

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА
УКРАИНЫ
ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ ЛИТЬЯ»

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

**для студентов заочной формы обучения специальности 7(8).05040201
«Литейное производство черных и цветных металлов и сплавов»**

Утверждено
на заседании кафедры ТОЛП
Протокол № 12 от 04. 12. 2012

Краматорск 2012

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие указания

1.1 Тема 1. Вступление. Общие особенности проектирования цехов специальных видов литья. Проектирование цехов литья по выплавляемым моделям.

1.2 Тема 2. Проектирование цехов литья в оболочковые формы

1.3 Тема 3. Проектирование цехов литья под давлением

1.4 Тема 4. Проектирование цехов кокильного литья

1.5 Тема 5. Проектирование цехов центробежного литья

2 Практические работы

3 Экзаменационные вопросы

Перечень ссылок

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Настоящее методическое пособие составлено для студентов заочной формы обучения по специальности 7.05040201 «Литейное производство черных и цветных металлов и сплавов». Курс «Проектирование литейных цехов специальных видов литья» является специальным и завершающим в цикле подготовки студентов по специальным дисциплинам.

Цель изучения курса – дать будущим специалистам знание основных принципов проектирования литейных цехов специальных видов литья, методов расчета основных и вспомогательных отделений.

Основная задача изучения дисциплины – научить будущего специалиста правильно выбирать и технически грамотно обосновывать предлагаемые технические решения при проектировании цехов специальных видов литья, а так же подготовить студентов к прохождению преддипломной практики и выполнению дипломного проекта. В результате изучения дисциплины студент должен:

1 знать принципы построения современных производств, основные методики и методы проектирования производственных систем изготовленияливок специальными способами литья, включая элементы САПР;

2 уметь выбрать и обосновать оптимальный технологический процесс производства отливок конкретной производственной программы; определять необходимые типы основного и вспомогательного оборудования для различных переделов технологического процесса и рассчитывать его количество, рационально компоновать отделения цеха и цех в целом, давать технико-экономическое обоснование принятых решений.

Преподавание дисциплины базируется на знаниях, полученных в процессе усвоения курсов «Проектирование литейных цехов», «Специальные виды литья», «Теоретические основы формообразования», «Проектирование и производство оснастки», «Основы теории плавки и производства отливок», а так же других общеобразовательных дисциплин в объеме, необходимом для решения проектных, технологических и конструкторских задач.

Дисциплина «Проектирование литейных цехов специальных видов литья» изучается в 17 триместре, имеет 1 модуль, который вмещает в себя основные темы и практические работы.

Учебный процесс организуется следующим образом. В период установочной сессии студентам читаются вводные лекции, проводятся практические работы и выдаются задания на выполнение индивидуальной практической работы. Учебные занятия по курсу включают самостоятельную работу над учебно-методической литературой и выполнение контрольной работы.

Практические занятия для студентов организуются в аудиториях академии и выполняются во время установочной сессии.

Студенты, выполнившие практические работы, допускаются к сдаче экзамена.

Рекомендуется следующий порядок самостоятельной проработки тем курса:

- ознакомиться с содержанием темы и методическими указаниями, чтобы представить объем и последовательность изложения материала;
- прочесть соответствующие разделы в основной литературе;
- ответить на приведенные вопросы для самостоятельной проверки;
- для расширения представлений о рассматриваемом вопросе обратиться к дополнительной литературе.

Приступая к изучению каждой новой темы курса, рекомендуется, прежде всего, ознакомиться с соответствующим разделом настоящих указаний и четко представить себе объем темы и последовательность разбираемых в ней вопросов. После изучения методических указаний можно переходить к предварительному ознакомлению с материалом по учебнику.

Когда этот первый этап работы выполнен, следует перейти к детальному изучению материала учебника. Если после тщательного изучения темы по учебнику с использованием методических указаний останутся неясные места, нужно обратиться за консультацией к преподавателю.

Чтобы легче запомнить и усвоить материал, рекомендуется составлять краткий конспект по каждому изученному разделу.

