чугуна и стали автотракторной промышленности приведен на рис. 8.7. В торце цеха расположен отделенно стоящий склад шихты и формовочных материалов.

На втором этаже сосредоточены процессы и установки более чистые и менее шумные, а также конторы и бытовые устройства. В нижнем этаже расположены смешеприготовительные отделения, выбивка, дробеметная очистка, термическая обработка и различные

вспомогательные установки и помещения, бытовые помещения. Крайний пролет одноэтажный, предназначен для производства единичных отливок, обслуживается краном.

В плавильном отделении установлены индукционные печи. Восемь печей емкостью 4 т предназначены для плавки чугуна и стали, две печи емкостью 1,5 т — для плавки специальных марок стали.

Крупносерийные отливки формируются на двух автоматических линиях, оборудованных четырехпозиционными автоматами, мелкие

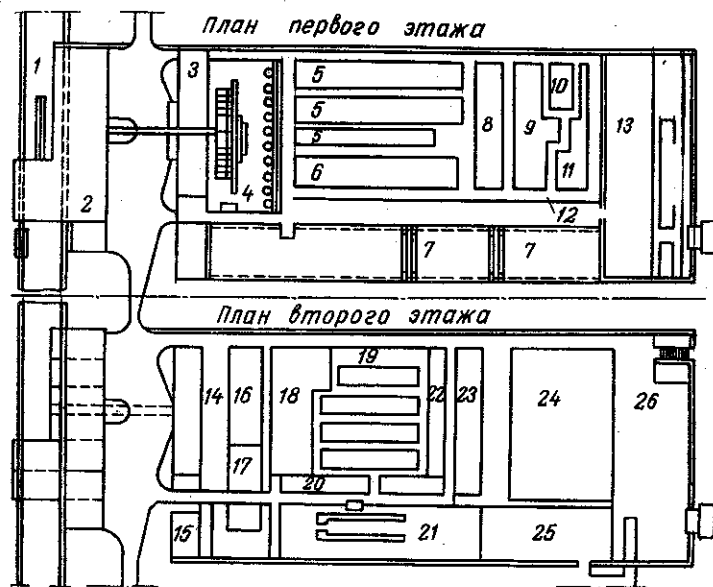


Рис. 8.7. Двухэтажный цех ковкого и стального литья фирмы «Рено» (Франция):

1 — склад свежего песка; 2 — шихтовый двор; 3 — плавильное отделение; 4 — плавильные печи; 5 — изготовление форм для отливок из ковкого чугуна; 6 — изготовление форм для стального литья; 7 — мостовые краны; 8 — стержневое отделение; 9 — обрубка; 10 — исправление литья; 11 — промежуточный склад литья; 12 — окрасочный конвейер; 13 — бытовые помещения; 14 — ремонтная мастерская; 15 — лаборатория формовочных материалов; 16 — печи для специальных сталей; 17 — генераторы; 18 — компрессорная и котельная; 19 — смесеприготовительное отделение; 20 — склад деревянных моделей; 21 — формовка единичных отливок; 22 — выбивка; 23 — дробебетная очистка; 24 — печи для термообработки; 25 — обрезка литников; 26 — экспедиция

серии — на встряхивающих формовочных машинах с программным управлением. Каждая формовочная линия при двухсменной работе цеха выпускает 70 т отливок в сутки, обслуживается своей смесеприготовительной системой с автоматическим контролем качества смеси.

Отжиг отливок производится в термических печах с газовым нагревом радиационными трубами и защитной атмосферой из азота. Цех рассчитан на выпуск 70 т/сутки отливок при двухсменной работе.

Новый чугунолитейный цех фирмы «Дженерал Моторс Корпорейшн» (США) представлен на рис. 8.8. Цех построен и запущен в

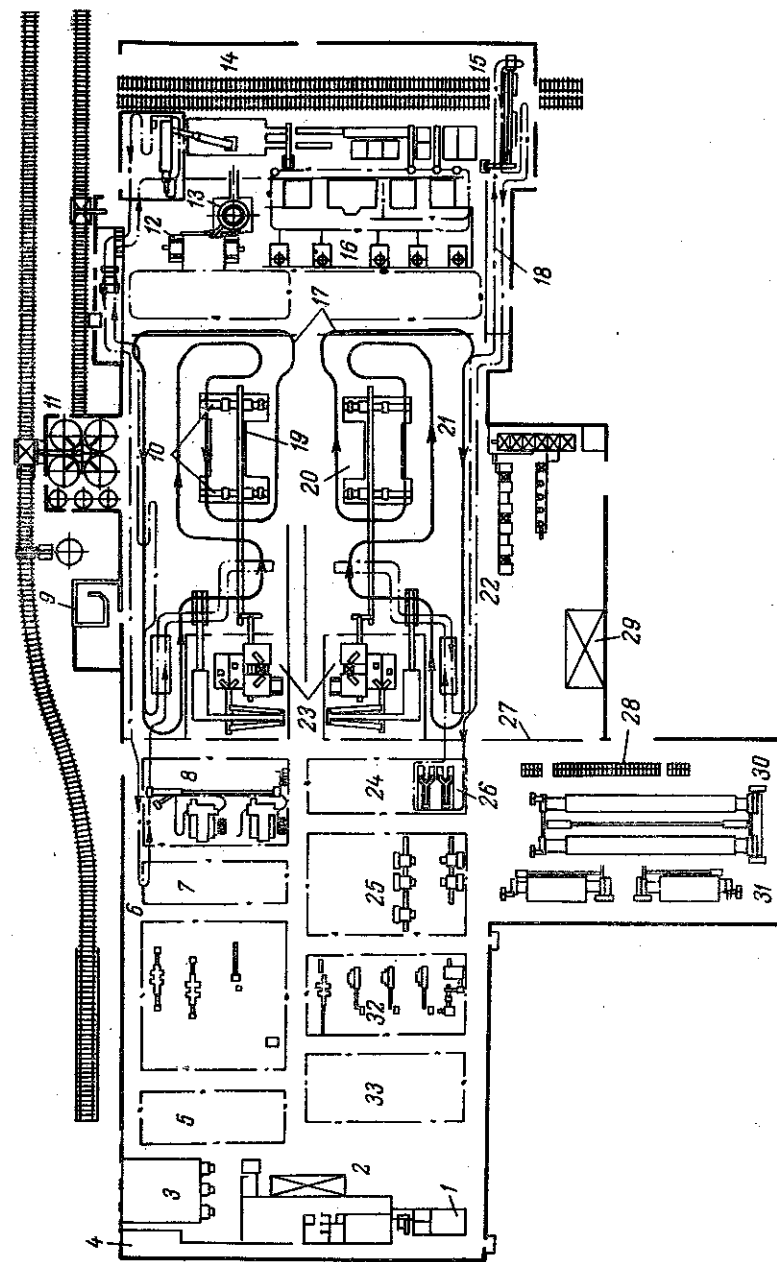


Рис. 8.8. План чугунолитейного цеха фирмы «Дженерал Моторс Корпорейшн» мощностью 200 000 т/год (США):
1 — контроль отливок; 2, 29 — бытовые помещения; 3 — экспедиция; 4 — вход в цех; 5, 7, 24, 25, 28, 33 — промежуточный склад отливок; 6, 18 — охлаждающий конвейер; 8 — дробебетная очистка; 9 — помещение для контроля колочатых валов; 10 — склад изотопа Со; 11 — выбивные агрегаты; 12 — индукционные пески; 13 — индукционный миксер; 14 — вагранка; 15 — отделение для шихтовки; 16 — сортировка литья; 17 — индукционные печи; 18 — зона заливки; 19, 27 — звукопоглощающие перегородки; 20 — формовочные машины; 21 — формовочно-заливочно-выбивной конвейер; 22 — стержневое отделение; 23 — смесеприготовительное отделение; 24, 30 — механизованная перегрузка; 25 — термические печи; 26 — автоматические обдирочные станки и прессы

эксплуатацию в 1966 г., он занимает площадь 41 340 м² и предназначен для производства коленчатых валов из перлитного чугуна с шаровидным графитом, деталей передачи из перлитного ковкого чугуна и ряда деталей из ферритного чугуна с шаровидным графитом. Цех работает в две смены, но запроектирован на трехсменный параллельный режим работы. В третью смену предусмотрена работа только плавильного и формовочного отделений с частичной их остановой для планово-предупредительного ремонта.

Мощность цеха 200 000 т/год, общее количество работающих 1000 человек, выпуск отливок на 1 м² площади цеха 5 т/год, а на одного работающего — 200 т.

В плавильном отделении установлены одна водоохлаждаемая вагранка с подогревом дутья до 540°C производительностью 55 т/ч с канальным миксером емкостью 60 т и четыре тигельные печи промышленной частоты на 33 т металла каждая, предусмотрена установка пятой такой же печи. Вагранка диаметром 2900 мм с водоохлаждаемыми медными фурмами работает непрерывно в течение недели на производство перлитного чугуна с шаровидным графитом. Ферритный чугун с шаровидным графитом и перлитный ковкий чугун выплавляются в тигельных печах. Модифицирование магнием производится в трехтонных ковшах. Загрузкой плавильных агрегатов, плавкой и разливкой металла управляет оператор с пульта.

В отделение шихтовки металлическая шихта для вагранки подается на автодрезине, а собственные возвраты — подвесным транспортом. Шихтовые материалы загружаются в пятитонную бадью магнитной шайбой мостового крана грузоподъемностью 10 тс в количествах, заранее заданных на специальном щите. Шихта для индукционных печей подается в бадьях по монорельсу к пяти пунктам, на каждом из которых установлены автоматические весы с электронными датчиками. Лом, переплавляемый в индукционных печах, предварительно сушат. В плавильном отделении предусмотрена аварийная система в случае прекращения подачи электроэнергии или охлаждающей воды для плавильных агрегатов.

Формовочное отделение оборудовано двумя литейными тележечными конвейерами длиной по 375 м. На каждом конвейере установлены по две безударные встряхивающие формовочные машины с гидравлическим прессованием до 16 кгс/см². Производительность каждого конвейера 270 форм/ч. Формовочные автоматы заключены в изолированные кабины с отсосом запыленного воздуха и поглощением шума.

Простановка стержней и сборка форм производится на конвейере. Период охлаждения залитых форм строго контролируется. Данные по каждой форме поступают в счетно-решающее устройство, которое учитывает результаты лабораторного анализа металла, условия охлаждения форм и дает соответствующие сигналы на выбивной участок. Здесь в зависимости от сигнала формы с годными отливками поступают на главную выбивную решетку, а забракованные — на вспомогательную. Выбивные участки заключены в звуко- и пылеизолирующие кабины. Выбитые отливки подвесным конвейером

доставляются в очистные отделения. Отработанная смесь ленточными транспортерами подается в смесеприготовительное отделение.

В цехе используются только стержни, полученные по горячим ящикам, и оболочковые. Формовочные материалы, в том числе кварцевый песок, глина, бентонит, молотый уголь и другие добавки, поставляются по железной дороге и хранятся в восьми железобетонных силосах. К смесеприготовительным установкам формовочные материалы доставляются системой ленточных транспортеров, элеваторов и пневмотранспортом. Каждый литейный конвейер обслуживает отдельная смесеприготовительная установка производительностью 250 т смеси в час, оборудованная смесителем барабанного типа.

В термоочистное отделение отливки доставляются охладительными подвесными конвейерами толкающего типа в специальных контейнерах с открывающимся дном.

Отжиг на ковкий чугун производится в двух печах непрерывного действия с контролируемой атмосферой и автоматически регулируемой температурой отдельных зон от 650 до 1000°C, длина печей 38 м. Закалка отливок производится в туннеле с регулируемым воздушным дутьем. Для отпуска отливок из ковкого чугуна установлены две конвейерные печи непрерывного действия.

