

Владимирский государственный университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Методические указания к практическим занятиям

Владимир 2002

Министерство образования Российской Федерации
Владимирский государственный университет
Кафедра литейных процессов и конструкционных материалов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Методические указания к практическим занятиям

Составитель
Ю.Д. КОРОГODOV

Владимир 2002

УДК 621.74 : 658.2.001.2 (075.8)

Рецензент
Кандидат технических наук, доцент
Владимирского государственного университета
И.К. Каллиотин

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Проектирование и реконструкция литейных цехов: Метод. указания к практическим занятиям / Владим. гос. ун-т; Сост. Ю.Д. Корогодов. Владимир, 2002. 48 с.

Содержат варианты составления производственных программ основных отделений литейных цехов, выбора оборудования и расчет его количества.

Предназначены для студентов высших учебных заведений всех форм обучения специальностей 110400 – литейное производство черных и цветных металлов и 120300 – машины и технология литейного производства.

УДК 621.74 : 658.2.001.2 (075.8)

Общие положения

К реконструкции действующих предприятий относится переустройство существующих цехов и объектов основного и обслуживающего назначения, связанное с совершенствованием производства, повышением его технико-экономического уровня, направленное на увеличение производственных мощностей, улучшение качества и изменение номенклатуры продукции в основном без увеличения численности работающих при одновременном улучшении условий их труда и охраны окружающей среды.

При реконструкции действующих предприятий возможно: расширение отдельных сооружений и участков основного, подсобного и обслуживающего назначения в случаях, когда новое высокопроизводительное оборудование не может быть размещено в существующих зданиях. При реконструкции должны обеспечиваться: увеличение производственной мощности цеха прежде всего за счет устранения диспропорций в технологических звеньях; внедрение малоотходной и безотходной технологий и гибких производств; сокращение числа рабочих мест; повышение производительности труда, снижение материалоемкости производства и себестоимости продукции; повышение фондоотдачи и улучшение других технико-экономических показателей действующего предприятия.

При выпуске технологического оборудования реконструируемых литейных цехов один из определяющих факторов – классификация по массе выпускаемых отливок, приведенная в табл. 1 (см. приложение).

По серийности различают следующие типы производств: массовое, крупносерийное, серийное, мелкосерийное и единичное. Серийность производства определяет степень механизации технологических процессов и оборудования. Наивысшая степень механизации и автоматизации свойственна для крупносерийного и массового производства с узкой и ограниченной номенклатурой отливок.

Классификация цехов по серийности производства из черных сплавов приведена в табл. 2 (см. приложение).

Обычно существует смешанная серийность изготавливаемых отливок. Производство цеха следует относить к тому типу, который является в данном цехе преобладающим.

Классификация цехов по серийности производства из цветных сплавов приведена в табл. 3 (см. приложение).

В проектных расчетах при определении количества оборудования используется эффективный фонд времени его работы $\Phi_э$, который зависит от вида оборудования, его сложности и режима работы цеха.

Действительный годовой фонд работы оборудования приведен в табл. 4 (см. приложение).

Потеря времени из-за ремонта оборудования по технологическим и другим причинам учитывается введением в расчет коэффициента использования оборудования $K_э$, приведенного в табл. 5 (см. приложение).

При небольших объемах производства и отсутствии соответствующего оборудования в отдельных случаях допускается понижение коэффициента использования до 0,5 (и ниже) с обоснованием.

Коэффициент использования оборудования является одним из критериев правильно выбранного технологического оборудования и определяется отношением расчетного числа единиц оборудования $N_{расч}$, необходимого для обеспечения программы выпуска продукции, к принятому в проекте $N_{пр}$:

$$K = \frac{N_{расч}}{N_{пр}} .$$

РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ПЛАВИЛЬНОГО УЧАСТКА

Плавильное отделение должно состоять из двух основных участков: набора и взвешивания шихты и плавки, а также вспомогательных участков по ремонту футеровки и оборудования, сушке и подогреву ковшей, уборки отходов, лабораторий, службы КИП, пультов управления и др.

В литейных цехах для плавки металлов применяются электрические и топливные печи. Наиболее характерным примером плавки в топливных печах является ваграночная плавка. Конструкция вагранок за последнее время претерпела существенное изменение. Применяют вагранки закрытого типа с горячим дутьем, коксогазовые и газовые вагранки, вагранки с основной футеровкой и вагранки с водяным охлаждением плавильного пояса.

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

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

Учитывая, что улучшению санитарно-гигиенических условий труда придают большое значение в проектах цехов, следует использовать только вагранки закрытого типа с горячим дутьем вне зависимости от масштаба и характера производства.

При выборе плавильных устройств следует учитывать, что при нагреве и расплавлении чугуна в вагранках тепловой коэффициент полезного действия печи достигает 45 %, но при перегреве чугуна падает до 5 %.

Перегрев жидкого чугуна в электропечах происходит при т.к.п.д. порядка 55 %, а нагрев до температуры плавления – при т.к.п.д., равном 20 – 30 %. Следовательно, плавить чугун экономичнее в вагранках, а пере-

гревать жидкий чугун до нужной температуры – в электрических печах. Поэтому дулекс-процесс-вагранка-электропечь нашел широкое применение в чугунолитейном производстве.

Индукционная плавка чугуна и цветных легкоплавких сплавов обеспечивает получение жидкого сплава высокого качества с минимальным содержанием газов, неметаллических включений и вредных составляющих. Плавка в индукционных печах позволяет снизить угар металла и повысить к.п.д. использования электроэнергии. Индукционные плавильные печи подразделяются по принципу работы на два типа: тигельные и канальные. Наибольшее распространение для плавки чугуна и стали получили тигельные индукционные печи. Они удобны и надежны в эксплуатации, особенно при выплавке низкоуглеродистых чугунов – ковкого и др. При работе на сухой шихте, не содержащей посторонних включений, и на подогретой шихте в плавильном отделении обеспечиваются хорошие санитарно-гигиенические условия труда. В печах возможно проведение термовременной выдержки и корректировки химического состава жидкого металла. Основные преимущества индукционной плавки в тигельных печах промышленной частоты – стабильность химического состава плавки благодаря хорошему перемешиванию жидкого металла и применению дешевой шихты на основе стального скрапа, легкоплавких отходов, чугунной и стальной стружки россыпью. Индукционные тигельные печи – это агрегат периодического действия, поэтому для непрерывного снабжения металлом поточной линии заливки приходится устанавливать несколько одновременно работающих печей (не менее трех).

При плавке в электрических дуговых печах металлургические возможности более широки по сравнению с плавкой в индукционной и в ваграночной печах. Этот процесс применяют для стали, цветных тугоплавких сплавов и чугуна. Активные горячие шлаки позволяют проводить процессы рафинирования для получения высококачественного сплава из шихты, содержащей вредные примеси. К недостаткам дуговой плавки следует отнести тяжелые условия труда в плавильном отделении из-за большого шума, загазованности и больших тепловыделений, а также большего, чем при индукционной плавке, угара металла.

Эффективность применения плавки в электрических печах повышается с использованием подогретой шихты. При этом имеется в виду использование в подогревательных печах более дешевого топлива, например природного газа.

Практикой установлено, что наиболее интенсивно процесс окисления протекает при температуре свыше 650 °С. Продолжительность подогрева шихты при прочих равных условиях зависит от ее температуры. При температуре нагрева до 500 °С потребное время не превышает 4 минут, нагрев до 650 °С требует уже 12 минут.

Предварительный нагрев шихты увеличивает производительность электропечей на 25 – 35 % при одновременном снижении удельного расхода электроэнергии на 15 – 20 %. В результате снижаются себестоимость жидкого металла и капитальные вложения плавильного отделения.

Баланс металла и потребное количество плавильных печей

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.

Расчет плавильных агрегатов и другого оборудования начинается с определения необходимого объема металлозавалки по отдельным маркам металла. Вес металлозавалки складывается из веса годного литья на программу, веса металла литниковых систем, расхода металла на брак и угар и безвозвратных потерь (табл. 6) (см. приложение).

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. Средний угар и безвозвратные потери в плавильных печах чугуна и стали приведены в табл. 7 (см. приложение).

При отсутствии детально разработанной технологии изготовления отливок потребность в металлозавалке определяется укрупненным расчетом. При укрупненном расчете производственная программа выпуска отливок разбивается на весовые группы. Потребность металлозавалки определяется по каждой весовой группе. Выход годных отливок для каждой группы приведен в табл. 8 (см. приложение).

Выбор плавильного оборудования обуславливается его металлургическими возможностями обеспечить заданное количество выплавленного сплава, наличием в регионе проектируемого цеха необходимых шихтовых материалов и энергетических ресурсов, условиями труда обслуживающего

персонала и соблюдением условий защиты окружающей среды от газовыделений и отходов плавки сплавов, эффективностью производства сплава на выбранном оборудовании. Если перечисленные условия могут быть обеспечены применением различного оборудования, то для правильного выбора оборудования проводят технико-экономический анализ вариантов установки плавильного оборудования.

Перечень плавильных агрегатов, наиболее часто применяемых для плавки литейных сплавов, их основные технические данные приведены в табл. 9 (см. приложение).

Необходимое количество плавильных агрегатов определяют по формуле

$$N_{\text{расч}} = \frac{K_n B_{\Gamma}}{\Phi_{\text{д}} q_{\text{расч}}},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчетное количество плавильных печей; B – годовое количество жидкого металла по участку, т; K_n – коэффициент неравномерности потребления жидкого металла, равный 1 – 1,2 для крупносерийного массового производства и 1,2 – 1,4 для индивидуального и мелкосерийного производства; $\Phi_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч; $q_{\text{расч}}$ – производительность плавильного оборудования, т/ч.

Принятое количество плавильных агрегатов $N_{\text{пр}}$ получается путем увеличения $N_{\text{расч}}$ до значения целого числа.

Правильность выбора количества плавильных печей определяется путем расчета коэффициента загрузки:

$$K_3 = \frac{N_{\text{расч}}}{N_{\text{пр}}},$$

где K_3 – коэффициент загрузки плавильного оборудования; $N_{\text{расч}}$ – расчетное количество оборудования; $N_{\text{пр}}$ – принятое количество оборудования.

Нормальная работа плавильного отделения обеспечивается при $K_3 = 0,7 - 0,85$.

При выплавке чугуна в печах периодического действия монопроцессом их вместимость принимается исходя из часовой потребности с учетом принятой вместимости раздаточно-разливочных ковшей, количества отбора металла (не более трех) в течение часа и сохранения «болота» жидкого металла в объеме не менее 30 – 50 % от общей вместимости печи.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

При проектировании складов формовочных и шихтовых материалов следует руководствоваться следующими положениями.

Расчет площадей и оборудования для приемки, хранения и транспортировки шихтовых, формовочных и огнеупорных материалов выполняется на основе потребностей плавильного и смесеприготовительного отделения в основных материалах на годовой выпуск.

Расход вспомогательных материалов на годовой выпуск заносят в сводную ведомость (табл.10) (см. приложение).