После изучения каждой темы нужно ответить устно на вопросы для самопроверки, помещенные в методических указаниях. Ответы на вопросы для самопроверки - важное средство самоконтроля. Они помогают закрепить в памяти материал курса.

Экзамен – заключительный этап изучения курса. Залогом успешной его сдачи является систематическая работа над курсом и выполнение изложенных здесь требований.

1.1 Тема 1. Вступление. Общие особенности проектирования цехов специальных видов литья. Проектирование цехов литья по выплавляемым моделям

Классификация специальных способов литья. Организация проектных работ. Общие особенности проектирования цехов специальных видов литья. Классификация цехов литья по выплавляемым моделям (ЛВМ). Основные отделения цеха и их назначение. Особенности составления программы цеха. Исходные данные для проектирования. Особенности проектирования основных отделений цеха.

Литература: [1, 2, с 10-16, 197-247, 4, с. 3-29, 5, с. 302-318, 7, с. 43-45, 9, с. 223-228].

Методические указания

Способы получения литых изделий, относящиеся к группе специальных, насчитывают в настоящее время несколько десятков наименований. Эти способы позволяют получать изделия высокого качества, высокопроизводительны, а во многих случаях являются единственно возможными для получения изделий с особыми характеристиками и эксплуатационными параметрами. Специальные способы литья находят все большее промышленное применение, так как, наряду с высокой производительностью, обеспечивают повышение размерной и массовой точности отливок, что приводит к значительной экономии металла и к снижению трудоемкости механической обработки.

Все специальные способы литья можно классифицировать по следующим признакам:

- *по виду формы* (литье в металлические формы, литье в керамические разъемные формы по постоянным моделям (шоу-процесс), литье в оболочковые формы, литье в постоянные углеродистые формы (углеродистые кокили), литье в гипсовые формы);
- *по виду применяемых моделей* (литье по выплавляемым моделям, литье по газифицируемым моделям, литье по растворяемым моделям);
- *по виду воздействия на жидкий или кристаллизующийся расплав* (литье под давлением, литье под регулируемым перепадом газового давления (литье выжиманием), литье под всесторонним газовым давлением (автоклавное литье), литье с кристаллизацией под давлением, центробежное литье, литье с применением электрического и электромагнитного воздействия, литье с применением ультразвуковой обработки расплава).

Положительной особенностью большинства этих способов литья является возможность высокой степени автоматизации и комплексной механизации производства, улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

Эти преимущества предопределяют целесообразность организации производств, специализированных *по технологическому признаку*, в данном случае *по способу литья*. Однако в настоящее время используются в широких масштабах и реализуются в виде самостоятельных производственных подразделений (цехов) лишь некоторые из специальных способов. Наибольшее распространение получили цехи литья по разовым (выплавляемым, выжигаемым) моделям, литья в оболочковые формы, литья под давлением, в кокили и центробежного литья. Каждый из этих способов может обеспечить производство только определенной категории отливок.

Цехи ЛВМ относят к основным (производственным) заготовительным литейным цехам. Данные цехи различают по роду сплава, массе отливок, объему производства, серийности, степени механизации и сложности отливок (см. табл. 1.1).

Таблица 1.1 - Классификация цехов литья по выплавляемым моделям

Вид цехов	Характеристика
По виду линейного сплава	
Стального литья	Производство отливок общемашиностроительного назначения из углеродистых и низколегированных сталей: детали автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин, станков, приборов, швейных машин, велосипедов и т. п.
Чугунного литья	Производство отливок из чугуна
Специального литья	Производство отливок из коррозионно-стойких, жаростойких, жаропрочных сталей, магнитных и других специальных сплавов
Инструментального литья	Производство отливок из сталей и сплавов высокой твердости и износостойкости для режущего и мерительного инструмента
Цветного литья	Производство отливок из алюминиевых, медных, магниевых, титановых и других сплавов на основе цветных металлов
По массе отливок	
Мелкого литья	Средняя масса отливок до 0,1 кг
Среднего литья -	Средняя масса отливок 0,1 – 0,5 кг
Крупного литья	Средняя масса отливок более 0,5 кг
По объему производства	
С малым выпуском	Выпуск до 1000 т отливок в год
Со средним выпуском	Выпуск 1000 – 2500 т отливок в год
С большим	Выпуск более 2500 т отливок в год