Особое внимание уделено вентиляции: общая длина труб вентиляционной системы цеха составляет около 10 км. Естественная аэрация отсутствует, цех выполнен без фонарей, окон и открытых проемов. Приточная система обеспечивает восьмикратный обмен воздуха в час. Наружный воздух предварительно пропускается через 23 промывателя, где он очищается от пыли и охлаждается и только потом распределяется по цеху. В зимнее время наружный воздух подогревается. Вытяжная система вентиляции обеспечивает отсос запыленного воздуха от всего пылеобразующего оборудования в цехе. Отсасываемый запыленный воздух очищается от пыли в 14 мокрых пылеуловителях на крыше цеха. Очищенный воздух, выбрасываемый в атмосферу, содержит пыли менее 1,25 г/м³. Ваграночные газы отсасываются ниже завалочного окна, дожигаются, очищаются в мокром скруббере и выбрасываются в атмосферу с содержанием пыли ниже 2 г/м³.

Цех освещается более чем 10 000 ртутных и люминесцентных ламп, обеспечивающих освещенность на уровне дневного света. Потолки и стены всего здания окрашены в белый цвет и только нижняя часть стен на уровне 2 м от пола — в коричневый. Оборудование и трубопроводы окрашены в разные цвета.

Самый большой в мире литейный цех по производству отливок из чугуна с шаровидным графитом построила американская фирма «Шевроле» (рис. 8.9). Мощность цеха 350 000 т/год при двухсменной восьмичасовой работе с пятидневной рабочей неделей. Цех общей площадью 93 000 м² размещен на промышленной площадке 80 га, по которой проложено 4,3 км железнодорожных путей и 3,3 км бетонных дорог. При проектной мощности цеха общее количество работающих составляет 1750 человек.

В плавильном отделении установлены четыре водоохлаждаемых вагранки горячего дутья диаметром 2600 мм, производительностью каждая 40 т/ч, две электродуговые печи емкостью по 22 т и две индукционные печи полезной емкостью 40 т. Плавка ведется дуплекс-процессом вагранка+электродуга. Одна пара вагранок работает с двумя дуговыми печами, производительность которых при перегреве жидкого чугуна составляет по 40 т/ч. Металл в дуговые печи подается по желобу, шлак отбирается на желобе. Вторая пара вагранок работает совместно с канальными индукционными печами.

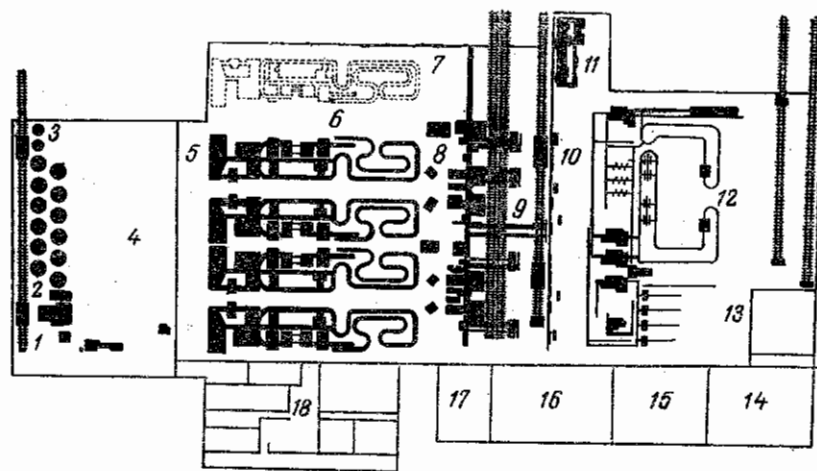


Рис. 8.9. План чугунолитейного цеха фирмы «Шевроле» (США):

1 — емкости для связующих; 2 — емкости для угля; 3 — силосы для формовочных материалов; 4 — стержневое отделение; 5 — ремонтная мастерская № 3; 6 — формовочно-заливочное отделение; 7 — площадь для пятой формовочной линии; 8 — плавильное отделение; 9 — склад шихтовых материалов; 10 — ремонтная мастерская № 2; 11 — печь для термообработки отливок; 12 — очистное отделение; 13 — участок контроля качества отливок; 14 — материальный склад; 15 — модельная мастерская; 16 — основная ремонтная мастерская № 1; 17 — гараж; 18 — контора

Каждая индукционная установка состоит из двух печных корпусов, питаемых от одного источника энергии. Общая производительность плавильных агрегатов 610 000 т/год при выходе годного 0,55%. Установка вагранок для проведения ремонтных работ производится один раз в неделю.

Шихтовые материалы размещаются в крытом складе, расположенном между плавильным и очистным отделениями, оснащенным закромами емкостью 2250 т, обеспечивающими двухсменную работу плавильного отделения. Шихтовка и загрузка вагранок автоматическая.

Химический анализ металла контролируется по 17 элементам скоростным методом с помощью вакуум-спектрометра. Результаты анализа сообщаются в цех через электронно-вычислительные машины.

Формовочное отделение запроектировано на выпуск 1080 форм/ч и оборудовано четырьмя формовочными линиями, каждая с самостоятельным технологическим оборудованием и транспортными системами, идентичными по производительности, размерам, оборудованию и последовательности операций. На линиях все операции выполняются по автоматическому циклу за исключением простановки стержней, заливки форм и удаления литников, осуществляемыми

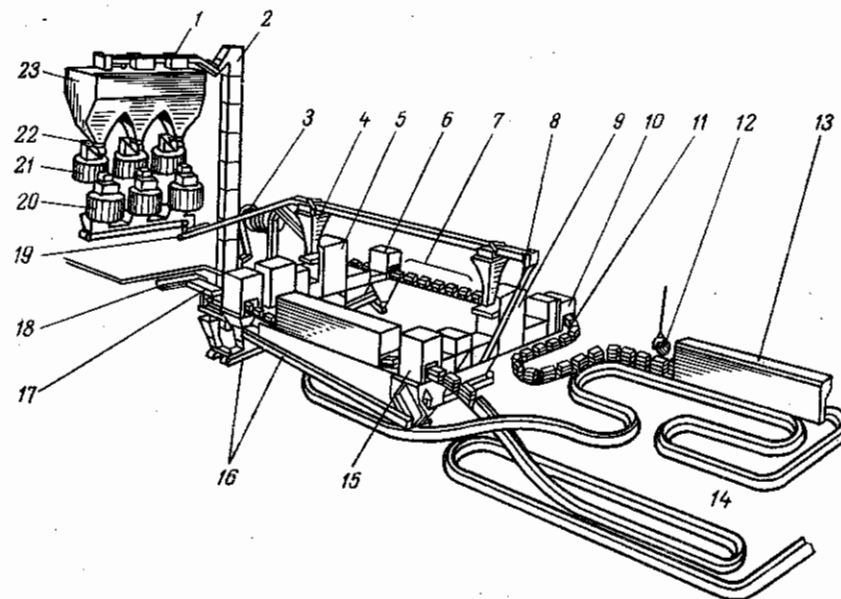


Рис. 8.10. Формовочно-заливочно-выбивная линия цеха фирмы «Шевроле»:

1 — ленточный транспортер распределения отработанной смеси; 2 — элеватор отработанной смеси; 3 — магнитный сепаратор на ленте возврата отработанной смеси и барабанное сито; 4 — бункер над формовочными машинами; 5 — формовочный агрегат нижних полуформ; 6 — устройство для установки нижних полуформ на конвейере; 7 — участок простановки стержней; 8 — наклонный желоб избыточной формовочной смеси; 9 — формовочный агрегат верхних полуформ; 10 — устройство для сборки форм; 11 — тележечный литейный конвейер; 12 — заливочный ковш; 13 — заливочная зона; 14 — зона охлаждения форм; 15 — агрегат выбивки верхних полуформ; 16 — ленточные транспортеры просыпи формовочной смеси; 17 — выбивная решетка; 18 — вибрационный конвейер для горячих отливок; 19 — ленточные транспортеры формовочной смеси; 20 — бегуны; 21 — охладители отработанной смеси; 22 — питатели, подающие смесь в охладители; 23 — бункер отработанной смеси

вручную. Такая линия производительностью 270 форм/ч показана на рис. 8.10. Каждая линия оборудована тележечным конвейером длиной 504 м из 275 тележек, перекрытых плитами для опок 1270 × 810 × 375/300 мм. Вес залитой формы 3,6 т.

Охлаждающая зона конвейера проходит в подвальной помещении в два яруса, что сокращает площади цеха на 19%. На линии стоят два прессовых автомата с безударным встряхиванием для верхних и нижних полуформ.

Формы заливаются из ковшевой емкостью 1600 кг, скорость перемещения которых во время заливки синхронизирована со скоростью движения литейного конвейера. Через 8 мин после заливки, достаточных для затвердевания металла, формы транспортируются

литейным конвейером в подвальное помещение, где они охлаждаются. Время охлаждения 52 мин, но в случае необходимости его можно увеличить. Из подвала литейный конвейер выходит на первый этаж и доставляет остывшие формы на участки выбивки верхних и затем нижних полуформ. Верхние опоки снимаются с форм, смесь из них выдавливается, а опоки возвращаются к соответствующей формовочной машине. Нижние опоки кантуются, отливки из них вываливаются на решетку, оставшаяся смесь выдавливается, опоки вновь кантуются и направляются к своей машине. Охлажденные литники в бадьях подвесным конвейером отправляются в закрома шихтового склада. Отливки из выбивной решетки вибрационным лотковым питателем выдаются в бадьи подвешенного охлаждающего транспортера с приводными и неприводными участками. Время охлаждения отливок в бадьях 40—170 мин.

Мощность стержневого отделения 20 т стержней/ч, в том числе 45% по весу составляют оболочковые стержни, 45 — цельные стержни, изготавливаемые в горячих ящиках, и 10% — песчано-масляные. Отделение оборудовано пятью смесителями и 45 стержневыми машинами.

Стержневые машины размещены в шесть рядов по ширине отделения. Каждый ряд обслуживается уборочным транспортером. Готовые стержни ставят, снимают и комплектуют на подвесных конвейерах с приводными и неприводными участками. Каждая подвеска на конвейере закодирована и может быть направлена на склад или к формовочной линии. При необходимости любая подвеска конвейерного участка может быть автоматически вызвана на любую формовочную линию.

Свежие пески поступают в железнодорожных гондолах, разгружаются в бункера и хранятся в силосах. За две смены цех потребляет в среднем 145 т свежих песков. После охлаждения отливки последовательно подвергаются дробеметной очистке, обрубке, зачистке и контролю. В очистном отделении установлены четыре дробеметных агрегата непрерывного действия.

Контроль качества отливок построен на принципе ответственности каждого отделения за качество выполняемой им работы. В то же время каждый элемент технологического процесса производства отливок контролируется инспекцией по качеству. Общий штат службы контроля качества и приемки отливок в двух сменах составляет около 50 человек.

Здание литейного цеха одноэтажное, без окон, построено из стальных конструкций с наружным заполнением из готовых бетонных панелей и из гофрированного стального листа. Приточно-вытяжная вентиляция обеспечивает в производственных отделениях 32-кратный обмен воздуха в час, при этом подача свежего воздуха достигает 13 млн. м³/ч. Запыленные места имеют местный отсос. Воздух, выбрасываемый в атмосферу, очищается. Из всей площади цеха производственная занимает 56 тыс. м².

Современные литейные цехи представляют собой специализированные предприятия с высокомеханизированным и автоматизиро-

ванным оборудованием, технологическими процессами, выделяющие пыль, газы и тепло. Труд рабочих в таких цехах усложняется, доля умственного труда повышается и, как следствие, психическая нагрузка на работающих возрастает.

Поэтому при проектировании литейных цехов особо важное место занимают вопросы повышения условий труда рабочих.