В проекте кроме складов шихтовых и формовочных материалов необходимо предусмотреть также склады или площади моделей (модельных плит с моделями), опок, стержней, отливок.

Необходимо дать характеристику организации цехового складского хозяйства, в том числе состава складов, их размещения, способа разгрузки, укладки и хранения материалов. При наличии на заводе двух и более литейных цехов следует проектировать базисные склады.

Расположение базисных складов по отношению к литейным цехам должно обеспечить рациональные грузопотоки материалов. При этом возможно размещение складов формовочных и шихтовых материалов с участками их подготовки как в одном здании, так и в отдельных зданиях. Для подачи сухого песка в литейные цехи рекомендуется использовать пневмотранспорт или систему ленточных конвейеров; порошкообразных материалов – пневмотранспорт, а шихтовых материалов, кокса и флюсов в специальных контейнерах – автотранспорт.

Такое решение позволяет исключить железнодорожные вводы в шихтовые отделения, сократить их площадь и разрывы между цехами. Обеспечивает чистоту и порядок в цехах, но при этом увеличивается число грузо-перевалок в связи с загрузкой контейнера на базисном складе.

Для машиностроительных заводов с одним литейным цехом склады формовочных и шихтовых материалов проектируют при цехе. В этих случаях для подачи материалов к местам потребления используют внутрицеховой транспорт.

Нормы для расчета складов шихтовых, формовочных и вспомогательных материалов приведены в [1, с. 214 – 219].

Общая площадь склада определяется по формуле

$$F_{\text{скл}} = F_{\text{тех}} + F_{\text{закр}} + F_{\text{э}} + F_{\text{пу}},$$

где $F_{\text{тех}}$ – площадь технологических участков склада, включая площадь под оборудование, проходами и железнодорожными вводами, м^2 ; $F_{\text{закр}}$ – площадь закроев, м^2 ; $F_{\text{э}}$ – площадь, занятая внутренними эстакадами и местами для разгрузки материалов, м^2 ; $F_{\text{пу}}$ – площадь, занятая устройствами для подачи материалов в производство, м^2 .

Расчет площади закроев складов шихтовых материалов ведется по формуле

$$F_{\text{зш}} = 1,1 (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n),$$

где $F_{\text{зш}}$ – площадь закроев складов шихтовых материалов, м^2 ; 1,1 – коэффициент увеличения расчетной площади закроев с учетом их фактического заполнения; $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ – расчетные площади для соответствующих компонентов шихты в зависимости от вида литья (стружка, чугунный лом, стальной лом и др.).

Площади закроев для отдельных компонентов шихты находятся по формуле

$$f_{\text{зш}} = \frac{100Mab}{kT_{\text{д}}H},$$

где $f_{\text{зш}}$ – площадь закроев соответствующей составной части шихты, м^2 ,
 $\frac{100M}{k}$ – металлозавалка, т/год,

где M – мощность цеха годного литья, в процентах от металлозавалки, %; a – норма расхода соответствующего компонента шихты от металлозавалки, %; b – норма хранения компонента шихты, дн.; $T_{\text{д}}$ – годовой фонд работы, дн.; H – высота хранения компонента шихты, м; k – насыпная плотность компонента шихты, $\text{т}/\text{м}^3$.

Для складов формовочных материалов площади закроев определяются по формуле

$$F_{\text{зф}} = 1,2 - 1,25 (f_{\text{п}} + f_{\text{г}} + f_{\text{у}}),$$

где $f_{\text{п}}, f_{\text{г}}, f_{\text{у}}$ – расчетные площади закроев соответственно для песка, глины, угля, м^2 ; 1,1 – 1,25 – коэффициент увеличения расчетной площади закроев с учетом их фактического заполнения.

Расчетные площади закровов для соответствующих формовочных материалов находятся по формуле

$$f_{зф} = \frac{bMa'}{T_d H},$$

где a' – норма расхода соответствующего материала, т/г, годного литья.

Площадь, занятая внутренними эстакадами и местами для разгрузки, определяемая длиной склада, количеством эстакад и необходимой шириной мест разгрузки:

$$F_э = mln,$$

где $F_э$ – площадь, занятая внутренними эстакадами и местами для разгрузки, m^2 ; m – ширина разгрузки, м (при эстакадной разгрузке принимается 6 – 8 м); l – длина эстакады, м; n – количество эстакад.

Площадь, занимаемая приемными устройствами для подачи материалов в производство $F_{пу}$, 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, m^2 ; B – норма запаса материала на складе, т; H – средняя допустимая нагрузка на $1 m^2$ пола склада, т.

Площадь, необходимая для приема и сортировки материалов, принимается из расчета $20 m^2$ на 1 000 т годного литья. Площадь на проходы и проезды составляет 10 – 15 % полезной площади. Основные данные для расчетов складов шихтовых и формовочных материалов, а также способы хранения основных материалов приводятся в табл. 12 (см. приложение).

Для хранения различных вспомогательных материалов, инструмента, красок и т. п. 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 1 000 т выпуска отливок в зависимости от серийности производства приведены в табл. 11 (см. приложение).

Ориентировочно можно принимать площади кладовых на каждые 1 000 тонн выпуска цеха при серийном и мелкосерийном производстве; общей цеховой 1,3 – 1,7 м², ремонтной службы механика и электрика 2,8 – 3,2 м².

Для цехов крупносерийного производства приведенные величины принимаются с коэффициентом 0,6 – 0,75 в зависимости от мощности цеха.

Количество кладовщиков определяют по количеству кладовых и по сменности их функционирования. В производственных отделениях цеха должны быть предусмотрены конторы мастеров площадью по 15 – 20 м² каждая. Цеховые кладовые и конторы размещают на первом этаже бытовых помещений в местах, непригодных для производственных операций (площади, не обслуживаемые кранами, между колоннами здания). Устройство, оборудование, механизация и примеры проектных решений компоновки складов приведены в [2].

Практическая работа № 3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ

Вспомогательные службы литейных цехов включают следующие подразделения: ремонтную службу цеха, предназначенную для текущего ремонта и обслуживания оборудования, с участком ремонта футеровки ковшей, тиглей и различных печей; экспресс-лаборатории для оперативного контроля свойств формовочных и стержневых смесей и химического состава жидких сплавов; цеховые кладовые службы снабжения.

Ремонтная служба цеха (служба механика и электрика)

В действующей системе планово-предупредительного ремонта (ППР), учитываемой при проектировании литейных цехов, предусмотрено централизованное выполнение службами завода капитального, среднего и мелкого ремонта механического и электротехнического оборудования, КИП и автоматики, а также ремонта инструмента и оснастки, при этом применяют метод поузлового ремонта. Цеховая служба обеспечивает только межремонтное обслуживание всего перечисленного оборудования и приборов цеха в течение всего времени (во всех сменах) работы оборудования, в связи с чем функции и состав этой службы значительно упрощаются и сокращаются.

Проектирование ремонтной цеховой службы сводится к определению числа дежурных слесарей, станочников, электриков, прибористов, размеров помещений мастерских и числа простейших станков.

Число рабочих, обслуживающих оборудование, рассчитывают по объему и ремонтной сложности всего комплекса оборудования цеха, выраженных в ремонтных единицах. Нормы для расчета категории сложности ремонта оборудования литейных цехов и межремонтного обслуживания оборудования приведены в табл. 13, 14 (см. приложение).

Для текущего ремонта модельной оснастки предусматривают модельщиков и слесарей из расчета один рабочий на выпуск 6 – 7 тыс. годных отливок в цехах мелкосерийного производства и на 12 – 15 тыс. т в цехах крупносерийного производства.

По числу станочников в одну смену определяют число сверлильных, токарных и универсально-фрезерных станков, а по числу станков и рабочих в наибольшую смену – площадь помещений, занимаемых ремонтной службой: на каждый станок по 10 м², на каждого дежурного слесаря и электрика по 4 – 5 м².

Цеховая служба текущего ремонта оборудования должна иметь разветвленную систему контроля его работы и вызова дежурных слесарей и электриков.

В больших цехах эта система является частью системы автоматического управления цехом.

Участок ремонта технологической оснастки и модельных комплектов требует площади 20 – 25 м².

Участок ремонта печного оборудования

Ковшевое отделение предназначено для капитального ремонта и футеровки ковшей, тиглей и сводов печей, а также для сушки ковшей после ремонта. Тигли и своды сушат при первых плавках. Здесь же производят набор и сушку стопоров. Стопоры сушат в подвешенном состоянии в электросушилках с искусственной рециркуляцией при температуре 100 – 200 °С. Режим сушки должен соблюдаться очень строго, так как плохо просушенный стопор может стать причиной аварии.

Для сушки ковшей после ремонта применяют стенды, отапливаемые газом. Конструкция стендов для монорельсовых ковшей, стенды для крановых ковшей и их габаритные размеры приведены в работе [1].

Номенклатура и данные разливочных ковшей для чугуна и стали приведены в [1]. Ковшевое отделение размещают рядом с плавильным отделением, в том же пролете, где производят разливку жидкого металла. Реже ковшевое отделение размещают на плавильном участке.

Количество рабочих принимают по нормам:

- ковшевые и печники в цехах мелких чугуновых отливок – из расчета один рабочий на 6 – 7 тыс. т мощности цеха;
- в цехах средних чугуновых отливок – один рабочий на 5 – 6 тыс. т мощности цеха;
- в цехах крупных чугуновых отливок – один рабочий на 3 – 4 тыс. т мощности цеха.

Для сталелитейных цехов эти нормы снижаются на 25 – 30 %. Кроме ковшевых в отделении предусматривают одного рабочего для приготовления огнеупорных порошков и обслуживания бегунов.

Экспресс-лаборатории

Для проведения химического анализа металла во время плавки и 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 представлены в табл. 15 (см. приложение).

В табл. 16 приложения приведены данные о трудоемкости проведения экспресс-анализов чугуна и стали в различных плавильных агрегатах.

При плавке чугуна из стальных отходов в электропечах необходимо брать три-четыре анализа от каждой плавки по значительно большему количеству элементов (двенадцать-двадцать), чтобы уловить присутствие нежелательных примесей от случайных отходов. Для этой цели предусматривают сложное автоматическое оборудование (квантометры). Такие лаборатории выполняют по специальным заказам.

Предполагается, что формовочные и стержневые смеси,готавливаемые в автоматическом режиме, подвергают непрерывному автоматическому анализу влажности и температуры при выходе из смесителей.

Задачами экспресс-лаборатории формовочных и стержневых материалов являются контроль показаний автоматических приборов и системати-

ческое определение основных технологических параметров формовочных и стержневых смесей в процессе их приготовления и на рабочих местах.

При анализе формовочных смесей определяют прочность «по-сырому», влажность и газопроницаемость. При анализе стержневых смесей дополнительно определяют прочность «по-сухому». Трудоемкость анализа 0,1 ч. По этим данным определяют количество лаборантов в одну смену. Общая площадь лаборатории 8 – 9 м² на одного работающего лаборанта, но не менее 15 м². Экспресс-лаборатории размещают, как правило, по возможности ближе к рабочей площадке печей и в помещении смесеприготовительного отделения с удобным выходом на площадку обслуживания оборудования.