выпуском	
По серийности производства	
Массового производства	Выпуск малой номенклатуры отливок в большом количестве
Серийного производства	Выпуск широкой номенклатуры отливок в большом количестве
Единичного производства (ювелирное литье)	Широкая номенклатура отливок, изготавливаемых в малом количестве отдельными заказами
По степени механизации	
Ручного производства	Выполнение технологических процессов в основном вручную с помощью простейших механизмов и инструмента, облегчающих труд и ускоряющих производственный процесс
Механизированный	Выполнение технологических процессов в основном с помощью машин и механизмов, получающих энергию от специального источника. Управление машинами и механизмами, выполнение вспомогательных процессов и операций осуществляется вручную
Комплексно-механизированный	Выполнение всех технологических процессов основного и вспомогательного производства с использованием машин, механизмов, приборов и других средств механизации. Допускается на отдельных операциях, процессах и в подразделениях ручной труд
Автоматизированный	Выполнение технологических процессов основного производства с помощью автоматов, автоматических линий и других средств автоматизации производства. Вспомогательные работы и процессы выполняются с помощью различных средств механизации с элементами автоматизации отдельных работ. Допускается на отдельных операциях, процессах и в подразделениях механизированный и ручной труд

Процесс изготовления отливок по выплавляемым моделям осуществляется по схеме, приведенной в [1].

Технологический процесс ЛВМ включает в себя большое количество переделов, в соответствии с этим в состав цеха входят следующие производственные отделения (участки), вспомогательные отделения (участки) и склады. Основные производственные отделения, где выполняется собственно технологический процесс изготовления отливок, приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2 - Основные отделения цеха ЛВМ и выполняемые операции

Наименование отделений	Выполняемые операции
Модельное	Приготовление модельного состава, изготовление моделей, сборка моделей в блоки.
Отделение изготовления оболочек	Приготовление суспензии, изготовление оболочек, удаление модельного состава.
Прокалочное	Формовка оболочек в опорный наполнитель, прокалка оболочек.
Плавильно-заливочное	Плавка расплава, заливка форм, охлаждение и выбивка блоков отливок.
Термообрубное	Очистка отливок от остатков оболочек, отделение литниково – питающих систем, зачистка, термообработка и исправление дефектов отливок.

К вспомогательным отделениям относят отделения подготовки формовочных материалов и шихты, ремонта пресс-форм и другой технологической оснастки, мастерские механика и энергетика, цеховую лабораторию, вентиляционные и пылеочистные установки и КДП.

К складам цеха СВЛ относят закрытые склады шихтовых, формовочных, горючих материалов, готовых отливок.

В цехе предусматривают также помещения санитарно-бытового назначения, здравоохранения и управлений.

Исходными данными для разработки проекта цеха служат производственная программа; чертежи и технические условия на отливки. В зависимости от серийности производства, программа может быть точной, приведенной или условной. При проектировании цеха, в зависимости от серийности производства, номенклатуру выпускаемых отливок рекомендуется разбивать на технологические группы в зависимости от их массы, серийности и принятого технологического процесса. Такое деление оправдано тем, что для каждой группы отливок характерны свои технологические нормативы и показатели [1, 2].

Исходные технологические данные *отдельно по каждой группе* рассчитывают и заносят в технологическую ведомость, форма которой представлена в табл. 1.3.

Таблица 1.3 – Технологическая ведомость цеха

Наименование изделия	а	отлив ки	Про- граммa	модель	ей	Число	блоко	Масса модельного состава, кг
----------------------	---	----------	-------------	--------	----	-------	-------	------------------------------

		шт. (Б)	кг			на одну модель	на один блок	на программу
Кольцо	А	Б	$B=A \times B$	Г	$D=B/\Gamma$	$E=A(\rho_1/\rho_2)^*$	$Ж=E \times \Gamma + V\rho_1$	$И=Ж \times Д$
Кулиса	...	...	...	...	...	...	...	...
...
ИТОГО		Σ	Σ		Σ			Σ

* ρ_1, ρ_2 – плотности модельного состава и материала отливки, кг/м^3 ;
 V – объем литниково – питающей системы, м^3 .