В связи с этим представляет интерес решение проблем вентиляции, освещения и борьбы с шумом в зарубежных литейных цехах и прежде всего в новых цехах США.

В литейных цехах США создается небольшое положительное давление. Приточная вентиляция подает в цех больше воздуха, чем отсасывает вытяжная. Это превышение, например, во вновь строящемся литейном цехе фирмы «Форд» составляет около 14%. Свежий воздух очищается и в зависимости от времени года подогревается или охлаждается.

По мнению американских специалистов, ликвидация окон в современных литейных цехах вытекает из необходимости улучшения контроля чистоты окружающей среды в цехе, дает возможность контролировать воздушный поток и стабилизировать требуемое давление в цехе и тем самым способствует улучшению санитарно-гигиенических условий труда. Помимо этого, отсутствие фонарей позволяет эффективно располагать на крыше многочисленные вентиляционные установки.

Ликвидация окон не оказывает ощутимого влияния на повышение стоимости освещения цехов. Считается, что окна с точки зрения естественности освещения цехов не имеют существенного значения. Освещенность основных производственных отделений в современных литейных цехах США находится на уровне освещения административных помещений и составляет 1100 лк. На вновь строящемся литейном заводе Форда освещенность основных производственных пролетов цеха запроектирована в 1400 лк. Такая освещенность не может быть вообще обеспечена за счет только естественного освещения. Кроме того, в крупных литейных цехах с шириной здания 240 м и более без световых фонарей, где работа организована в две, а иногда и в три смены, эффект естественного освещения по существу сводится на нет. Несмотря на относительно высокие первоначальные затраты, в современных литейных цехах США предпочтение отдают лампам с натриевым кварцем, с ртутными парами, ртутным лампам с регулировкой цвета освещения. Как правило, предусматривается аварийное, иногда двойное аварийное освещение. Например, в литейном цехе фирмы «Крайслер» основное освещение обеспечивается ртутными лампами, а двойное аварийное освещение — люминесцентными с питанием от батарей.

Борьба с шумом в литейных цехах ведется двумя направлениями: путем создания бесшумного оборудования и изоляцией его. Оборудование с высоким уровнем шума размещается на отдельных участках, которые тщательно изолируют звукозадерживающими преградами. В США в 1969 г. издан специальный закон, который запрещает работать в помещении более 8 ч при уровне шума 90 дб. Уровень

шума на рабочих местах при умственной деятельности не должен превышать 50 дб, при обычной конторской работе — 70 дб.

Распределение капитальных вложений на строительный комплекс зданий литейных цехов показывает, что затраты на вентиляцию и освещение в США составляют 50% всех капитальных вложений строительного комплекса, а остальные 50% идут на архитектурно-строительную часть и фундаменты под оборудование.

Глава 9. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА*

9.1. Экономическое обоснование технологических решений

Осуществление строительства или реконструкции предприятий, цехов, внедрение в производство новых видов машин, приборов, технологических процессов, совершенствование организации производства и управления должно сопровождаться снижением издержек производства по сравнению с уже действующими производствами, машинами, процессами. Для того чтобы ответить на вопрос, насколько внедряемые новшества отвечают этим требованиям, проводится экономическое обоснование принимаемых технических решений.

Экономическая часть проекта должна представлять собой комплекс расчетов, характеризующих экономическую сторону предлагаемого варианта.

В настоящее время разработана система показателей, характеризующих эффективность разрабатываемых и внедряемых технических решений. Основным документом, определяющим основные принципы расчета экономической эффективности, является «Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений» Госплана СССР и АН СССР 1969 г.

Согласно типовой методике, к основным показателям, характеризующим эффективность разрабатываемого варианта, относятся: 1) производительность труда; 2) капитальные вложения, необходимые для осуществления мероприятия; 3) себестоимость продукции; 4) экономический эффект от внедрения разработанного технического новшества; 5) срок окупаемости капитальных вложений.

Годовой экономический эффект от внедрения предлагаемого мероприятия рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E} = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2),$$

- где \mathcal{E} — годовой экономический эффект, руб.;
- C_1 — себестоимость изготовления годового объема производства по базовому варианту, руб.;
- E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности, равный 0,12;
- K_1 — капитальные вложения при базовом варианте, руб.;

* Настоящая глава написана совместно с канд. эконом. наук Т. С. Карачун.

C_2 — себестоимость изготовления годового объема производства по предлагаемому варианту, руб.;

K_2 — капитальные вложения по предлагаемому варианту, руб.

Срок окупаемости капитальных вложений в годах определяется по формуле

$$T = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}$$

Экономическая эффективность проекта определяется путем сравнения показателей проекта с аналогичными показателями функционирующего цеха. Для сравнения выбирается цех, имеющий наилучшие экономические показатели.

Для расчета годового экономического эффекта необходимы данные о капитальных вложениях и себестоимости изготавливаемой продукции. Эти показатели относятся к числу основных, характеризующих эффективность мероприятия. Практически, рассчитав величину годового экономического эффекта, мы таким образом уже определили основные показатели, которые характеризуют эффективность мероприятия.

9.2. Расчет капитальных вложений

Нахождение величины капитальных вложений необходимо для определения: 1) выпуска продукции на один рубль капитальных вложений; 2) размера амортизационных отчислений, которые входят составной частью в себестоимость изготавливаемой продукции; 3) срока окупаемости капитальных вложений.

Величина капитальных вложений, складываемая из: 1) стоимости зданий промышленного и непромышленного характера, включая стоимость устройств отопления, вентиляции, водопровода и канализации; 2) стоимости технологического оборудования, подъемно-транспортных средств, включая издержки на его доставку и монтаж; 3) затрат на проектирование мероприятий; 4) стоимости технологической оснастки, если срок ее службы более года, а цена превышает 50 руб. (модельные комплекты, опоки, ковши, кокилы и т. д.).

Чтобы определить величину капитальных вложений, необходимы данные о количестве, технических характеристиках применяемого оборудования, транспортных средств, зданий и сооружений. Вся эта информация должна быть в технической части проекта. Стоимостные характеристики принимаются из прейскурантов цен, действующих в настоящее время.

Стоимость зданий определяется по укрупненным строительным нормам исходя из стоимости 1 м³. Основные нормативы приведены в табл. 9.1.

Объем зданий определяется по площади цеха, взятого из планировки. Расчет ведется по наружной площади и высоте, которая для

Табл. 9.1. Укрупненные данные стоимости 1 м³ здания

ширина, м	Конструкция здания		Объем, тыс. м ³	Стоимость 1 м ³ в зависимости от колонн, руб.		Примечание
	высота			железобетонные	стальные	
	до ферм, м	строительная				
18	9,25	11,70	10	5,61	6,40	В общую стоимость включена стоимость колонн с подкрановыми путями, полов, кровли, ворот, дверей и оконных переплетов
			10—15	5,27	6,01	
			15—25	5,12	5,81	
24	10,25	13,34	25	4,94	5,61	
			15	4,63	5,21	
			15—25	4,38	4,93	
24	12,50	15,60	25—50	4,22	4,76	
			50	4,06	4,59	
			15	4,55	5,51	
			15—25	4,24	5,02	
			25—50	3,99	4,68	
			50	3,90	4,54	

обоснования проекта может быть принята в размере 1,05—1,10 внутренней площади.

Стоимость бытовых помещений цеха зависит от типа бытовых помещений (одноэтажные, двухэтажные и т. д.), объема строительных работ. Основные данные о стоимости 1 м³ приведены в табл. 9.2.

Затраты на сооружение сантехники и промпроводки зависят от объема здания и его стоимости (табл. 9.3).

Чтобы определить общую стоимость технологического оборудования, подъемно-транспортных средств, составляется смета, для расчета которой необходимо знать технические характеристики запроектованного оборудования, его количество и отпускные цены. В смете целесообразно иметь данные о суммарной установленной мощности и ремонтной сложности оборудования. Эти данные необходимы для обоснования стоимости энергетического оборудования и затрат на ремонт. Принимается стоимость энергетического оборудования в размере 35 руб. на киловатт установленной мощности, если стоимость электромоторов включена в стоимость технологического оборудования, и 45 руб., если стоимость моторов не включена в стоимость технологического оборудования.

Кроме того, следует учесть стоимость транспортировки и монтажа, которая принимается в размере 8% к стоимости технологиче-

Табл. 9.2. Стоимость 1 м³ бытовых помещений

Тип бытовых помещений	Стоимость 1 м ³ , руб.	В том числе, руб.			
		строительные работы	водопровод и канализация	отопление и вентиляция	электроосвещение
Одноэтажные	13,3	11,5	0,63	0,76	0,41
Двух- и трехэтажные с объемом 500 м ³	14,1	12,5	0,49	0,70	0,41
То же, с объемом 2000 м ³	12,2	11,1	0,21	0,48	0,41

Табл. 9.3. Затраты на сооружение сантехники и промпроводки на 1 м³ здания

Сооружения	Стоимость 1 м³ здания в зависимости от объема его, руб.			
	до 5000	5000—10000	10000—20000	Свыше 20000 м³
Здания цеха				
Отопление и вентиляция	0,7	0,60	0,50	0,40
Внутренний водопровод и канализация	0,1	0,09	0,08	0,07
Внутреннее освещение	0,3	0,26	0,23	0,20
Внутренние водостоки	0,5	0,42	0,36	0,30
Бытовые помещения				
Отопление и вентиляция	0,8	0,70	0,60	0,50
Внутренний водопровод и канализация	0,6	0,50	0,40	0,30
Наружное благоустройство				
В процентах от стоимости здания	1,0	0,60	0,30	0,10

ского оборудования и 25% к стоимости подъемно-транспортного оборудования.

Результаты расчета сводятся в табл. 9.4.

По аналогичной форме составляется смета для определения стоимости подъемно-транспортного оборудования.

Табл. 9.4. Определение стоимости технологического оборудования

Оборудование	Модель	Количество единиц	Мощность, кВт		Ремонтная сложность, рем. ед.		Стоимость, руб.	
			единицы оборудования	итого	единицы оборудования	итого	цена единицы оборудования	итого
.....								

Затраты на транспортировку и монтаж
 Всего стоимость технологического оборудования
 Стоимость энергетического оборудования

При определении цен на используемое оборудование, а также материалы, топливо, электроэнергию, необходимые для последующих расчетов, применяют прейскуранты оптовых цен, приведенные в табл. 9.5.

Большой удельный вес в стоимости капитальных затрат занимает стоимость модельной оснастки и опок. Для проектирования эта величина принимается в размере 0,5% от стоимости технологического оборудования, она может определяться и в размере 10 руб. на 1 т годного литья на годовой выпуск.

Табл. 9.5. Прейскуранты оптовых цен на продукцию

Вид продукции	Номер прейскуранта
Чугун и ферросплавы	01—01
Сталь обыкновенная	01—02
Сталь качественная	01—03
Трубы стальные и чугунные	01—04
Лом и отходы черных металлов	01—08
Строительные стальные конструкции	01—09
Лом и отходы цветных металлов	02—05
Основные и вспомогательные формовочные материалы	09—01
Тарифы на электрическую и тепловую энергию	06—17
Промышленные печи и нагревательные устройства	15—14
Приборы для контроля и регулирования температуры, расхода, уровня, давления и состояния веществ в производственных процессах	17—04
Оборудование для литейных цехов	18—04
Инструмент, измерительные приборы общепромышленного назначения	18—05
Оборудование грузоподъемное	19—06
Литье, поковки и горячие штамповки	25—01

Стоимость производственного и хозяйственного инвентаря принимается в размере 1—5% первоначальной стоимости оборудования и зданий.

Общие результаты расчета капитальных вложений сводятся в табл. 9.6.