Практическая работа № 4

РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ СТЕРЖНЕВОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Организация работы стержневого отделения и выбор метода изготовления стержней зависят от характера литья и в значительной мере определяются их размерами, сложностью и серийностью производства.

По составу стержневой смеси разовые стержни делят на песчано-глинистые и самотвердеющие, а принимая во внимание способ упрочнения, обеспечивающий окончательную прочность стержней, – на горячетвердеющие, быстровысыхающие, химически твердеющие при продувке углекислым газом (СО₂ – процесс), сухие, холодно- или быстрохолодно-твердеющие и жидкие самотвердеющие смеси.

В массовом и крупносерийном производстве прогрессивным считается метод изготовления стержней по горячим ящикам. К преимуществам этого способа следует отнести резкое повышение качества и точности стержней, уменьшение расхода смеси, повышение точности и чистоты отливок, цикл изготовления стержней сокращается в несколько десятков раз, полностью исключается применение сушил, каркасов, облегчается выбивка стержней.

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

Изготовление в горячих ящиках рассчитано на выпуск мелких и средних стержней массой до 100 кг.

Особенностью изготовления быстровысыхающих стержней является упрочнение стержней при кратковременной сушке. Стержни обладают высокой прочностью, легко выбиваются. Стержни изготавливаются на пескоструйных и пескострельных машинах из быстровысыхающих смесей с масляными связующими или их заменителями (Г, КО, СП, Т и др.).

Технологические особенности изготовления стержней: упрочнение сушкой при температуре 180 – 350 °С в течение 1,5 – 8 часов.

Технологический процесс получения быстротвердеющих стержней по сравнению с их изготовлением из быстровысыхающих смесей имеет особенности: возможно применение смесей с повышенной прочностью во влажном состоянии, содержащих быстротвердеющие связующие СП, СБ, КТ и др.; упрочнение происходит путем химического твердения стержней при кратковременной сушке.

Изготовление сухих стержней применяют в мелкосерийном и единичном производстве крупных отливок массой 1 000 – 5 000 кг в сухих, самоотвердеющих (из ПСС и ЖСС) формах, когда большое значение имеет обеспечение повышенной податливости стержней.

Особенность изготовления химически твердеющих стержней – упрочнение стержней путем их продувки углекислым газом. Высокая прочность стержней достигается продувкой газом под давлением 0,25 – 0,30 МПа в течение 1 – 5 минут. Недостатками СО₂ – процесса являются трудная выбиваемость стержней и образование пригара на чугунных отливках.

Технология изготовления стержней из холоднотвердеющих смесей (ХТС) рассчитана на выпуск мелких, средних и крупных стержней до 600 кг. Стержни отличаются высокой прочностью и точностью изготовления, легко удаляются из отливок при выбивке форм. ХТС приготавливают с синтетическими смолами (БС-40, КФ-107 и др.) и сразу же выдают в ящик шнековыми смесителями. Время выдержки мелких стержней в ящике 20 – 40 с, а средних и крупных 8 – 40 мин после виброуплотнения.

Стержни, изготовленные из быстрохолоднотвердеющих смесей (БХТС), отличаются высокой прочностью и точностью, легко удаляются при выбивке. В состав смеси входят кварцевый песок, катализатор, синтетическая смола. Смеси характеризуются малой живучестью, поэтому их приготавливают в скоростных смесителях. Изготовление стержней происходит на пескоструйных машинах с последующим отверждением в холодном ящике в течение 15 – 30 с.

Технология изготовления стержней из жидких самотвердеющих смесей (ЖСС) позволяет отказаться от сушки, исключить наиболее трудоемкую операцию уплотнения смеси в ящике, делать стержни целыми, снизить общую трудоемкость изготовления стержней. Однако она имеет недостатки: повышенную пористость металла, стержней, способствующую пригару смеси к отливкам, замедленное остывание отливок в форме, плохую выбиваемость стержней.

Порядок выполнения работы

Расчет стержневого отделения ведется по индивидуальному заданию в определенной последовательности:

1. Разбивка номенклатуры стержней на весовые группы.
2. Определение количества потоков для каждой или нескольких весовых групп и их мощности.
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.

Разовые песчаные стержни подразделяют на технологические группы табл. 17 (см. приложение).

Объем производства стержневого отделения определяют из производственной программы цеха. При отсутствии технологических разработок и чертежей на часть или всю номенклатуру серийных, мелкосерийных и единичных отливок количество стержней определяют по нормам на 1 т годного литья, которые приведены в табл. 19 (см. приложение).

При определении годового количества стержней следует учитывать потери, которые имеют место из-за брака отливок, форм и из-за поломки стержней. Эти потери обычно составляют около 10 %. Сводные данные из этой группы заносят в табл. 18 (см. приложение).

После выбора технологического процесса изготовления стержней рассчитывают требуемое количество оборудования по формуле

$$N_{\text{расч}} = \frac{K_n B_r}{\Phi_d q_{\text{расч}}},$$

где B_r – годовое число съемов с машин с учетом брака; K_n – коэффициент неравномерности потребления стержней, $K_n = 1,1 - 1,3$; Φ_d – годовой дей-

ствительный фонд времени работы оборудования, ч.; $q_{\text{расч}}$ – расчетная производительность стержневого оборудования, съемов/ч.

Технические характеристики отечественных стержневых машин приведены в табл. 21 (см. приложение).

При выборе оборудования для стержневых участков необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- все мелкие стержни (до 8 наименований), а также стержни с наибольшими габаритами до 160×100×30 мм и массой до 1 кг экономически целесообразно изготавливать на стержневом автомате модели 4532Б (при достаточной серийности отливки) из-за лучшего использования объема стержневого ящика, меньшего расхода энергии и меньших площадей для размещения оборудования;

- на машине модели 4509А можно изготавливать одновременно 8 наименований разных стержней, обеспечивается простая и быстрая замена стержневой оснастки, поэтому эта модель рекомендуется для изготовления основной массы стержней, габариты, вес и особенности которых соответствуют техническим характеристикам машин;

- массивные стержни с размерами в сечениях более 60×60 мм при их высоте более 200 мм и серийности, обеспечивающей потребность более 25000 съемов стержневых ящиков в год, рекомендуется изготавливать пустотелыми по процессу с отверждением в нагреваемой оснастке;

- на машинах 4705А рекомендуется изготавливать ленточные стержни. Эта модель приемлема при производстве стержней газопровода и других стержней, особенности, серийность и габариты которых отвечают характеристике машины;

- при потребности стержней до 4 000 съемов стержневых ящиков в год или большой сложности требуемой оснастки для стержней массой до 6 кг, а также для стержней 4-го и 5-го классов сложности рекомендуется использование перспективного процесса изготовления стержней из холоднотвердеющих смесей;

- для изготовления центровых оболочковых стержней для отливки гильз цилиндров и аналогичных стержней цилиндрической формы рекомендуется применять высокопроизводительные 10-шпиндельные автоматы АЦИС-10Б.

После расчета основного оборудования стержневого участка студенты, пользуясь макетами этого оборудования, выполненного в масштабе 1:50, приступают к его размещению на полигоне.

При этом следует помнить, что величина площади стержневого отделения зависит от серийности производства, габаритов стержней, установленного оборудования и составляет 50 – 100 % площади формовочного отделения.

Практическая работа № 5

РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ФОРМОВОЧНО-ЗАЛИВОЧНО-ВЫБИВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ

В формовочном отделении выполняются операции формовки, сборки, заливки, охлаждения и выбивки отливок, трудоемкость которых составляет до 60 % от общей трудоемкости изготовления отливок.

Основные факторы, обеспечивающие выбор метода формовки, – характер производства, развес, габариты и класс точности отливок, род металла, вид производственной программы и мощность проектируемого цеха. Литейные формы бывают разовые и многократного использования. Разовые формы делятся на объемные (песчаные) и оболочковые (тонкостенные). Многократно используемые (металлические) и оболочковые песчаные формы применяются в основном при специальных способах литья. Для изготовления машиностроительных отливок наиболее распространены разовые объемные песчаные формы. Последние делят на песчано-глинистые (сырые, подсушиваемые и сухие) и песчано-самотвердеющие (CO₂ – процесс, ПСС, ХТС, ЖСС). Применение сырых песчано-глинистых форм позволяет резко сократить цикл производственных отливок, расход топлива, капитальные вложения, повысить производительность при формовке и выбивке. Сырые формы применяются для отливок весом 500 – 1000 кг простой и средней сложности. В массовом и крупносерийном производстве отливки весом до 500 кг рекомендуется изготавливать в сырых формах, 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 металлостатический напор, создаваемый столбом металла высотой 700 – 800 мм.

В сухие и подсушенные 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, площадь цеха. Что в конечном итоге увеличивает себестоимость отливок.

Литье в кокиль широко используется в различных отраслях промышленности 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 %.

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. Экономия металла по сравнению с песчаной формой достигает 50 %, снижение трудоемкости до 5 раз, а по сравнению с литьем в кокиль расход металла снижается на 30 %, трудоемкость до 2 раз.

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

Литье по выплавляемым моделям применяется для изготовления мелких и сложных деталей 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 % и в 3 – 4 раза снижает объем механической обработки. 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 этот метод используется при изготовлении отливок весом 50 – 500 г и длиной до 100 мм. Литье в оболочковые формы успешно применяется в автомобильной, судостроительной и др. промышленности. Процесс механизмуется, 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 (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. Минимальная толщина стенок отливок до 2 мм. Максимальная толщина стенок отливок из чугуна и стали 30 – 40 мм.

Порядок выполнения работы

Начало проектирования формовочного отделения являются разбивка заданной номенклатуры на весовые группы и анализ весовых групп с целью выбора рационального метода изготовления форм.

При разбивке на весовые группы можно пользоваться табл. 20 (см. приложение).

Определение годового количества форм является основой для расчета технологического оборудования. Количество отливок в форме принимают из технологических карт. С учетом распределения отливок по потокам определяют количество разовых форм, изготавливаемых в течение года. Для этого заполняют таблицу 22 (см. приложение).

Потребность в поточных и автоматических линиях для размерного ряда формовочного участка определяют по формуле

$$N_{\text{расч}} = \frac{K B_{\Gamma}}{\Phi q},$$

где B_{Γ} – годовое количество форм, необходимых для заданной программы, шт.; q – производительность автоматов линий, форм/ч; Φ – действительный годовой фонд времени работы линии, ч.

Технические характеристики основных типов формовочного оборудования приведены в табл 23 (см. приложение).

При изготовлении форм на формовочных машинах количество последних рассчитывают по формуле

$$N_{\Phi} = \frac{B_{\Gamma}}{\Phi_{\text{с}}}$$

где N_{Φ} – количество однотипных формовочных машин, шт.; B_{Γ} – годовое количество полуформ данной весовой группы, шт.; $\Phi_{\text{с}}$ – время смены подмодельных плит, ч.