При заполнении технологической ведомости необходимо руководствоваться следующими рекомендациями:

- значения ячеек А, Б и В принимают из программы проектируемого цеха;
- ячейка Г заполняется в соответствии с разработанной технологией для каждой конкретной отливки;
- значение ячейки Д рассчитывается как частное от деления значений ячеек Б и Г;
- значение ячейки Е рассчитывается по величине соотношения плотностей модельного состава и материала отливки;
- в ячейке Ж рассчитывается масса модельного состава одного модельного блока с учетом суммарной массы моделей, располагаемых в блоке, и массы модельного состава, расходуемого на литниково – питающую систему;
- масса модельного состава на программу для каждого наименования отливки (ячейка И) определяется произведением значений ячеек Ж и Д.

Заполненная технологическая ведомость содержит только исходные технологические данные и использовать их для расчета числа оборудования *нельзя*. В этих данных не учтены неизбежные на производстве потери и брак из-за некачественных материалов, ошибок рабочего, неисправности оборудования и других причин.

Для определения числа подлежащих изготовлению моделей, форм и отливок, на которое рассчитывают оборудование, вводят коэффициенты технологических потерь k . Для каждого производственного участка (группы операций) рассчитывают свой k , учитывающий потери и брак не только этой группы операции, но и всех последующих. Примерные коэффициенты технологических потерь приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Примерные коэффициенты технологических потерь

Группа операций или производственный участок цеха	Технологические потери и брак, %	Коэффициенты технологических потерь
Изготовление модельных блоков	15	$k_4 = 1,32$
Изготовление форм	3	$k_3 = 1,17$
Обжиг форм, плавка и заливка металла	5	$k_2 = 1,14$
Обрубка, термообработка и отделка отливок	9	$k_1 = 1,09$

Определив значения коэффициентов $k_1 - k_4$, составляют ведомость объемов производства для расчета основного оборудования по форме, приведенной в таблице 1.5.

В модельном отделении цеха ЛВМ выполняются следующие технологические операции: приготовление модельного состава и подготовка его для запрессовки, запрессовка состава в пресс-формы, охлаждение моделей и извлечение их из пресс-форм, изготовление элементов литниковых систем, сборка моделей в блоки. При проектировании этого отделения необходимо проработать следующие вопросы:

- определить часовой расход модельного состава;
- выбрать оборудования для приготовления модельного состава, расплавления и смешивания его компонентов, очистки возврата модельного состава, приготовления воздухомасляной пасты;
- рассчитать количество выбранного оборудования.
- обосновать способ транспортировки моделей к сборочным участкам;
- выбрать и обосновать способ сборки моделей в блоки;
- разработать схему размещения основного технологического оборудования;
- рассчитать площадь модельного отделения цеха.

На участке сборки моделей в блоки предусматриваются сборочные столы, количество их зависит от способа сборки. В отделении так же предусматриваются места для хранения блоков перед нанесением на них покрытия. Хранят блоки на стеллажах, этажерках или в термостатах. Эти участки изолируются от других и оборудуются установками для кондиционирования воздуха. Хранение модельных блоков в условиях поточного производства осуществляется на подвесках конвейерных установок.

Таблица 1.5 – Ведомость объемов производства

Группа отливок по массе, кг	Программа		Число на программу, шт.		Масса модельного состава на программу, кг (Д)	На программу с учетом потерь									
						Число, шт.					Масса, кг				
	шт. (А)	кг (Б)	моделей(В)	блоков (Г)		моделей	модельных блоков (Е)	оболочек	блоков отливок	Отливок	модельного става	суспензии	отливок (И)	Жидкого металла (мжм)	металлозавалки
Из табл. 1.3	Из табл. 1.3, итоги					$B \times k_4$	$\Gamma \times k_4$	$\Gamma \times k_3$	$\Gamma \times k_2$	$A \times k_1$	$D \times k_4$		$B \times k_1$	ТВГхИ	МЖМ+угар !