Табл. 9.6. Капитальные вложения

Вид затрат	Полная стоимость, тыс. руб.
Производственные здания	
Бытовые помещения	
Стоимость технологического оборудования	
Стоимость подъемно-транспортного оборудования	
Стоимость энергетического оборудования	
Стоимость модельно-опочной оснастки	
Стоимость производственного и хозяйственного инвентаря	
Итого капитальных затрат	

9.3. Расчет себестоимости выпускаемой продукции

Себестоимость выпускаемой продукции — это выраженные в денежной форме текущие затраты на ее производство. Расчет себестоимости продукции необходим для определения годовой экономии текущих затрат и срока окупаемости капитальных вложений. Себестоимость складывается из затрат, связанных с использованием в процессе производства основных фондов, сырья, материалов, топлива и энергии, трудовых ресурсов и состоит из следующих статей.

1. Сырье и материалы.
2. Возвратные отходы (вычитаются).
3. Топливо и энергия на технологические цели.
4. Основная заработная плата производственных рабочих.
5. Отчисления на социальное страхование.
6. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования.
7. Цеховые расходы.
8. Потери от брака.

Все вышеперечисленные статьи можно рассчитать прямым или косвенным методом. Прямые затраты — это такие, которые можно отнести на отдельные виды продукции. К ним относятся сырье и основные материалы, возвратные отходы, топливо и энергия на технологические цели, основная заработная плата производственных рабочих, отчисления на социальное страхование. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, а также цеховые расходы относятся к косвенным и распределяются пропорционально основной заработной плате производственных рабочих.

Расчет себестоимости продукции в литейных цехах осуществляется по переделам. Сначала находят себестоимость одной тонны жидкого металла, затем — одной тонны годного литья (табл. 9.7; 9.8).

В себестоимость жидкого металла включаются затраты, производимые вплоть до выпуска жидкого металла в разливочный ковш включительно. В себестоимость чугунного литья включаются затраты по транспортировке жидкого чугуна, заливке форм, выбивке, обрубке отливок и т. д.

Для того чтобы определить себестоимость продукции, необходимо провести ряд расчетов по определению материальных, трудовых и энергетических затрат. Основные расчеты по определению себестоимости и методика их излагаются ниже.

Табл. 9.7. Калькуляция себестоимости 1 т жидкого металла

Статьи расхода	Процент к металлозаливке по весу	На годовой выпуск			На 1 т жидкого металла	
		количество, т	цена 1 т, руб.	сумма, руб.	количество, т	сумма, руб.

Шихтовые материалы
 Отходы (угар)
 Шихтовые материалы за вычетом отходов
 Флюсы
 Топливо и энергия на плавку
 Зарплата основных рабочих плавильного отделения
 Отчисления на социальное страхование
 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования
 Цеховые расходы
 Себестоимость жидкого металла

Табл. 9.8. Калькуляция себестоимости 1 т годного литья

Статьи расхода	Процент к металлозаливке по весу	На годовой выпуск			На 1 т годного литья	
		количество, т	цена 1 т, руб.	сумма, руб.	количество, т	сумма, руб.

Жидкий металл
 Отходы:
 сливы и скреп
 литники и прибыли
 брак
 Жидкий металл за вычетом отходов
 Топливо и энергия на технологические цели
 Зарплата основных рабочих цеха без рабочих плавильного отделения
 Отчисления на социальное страхование
 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования
 Цеховые расходы
 Потери от брака
 Себестоимость годного литья
 В том числе потери от брака

9.3.1. Расчет потребного количества работающих в цехе

Для определения трудовых затрат по проекту требуется прежде всего рассчитать численность работающих в цехе. По характеру выполняемой работы все работающие в цехе классифицируются на следующие группы: основные производственные рабочие; вспомогательные рабочие; инженерно-технические работники (ИТР); счетно-конторский персонал (СКП); младший обслуживающий персонал (МОП); ученики.

Перечень основных профессий, относящихся к вышеперечисленным категориям, представлен в табл. 9.9.

Для расчета потребной численности каждой категории работающих используются определенные нормативные материалы: для расчета основных производственных рабочих — технологические процессы, основное и вспомогательное время по операциям, годовой объем производства; для расчета вспомогательных рабочих — нормы обслуживания одним рабочим, объем работ, разряды работ; для расчета ИТР, СКП, МОП — штатные расписания, разрабатываемые на основе нормативов времени на выполнение работ.

Потребное количество основных производственных рабочих-сдельщиков по каждой профессии определяется по формуле

$$P_c = \sum_1^n \frac{t_{шт} N}{e_c T_d} \cdot 100,$$

где $t_{шт}$ — трудоемкость изготовления заготовки, ч;
 N — годовая программа, шт.;
 n — количество наименований литых заготовок;
 e_c — средний процент выполнения норм производственными рабочими;
 T_d — действительный фонд времени одного рабочего в год, ч.

Табл. 9.9. Перечень профессий, относящихся к различным категориям работающих

Основные производственные рабочие	Вспомогательные рабочие	ИТР	СКП	МОП
Шихтовщики, пла- вильщики, заливщи- ки, раздатчики, фор- мовщики, сборщики, заливщики форм, стерженщики, вы- бивщики, дробе- струйщики, обруб- щики, термисты, земледельцы, сушиль- щики, смесепригото- вители, газорезчики, нагревательщики, за- варщики литья	Распределители сме- си, рабочие складов шихты и формовоч- ных материалов, крановщики, под- собные рабочие про- изводственных участков, рабочие, занятые ремонтом и содержанием оборудо- вания (дежурные слесари, электромон- теры, смазчики, шор- ники, пультавщики, печники-футеров- щики), ковшевые, аппаратчики, мо- дельщики, рабочие диспетчерских бюро, контролеры, налад- чики, экспедиторы, стропальщики, флю- совщики, каркасни- ки, шлаковщики, маркировщики	Начальник цеха, началь- ник смены, старшие смен- ные мастера, мастера уча- стков, техно- логи, инже- нерно-техни- ческие работ- ники произ- водственного, технологичес- кого, норми- ровочного, экономическо- го бюро цеха, мастера по ре- монту оборудо- вания, энер- гетики	Бухгалтеры, табельщики, нарядчики, учетчики, счетоводы, ко- пировщики, заведующие складами	Рабочие, за- нятые убор- кой админи- стративных помещений, гардеробщи- ки, сатура- торщики

Действительный фонд времени одного рабочего зависит от календарного времени в году, количества выходных и праздничных дней и плановых невыходов на работу (отпуск, болезни, выполнение гособязанностей, перерывы в работе кормящих матерей), которые достигают 15—18% к календарному времени.

Для укрупненных расчетов потребное количество основных производственных рабочих может определяться исходя из средней трудоемкости изготовления 1 т годного литья и годовой программы по формуле

$$P_c = \frac{t_c Q_r}{e_c T_d} \cdot 100,$$

где t_c — средняя трудоемкость изготовления 1 т годного литья, нормо-ч;
 Q_r — годовой выпуск годного литья, т.

При отсутствии данных о трудоемкости расчет численности основных рабочих производится по рабочим местам с учетом сменности работы и норм обслуживания по формуле

$$P_c = \frac{m_r}{m_o} \cdot a \left(1 + \frac{e_n}{100} \right) \text{ чел.},$$

где m_r — количество рабочих мест, обслуживаемых данной группой рабочих;
 m_o — количество рабочих мест, обслуживаемых одним рабочим;
 a — число смен работы;
 e_n — процент планируемых потерь рабочего времени.

Расчет производственных рабочих-повременщиков определяется исходя из установленной нормы выработки, годового объема производства и прогрессивного процента выполнения норм выработки:

$$P_n = \frac{Q_r}{C_b e_c} \cdot 100,$$

где C_b — норма выработки одним рабочим.

Расчет численности вспомогательных рабочих, находящихся на сдельной оплате труда, не отличается от расчета основных производственных рабочих.

Численность вспомогательных рабочих, находящихся на повременной оплате труда, может рассчитываться по рабочим местам или по нормам обслуживания. По рабочим местам определяется численность тех категорий вспомогательных рабочих, которые постоянно закреплены за определенным оборудованием или рабочими местами (крановщиков, стропальщиков, водителей внутрицехового транспорта, рабочих, обслуживающих газовые установки, кладовщиков и т. д.). Расчет ведется по форме табл. 9.10.

Табл. 9.10. Расчет численности вспомогательных рабочих

Оборудование или рабочее место	Количество рабочих мест	Профессия вспомогательных рабочих	Количество рабочих, обслуживающих одно рабочее место	Режим работы	Потребное количество рабочих (гр. 2 × гр. 4 × гр. 5)
1	2	3	4	5	6

Для расчета численности вспомогательных рабочих по нормам обслуживания (наладчиков, дежурных слесарей, смазчиков, шорников, электромонтеров, контролеров и т. д.) необходимо наличие нормативов по видам работ. Нормативы для расчета смазчиков, слесарей и станочников по межремонтному обслуживанию приведены в табл. 9.11.

Численность рабочих, занятых текущим и средним ремонтом оборудования, зависит от количества запланированных ремонтов, групп

Табл. 9.11. Нормативы межремонтного обслуживания на одного рабочего в смену

Оборудование	Профессии рабочих				
	станочники	слесари по обслуживанию			
		технологического и подъемно-транспортного оборудования	трубопроводов всех назначений	вентиляционных систем	прочих видов теплового оборудования
нормативы в ремонтных единицах					

Технологическое оборудование

Автоматические линии:					
механические	1350	350	—	—	900
термические, транспортные и пр.	1350	450	—	—	900
Литейное	750	150	—	—	500
Подъемно-транспортное	350	200	—	—	—

Электротехническое оборудование

Технологическое и подъемно-транспортное (кроме кранов) в цехах:					
с холодной обработкой металлов	—	900	—	—	—
с горячей обработкой металлов	—	650	—	—	—
деревобрабатывающих	—	550	—	—	—

Оборудование мостовых и электрических кранов

Работающих на тяжелом и весьма тяжелом режимах	—	500	—	—	—
Работающих на легком и среднем режимах	—	650	—	—	—
Теплосиловое	—	—	750	650	650

Примечание. В массовом и крупносерийном производствах нормативы межремонтного обслуживания для металлорежущего, деревообрабатывающего, кузнечно-прессового, литейного, подъемно-транспортного и теплосилового оборудования могут быть понижены на 15%, а для электротехнического на 10%.