Расчеты длины охладительного участка, продолжительности выдержки отливки в форме, установок для выбивки опок в случае изготовления форм на автоматических линиях не выполняют. Они выбираются конструктивно из компоновок самих автоматических линий.

Во всех других случаях расчеты ведутся по справочным данным.

Проведя необходимые расчеты, приступают к составлению плана формовочного отделения. Для этого используют макеты формовочных линий и другого вспомогательного оборудования.

Отчет должен содержать:

1. Индивидуальное задание.
2. Таблицы с расчетом годового количества форм.
3. Расчет основного технологического оборудования формовочного отделения.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Номенклатура отливок цеха серого чугуна

Номер	Наименование детали	Количество деталей на заказ, шт.	Масса отливки		Материал отливки	Класс точности отливки	Класс и группа отливки	Группа сложности отливки	Способ формовки	Количество моделей на плите, шт.
			кг	г						
1	Крышка	400	0,6	0,2	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
2	Втулка	200	6,6	1,3	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
3	Плита	500	14,1	1	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
4	Плита	800	17	13,6	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
5	Плита	800	21	16,8	СЧ20	2	отв.	1	маш.	2
6	Полукорпус	1000	17	17	СЧ15	2	отв.	3	маш.	1
7	Крышка	500	4,2	2,7	СЧ10	2	отв.	2	маш.	2
8	Крышка	500	7	3,5	СЧ10	2	отв.	2	маш.	1
9	Крышка	500	1,6	0,8	СЧ10	2	отв.	2	маш.	П
10	Крышка	2000	2,8	5,6	СЧ10	2	отв.	2	маш.	1
11	Крышка	2000	1,2	2,4	СЧ10	2	отв.	2	маш.	П
12	Крышка	2000	1,8	3,6	СЧ10	2	отв.	2	маш.	П
13	Корпус	1700	19,8	33,7	СЧ20	2	1а/00	4	маш.	2
14	Тарель	1200	3	3,6	СЧ20	2	1а/00	3	маш.	2
15	Рычаг	1200	0,85	1	СЧ20	2	1а/00	3	маш.	4
16	Крышка	5150	1,4	7,2	СЧ15	2	отв.	2	маш.	П
17	Корпус	20200	2,6	52,5	СЧ15	2	отв.	2	маш.	2
18	Шкив	5150	28,5	146,8	СЧ15	2	отв.	3	маш.	2
19	Колесо	5476	24,5	134,2	СЧ20	2	отв.	3	маш.	2
20	Шатун	5525	5	27,6	СЧ20	2	отв.	2	маш.	3
21	Ступица	500	16	8	СЧ20	2	отв.	3	маш.	1
22	Подшипник	1000	2,9	2,9	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
23	Крышка	1000	1,4	1,4	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
24	Опора	500	4,5	2,25	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
25	Крышка	500	3,4	1,7	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
26	Корпус	500	44,8	22,4	СЧ20	2	отв.	4	маш.	1
27	Крышка	500	2	1	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
28	Крышка	500	3,2	1,6	СЧ20	2	отв.	2	маш.	1
29	Угольник	21020	0	12,6	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
30	Винт регул.	21020	0,5	10,5	СЧ15	2	отв.	2	маш.	П
31	Клапан	21020	0,6	3,4	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
32	Блок	3500	51	199,5	СЧ15	2	3б/отв.	2	маш.	1
33	Заготовка	2000	14,5	29	СЧ15	2	3б/отв.	1	маш.	П
34	Полумуфта	200	6	1,2	СЧ20	2	2а	1	маш.	П
35	Полумуфта	600	3	1,8	СЧ20	2	2в	1	маш.	2
36	Полумуфта	500	19,5	9,8	СЧ20	2	2в	1	маш.	1

Номер	Наименование детали	Количество деталей на заказ, шт	Масса отливки		Материал отливки	Класс точности отливки	Класс и группа отливки	Группа сложности отливки	Способ формовки	Количество моделей на плите, шт
			кг	г						
37	Полумуфта	760	4	3	СЧ20	2	2в	1	маш.	2П
38	Полумуфта	500	15	7,5	СЧ20	2	2в	1	маш.	1
39	Фланец	200	30	6	СЧ20	2	2а	3	маш.	2
40	Фланец	500	10,4	5,2	СЧ20	2	2а	1	маш.	2
41	Корпус	600	3,2	13,7	СЧ20	2	2б	2	маш.	3
42	Полумуфта	2920	3,7	10,8	СЧ20	2	2б	2	маш.	5
43	Фланец	3500	3	10,5	СЧ20	2	3б	3	маш.	1
44	Фланец	3500	3	31,5	СЧ15	2	3б	3	маш.	1
45	Корпус	13000	60	65,7	СЧ15	2	3б	4	маш.	1
46	Шкив	300	10	3,2	СЧ15	2	отв.	3	маш.	2
47	Шкив	300	15,2	4,6	СЧ15	2	отв.	3	маш.	1
48	Корпус	4365	13,4	58,5	СЧ15	2	отв.	3	маш.	4
49	Корпус	4000	7,1	28,4	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
50	Колесо	800	42	33,6	СЧ15	2	отв.	2	маш.	4
51	Полумуфта	100	25	2,5	СЧ15	2	отв.	2	маш.	3
52	Полумуфта	100	37	3,7	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
53	Полумуфта	300	30	9	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
54	Полумуфта	100	17	1,7	СЧ20	2	отв.	2	маш.	1
55	Полумуфта	100	40,5	4,1	СЧ15	2	отв.	2	маш.	П
56	Маховик	250	60,5	15,1	СЧ15	2	отв.	3	маш.	2
57	Шкив	40	96	3,8	СЧ15	2	отв.	3	маш.	1
58	Стойка	120	52	6,3	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
59	Крышка	240	6,8	1,63	СЧ15	2	отв.	2	маш.	2
60	Корпус	150	10,1	1,5	СЧ15	2	отв.	4	маш.	1
61	Фланец	120	7,8	0,9	СЧ15	2	отв.	1	маш.	1
62	Кронштейн	300	3,6	1,1	СЧ15	2	отв.	2	маш.	4
63	Заготовка	1100	3,5	3,85	СЧ15	2	3б/отв.	1	маш.	3
64	Заготовка	500	4,5	2,25	СЧ15	2	3б/отв.	1	маш.	П
65	Заготовка	200	6,5	1,3	СЧ15	2	3б/отв.	1	маш.	П
66	Заготовка	200	8,6	1,12	СЧ15	2	3б/отв.	1	маш.	П
67	Заготовка	100	10,5	1	СЧ15	2	3б/отв.	1	маш.	П
68	Заготовка	200	14,5	2,9	СЧ15	2	3б/отв.	1	маш.	П
69	Корпус	180	32	5,76	СЧ15	2	отв.	3	маш.	2
70	Каретка	490	54	26,5	СЧ20	2	2б/о.а	3	маш.	1
71	Корпус	515	45	25,9	СЧ15	2	2а/отв.	4	маш.	2

Номер	Наименование детали	Количество деталей на заказ, шт.	Масса		Материал отливки	Класс точности отливки	Класс и группа отливки	Группа сложности отливки	Способ формовки	Количество моделей на плите, шт
			кг	г						
72	Корпус	400	12	4,8	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
73	Втулка	200	6,6	1,3	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
74	Крышка	200	0,5	0,1	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
75	Корпус	200	4,2	0,8	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
76	Корпус	200	8,5	1,7	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
77	Корпус	200	5	1	СЧ20	2	отв.	2	маш.	1
78	Крышка	200	1,2	0,2	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
79	Кабеледерж.	48000	1	48	СЧ10	2	3а	3	маш.	П
80	Кабеледерж.	80000	1,5	120	СЧ15	2	3а	3	маш.	4
81	Кабеледерж.	48000	2	96	СЧ10	2	3а	3	маш.	3-В,3-Н
82	Кабеледерж.	20000	3,3	66	СЧ10	2	3а	3	маш.	3
83	Кабеледерж.	500	1	0,5	СЧ10	2	3а	3	маш.	П
84	Кабеледерж.	500	1,5	0,75	СЧ15	2	3а	3	маш.	4
85	Кабеледерж.	500	2	1	СЧ10	2	3а	3	маш.	3-В,3-Н
86	Кабеледерж.	500	3,3	1,65	СЧ10	2	3а	3	маш.	3
87	Кабеледерж.	1000	2	2	СЧ15	2	3а	3	маш.	3-В,3-Н
88	Кабеледерж.	500	3,3	1,65	СЧ15	2	3а	3	маш.	3
89	Корпус	3600	13,6	49	СЧ15	2	отв.	4	маш.	1
90	Груз	2000	3	6	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
91	Корпус	100	38	3,8	СЧ15	2	отв.	3	маш.	2
92	Блок	100	16,5	1,6	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
93	Салазки	100	5,5	0,6	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
94	Полумуфта	100	9,99	1	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
95	Полумуфта	100	6,1	0,6	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
96	Шкив	100	13	1,3	СЧ15	2	отв.	3	маш.	1
97	Шкив	150	10,5	1,6	СЧ20	2	отв.	3	маш.	1
98	Полумуфта	100	12,8	1,3	СЧ15	2	отв.	2	маш.	2
99	Рычаг	300	10,2	3,1	СЧ15	2	отв.	2	маш.	П
100	Крышка	150	29,5	4,4	СЧ15	2	отв.	4	маш.	2
101	Кронштейн	400	10	4	СЧ15	2	отв.	2	маш.	3
102	Груз	9000	28	254,8	СЧ15	2	отв.	1	маш.	3
103	Заготовка	76	6,6	0,5	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
104	Заготовка	48	10,6	0,5	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
105	Заготовка	500	18	10	СЧ15	2	отв.	1	маш.	2
106	Дуга	190190	9,99	1900	СЧ15	2	отв.	4	маш.	3
107	Губка непод.	12000	5,4	64,8	СЧ20	2	3б/от	2	маш.	3
108	Губка подв.	12000	4,5	64	СЧ20	2	3б/от	2	маш.	4