П р и м е ч а н и я:

1. k — коэффициенты технологических потерь.
2. Массу суспензии рассчитывают в зависимости от числа слоев по укрупненным показателям или, если номенклатура отливок невелика, по поверхности отливок.
3. Массу жидкого металла определяют по величине значения технологического годного для каждой группы отливок.
4. Масса металлозавалки определяется в зависимости от величины угара.

В отделении нанесения оболочек (отделении покрытий) необходимо предусматривать выполнение следующих операций: подготовка материалов покрытия, приготовление покрытия, нанесение покрытия на модельные блоки, выдержка или сушка покрытия, извлечение стояков и выплавление модельного состава. При проектировании этого отделения необходимо:

- определить расход суспензии и обсыпного материала на покрытие поверхностей модельных блоков;
- рассчитать количество исходных материалов, необходимых для приготовления покрытия;
- выбрать и рассчитать количество оборудования для подготовки твердых исходных материалов;
- выбрать и рассчитать количество оборудования для приготовления суспензии, нанесения покрытий на модельные блоки, сушки покрытия и выплавления модельного состава;
- разработать схему размещения оборудования;
- рассчитать площадь отделения.

Расход суспензии на годовую программу определяется по удельному расходу на 1 м² площади поверхности отливок и литниково – питающей системы с учетом технологических потерь. Площадь поверхности 1 т отливок можно определить по номограммам в зависимости от толщины стенок выпускаемых отливок [1, 2].

Подготовка твердого материала (маршаллита) состоит в измельчении, промывке, прокаливании и просеве. Измельчение производится в шаровых мельницах, футерованных внутри плитами из кварца. Для прокаливании можно использовать печи барабанного типа. Просев осуществляется с помощью сит. Оборудование для подготовки материалов должно располагаться в изолированном помещении с вентиляцией.

Смешивание порций компонентов суспензии, нанесение покрытий на модельные блоки, сушка и выплавление модельного состава осуществляются на специализированном оборудовании.

Число каждого вида основного технологического оборудования определяют по стандартной методике.

В прокалочном отделении производится комплектование модельных блоков, установка их в опоки, засыпка наполнителем, уплотнение его, обжиг форм, подготовка к заливке.

В зависимости от способа подготовки оболочки засыпка наполнителем осуществляется по – разному. При оболочковом способе засыпку производят перед заливкой прокаленных оболочек, при оболочково-опочном способе – перед прокаливании форм. Оборудование для формовки блоков моделей подбирается в зависимости от вида наполнителя (сухой или жидкий). Жидкий наполнитель изготавливается в смесителях, затем им заполняется опока и уплотняется на вибростоле. Число каждого вида основного технологического оборудования определяют по стандартной методике.

При проектировании плавильно - заливочного отделения необходимо обосновать и выбрать тип и емкость (производительность) плавильных агрегатов, а также рассчитать их количество. Тип плавильной печи определяется видом сплава, применяемого для заливки форм, массой отливок, масштабом производства и степенью механизации.

Расчет количества плавильных агрегатов ведется по следующей методике:

- 1) составляется ведомость расчета металлозавалки,
- 2) подбираются компоненты шихты, рассчитывается их содержание с учетом угара в металлозавалке,
- 3) составляется ведомость шихт и баланса металла,
- 4) рассчитывается количество плавильных печей,
- 5) рассчитывается парк ковшей.

После заливки форм жидким металлом их необходимо охладить перед выбивкой. Для этого в механизированных цехах устанавливают напольные литейные конвейеры, проходные однорядные или многорядные охлаждающие камеры различных конструкций.