ремонтной сложности ремонтируемого оборудования, а также нормативов времени на одну ремонтную единицу. Приводим формулу расчета численности рабочих:

$$P_p = \sum_{i=1}^m \frac{r(t_1 n_1 + t_2 n_2)}{T_d e_c}$$

где P_p — численность рабочих, занятых ремонтом оборудования, чел.;

r — группа ремонтной сложности оборудования;

t_1, t_2 — нормативы времени на проведение текущего и среднего ремонтов на одну ремонтную единицу, ч;

Табл. 9.12. Нормативы времени на одну ремонтную единицу, ч

Оборудование	Работы	Ремонтные работы и работы по техническому уходу						
		промывка как самостоятельная операция	проверка на точность как самостоятельная операция	осмотр перед капитальным ремонтом	осмотр	малый ремонт	средний ремонт	капитальный ремонт
Технологическое и подъемно-транспортное	Слесарные	0,35	0,4	1,0	0,75	4	16,0	23,0
	Станочные	—	—	0,1	0,10	2	7,0	10,0
	Прочие (окрасочные, водопроводные, сварочные и др.)	—	—	—	—	0,1	0,5	2,0
Всего . . .		0,35	0,4	1,1	0,85	6,1	23,5	35,0
Электротехническое	Электрослесарные	—	—	—	—	1,0	5,0	11,0
	Станочные	—	—	—	—	0,2	1,0	2,0
	Прочие	—	—	—	—	—	1,0	2,0
Всего . . .		—	—	—	—	1,2	7,0	15,0
Электротеплечи	Футеровочные	—	—	—	—	0,9	4,0	7,0
	Прочие	—	—	—	—	—	2,0	4,0
	Всего . . .	—	—	—	—	0,9	6,0	11,0
Теплосиловое	Основные (обмуровочные, вальцовочные, клепальные и др.)	—	—	—	—	4,8	16,5	24,5
	Станочные	—	—	—	—	0,6	5,3	8,0
	Прочие	—	—	—	—	0,7	1,7	2,5
Всего . . .		—	—	—	—	6,1	23,5	35,0

Примечание. 1. Для оборудования, проработавшего свыше 20 лет, нормативы на выполнение слесарных и станочных работ могут быть увеличены на 10%.
 2. При механической обработке сопрягаемых поверхностей вместо ручного шабрения нормативы на слесарные работы должны быть уменьшены на 10—15%, а на станочные увеличены на одну ремонтную единицу на 1,5—2 ч.
 3. При получении готовых запасных деталей со стороны свыше 10% от потребности нормативы на станочные работы должны соответственно уменьшаться.
 4. Для кузнечно-прессового оборудования весом свыше 5 т при отсутствии в цехе постоянных подъемно-транспортных средств (кранов, кранов-балок и т. п.), обеспечивающих по грузоподъемности монтаж деталей и узлов оборудования, нормы времени на одну ремонтную единицу для слесарных работ могут быть увеличены на 20%.
 5. Для предприятий с ремонтными цехами низкой технологической оснащенности нормативы времени на одну ремонтную единицу могут быть увеличены на 10%. Перечень таких предприятий устанавливается управлением главного механика и главного энергетика министерства ведомства.
 6. Для восстановления старого обмоточного провода электродвигателей и пускорегулирующей аппаратуры предусматривается дополнительное время.

n_1, n_2 — плановое количество текущих и средних ремонтов по каждому виду оборудования;
 T_d — действительный фонд времени одного рабочего в год, ч;
 e_c — процент переработки норм;
 m — количество наименований оборудования.

Группы ремонтной сложности и годовое количество текущих и средних ремонтов определяются по справочнику «Единая система плано-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий».

Нормативы времени на проведение текущего и среднего ремонта представлены в табл. 9.12.

Подробный расчет численности вспомогательных рабочих, каким он изложен выше, применяется при обосновании таких проектных решений, которые изменяют расстановку рабочих этой категории. Если проектные решения не вносят существенных изменений, количество вспомогательных рабочих, а также инженерно-технического, счетно-конторского и младшего обслуживающего персонала может быть определено и укрупнено в зависимости от сложившегося процента к числу производственных рабочих. Примерное соотношение отдельных категорий работающих представлено в табл. 9.13.

Табл. 9.13. Примерное соотношение отдельных категорий работающих в литейных цехах (в процентах к производственным рабочим)

Категории работающих	Вид производства		
	массовое	серийное	с большой номенклатурой
Производственные рабочие	100	100	100
Вспомогательные рабочие	70—85	65—75	45—55
Инженерно-технические работники	12—16	10—12	10—12
Счетно-конторский персонал	5—6	4—5	4—5
Младший обслуживающий персонал	6—7	5—6	5—6

Расчет численности работающих необходим для определения выработки по цеху, а также для нахождения фонда заработной платы.

9.3.2. Расчет фонда заработной платы

Фонд заработной платы определяется на основе расчета численности работающих по категориям. Фонд заработной платы основных и вспомогательных рабочих включает в себя основную и дополнительную зарплату. К основной заработной плате относится оплата операций и работ по сдельным нормам и расценкам, а также повременная зарплата по тарифным ставкам. Сюда же относятся премии, включенные по сдельно- и повременно-премиальной системам: при работе по расчетно-техническим нормам до 15% к фонду сдельной зарплаты и при повременно-премиальной системе — в размере до 20% от фонда заработной платы по тарифным ставкам.

Формулы расчета основной зарплаты и документы, служащие для его расчета, представлены в табл. 9.14.

Табл. 9.14. Формулы расчета основной зарплаты

Вид заработной платы	формула расчета	Условные обозначения	Документы, служащие основанием для расчета
Основная заработная плата сдельщиков	$Z_c = \sum_1^n Z_n N$	Z_n — нормированная зарплата изготовления литья по видам сдельных работ	Расценочная ведомость
	$Z_n = P_c t K_c T_d$	N — годовой объем производства P_c — численность рабочих сдельщиков t — часовая ставка сдельщика I разряда T_d — годовой фонд времени рабочего	План производства Данные проекта
Основная заработная плата повременщиков	$K_c = \frac{b_1 P_1 + b_2 P_2 + \dots + b_n P_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n}$	b_1, b_2, b_n — разряд рабочих соответствующего разряда	Данные проекта
	$Z_n = t T_d \sum K_c P_n \left(1 + \frac{e_{пр}}{100}\right)$	Z_n — основная зарплата повременщиков, руб. t — часовая ставка повременщика I разряда, руб. K_c — средний тарифный коэффициент	Данные проекта Тарифная сетка Дополнительный расчет
		T_d — годовой фонд времени рабочего P_n — численность рабочих повременщиков $e_{пр}$ — установленный процент премий	Данные проекта Данные проекта про-20—25% к зарплате по тарифным ставкам

Часовые тарифные ставки принимаются согласно действующей тарифной сетке, разряду и виду работ. Тарифные ставки по видам работ и разрядам приведены в табл. 9.15.

Ввиду того, что в литейных цехах определяется отдельно себестоимость жидкого металла и тонны годного литья, фонд зарплаты по всем категориям подразделяется на эти две части.

К дополнительной зарплате относятся выплаты, предусмотренные законодательством о труде или коллективными договорами за непроработанное на производстве время: оплата очередных и дополнительных отпусков, оплата льготных часов подросткам, оплата перерывов в работе кормящих матерей, оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей и т. д.

Для расчета дополнительной зарплаты необходимо иметь величину этих затрат в процентном отношении к основной заработной

Табл. 9.15. Тарифная сетка, применяемая в машиностроении, коп.

Вид работы	Разряд работы					
	I	II	III	IV	V	VI
Холодные работы:						
повременщик	34,4	36,7	37,8	40,7	47,3	55,0
сдельщик	35,8	37,8	41,8	47,8	55,0	64,0
Горячие работы:						
повременщик	35,8	37,8	41,8	47,4	55,0	64,0
сдельщик	38,7	41,5	47,3	54,3	63,1	73,4
Особо тяжелые работы:						
повременщик	37,7	41,5	47,3	54,3	63,1	73,4
сдельщик	41,5	44,1	50,3	57,7	67,1	78,0

плате. В литейных цехах он колеблется в пределах 15—18%. В тех случаях, когда проектируемый вариант влечет за собой изменение величины дополнительной заработной платы (мероприятия по улучшению условий труда, приводящие к сокращению невыходов по болезни и т. п.), потребуется подробный расчет того вида дополнительной зарплаты, по которому произойдут изменения.

Итоговый расчет фонда заработной платы сводится в табл. 9.16, 9.17.

Фонд зарплаты инженерно-технического, счетно-конторского и младшего обслуживающего персонала рассчитывается из установленной численности и окладов. Кроме того, в фонд включаются премии в размере 10—20% должностных окладов. Дополнительная зарплата на эти категории работающих не начисляется.

Результаты расчета по каждой категории работающих сводятся в общую табл. 9.18.

Начисление в соцстрах включается в себестоимость сдельной статьи и рассчитывается в размере 7,7% от основной и дополнительной заработной платы по всем категориям работающих.

Табл. 9.16. Фонд зарплаты основных производственных рабочих, руб.

Профессия	Основная сдельная зарплата	Дополнительная зарплата		Итого фонд зарплаты
		%	сумма	
.....				
Итого				

Табл. 9.17. Фонд зарплаты вспомогательных рабочих, руб.

Профессия	Разряд рабочих	Число рабочих данного разряда	Тарифная ставка	Фонд зарплаты по тарифу	Премии		Итого фонд зарплаты с учетом премии	Дополнительная зарплата		Итого фонд зарплаты
					%	сумма		%	сумма	
.....										
Итого										

Табл. 9.18. Общий фонд заработной платы, руб.

Категория работающих	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Итого	Начисления в соцстрах
в том числе:				
основные				
вспомогательные				
ИТР				
СКП				
МОП				
Итого				

Рабочие, всего
в том числе:
основные
вспомогательные
ИТР
СКП
МОП
Итого

9.3.3. Расчет затрат на материалы

Материальные затраты попадают в статьи «Основные материалы» и «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования». В первую статью включаются сырье и материалы, которые образуют основу изготавливаемой продукции: составляющие металлошихты, присадочные и легирующие материалы, флюсы, формовочные и стержневые смеси. Основные материалы рассчитываются в технологической части проекта при составлении баланса металла для плавильного отделения и расчета смесеприготовительного отделения.

Для определения годового расхода основных материалов составляется ведомость расхода по форме табл. 9.19.

Табл. 9.19. Расход основных материалов

Материалы	Расход на 1 т	Плановая цена 1 т	Годовой расход	
			в тоннах	в рублях
.....				
Итого				

Всего по видам материалов
Транспортно-заготовительные расходы
Итого

В эту же статью включаются транспортно-заготовительные расходы (наценки, оплаченные снабженческо-сбытовым организациям, провозная плата со всеми дополнительными сборами, расходы на разгрузку и доставку материалов на склады предприятия и др.). Транспортно-заготовительные расходы для обоснования проекта могут быть приняты в размере 5—6% от стоимости материалов.

К вспомогательным материалам относятся материалы, необходимые для осуществления технологического процесса, но отнесение которых непосредственно на себестоимость отдельных заготовок затруднено. Нормы каждого вида вспомогательных материалов уста-

навливаются, как правило, на 1 т годного литья. Нормы расхода вспомогательных материалов для литейных цехов автомобильных заводов приведены в главе 5.

Расчет может быть представлен по форме табл. 9.20.

Табл. 9.20. Расход вспомогательных материалов

Материалы	Единица измерения	Норма расхода на 1 т годного литья	Цена материала	Годовая программа, т	Расход на программу	
					в натуральном выражении	в рублях

9.3.4. Расчет затрат на топливо и энергию

В статью «Топливо, энергия на технологические цели» включаются затраты на все виды расходуемых в процессе производства топлива и энергии. Сюда относится топливо для выплавки металла, сушки стержней, форм, ковшей, термообработки отливок. По всем видам потребляемой энергии на технологические цели составляется табл. 9.21.

Табл. 9.21. Расход топлива и энергии на технологические цели

Назначение расходов	Расход на 1 т	Годовая программа, т	Цена	Годовой расход	
				в натуральном выражении	в денежном выражении
1	2	3	4	5	6

Расход электроэнергии

Плавка металла в печах
 Перегрев металла в печах
 Изготовление стержней по горячим ящикам
 Изготовление оболочковых стержней
 Термическая обработка в печах
 Итого

Расход кислорода

Плавка в электропечах
 Заварка литья
 Итого

Расход ацетилена

.
 Итого

Расход сжатого воздуха, м³ на 1 т годного литья

.
 Итого

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Расход газообразного (или жидкого топлива)

Плавка чугуна в вагранках
 Сушка вагранок
 Сушка ковшей
 Нагрев отливок под заварку и последующий отжиг
 Термическая обработка отливок
 Сушка стержней
 Подсушка стержней
 Сушка угля
 Итого

Расход производственной воды

Охлаждение отливок
 Тушение остатков выбивки вагранок
 Грануляция шлака
 Охлаждение электропечей
 Увлажнение формочной смеси
 Увлажнение стержневой смеси
 Охлаждение машин для изготовления оболочковых стержней
 Мойка стержневых плит горячей водой
 Гидравлическое испытание отливок
 Приготовление суспензий
 Прочие потребители
 Итого

В данную статью не включаются затраты на электроэнергию и топливо, которые идут для бытовых нужд и санитарно-технических устройств. Этот вид расхода относится на статью «Цеховые расходы».