Номер	Наименование детали	Количество деталей на заказ, шт.	Масса отливки		Материал отливки	Класс точности отливки	Класс и группа отливки	Группа сложности отливки	Способ формовки	Количество моделей на плите, шт.
			кг	т						
109	Корпус	12000	2,7	32,4	СЧ20	2	3б/отв.	2	маш.	5
110	Шкив	300	10,6	3,2	СЧ15	2	отв.	3	маш.	2
111	Корпус	300	6,6	2	СЧ15	2	отв.	3	маш.	4
112	Полумуфта	6000	15,6	93,6	СЧ20	2	отв.	2	маш.	2
113	Полумуфта	6000	11,2	67,2	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
114	Корпус	3000	3,8	11,4	СЧ15	2	отв.	2	маш.	5
115	Маховик	8000	10	60	СЧ15	2	отв.	2	маш.	4
116	Крышка	2380	73,5	174,9	СЧ20	2	отв.	3	маш.	1
117	Крышка	4300	31,5	135,5	СЧ20	2	отв.	3	маш.	2
118	Корпус	23000	78	1656	СЧ15	2	3б	4	маш.	1
119	Крышка	73000	40	2920	СЧ15	2	3б	4	маш.	2
120	Крышка	7300	56	401	СЧ15	2	3б	4	маш.	1
121	Крышка подш.	24620	3,8	93,2	СЧ15	2	отв.	3	маш.	4
122	Корпус насоса	15000	9,9	148,5	СЧ15	2	отв.	4	маш.	1
123	Ротор	5000	4,3	21,5	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
124	Корпус фильт.	24520	5,6	137,3	СЧ15	2	отв.	2	маш.	3
125	Крышка глух.	16000	2,3	34,5	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
126	Полумуфта	2100	56,6	118,9	СЧ15	2	2в/отв.	1	маш.	1
127	Груз	200	23	4,6	СЧ15	2	3б/отв.	1	маш.	П
128	Подшипник	4000	1	4	СЧ15	2	3б/отв.	2	маш.	П
129	Блок	4000	2,3	9,2	СЧ15	2	3б/отв.	2	маш.	3
130	Блок	6000	2,6	15,6	СЧ15	2	3б/отв.	2	маш.	3
131	Блок	2000	2,7	5,4	СЧ15	2	3б/отв.	2	маш.	3
132	Блок	4000	3,62	14,4	СЧ15	2	3б/отв.	2	маш.	4
133	Ступица	500	16	8	СЧ20	2	отв.	3	маш.	1
134	Крышка	500	2,4	1,2	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
135	Крышка	500	35	17,5	СЧ20	2	отв.	4	маш.	1
136	Крышка	1000	2,4	2,4	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
137	Крышка	500	2,9	1,5	СЧ20	2	отв.	2	маш.	1
138	Шкив	500	2,4	33,4	СЧ20	2	отв.	3	маш.	1
139	Стакан	500	10	5	СЧ20	2	отв.	3	маш.	1
140	Крышка	500	3,4	1,7	СЧ20	2	отв.	3	маш.	П
141	Шкив	500	54,4	21,2	СЧ20	2	отв.	3	маш.	1
142	Грузик	500	2,6	1,3	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
143	Грузик	500	5,2	2,6	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
144	Грузик	500	0,6	0,3	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П

Номер	Наименование детали	Количество деталей на заказ, шт.	Масса отливки		Материал отливки	Класс точности отливки	Класс и группа отливки	Группа сложности отливки	Способ формовки	Количество моделей на плите, шт.
			кг	т						
145	Грузик	500	1	0,5	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
146	Колпак	1000	1,2	1,2	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
147	Штурвал	500	1	0,5	СЧ20	2	отв.	3	маш.	П
148	Барабан	500	8,6	4,3	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
149	Корпус	500	1	0,5	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
150	Крышка	15300	1,6	24,5	СЧ15	2	отв.	2	маш.	П
151	Крышка	5475	0,7	3,8	СЧ15	2	отв.	3	маш.	П
152	Корпус	5100	3,45	17,6	СЧ20	2	отв.	3	маш.	3
153	Гайка	5100	0,8	4,1	СЧ20	2	отв.	3	маш.	П
154	Колесо перед.	10200	3,1	31,6	СЧ20	2	отв.	3	маш.	3
155	Патрубок соед.	8500	1,6	13,6	СЧ20	2	отв.	3	маш.	4
156	Гриндбукса	5100	4,16	21,2	СЧ20	2	отв.	3	маш.	2
157	Заготовка	307	6,5	2	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
158	Заготовка	190	10,5	2	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
159	Заготовка	59	41	2,4	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
160	Заготовка	45	44,5	2	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
161	Плита	300	4,9	1,5	СЧ20	2	отв.	1	маш.	1
162	Плита	300	6,1	2	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
163	Плита	300	8,2	2,5	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
164	Плита	300	9,9	3	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
615	Плита	500	9,9	5	СЧ20	2	отв.	1	маш.	П
166	Корпус	2300	3,9	8,97	СЧ15	2	отв.	1	маш.	4
167	Фланец	2300	4,9	11,27	СЧ15	2	отв.	2	маш.	2
168	Полумуфта	400	4	1,6	СЧ15	2	отв.	2	маш.	4
169	Крышка	800	10,4	8,3	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
170	Корпус	400	9	1,2	СЧ15	2	отв.	2	маш.	2
171	Полумуфта	400	5,2	2,1	СЧ15	2	отв.	1	маш.	3
172	Крышка	400	2	0,8	СЧ15	2	отв.	2	маш.	4
173	Плита	800	7,7	6,2	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
174	Станина	800	16,8	13,4	СЧ15	2	отв.	3	маш.	2
175	Шатун	800	4,2	3,4	СЧ15	2	отв.	2	маш.	2
176	Корпус	800	2,4	1,9	СЧ15	2	отв.	2	маш.	5
177	Шестерня	800	4,1	3,3	СЧ15	2	отв.	3	маш.	1
178	Кронштейн	200	22	4,4	СЧ20	2	2а/отв.	3	маш.	1
179	Кронштейн	200	22,3	4,5	СЧ20	2	2а/отв.	3	маш.	П
180	Корпус	6000	35	210	СЧ15	2	3б/отв.	4	маш.	2

Номер	Наименование детали	Количество деталей на заказ, шт.	Масса отливки		Материал отливки	Класс точности отливки	Класс и группа отливки	Группа сложности отливки	Способ формовки	Количество моделей на плите, шт.
			кг	т						
181	Фланец	7700	2	15,4	СЧ15	2	3в	1	маш.	4
182	Вилка	7700	0,8	6,2	СЧ15	2	3б	3	маш.	П
183	Щеколда	15900	0,25	4	СЧ15	2	3а	2	маш.	П
184	Фланец	8300	1,9	15,8	СЧ20	2	2а	3	маш.	6
185	Плита	8300	17,9	148,6	СЧ15	2	2а	2	маш.	1
186	Корпус	8300	6,5	53,9	СЧ15	2	2а	4	маш.	2
187	Крышка	8300	10,7	88,8	СЧ15	2	3а	1	маш.	1
188	Фланец	7500	5,6	42	СЧ20	2	3б	3	маш.	3
189	Колесо	8500	3,3	28	СЧ20	2	1б	1	маш.	4
190	Лимб	8500	10,2	86,7	СЧ15	2	3в	2	маш.	1
191	Крышка	8500	6,1	51,9	СЧ15	2	3а	2	маш.	1
192	Корпус	8500	7,2	61,2	СЧ15	2	3а	3	маш.	2
193	Вилка	13250	0,95	12,6	СЧ15	2	1б	3	маш.	9
194	Вилка	13250	1,6	21,2	СЧ15	2	1б	3	маш.	5
195	Вилка	13200	1,4	18,5	СЧ15	2	1б	3	маш.	П
196	Кабеледерж.	5000	1	5	СЧ15	2	3а	3	маш.	П
197	Кабеледерж.	10000	1,5	15	СЧ15	2	3а	3	маш.	4
198	Кабеледерж.	15000	2	30	СЧ15	2	3а	3	маш.	3-Н,3-В
199	Блок	1500	57	85,5	СЧ15	2	отв.	4	маш.	1
200	Ступица	100	15	1,5	СЧ15	2	отв.	3	маш.	1
201	Ступица	50	30,5	1,5	СЧ15	2	отв.	3	маш.	2
202	Основание	2500	14,8	37	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
203	Крышка подш.	2500	6,5	16,3	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
204	Крышка подш.	1250	5,5	6,9	СЧ15	2	отв.	2	маш.	П
205	Основание	1250	11,5	14,4	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
206	Блок	2200	6,6	14,5	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
207	Вкладыш	11280	3,5	39,5	СЧ15	2	отв.	2	маш.	4
208	Вкладыш	10000	7	70	СЧ15	2	отв.	2	маш.	2
209	Вкладыш	40000	2,5	100	СЧ15	2	отв.	2	маш.	4
210	Вкладыш	28000	5	140	СЧ15	2	отв.	2	маш.	2
211	Вкладыш	1000	7	7	СЧ15	2	отв.	2	маш.	2
212	Вкладыш	6000	6	36	СЧ15	2	отв.	2	маш.	2
213	Корпус фильт.	61000	3,7	225,7	СЧ15	2	отв.	3	маш.	2-Н,3-В
214	Опора	1300	29	37,7	СЧ20	2	2а/от	3	маш.	1
215	Шкив	400	37	14,8	СЧ20	2	3а	2	маш.	1
216	Шкив	400	36	14,4	СЧ20	2	2а	2	маш.	1
217	Салазки	650	27,5	17,9	СЧ20	2	2а	4	маш.	1

Номер	Наименование детали	Количество деталей на заказ, шт.	Масса отливки		Материал отливки	Класс точности отливки	Класс и группа отливки	Группа сложности отливки	Способ формовки	Количество моделей на плите, шт.
			кг	г						
218	Поршень	200	72	14,4	СЧ20	2	1а	3	маш.	1
219	Поршень	400	97	38,8	СЧ20	2	1а	3	маш.	1
220	Поршень	230	87	20	СЧ20	2	1а	3	маш.	1
221	Крышка	230	46,5	10,7	СЧ20	2	1а	3	маш.	1
222	Диск нажимн.	230	30,5	7	СЧ20	2	1а	3	маш.	1
223	Диск нажимн.	250	59	14,8	СЧ20	2	1а	3	маш.	1
224	Стенка передняя	30000	2,6	78	СЧ10	2	отв.	2	маш.	1
225	Крышка	30000	7,8	234	СЧ10	2	отв.	2	маш.	1
226	Стенка левая	30000	6,4	192	СЧ10	2	отв.	2	маш.	1
227	Стенка задняя	30000	3,1	93	СЧ10	2	отв.	2	маш.	1
228	Колосник	30000	4,8	144	СЧ10	2	отв.	2	маш.	1
229	Основание	30000	11,4	342	СЧ10	2	отв.	2	маш.	1
230	Конфорка	30000	0,5	15	СЧ10	2	отв.	2	маш.	4
231	Дверка нижняя	30000	0,45	13,5	СЧ10	2	отв.	2	маш.	2П
232	Конфорка	30000	0,75	22,5	СЧ10	2	отв.	2	маш.	2
233	Дверка верхняя	30000	0,96	28,5	СЧ10	2	отв.	2	маш.	2
234	Экран	30000	0,58	17,4	СЧ10	2	отв.	1	маш.	1
235	Отражатель	30000	1,4	42	СЧ10	2	отв.	1	маш.	1
236	Перегородка	30000	1,4	42	СЧ10	2	отв.	1	маш.	П
237	Колодка	13300	1,6	121,8	СЧ10	2	отв.	3	маш.	5
238	Пресс	40000	3,5	140	СЧ10	2	отв.		маш.	1
239	Стакан	1950	25,5	49,7	СЧ15	2	2а/отв.	2	маш.	1
240	Стакан	6300	21,4	134,8	СЧ15	2	2а/отв.	3	маш.	3
241	Стакан	4350	13,6	59,2	СЧ15	2	2а/отв.	3	маш.	2
242	Стакан	70	14,8	1	СЧ15	2	2а/отв.	3	маш.	2
243	Крышка	3240	0,5	1,6	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
244	Стойка	13000	4	52	СЧ15	2	отв.	3	маш.	3
245	Крышка	80000	1	80	СЧ15	2	отв.	2	маш.	7
246	Крышка	180000	1,1	198	СЧ15	2	отв.	2	маш.	7
247	Стойка	68439	7,5	513,3	СЧ15	2	отв.	4	маш.	2
248	Крышка	68439	2,45	167,7	СЧ15	2	отв.	2	маш.	4
249	Салазки	30560	12,3	375,9	СЧ15	2	3а/об	3	маш.	1
250	Боковина	17680	15	265,5	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
251	Опора когтей	8840	32,5	287,3	СЧ15	2	2б/о.о	4	маш.	3
252	Корпус под.	1400	26	36,4	СЧ15	2	1а/отв.	3	маш.	1
253	Корпус	3750	110	421,5	СЧ15	2	3б/отв.	4	маш.	1
254	Крышка	3750	115	431,2	СЧ15	2	3б/отв.	4	маш.	1