В термообрубном отделении цеха ЛВМ могут выполняться следующие операции:

- 1) отбивка или отрезка ЛПС (вручную, в галтовочных барабанах, на кривошипных прессах, с помощью пресс-кусачек, станков с ленточными и дисковыми пилами, пламенем газокислородных резаков и др.);
- 2) очистка литья от пригара и окалины (галтовочными барабанами, дробеструйным, дробеметным, вибрационным, гидравлическим, химическим, электрогидравлическим, электрохимическим, газовым и другими методами);
- 3) обрубка и зачистка отливок специальными установками, снабженными абразивными кругами, специальными вибрационными машинами и на заточных шлифовальных станках;
- 4) исправление дефектных отливок;
- 5) термическая обработка отливок (операции и режимы термической обработки назначаются с учетом требований к качеству получаемых отливок и выполняются в термических печах различных конструкций);
- 6) грунтовка отливок для предохранения их от коррозии (в проходных или тупиковых окрасочных камерах);
- 7) контроль отливок (промежуточный – в процессе очистки, обрубки и зачистки литья, и окончательный – перед грунтовкой).

При проектировании очистного отделения выполняются последовательно следующие операции:

- 1) разбивка отливок на группы с одинаковыми операциями (с учетом вида сплава, массы и конфигурации отливок);
- 2) определение оптимальной мощности потока для каждой группы;
- 3) выбор рационального технологического процесса и оборудования для данной группы;
- 4) расчет количества оборудования.

Расчет количества необходимого технологического оборудования отделения выполняется по стандартной методике.

При проектировании складов цеха необходимо произвести расчет площадей для хранения материалов, обосновать выбор необходимого технологического и транспортного оборудования, рассчитать его количество, разработать схему размещения оборудования на складе.

Проектом цеха так же должны обеспечиваться необходимые мероприятия по технике безопасности и гигиене труда [16].

Пример проектного решения цеха ЛВМ приведен в [9].

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие способы литья относят к специальным?
- 2 Перечислите преимущества и недостатки специальных способов литья.
- 3 По каким признакам можно классифицировать специальные способы литья?
- 4 Какие специальные способы литья получили наибольшее распространение? Почему?
- 5 Как классифицируют цехи ЛВМ?
- 6 Какие отделения цеха ЛВМ относятся к основным производственным отделениям?
- 7 Какие отделения цеха ЛВМ относятся к вспомогательным отделениям?
- 8 Что является исходными данными при разработке проекта цеха ЛВМ?
- 9 Зачем необходимо вводить коэффициенты технологических потерь?
- 10 Какие операции выполняются в модельном отделении цеха?
- 11 Какие вопросы прорабатываются при проектировании модельного отделения цеха ЛВМ?
- 12 Какие операции выполняются в отделении покрытий?
- 13 Какие вопросы прорабатываются при проектировании отделения покрытий?
- 14 Какие операции выполняются в прокаточном отделении цеха?
- 15 Какие вопросы необходимо решить при проектировании плавильно - заливочного отделения цеха ЛВМ?
- 16 Какие операции могут выполняться в термообрубном отделении цеха ЛВМ?
- 17 Что рассчитывается при проектировании складов цеха?
- 18 Какие мероприятия по технике безопасности необходимо предусматривать при проектировании цеха ЛВМ?

1.2 Тема 2. Проектирование цехов литья в оболочковые формы

Особенности технологического процесса литья в оболочковые формы. Схема технологического процесса изготовления отливок. Состав цехов литья в оболочковые формы. Составление ведомости объемов производства при литье в оболочковые формы Проектирование отделения приготовления песчано-смоляной смеси. Проектирование отделения изготовления и сборки форм. Оборудование, применяемое для изготовления оболочковых форм. Классификация оборудования. Проектирование плавильно – заливочного и стержневого отделений цеха оболочкового литья. Рекомендации по технике безопасности при проектировании цехов литья в оболочковые формы.

Литература: [1, с. 342-346, 2, с. 152-183, 6, с. 318-325, 7, с. 176-180, 8, с. 45-46, 10, 16].

Методические указания

Оболочковые формы (ОФ) нашли применение при изготовлении отливок массой от сотен граммов до сотен килограммов из любых литейных сплавов. Так как технологический процесс литья в оболочковые формы требует для реализации дорогостоящей нагреваемой оснастки, его целесообразно применять в условиях крупносерийного и массового производства при получении отливок массой в основном до 50 кг.