Укрупненные нормы расхода энергоресурсов на технологические нужды приведены в главе 6.

9.4. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

В эту статью включаются затраты на содержание, амортизацию и текущий ремонт производственного и подъемно-транспортного оборудования, цехового транспорта, а также амортизация, износ и затраты на восстановление инструментов и приспособлений. Номенклатура статей сметы расходов на содержание и эксплуатацию оборудования приведена в табл. 9.22.

Табл. 9.22. Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Статья расходов	Годовой расход, руб.
Амортизация производственного оборудования и транспортных средств	
Текущий ремонт производственного оборудования и транспортных средств	
Внутризаводское перемещение грузов	
Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений	
Дополнительная зарплата производственных рабочих	
Вспомогательные материалы для технологических целей	
Прочие расходы	
Итого . . .	

Каждая статья сметы принимается из ранее проведенных расчетов или рассчитывается дополнительно. Затраты по статье сметы «Дополнительная зарплата производственных рабочих» принимаются из раздела «Расчет фонда заработной платы», «Вспомогательные материалы для технологических целей» — из раздела «Расчет затрат на материалы».

Величина амортизационных отчислений зависит от годовой нормы амортизационных отчислений и балансовой стоимости оборудования и зданий. Основные из них, которые могут быть использованы при проектировании литейных цехов, приведены в табл. 9.23.

Табл. 9.23. Нормы амортизационных отчислений (в процентах к балансовой себестоимости)

Группы и виды основных фондов	Общая норма амортизационных отчислений	В том числе	
		на капитальный ремонт	на полное восстановление
1	2	3	4

Производственные здания

Здания каркасные с железобетонным или металлическим каркасом, с заполнением каркаса каменными материалами	2,5	1,5	1,0
Здания с каменными стенами из штучных камней или крупноблочные, колонны и столбы железобетонные или кирпичные, перекрытия железобетонные	2,8	1,6	1,2
Здания со стенами облегченной каменной кладки, колонны и столбы железобетонные или кирпичные, перекрытия железобетонные	3,2	1,7	1,5

Непроизводственные здания

Здания каркасные с железобетонным или металлическим каркасом, с заполнением каркаса каменными материалами	2,2	1,4	0,8
---	-----	-----	-----

Продолжение

1	2	3	4
Здания с каменными стенами из штучных камней или крупноблочные, колонны и столбы железобетонные или кирпичные, перекрытия железобетонные	2,5	1,5	1,0
Здания со стенами облегченной каменной кладки, колонны и столбы железобетонные или кирпичные, перекрытия железобетонные	2,8	1,6	1,2
<i>Литейные машины и оборудование (массовое и серийное производство)</i>			
Землеприготовительное оборудование	23,5*	13,5	10,0
Формовочное и стержневое оборудование	18,0*	8,0	10,0
Выбивное оборудование	49,5*	16,2	33,3
Очистное оборудование	19,5*	7,0	12,5
Оборудование для литья в металлические формы	9,9*	3,2	6,7
Вагранки	22,0*	15,0	7,0
<i>Подъемно-транспортные и погрузочно-разгрузочные машины и оборудование</i>			
Автопогрузчики, автогидроподъемники, автовышки и электропогрузчики	27,2	16,0	11,2
Погрузчики механические	23,0	14,0	9,0
Транспортеры скребковые и пластинчатые	20,8	4,8	16,0
Транспортеры ленточные:			
передвижные	20,0	4,0	16,0
сборно-разборные звеньевые	18,0	6,0	12,0
Транспортеры винтовые и ковшевые	28,0	16,0	12,0
Разгрузочные машины для сыпучих материалов	18,6	9,0	9,6
Термические печи отжига, нагревательные, тигельные, газовые и другие печи (во всех отраслях промышленности)	18,0	8,0	10,0
Галтовочные и очистные барабаны, стружкодробильные, пескоструйные и дробе-метные аппараты и камеры	16,5	6,5	10,0

Примечание. 1. Нормы амортизационных отчислений, отмеченные звездочкой, определены исходя из режима работы в две смены. В условиях трехсменной работы к установленным нормам амортизационных отчислений на капитальный ремонт применяется поправочный коэффициент не свыше 1,2, а в условиях односменной работы не свыше 0,8.

2. К нормам амортизационных отчислений, не отмеченным звездочкой, коэффициент сменности не применяется.

3. Для литейных машин и оборудования, работающего в условиях мелкосерийного производства, к общей норме амортизационных отчислений применяется коэффициент 0,6.

4. Для подъемно-транспортного оборудования, используемого на промышленных предприятиях, к общей норме амортизационных отчислений применяется коэффициент 0,6.

Расчет амортизационных отчислений сводится в табл. 9.24.

Затраты на текущий ремонт производственного оборудования и транспортных средств состоят из заработной платы ремонтных рабочих и материалов, расходуемых на эти цели, включая стоимость

Табл. 9.24. Расчет амортизационных отчислений

Основные фонды	Первоначальная стоимость единицы	Количество единиц	Норма амортизационных отчислений, %	Амортизационные отчисления
				в год, руб. ($\frac{гр. 2 \times гр. 3 \times гр. 4}{100}$)
1	2	3	4	5

Итого . . .

запчастей. Заработная плата ремонтных рабочих принимается из раздела «Расчет фонда заработной платы». Расход материалов может быть определен исходя из установленного процента к основной заработной плате ремонтных рабочих. Нормативы материалов и запасных частей приведены в табл. 9.25, 9. 26.

Табл. 9.25. Примерная стоимость материалов, расходуемых при ремонте оборудования (в процентах к основной заработной плате ремонтных рабочих)

Оборудование	Вид ремонта		
	капитальный	средний	малый
	стоимость материала, %		
Бегуны	280	215	70
Разрыхлители и сита	140	105	35
Формовочные машины грузоподъемности, кг:			
до 350	85	60	25
350—500	110	80	30
500—750	140	105	35
750—1000	190	140	50
100—1500	250	190	60
1500	330	240	82
стержневые машины	110	82	30
Пескометы	165	120	40
Выбивные решетки	140	105	35
Выбивные устройства (вибрационные машины, траверсы и т. д.)	110	82	30
Гидрокамеры	140	105	35
Очистные галтовочные барабаны	275	210	65
Очистные дробетные и дробеструйные камеры	190	140	50
Разное оборудование (пескосыпы, питатели, дозаторы и т. д.)	140	105	35
Ленточные транспортеры для горелой грядчей земли со скрапом	330	240	80
Элеваторы	275	210	65
Напольные конвейеры	330	240	80
Подъемно-транспортные (кроме ленточных) транспортеры	210	—	50
Ленточные транспортеры	260	—	50
Электрооборудование, кроме электрических сетей	110	75	25
Электрические сети	220	150	50

Примечание. В стоимость материалов включены покупные и комплектующие изделия (подшипники, ремни, насосы, гидроаппаратура и др.).

Табл. 9.26. Нормативы запасных деталей на одну ремонтную единицу (предельные)

Оборудование	Нормативы запасных деталей на одну ремонтную единицу (предельные), руб.		
	производство		
	единичное и мелкосерийное	серийное	крупносерийное
Металлорежущие станки:			
легкие и средние	3	4	5
крупные и тяжелые	5	6	8
Автоматические линии	4	6	7
Кузнечное	28	35	40
Прессовое	17	25	30
Деревообрабатывающее	4	7	10
Подъемно-транспортное	30	40	50
Литейное	12	20	25
Электротехническое	1	2	2
Теплосиловое	10	10	10

Примечание. 1. По мере освоения методов восстановления изношенных деталей нормативы должны снижаться.

2. Для особо тяжелого и уникального оборудования нормативы запасных деталей устанавливаются заводом по фактической потребности и утверждаются управлением министерства.

3. Для специального оборудования заводов приборостроения и часовой промышленности нормативы запасных деталей утверждаются управлением министерства, ведомства по представлению предприятия.

4. Для электротехнического оборудования указанные нормативы отнесены к ремонтной единице электротехнической части.

Затраты на внутрицеховой транспорт рассчитываются исходя из объема перевозок в машино-часах и стоимости одного машино-часа.

Возмещение износа малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений может быть рассчитано укрупненно в размере 2—3 руб. на 1 т чугунного и 3—4 руб. на 1 т стального литья.

9.5. Расчет сметы цеховых расходов

В смету цеховых расходов включаются затраты, связанные с производством всей продукции цеха, которые распределяются соответственно основной зарплате производственных рабочих (табл. 9.27).

В статью «Содержание аппарата управления цеха» включается фонд заработной платы с начислениями в соцстрах инженерно-технических работников, счетно-конторского и младшего обслуживающего персонала.

Затраты на амортизацию зданий, сооружений определяются исходя из первоначальной стоимости их и норм амортизационных отчислений, приведенных в табл. 9.23. В эту же статью включается амортизация ценного инвентаря, которая может быть определена укрупненно в размере 18—20% от его стоимости.

Табл. 9.27. Смета цеховых расходов

Статьи	Годовая сумма
Содержание аппарата управления цеха	
Амортизация зданий, сооружений и инвентаря	
Содержание зданий, сооружений и инвентаря	
Текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря	
Испытания, опыты, исследования	
Рационализация и изобретательство	
Охрана труда	
Износ малоценного и быстроизнашивающегося хозяйственного инвентаря	
Прочие расходы	
Итого по смете	

В затраты на содержание зданий, сооружений и инвентаря включаются затраты на электроэнергию для освещения, на воду для бытовых нужд, пар для отопления. Затраты на текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря принимаются в размере 2% от стоимости зданий и 10% от стоимости ценного инвентаря.

Расходы на испытания, опыты и исследования могут быть приняты в размере 30 руб. на одного работающего. Расходы по рационализации и изобретательству принимаются в размере 20 руб., на охрану труда — 10—20 руб. на одного работающего.

Износ малоценного и быстроизнашивающегося хозяйственного инвентаря определяется из расчета 5 руб. без гардеробных шкафов и 10 руб. с гардеробными шкафами на одного работающего. Прочие расходы по смете принимаются в размере 5% от тарифного фонда заработной платы основных рабочих.

9.6. Основные технико-экономические показатели

Выше изложен метод расчета технико-экономических показателей проектируемого цеха. Для расчета эффективности необходимо сравнить их с технико-экономическими показателями базового варианта.

При определении экономической эффективности проектируемого цеха должно быть установлено: 1) насколько прогрессивно данное решение и должно ли оно быть принято к проектированию и в последующем к внедрению. Для этого за базу для сравнения принимаются показатели лучшего действующего или запроектированного объекта в СССР или в других странах. Лучшим по своим технико-экономическим показателям должен считаться такой литейный цех или завод, который обеспечивает минимальный размер приведенных затрат $(C + E_n K)$; 2) какова величина экономического эффекта от внедрения проектируемого цеха в определенных конкретных условиях. Для этого за базу принимаются фактические показатели цеха, отражающие реально сложившиеся затраты и объемы производства. Следует иметь в виду, что годовой экономический эффект

определяется исходя из проектируемого выпуска литья, который чаще всего не совпадает с фактическим выпуском цеха (или завода), принятого за базу. Поэтому фактические данные должны быть пересчитаны на годовой объем выпуска литья проектируемого варианта.