Номер	Наименование детали	Количество деталей на заказ, шт.	Масса отливки		Материал отливки	Класс точности отливки	Класс и группа отливки	Группа сложности отливки	Способ формовки	Количество моделей на плите, шт.
			кг	т						
255	Плита	1724	58	100	СЧ20	2		2	кокиль	
256	Балласт	1538	260	400	СЧ15	2		1	кокиль	
257	Фланец	2300	8,9	20,5	СЧ20	2	отв.	3	маш.	4
258	Ступица	2300	1,3	3	СЧ20	2	отв.	4	маш.	3
259	Фланец	3100	13	40,3	СЧ20	2	отв.	3	маш.	1
260	Ступица	3100	3,2	9,9	СЧ20	2	отв.	4	маш.	3
261	Фланец	3400	18,5	62,9	СЧ20	2	отв.	3	маш.	1
262	Ступица	3500	6,4	22,4	СЧ20	2	отв.	4	маш.	2
263	Ступица	1100	16,6	18,3	СЧ20	2	отв.	3	маш.	1
264	Корпус	200	44	8,8	СЧ20	3	отв.	4	маш.	1
265	Корпус	60	78,32	4,7	СЧ20	2	2а	4	маш.	1
266	Каретка	60	75	4,5	СЧ20	2	2б	3	маш.	1
267	Крышка	8000	4	32,8	СЧ15	2	отв.	2	маш.	2
268	Корпус	4000	32,7	130,8	СЧ20	2	отв.	2	маш.	3
269	Полумуфта	100	5,2	0,5	СЧ20	2	отв.	1	маш.	3
270	Полумуфта	100	4	0,4	СЧ20	2	отв.	2	маш.	4
271	Полумуфта	400	7	2,8	СЧ20	2	отв.	1	маш.	2
272	Полумуфта	400	6	6,3	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
273	Полумуфта	350	9	3,2	СЧ20	2	отв.	2	маш.	П
274	Крышка	1500	4,2	6,3	СЧ20	2	отв.	1	маш.	2
275	Полумуфта	400	14,5	5,8	СЧ20	2	отв.	2	маш.	7
276	Полумуфта	100	16,2	1,6	СЧ20	2	отв.	2	маш.	1
277	Полумуфта	100	19,3	1,9	СЧ20	2	отв.	1	маш.	7
278	Полумуфта	180	21,4	3,8	СЧ20	2	отв.	2	маш.	1
279	Стойка	3400	68,5	232,9	СЧ20	2	отв.	4	маш.	
280	Крышка	1388	144	200	СЧ20	2	отв.	4	маш.	
281	Шкив	7000	10	70	СЧ15	2	отв.	3	маш.	1
282	Блок	7000	7,4	31,8	СЧ15	2	отв.	2	маш.	2
283	Полумуфта	6855	16,5	113,1	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
284	Полумуфта	6855	7,8	53,5	СЧ15	2	отв.	2	маш.	П
285	Вкладыш	30000	6,6	198	СЧ15	2	отв.	1	маш.	П
286	Башмак	13710	4,6	63,1	СЧ15	2	отв.	2	маш.	3
287	Блок	4000	9,8	39,2	СЧ15	2	отв.	3	маш.	1
288	Штурвал	300	9	2,7	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
289	Колодка	4500	3,4	16,3	СЧ15	2	отв.	2	маш.	3
290	Диск	7850	14,4	113	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1
291	Диск	7850	11,6	91,1	СЧ15	2	отв.	2	маш.	1

Таблица 1

Отливки	Отливки из черных сплавов при производстве		Отливки из легких сплавов в металлические формы		Отливки из тяжелых цветных сплавов
	Серийное, мелкосерийное и единичное, шт.	Массовое и крупносерийное, шт.	Под давлением	В кокиль	
Мелкие	Менее 100	Менее 10	Менее 0,2	Менее 0,1	Менее 0,1
Средние	1 000	50	1,0	6,0	0,5
Крупные	5 000	500	6,0	25,0	5,0
Тяжелые	20 000	Более 500	Более 6,0	Более 25,0	-
Особо тяжелые	Более 20 000	-	-	-	-

Таблица 2

Группы по массе, кг	Годовое число отливок одного наименования (шт.) при производстве				
	Единичное, менее	Мелкосерийное	Серийное	Крупносерийное	Массовое, более
Менее 8	500	501 – 6 000	6 001 – 30 000	30 001 – 200 000	200 001
8 – 20	300	301 – 3 000	3 001 – 15 000	15 001 – 100 000	100 001
20 – 50	200	201 – 2 500	2501 – 10 000	10 001 – 60 000	61 001
50 – 100	150	151 – 2 000	2 001 – 8 700	8 701 – 53 000	53 001
100 – 250	95	96 – 1 400	1 401 – 7 000	7 001 – 37 500	37 500
250 – 500	75	76 – 1 000	1 001 – 4 500	4 501 – 25 000	25 001
500 – 1 000	50	51 – 600	601 – 3 000	3 001 – 20 000	20 001
1 000 – 2 000	40	41 – 400	401 – 2 000	2 001 – 13 500	13 500

Таблица 3

Группа по массе, кг	Годовое количество отливок одного наименования (шт.) при производстве				
	Единичное, менее	Мелкосерийное	Серийное	Крупносерийное	Массовое, более
Литье под давлением					
До 0,63	10 500	10 501 – 160 000	160 001 – 800 000	800 001 – 1 000 000	1 000 001
0,63 - 0,10	10 000	10 001 – 120 000	120 001 – 600 000	600 001 – 800 000	800 001
0,10 - 0,25	9 000	9 001 – 90 000	90 001 – 450 000	450 001 – 600 000	600 001
0,25 - 0,63	6 500	6 501 – 75 000	75 001 – 375 000	375 001 – 500 000	500 001
0,63 - 1,00	4 000	4 001 – 60 000	60 001 – 300 000	300 001 – 400 000	400 001
1,01 - 2,50	3 000	3 001 – 45 000	45 001 – 225 000	225 001 – 300 000	300 001
2,50 - 4,00	2 500	2 501 – 30 000	30 001 – 150 000	150 001 – 200 000	200 001
4,00 - 10,00	1 600	1 601 – 20 000	20 001 – 75 000	75 001 – 100 000	100 001
10,00 и более	650	651 – 7 000	7 001 – 35 000	35 001 – 50 000	50 001
Литье в кокиль					
До 0,25	500	501 – 4 000	4 001 – 20 000	20 001 – 100 000	100 001
0,25-0,63	360	361 – 375	3 751 – 15 000	15 001 – 70 000	70 001
0,63-1,00	230	231 – 2 500	2 501 – 10 000	10 001 – 40 000	40 001
1,00-2,50	160	161 – 1 550	1 551 – 6 000	6 001 – 20 000	20 001
2,50-10,00	110	111 – 1100	1 101 – 3 000	3 001 – 12 000	12 001
10,00-25,00	50	51 – 600	601 – 1 500	1 501 – 8 000	8 001
25,00-63,00	45	46 – 450	451 – 1 200	1 201 – 6 000	6 001

Таблица 4

Действительный (расчетный) годовой фонд времени работы оборудования

Оборудование	При одной смене		При двух сменах		При трех сменах	
	Потери от номинального фонда времени, %	Действительный годовой фонд времени, ч	Потери от номинального фонда времени, %	Действительный годовой фонд времени, ч	Потери от номинального фонда времени, %	Действительный годовой фонд времени, ч
Литейное оборудование:						
Цехов мелкосерийного и серийного производства	2	2030	4	3975	5	5900
Цехов крупносерийного и массового производства	-	-	5	3975	7	5775
Особо крупное и сложное (песко-гидрокамеры, механизированные дробеметные камеры и встряхивающие столы грузоподъемностью 10 т)	-	-	9	3770	11	5525
Вагранки (блок из двух штук с учетом ежедневного ремонта)	-	2070	-	4140	-	6490
Закрытые вагранки с подогревом дутья и очисткой газов при одном подогревателе на две вагранки	2	2030	6	3890	10	5840
Автоматизированные формовочные и стержневые линии	-	-	12	3645	14	5340
Автоматизированные абразивные линии для очистки литья	-	-	10	3725	12	5465
Дуговые электропечи для плавки стали и чугуна вместимостью, т:						
0,5 – 1,5	4	1985	6	3890	-	-
3,0 – 6,0	-	-	6	3890	10	5840
12,0 – 25,0	-	-	6	3890	11	5775
50,0	-	-	-	-	13	7620

Окончание табл. 4

Оборудование	При одной смене		При двух сменах		При трех сменах	
	Потери от номинального фонда времени, %	Действительный годовой фонд времени, ч	Потери от номинального фонда времени, %	Действительный годовой фонд времени, ч	Потери от номинального фонда времени, %	Действительный годовой фонд времени, ч
Индукционные печи повышенной частоты для плавки стали вместимостью, т:						
0,06 – 2	4	1985	6	3890	-	-
6,0 – 25	-	-	7	3890	12	5710
Индукционные печи промышленной частоты для плавки или подогрева и розлива чугуна вместимостью, т:						
до 2,5	3	2010	-	3975	6	6100
до 25	-	-	6	3890	10	5840
Печи плавильные для медных сплавов	3	1775	4	3510	6	5160
Печи плавильные для алюминиевых и других легких сплавов	3	2010	4	3975	6	5840
Печи термические с режимом работы:						
непрерывным	-	-	-	-	11	7800
длительным	-	-	-	-	10	7710
Печи термические с коротким циклом работы:						
механизированные	-	-	6	3890	10	5840
немеханизированные	-	-	4	3975	6	5840

Таблица 5

Наименование оборудования	Коэффициент использования основного оборудования K_3	
	Серийное и мелкосерийное производство	Единичное производство
Плавильное: вагранки, электропечи	0,75 – 0,85	0,70 – 0,80
Смесеприготовительное отделение	0,65 – 0,75	0,60 – 0,70
Формовочное	0,70 – 0,80	0,65 – 0,75
Стержневое	0,65 – 0,75	0,60 – 0,70
Гидрокамеры, дробебетные камеры, очистные барабаны	0,70 – 0,80	0,65 – 0,75

Таблица 6

Марка сплава	Годные отливки		Литники, слив и брак		Жидкий металл		Угар и потери		Металлическая завалка	
	%	т/год	%	т/год	%	т/год	%	т/год	%	т/год
ИТОГО										

Таблица 7

Средний угар и безвозвратные потери в плавильных печах

Род металла	Плавильный агрегат	Угар и безвозвратные потери, %	
		Основной процесс	Кислый процесс
Серый чугун	Вагранка	-	5
	Индукционная печь	-	2
Ковкий чугун	Вагранка	-	6
	Вагранка + эл.печь	-	8
Стальное литье	Мартеновская печь	6	8
	Электропечь	4	5
	Мартеновская печь + эл.печь	6	7
	Вагранка + конвертер + эл.печь	18	20
	Индукционная печь	2	3

Таблица 8

Средний выход годного литья для различных отраслей промышленности

Материалы	Отрасль промышленности							
	Тяжелое машиностроение	Станко-строение	Машиностроение	Тракторное и с/х строительство	Автомобилестроение	Радиотехническая	Электротехническая	Строительная
Серый чугун: Общий для мелкого, среднего и крупного литья	75	70	68	67	66	65	68	76
Мелкое литье	66	60	68	60	58	59	58	69
Среднее литье	69	65	63	65	65	66	67	75
Крупное литье	77	73	71	70	69	68	72	78
Модифицированный чугун: Высокопрочный чугун	73	67	66	65	65	63	66	70
Ковкий чугун (вагранка + эл.печь)	68	55	65	66	65	-	64	68
	-	-	48	47	60	-	-	-
Сталь углеродистая с эл.печи: Мелкое литье	56	58	52	55	52	-	46	56
Среднее литье	62	58	57	60	54	-	50	60
Крупное литье	68	60	60	-	-	-	-	62
Сталь легированная с эл.печи: 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	-	-	-	-	52

Таблица 9

Тип печи или основной параметр (емкость, т)	Диапазон производительности, т/ч	Установленная мощность, кВт (кВ·А)	Расход топлива, кг/т (м ³ /т), электроэнергии, кВт·ч/т	Металлургические показатели
Вагранки закрытого типа, коксовые				
95111	4 – 6	400	Кокс 100 – 140 Кокс + природный газ 80-120+30-40	Температура выпуска металла 1400 – 1550 °С Угар и безвозвратные потери 2,5 – 4,5 % Расход известняка 2,5 – 4 %
95112	6 – 9	400		
95113	10 – 15	500		
95114	15 – 22	1500		
95115	25 – 32	1500		
Индукционные тигельные печи промышленной частоты				
ИЧТ-1/04	0,4	400	Электроэнергия 650 – 700	Температура металла 1400-1550 °С, угар и безвозвратные потери 2 – 4 % (до 8 % при применении в шихте стружки)
ИЧТ-2,5/1	1,25	1000	650 – 700	
ИЧТ-6/1,6	1,9	1600	600 – 650	
ИЧТ-10/2,5	3,1	2500	600 – 650	
ИЧТ-16/2,5	3,5	2500	600 – 650	
ИЧТ-12,5/5,6	11,3	5600	600 – 650	
Индукционные каналные миксеры для перегрева и выдержки расплавленного чугуна				
ИЧКМ-2,5	5,9	630	Электроэнергия 30 – 40	Температура металла 1500°С Изменение химического состава при выдержке незначительно
ИЧКМ-4	11,9	630		
ИЧКМ-6	11,9	630		
ИЧКМ-10	24,6	1260		
ИЧКМ-16	24,5	1260		
ИЧКМ-25	46,8	2520		
ИЧКМ-40	46,8	2000		
ИЧКМ-60	98,0	4000		
ИЧКМ-100	98	4000		

Тип печи или основной параметр (вместимость, т)	Диапазон производительности, т/ч	Установленная мощность, кВт (кВ·А)	Расход топлива, кг/т (м ³ /т), электроэнергии, кВт·ч/т	Металлургические показатели
Дуговые электропечи прямого действия переменного тока для чугуна				
Номинальная вместимость печи, т	1,65	2000	Электроэнергия 550 – 575	Температура металла 1600 °С. Угар металла и безвозвратные потери 4 – 6 %
3				
6	2,8	4000	550 – 575	
12	5,1	8000	550 – 575	
25	8	12500	500	
Дуговые электропечи постоянного тока для чугуна				
ДЧПТ-12И	1,0	8,0	Электроэнергия 500	Угар металла и безвозвратные потери 3 – 5 %
ДЧПТ-25И1	25	16	500	
Индукционные каналные печи для плавки чугуна				
Вместимость печи, т	3,9	2000	Электроэнергия 500 – 550	Угар металла и безвозвратные потери 2 – 3 %
6				
10	7,25	4000		
25	-	5000		
Магнитодинамические насосы				
МД-3ч-1,6	1,6	200	Электроэнергия 110 – 150	-
МД-3ч-2,5	2,5	200		
МД-6ч-4	4,0	200		
МД-6ч-6,3	6,3	200		
Индукционные тигельные печи повышенной частоты для стали				
ИСТ-0,06	0,05	80	Электроэнергия 1000 – 1150	Температура металла 1700 °С Угар и безвозвратные потери 5 – 7 %. Химический состав практически не меняется
ИСТ-0,16	0,1	140	1000 – 1150	
ИСТ-0,25	0,25	250	850 – 900	
ИСТ-0,4	0,26	350	850 – 900	
ИСТ-1	0,57	800	775	
ИСТ-2,5	1,75	2000	775	
ИСТ-6	3	2500	725	
ИСТ-10	3,5	4000	725	

Таблица 10

Ведомость расхода материалов на годовой выпуск

Материал	Годовое количество,	Насыпная плотность, т/м ³	Срок хранения, дн.	Количество материалов на складе, т	Объем, т·м ³	Высота хранения, м	Расчетная площадь, м ³
Металлы							
Лом							
Литники и брак							
Стружка							
Топливо							
Флюсы							
Огнеупоры							
Итого							
Формовочные материалы							
Итого							

Таблица 11

Нормы площадей цеховых кладовых на 1 000 т выпуска отливок, м²

Кладовая	Характер производства		
	Мелкосерийное и единичное	Серийное и мелкосерийное	Массовое и крупносерийное
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	9,3 – 9,7	6,3 – 6,7	3,5 – 4,5

Таблица 12

Основные данные для расчета складов формовочных и шихтовых материалов

Материал	Запас хранения, сут.	Объемная масса, т/м ³	Место хранения	Предельная высота хранения, м
Песок формовочный сухой	45 – 75	1,5	Закрома	10
Глина формовочная:				
Сырая	60 – 90	1,8	Закрома	10
Сухая молотая	30 – 45	1,5	Силос	20
Маршалит, феррохромовый шлак, бентонит, цемент	20 – 30	1,0	Площадка	2
Опилки, торфяная крошка	10 – 20	0,4	Закрома	3
Огнеупорные изделия	20 – 45	1,8	Площадка	2
Чугун чушковый, лом чугуна и стальной	30 – 45	3,5 – 2,0	Закрома	4
Отходы своего производства (литники, обрезки, стружка и др.)	3 – 5	1,8 – 1,3	Закрома	4
Стружка привозная	10 – 15	1,0	Закрома	3
Ферросплавы	30 – 45	3,5 – 2,0	Площадка	2
Флюсы (известняк, шлак мартеновский, плавиковый шпат)	30 – 45	1,7	Закрома	4
Кокс литейный, уголь каменный	30 – 45	0,5	Закрома	4
Цветные металлы и сплавы	20 – 30	5,0 – 1,5	Штабель	2
Огнеупорные порошки, раскислители	30 - 45	1,7 – 1,5	Площадка	2

Таблица 13

Норма расчета категории сложности ремонта оборудования литейных цехов в ремонтных единицах на 1 000 годных отливок

Выпуск цеха, тыс. т/г	Конвейерные цехи				Крановые цехи	
	Отливки массой меньше 100 кг		Отливки массой меньше 2000 кг		Отливки массой больше 1 000 кг	
	М	Э	М	Э	М	Э
10 – 20	0,20	0,14	0,15	0,10	0,14	0,15
20 – 30	0,19	0,14	0,14	0,10	0,13	0,15
30 – 40	0,18	0,14	0,12	0,09	0,12	0,14
40 – 60	0,16	0,14	0,10	0,09	0,10	0,13

Примечание. М – по механической части, Э – по электротехнической части. Для литейных цехов, имеющих в своем составе электрические плавильные и термические печи, применяют повышающий коэффициент по электротехнической части.

Таблица 14

Нормы для расчета межремонтного обслуживания оборудования в ремонтных единицах

Профессия рабочих	Технологическое и подъемно-транспортное оборудование	
	М	Э
Дежурные слесари по обслуживанию оборудования	350	-
Станочники	1260	-
Смазчики	790	-
Дежурные электрики	-	770

Таблица 15

Нормы площадей цеховых экспресс-лабораторий

Вид сплава	Мощность цеха, тыс. т	Площадь лаборатории, м ²	
		Химической и спектральной	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

Таблица 16

Трудоемкость определения экспресс-анализа стали и чугуна

Сплав	Количество элементов, определяемых экспресс-анализом	Трудоемкость анализа, чел.-ч	Количество анализов от каждой плавки
Чугун	4 (C, Si, Mn, S)	0,4	При плавке в вагранке один-два раза в час, дуплекс-процессом - три-четыре раза
Сталь углеродистая	3 (C, Si, Mn)	0,4	Три-четыре раза
Сталь легированная	5 и более (C, Mn, S, легирующие элементы)	0,7	Четыре-пять раз

Таблица 17

Технологические группы стержней в серийном производстве

Технологические группы стержней	Максимальная масса стержней, кг	Максимальные габаритные размеры стержневого ящика, мм
I	2,5	320×250×150×300
II	6,0	400×320×230×400
III	16	630×500×445
IV	40	800×630×495
V	100	1000×800×555
VI	250	750×550×320
VII	600	1100×700×350
VIII	1 000	1600×1100×500
IX	2 500	2350×1500×600

Таблица 18

Распределение стержней по группам и способам их изготовления

Технологические группы стержней	Средняя масса стержней, кг	Способ изготовления	Количество стержней, шт			
			В год	На поточной линии	На машине мод.....
.....						
.....						
ИТОГО:						

Таблица 19

Нормы расчетного количества стержней на 1 т годного литья для серийного, мелкосерийного и единичного производства