Для этого себестоимость годового выпуска литья (C_1) и капитальные вложения (K_1) по базовому варианту корректируются на степень увеличения выпуска литья. Например, себестоимость годового объема производства в литейном цехе, принятом за базу, при выпуске 30 тыс. т составляла 3 млн. руб., капитальные вложения — 4 млн. руб. Проектируется цех с выпуском 60 тыс. т. При расчете годового экономического эффекта по формуле $\Delta = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2)$ себестоимость и капитальные вложения базового варианта принимаются в размере:

$$C_1 = 3 \frac{60}{30} = 6 \text{ млн. руб.};$$

$$K_1 = 4 \frac{60}{30} = 8 \text{ млн. руб.}$$

Рассчитав необходимые величины капитальных вложений и себестоимости, можно определить экономический эффект и срок окупаемости строящегося объекта. Далее определяются основные технико-экономические показатели цеха, которые сводятся в табл. 9.28.

Табл. 9.28. Техничко-экономические показатели литейного цеха

Показатели	Единица измерения	Показатели по проекту
1	2	3
Годовой выпуск литья	т	
Количество работающих в цехе, всего	чел.	
в том числе:		
производственных рабочих		
вспомогательных рабочих		
ИТР		
СКП		
МОП		
Фонд заработной платы, всего	тыс. руб.	
в том числе:		
производственных рабочих		
вспомогательных рабочих		
ИТР		
СКП		
Себестоимость 1 т жидкого металла	руб.	
Себестоимость 1 т годного литья	руб.	
Общая стоимость основных производственных фондов	тыс. руб.	
Общая площадь цеха	м ²	
Производственная площадь цеха	м ²	

7
Амо: сп
Теку
тр
Вну:
Износ
ме
Доп:
Всп:
Проч:
Итс

чет:
«Дс
ютс
ные
зат.

мы
ван
при

Здан
мет
кар
Здан
кар
и с
ны
Здан
кле
или
зоб

Здан
мет
кар
302

Амс
ст
Тек
тj
Вну
Изн
м
Доп
Всп
Про
Ит

чет
«Д
ют
ны
зат

мы
ваг
при

Здан
ме
ка
Здан
ка
и
ны
Здан
кл
ил
зог

Здан
ме
каг

1	2	3
Выпуск литья на одного работающего	т	
Выпуск продукции на одного производственного рабочего	т	
Средняя зарплата одного работающего	руб.	
Средняя зарплата одного производственного рабочего	руб.	
Трудоемкость 1 т годного литья	н/ч	
Съем с 1 м ² общей площади	т	
Съем с 1 м ² производственной площади	т	
Экономический эффект	тыс. руб.	
Срок окупаемости капитальных вложений	гг.	

Приложение

1. Условное обозначение материалов в сечении.

ГОСТ 2.306—68

Металлы и твердые сплавы



Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные плитные (прессованные), за исключением указанных ниже



Древесина поперек волокон



Древесина вдоль волокон



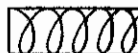
Фанера



Ксилолит, плиты древесностружечные, древесноволокнистые столярные и т. п.



Волокнистые монолитные материалы (вата, стекловата, войлок, мипора и т. п.)



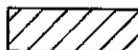
Бетон неармированный



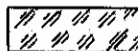
Бетон армированный



Кладка из кирпича строительного и специального, клинкера керамики, терракота и т. п.



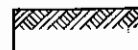
Стекло и другие прозрачные материалы



Жидкости



Грунт



Глина (в качестве конструкционного материала)



Амс
с
Тек
т
Вну
Изн
м
Дог
Всп
Прс
Ит

чет
«Д
ют
ны
зап

МГ
вап
при

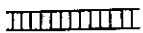
Здан
ме
кап
Здан
кап
и с
ны
Здан
кли
или
зоф

Здан
мет
кар

302



Песок, асбоцемент, гипсовые изделия, лепнина, замазка, штукатурка, раствор и т. п.



Сетка из любого материала

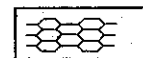


Засыпка из любого материала

2. Условное обозначение материалов и изделий на виде (фасаде).
ГОСТ 2.306—68



Металлы



Сталь просечная



Сталь рифленая

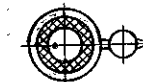


Кладка из кирпича строительного и специального, клинкера, керамики, терракота и т. п.

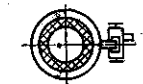


Стекло

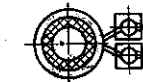
3. Условное обозначение элементов оборудования



Вагранка с копыльником



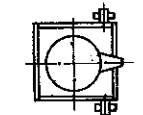
Вагранка с поворотным копыльником



Вагранка с установкой двух миксеров



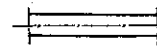
Электродуговая печь



Индукционная тигельная печь

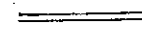


Термическая печь тупикового типа



Железнодорожный путь

4. Условные обозначения строительных элементов



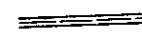
Деревянная оштукатуренная перегородка



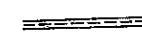
Кирпичная перегородка



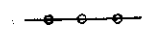
Железобетонная перегородка



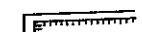
Стеклянная перегородка



Сетчатая перегородка



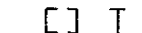
Барьер



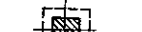
Звукоизолирующая перегородка



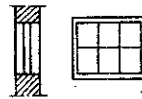
Кирпичный столб



Металлические колонны



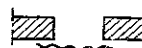
Железобетонная колонна и ее фундамент



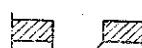
Окно



Дверь (ворота) однопольная откатная



Дверь (ворота) шторная



Дверь (ворота) однопольная



Дверь (ворота) двупольная



Дверь (ворота) складчатая

Амс
с
Тек
т
Вну
Изн
м
Дог
Всп
Про
И т

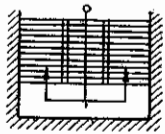
чет
«Д
ют
ны
заг

мы
ва
при

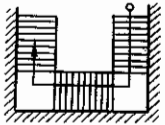
Здан
ме
ка
Здан
ка
и
ны
Здан
кл
ил
зог

Здан
ме
ка

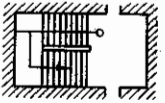
302



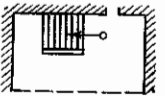
Лестница одномаршевая



Лестница трехмаршевая



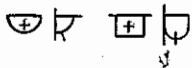
Лестница двухмаршевая



Лестница распашная



Люк



Умывальник



Унитаз



Сетка душевая



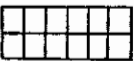
Фонтанчик питьевой



Кабины душевые пристенные и свободно стоящие



Шкафы гардеробные



Калорифер

314



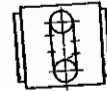
Термическая печь проходного типа



Сушило камерное тупикового типа



Сушило камерное проходного типа



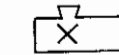
Сушило вертикальное непрерывного действия



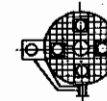
Бегуны катковые



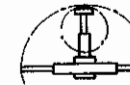
Бегуны центробежные



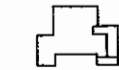
Аэратор



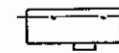
Пескомет стационарный



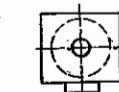
Пескомет консольный передвижной



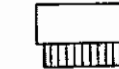
Дробебетный барабан



Дробебетная камера



Дробебетный стол



Гидрокамера

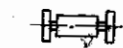


Галтовочный барабан непрерывного действия

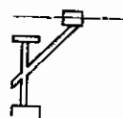


Галтовочный барабан периодического действия

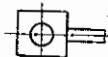
311



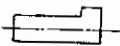
Стационарный заточный станок



Подвесной заточный станок



Окрасочная камера



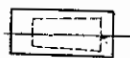
Моечная камера



Бункер прямоугольный



Бункер цилиндрический



Сито полигональное



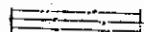
Элеватор



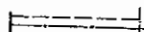
Рольганг



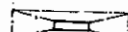
Пластинчатый транспортер



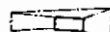
Ленточный транспортер на отметке выше 0,00



Ленточный транспортер на отметке ниже 0,00



Кран мостовой



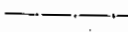
Кран консольный



Кран-балка



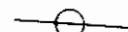
Монорельс с тельфером



Подвесной путь



Подвесной конвейер



Пневмоподъемник

ЛИТЕРАТУРА

- Богомолов А. Г., Брацлавский И. М. Справочник по нестандартному оборудованию. М., 1965.
- Бугров Ф. И., Головки И. Д. Справочные таблицы по проектированию литейных цехов. М., 1964.
- Гориков А. А. Очистка электрохимическим способом отливок из черных металлов. Киев, 1965.
- Егоров М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. Изд. 6-е. М., 1969.
- Единая система плано-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий. М., 1967.
- Заdernовский В. В., Морозов Н. И. Организация и эксплуатация башенных складов сыпучих материалов в литейном производстве. Л., 1970.
- Зайгеров И. Б. Машины и автоматизация литейного производства. Минск, 1969.
- Изготовление стержней по нагреваемой оснастке. Под редакцией Г. В. Просянкина. М., 1970.
- Информационный сборник специального технологического оборудования для литейного производства. Вып. 4. НИИМАШ. М., 1967.
- Каталог литейного оборудования. М., 1967.
- Каталог. Литейные машины. Машины для изготовления форм и стержней, выбивки и очистки отливок. Вып. 12. НИИМАШ. М., 1970.
- Комплексная механизация подготовительных и погрузочно-разгрузочных работ на складах шихтовых материалов. ОМТМ 1230—003—67.
- Коновалов В. С., Фокин Н. М. Комплексная механизация складов шихтовых и формовочных материалов машиностроительных заводов. М., 1967.
- Литейное машиностроение. Вып. 2-3. НИИМАШ. М., 1970.
- Литейные машины. Машины для изготовления форм. Вып. 2. НИИМАШ. М., 1967.
- Механизированные и автоматические линии литейного производства. ОМТМ 1412—001—64.
- Нормы амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР. М., 1961.
- Нормы расхода вспомогательных материалов для литейных цехов автомобильных заводов. М., 1968.
- Нормы технологического проектирования литейных цехов машиностроительных предприятий. НИИМАШ. М., 1970.
- Рыбальченко Н. А. Проектирование литейных цехов. Харьков, 1965.
- Сербинович П. П., Орловский Б. Я., Абрамов В. К. Архитектурное проектирование промышленных зданий. М., 1972.
- Справочник проектировщика промышленных зданий. Под редакцией А. П. Величина. Киев, 1968.
- Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., 1969.
- Указания по строительному проектированию предприятий, зданий и сооружений машиностроительной промышленности. М., 1968.

Укрупненные нормы расхода энергоресурсов на технологические нужды. М., 1964
 Фанталов Л. И. Основы проектирования литейных цехов. М., 1953.
 Фомченко С. И., Балакин И. Я., Докторович А. С., Костров Л. Н. Очистка отливков. Л., 1969.
 Храпченко А. И. Применение электропечей для выплавки серого чугуна на заводах БССР. Минск, 1969.
 Шестопал В. М. Специализация и проектирование литейных цехов. Изд. 2-е. М., 1969.
 Экономика и организация производства в дипломных проектах. Под редакцией К. Н. Великанова. Изд. 2-е. Л., 1973.

Ам
с
Тек
т
Вну
Изг
м
Дол
Всп
Прк
Ит

чек
«Д
ют
ны
за
мь
ва
пр.