Группы стержней, кг (в скобках дм ³)		Норма штук (в скобках дм ³ смеси) для групп отливок по массе, кг					
Пределы	Средняя величина	0 – 20	20 – 100	10 – 500	500 – 1000	1000 – 2000	2000 – 5000
1,0 (0,5)	0,5 (0,3)	31,0 (9,3)	11,0 (3,3)	5,0 (1,5)	4,3 (1,3)	1,7 (0,5)	1,7 (0,5)
1,0 – 2,5 (0,6 – 1,5)	1,75 (1,05)	16,0 (16,7)	4,5 (4,7)	4,5 (4,7)	3,5 (3,7)	1,4 (1,5)	0,6 (0,6)
2,5 – 6,0 (1,5 – 3,5)	4,25 (2,5)	12 (30,6)	11 (28,0)	3,7 (9,5)	2,0 (5,1)	1,8 (4,6)	1,2 (3,0)
6,0 – 10,0 (3,5 – 6,0)	8,0 (4,75)	1,5 (7,0)	4,4 (21,0)	4,3 (20,0)	3,3 (16,0)	1,1 (15,3)	1,0 (4,8)
10,0 – 16,7 (6,0 – 10,0)	13,35 (8,0)	0,4 (3,0)	2,1 (16,8)	2,7 (21,6)	1,9 (15,5)	1,8 (14,0)	0,4 (3,2)
16,7 – 25,0 (10,0 – 15,0)	20,85 (12,5)	0,4 (5,0)	1,1 (13,8)	1,6 (18,8)	2,2 (27,5)	3,5 (44,0)	1,6 (20,0)
25,0 – 40,0 (15,0 – 24,0)	32,5 (19,5)	0,3 (5,9)	2,3 (45,0)	2,7 (52,6)	1,4 (27,3)	1,2 (23,4)	1,1 (21,4)
40,0 – 60,0 (24,0 – 36,0)	50,0 (30,0)	- -	0,5 (15,0)	2,1 (62,0)	1,8 (54,0)	1,0 (30,0)	0,7 (21,0)
60,0 – 100,0 (36,0 – 60,0)	80,0 (48,0)	- -	0,3 (14,4)	1,5 (72,0)	2,2 (106,0)	2,3 (110,0)	2,7 (130,0)

Таблица 20

Группа отливок по массе, кг	Размер опоки в свету, мм	Средняя металлоемкость формы по массе годных отливок, кг	Минимальный годовой выпуск отливок (тыс.т/год) для организации потока
8	500x400x150/100	8	4,0
20	900x600x150/125	25	8,0
50	800x700x200/200	27	8,0
	1000x800x300/300	35	8,0
20 – 100	1200x1000x400/400	110	9,0
50 – 250	1400x1000x400/400	200	12,0
100 – 500	1600x1200x500/500	400	12,0

Таблица 21

Тип машин, модель	Максимальная масса стержня, кг	Размеры стержнево- го ящика, мм	Производительность машин, съемов/ч	Габариты машины, м	Установленная мощность, кВт
Однопозиционная полу- автоматическая машина 4544А	10,0	450×70× ×400	15- 25	2,18×1,96× ×2,66	24,0
Однопозиционная полу- автоматическая машина 4720	40,0	800×150× ×400	20- 30	2,55×3,5× ×2,5	51,0
Двухпозиционная полуав- томатическая машина 4554 Б-2	2,5	220×75× ×200	40- 60	1,66×1,36× ×2,39	8,0
Двухпозиционная полуав- томатическая машина 4710	6,0	320×80× ×250	40- 60	1,89×1,47× ×2,39	16,0
Двухпозиционная полуав- томатическая машина 4705А	16,0	830×320× ×100	35- 40	3,38×3,02× ×2,8	41,0
Четырехпозиционная ав- томатическая машина 4709А	25,0	630×600× ×140	40- 90	3,97×3,3× 2×,82	174,0
Восьмипозиционная ав- томатическая машина 4532Б	1,0	200×40× ×110	200- 360	2,3×2,33× ×2,2	30,0
Восьмипозиционная ав- томатическая машина 4701А	2,5	330×80× ×200	150- 220	3,6×3,6× ×2,29	56,0
Восьмипозиционная ав- томатическая машина 4509А	6,0	400×300× ×100	150- 180	4,08×3,15× ×2,8	140
Восьмипозиционная ав- томатическая машина 4509С	16,0	600×400× ×100	140- 160	4,7×3,85× ×2,9	140,0

Окончание табл. 21

Тип машин, модель	Максимальная масса стержня, кг	Размеры стержне- вого ящика, мм	Производитель- ность машин, съемов ч	Габариты машины, м	Установленная мощность, кВт
Комплекс оборудования для изготовления стержней из ХТС 5УС6	6,0	400×300× ×320	6-10	-	-
Комплекс оборудования для изготовления стержней из ХТС УС250	250	1250× ×1000× ×450	8-12	-	-
Автоматизированная стержневая линия с отвер- ждением в оснастке Л40Х / 4332 1112	50,0	800×630× ×500	50,0	-	-
Автоматизированная стержневая линия с отвер- ждением в оснастке Л100Х/4332 1211	110	1000× ×800×560	40,0	-	-
Линия комплексная авто- матизированная повыше- нной надежности для изго- товления стержней массой до 100 кг ЛХ100/43321215	100	1000× ×800×560	30,0	-	-
Стержневая машина для изготовления стержней из ХТС 4723	6,0	350×250× ×320	80- 100	-	-
Десятипозиционная авто- матическая машина для изготовления оболочковых стержней АЦИС –10Б	1,0	-	150- 240	4,66×2,42× ×2,52	88,6
Однопозиционная автома- тическая машина для изго- товления оболочковых стержней У-900	15,0	762×508× ×500	80	4,16×1,86× ×2,0	80,0

Таблица 22

Определение годового количества форм

Номер детали	Детали представители	Марка металла	Число деталей в год	Масса		Внутренний раз- мер опоки, мм	Число отливок в форме	Масса отливок в форме, кг	Число форм в год	Объем форм, м ³	
				Одной от- ливки, кг	На годовую программу					Одной	На годовую программу
	Поточная линия № 1 и т.д.										

Таблица 23

Характеристика машин, автоматических линий	Мо- дель, код	Размер опоки, мм	Произво- дительно- сть, опок/ч (т/ч или м ³)
Машина формовочная пневматическая встряхивающе-прессовая без поворота полуформы	22111	500×400	145
То же	22112	600×500	120
>> >>	22113	800×700	110
>> >>	22114	1000×800	90
Машина формовочная пневматическая встряхивающе-прессовая с поворотом полуформы	22211	500×400	100
То же	22212	600×500	100
>> >>	22213	800×700	80
>> >>	22214А	1000×800	75
Комплексная автоматическая линия формовки, заливки и выбивки на базе трехпозиционных челночных встряхивающе-прессовых формовочных автоматов для изготовления отливок со средней массой до 50 кг	Л4500 (КВ 301)	1000×800	240
Комплексная автоматическая линия формовки, заливки и выбивки на базе проходных однопозиционных встряхивающе-прессовых формовочных автоматов для изготовления отливок со средней массой до 80 кг	ИФЛ- 225	900×600	250

Окончание табл. 23

Характеристика машин, автоматических линий	Мо- дель, код	Размер опоки, мм	Произво- дитель- ность, опок/ч (т/ч или м ³)
Комплексная автоматическая линия формовки, заливки и выбивки на базе четырехпозиционных карусельных встряхивающе-прессовых формовочных установок с комбинированным уплотнением для изготовления отливок со средней массой до 50 кг	СИФ- ЛИС- ИФ- ЛИС	800×700	360
Комплексная автоматическая линия формовки и выбивки на базе проходных однопозиционных пневморычажных формовочных пресс-автоматов для изготовления отливок со средней массой до 80 кг	ИЛ225	900×600	240
Комплексная автоматическая линия формовки, сборки форм в вертикальную стопку и выбивки на базе шестипозиционных прессовых формовочных автоматов стопочной формовки для изготовления отливок со средней массой до 15 кг	АЛ101 2М	500×400	600 (при трех авто- матах, в т. ч. один резервный)
Комплексная автоматическая линия формовки, сборки форм в вертикальную стопку и выбивки на базе шестипозиционных прессовых формовочных автоматов стопочной формовки для изготовления отливок со средней массой до 30 кг	-	800×700	240×360 (при одном автомате)
Комплексная автоматическая линия формовки и выбивки на базе формовочных блок-линий с проходными однопозиционными встряхивающе-прессовыми формовочными автоматами с комбинированным уплотнением для изготовления отливок со средней массой до 50 кг	КЛ 91265С М	800×700	120 (при двух блок- линиях)
Комплексная автоматическая линия формовки и выбивки на базе формовочных блок-линий с четырехпозиционными карусельными встряхивающе-прессовыми формовочными автоматами с комбинированным уплотнением для изготовления отливок со средней массой до 10 кг	КЛ 22821	500×400	300 (при двух блок- линиях)
Комплексная автоматическая линия формовки и выбивки на базе формовочных блок-линий с четырехпозиционными карусельными встряхивающе-прессовыми формовочными автоматами с комбинированным уплотнением для изготовления отливок со средней массой до 50 кг	КЛ 22813	800×700	240 (при двух блок- линиях)
Автоматическая линия формовки и выбивки на базе многопозиционных встряхивающе-прессовых формовочных установок с комбинированным уплотнением и "плавающей" оснасткой для изготовления отливок со средней массой до 120 кг	Л650	100×800	120

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логинов И.З. Проектирование литейных цехов. – Минск: Высш. шк., 1975. – 317 с.

2. Основы проектирования литейных цехов и заводов / Л.И. Фанталов, Б.В. Кнорре, С.И. Четверухин и др.; под ред. Б.В. Кнорре. – М.: Машиностроение, 1979. - 376 с.

3. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Справ.: в 6 т. Т.2. Проектирование машиностроительных заводов и цехов / Под ред. В.М. Шестопада. – М.: Машиностроение, 1974. – 294 с.

Оглавление

Общие положения	3
<i>Практическая работа № 1</i> РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ПЛАВИЛЬНОГО УЧАСТКА	5
<i>Практическая работа № 2.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ	9
<i>Практическая работа № 3.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ	12
<i>Практическая работа № 4.</i> РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ СТЕРЖНЕВОГО ОТДЕЛЕНИЯ	15
<i>Практическая работа № 5.</i> РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ФОРМОВОЧНО-ЗАЛИВОЧНО-ВЫБИВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ	19
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	23
РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	48

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ
ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Методические указания к практическим занятиям

Составитель

КОРОГОДОВ Юрий Дмитриевич

Ответственный за выпуск - зав. каф. Профессор В.А. Кечин

Редактор Е.А. Амирсейидова

Корректор В.В. Гурова

Компьютерная верстка Е.Г. Радченко

ЛР № 020275. Подписано в печать 10.10.02.

Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,32 . Уч.-изд.л. 2,48. Тираж 100 экз.

Заказ

Редакционно-издательский комплекс
Владимирского государственного университета.

600000, Владимир, ул. Горького, 87.