Зда
ме
ке
Зда
ка
и
нь
Зда
кл
ил
зо

Здан
ме
ка

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Организация проектных работ в СССР	7
1.1. Принципы организации проектных работ	9
1.2. Техничко-экономическое обоснование	9
1.3. Задание на проектирование	11
1.4. Выбор площадки строительства	12
1.5. Технический проект	13
1.6. Техно-рабочий проект	13
1.7. Рабочие чертежи	17
1.8. Сметная часть	17
1.9. Генеральный план предприятия	19
1.10. Классификация литейных цехов	23
1.11. Структура литейного цеха	
Глава 2. Режимы работы цехов и фонды времени	25
2.1. Последовательный и параллельный режимы работы цехов	26
2.2. Фонды времени	
Глава 3. Методика разработки технологической части проекта	29
3.1. Производственная программа	31
3.2. Точная программа	32
3.3. Приведенная программа	35
3.4. Условная программа	
Глава 4. Проектирование основных отделений литейных цехов	36
4.1. Проектирование формовочных отделений	36
4.1.1. Выбор метода формовки	42
4.1.2. Технологические группы отливок	47
4.1.3. Изготовление форм на машинах	51
4.1.4. Изготовление форм набивкой пескометом	55
4.1.5. Изготовление форм на автоматических линиях	62
4.1.6. Расчет конвейеров	75
4.1.7. Изготовление форм на плацу	77
4.1.8. Пример компоновки формовочного участка	79
4.1.9. Нормы размеров пролетов формовочных отделений	83
4.2. Проектирование стержневых отделений	83
4.2.1. Весовые группы стержней и размерные ряды стержневых участков	83

	4.2.2. Изготовление стержней на основе терморезистивных смол	87
	4.2.3. Изготовление стержней пескоструйным, пескодувным и встряхивающим методами	94
	4.2.4. Изготовление стержней пескоструйным методом	101
	4.2.5. Изготовление стержней из жидких самотвердеющих смесей	102
	4.2.6. Расчет площадей стержневого отделения	107
	4.2.7. <u>Нормы размеров пролетов стержневых отделений</u>	110
	4.3. Сушка форм и стержней	111
	4.3.1. Сушила периодического действия	111
	4.3.2. Сушила непрерывного действия	117
	4.4. Смесеприготовительное отделение	118
	4.4.1. Выбор и расчет бегунов на программу	118
	4.4.2. Пример компоновки смесеприготовительного отделения	128
	4.4.3. <u>Нормы размеров пролетов смесеприготовительных отделений</u>	130
	4.5. Проектирование плавильного отделения	131
	4.5.1. Составление баланса металла	131
	4.5.2. Плавка чугуна в вагранках	134
	4.5.3. Плавка чугуна в индукционных печах	140
	4.5.4. Плавка стали в мартеновских печах	150
	4.5.5. Плавка стали в электродуговых печах	151
	4.5.6. Примеры планировок плавильных отделений	156
	4.5.7. <u>Нормы размеров пролетов плавильных отделений</u>	166
	4.6. Проектирование очистных отделений	171
	4.6.1. Организация очистных работ	171
	4.6.2. Ручная очистка отливок	176
	4.6.3. Водоструйная очистка отливок	178
	4.6.4. Дробеметная и дробеструйная очистки отливок	183
	4.6.5. Очистка в галтовочных барабанах	189
	4.6.6. Очистка отливок огневым способом	191
	4.6.7. Очистка отливок электрическими способами	193
	4.6.8. Термообработка отливок	195
	4.6.9. Грунтовка отливок	200
	4.6.10. Примеры компоновки очистных отделений	202
	4.6.11. <u>Нормы размеров пролетов очистных отделений</u>	209
	Глава 5. Проектирование складских и вспомогательных отделений литейных цехов	
	5.1. Склады шихтовых и формовочных материалов	210
	5.2. Склады оснастки, стержней и отливок	225
	5.3. Кладовые, лаборатории и службы цеха	229
	5.4. Участок ремонта оборудования	230
	5.5. Внутрицеховой транспорт	232
	5.6. <u>Нормы размеров пролетов складов шихтовых и формовочных материалов</u>	236
	Глава 6. Основные данные для проектирования энергетической части проекта	
	6.1. Электроэнергия	239
	6.2. Сжатый воздух	241
	6.3. Расход воды	242
	6.4. Топливо и пар	243
	Глава 7. Строительная часть проекта	
	7.1. Типы зданий	246
	7.2. Элементы конструкций зданий	250
	7.3. Отопление и вентиляция	256
	7.4. Освещение	257
	7.5. Бытовые и административно-канторские помещения	257
	7.6. <u>Нормы проездов, проходов и привязки оборудования</u>	262

Глава 8. Проектирование и организация литейного цеха в целом	
8.1. Отечественные литейные цехи	266
8.2. Зарубежные литейные цехи	275
Глава 9. Экономическая часть проекта	
9.1. Экономическое обоснование технологических решений	285
9.2. Расчет капитальных вложений	286
9.3. Расчет себестоимости выпускаемой продукции	289
9.3.1. Расчет потребного количества работающих в цехе	291
9.3.2. Расчет фонда заработной платы	296
9.3.3. Расчет затрат на материалы	299
9.3.4. Расчет затрат на топливо и энергию	300
9.4. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	301
9.5. Расчет сметы цеховых расходов	305
9.6. Основные технико-экономические показатели	306
Приложение	309
Литература	315

Ам
с
Те
т
Вн
Из
а
До
Вс
Пр
Ит

че
«Д
ют
ны
за

мь
ва
пр

Зда
м
ке
Зда
ке
и
не
Зда
кл
ил
зо

Здан
ме
ка

302

Иван Захарович Логинов
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Редактор *Ж. И. Васюк*
Обложка *А. П. Греханова*
Худож. редактор *Г. И. Важнов*
Техн. редактор *П. В. Фрайман*
Корректор *Е. А. Пастушенко*

АТ 11849. Сдано в набор 27/III 1975 г. Подписано к печати 16/IX 1975 г. Бумага 60×90^{1/16} иллюстрац. Печ. л. 20. Уч.-изд. л. 26,68. Изд. № 72-102. Зак. 2016. Тираж 4000 экз. Цена 1 руб. 06 коп.

Издательство «Высшая школа» Государственного комитета Совета Министров БССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Редакция литературы по технике. Минск, 220600, ул. Кирова, 24.

Отпечатано с набора полиграфкомбината им. Я. Коласа Госкомитета СМ БССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, Минск, Красная, 23 в типографии им. Франциска (Георгия) Скорины издательства «Наука и техника» АН БССР и Госкомитета СМ БССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Минск, Ленинский проспект, 68. Зак. 1838.

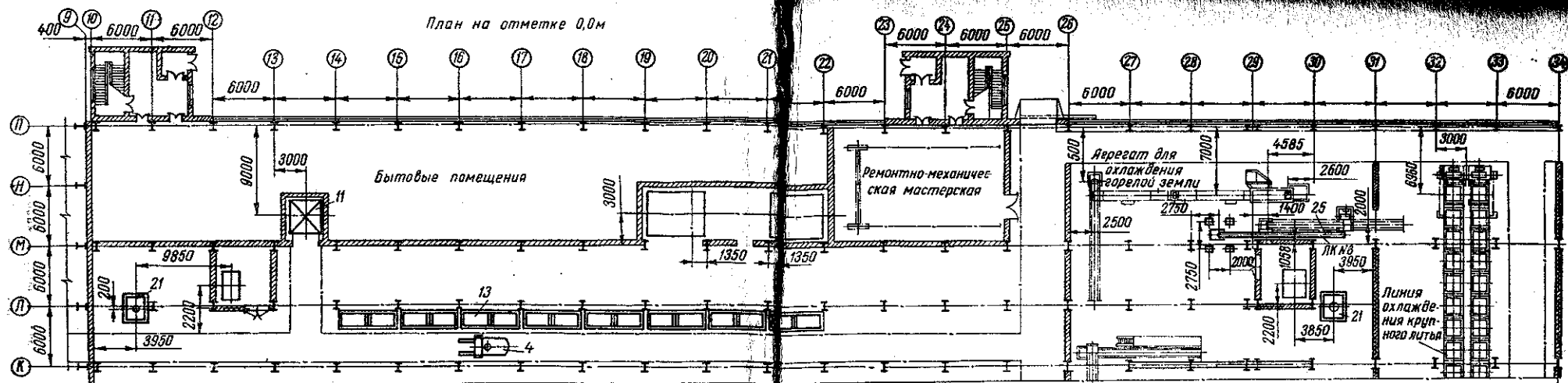


Рис. 4.13. Формовочное отделение мощностью 12 500 т/год чугунных отливок весом 500—1000 кг. План первого этажа

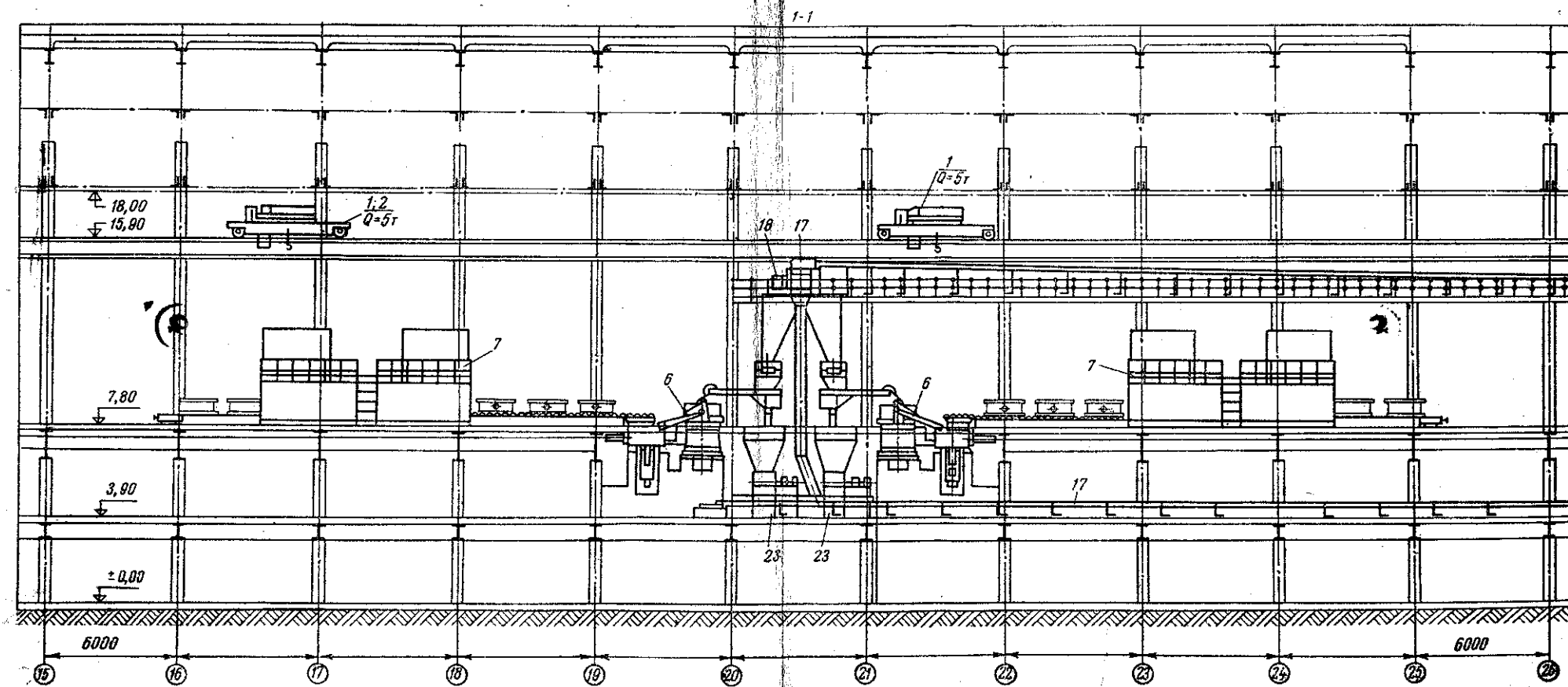


Рис. 4.14. Формовочное отделение мощностью 12 500 т/год чугунных отливок весом 500—1000 кг. Продольный разрез