Производство отливок в ОФ имеет ряд преимуществ по сравнению с литьем в песчаные формы: более низкий расход формовочных материалов, повышенные точность и чистота поверхности отливок, уменьшение трудоемкости изготовления форм и выбивки, сокращение производственных площадей и парка опок. Кроме этого, малооперационность процесса создает условия для внедрения механизации и автоматизации, а также организации поточных методов производства. К недостаткам технологии литья в ОФ следует отнести высокую стоимость крепителей, сложность нагреваемой модельно-стержневой оснастки, повышенное выделение вредных веществ и ухудшение санитарно-гигиенических условий труда. Так же недостатком литья в ОФ является сложность ввода в технологический поток отливок нового наименования.

Технологический процесс литья в оболочковые формы включает в себя ряд переделов [1, 2], в соответствии с этим в состав цеха входят следующие производственные отделения (участки), вспомогательные отделения (участки) и склады (таблица 1.6).

Таблица 1.6 - Основные отделения (участки) цеха литья в оболочковые формы и выполняемые операции

Наименование отделений	Выполняемые операции
Смесеприготовительное	Приготовление песчано - смоляной смеси.
Формовочное	Изготовление и сборка оболочковых форм.
Стержневое	Изготовление и сборка стержней
Плавильно - заливочное	Плавка расплава, заливка форм, охлаждение и выбивка отливок.
Термообрубное	Очистка отливок от остатков оболочек, отделение литниково – питающих систем, зачистка, термообработка, грунтовка, контроль качества и исправление дефектов отливок.

К вспомогательным относят следующие отделения:

- подготовки формовочных материалов и шихты;
- регенерации смеси;
- ремонта технологической оснастки;
- мастерские механика и энергетика, цеховую лабораторию, вентиляционные и пылеочистные установки;

К складам относят закрытые склады шихтовых, формовочных, горючих материалов, готовых отливок.

Исходными данными для разработки проекта цеха служат производственная программа; чертежи и технические условия на отливки. На основании исходных данных на каждую отливку составляются ведомость объемов производства по форме, приведенной в табл. 1.8. При составлении формы следует пользоваться следующими рекомендациями:

- значения ячеек А, Б, Е, И, принимают из программы проектируемого цеха;
- значение в ячейке В рассчитывается с учетом 3...5% брака выпускаемых отливок;
- количество отливок в форме (ячейка Г) принимается в соответствии с разработанной технологией для каждой конкретной отливки (табл. 1.7);

Таблица 1.7 – Ориентировочное количество отливок в форме

Размер плиты, мм	Количество отливок в форме, шт				
	Группы отливок по массе				
	до 1 кг	св. 1...5 кг	св. 5...10 кг	св. 10...25 кг	св. 25 кг
400X250 400X300	4...8	1...2	1	-	-
460X400 550X450	4...10	2...4	1...2	-	-
850X400 600X320 600X400	5...10	3...6	1...4	1...2	-
650X550	6...12	4...8	2...6	1...4	-
900X700 1000X450 1100X500	-	8...12	4...8	1...4	1...2

- число форм на программу с учетом брака (ячейка Д) рассчитывается как частное от деления значений ячеек В и Г и увеличивается на 2...4%;
- число стержней на программу с учетом брака (ячейка Ж) определяется как произведение значений ячеек Е и В с учетом коэффициента, учитывающим брак стержней;
- масса отливок на программу (ячейка К) определяется произведением значений ячеек И и В;
- масса жидкого металла на форму (ячейка Л) определяется в зависимости от массы отливки, количества этих отливок в форме и значения ТВГ по каждому наименованию отливки. Значение ТВГ определяется массой отливки, видом сплава и разработанной литейной технологией [1];
- массу жидкого металла на программу (ячейка М) для каждого наименования отливки можно определить как произведение значений ячеек Л (масса жидкого металла на форму) и Д (количество форм на программу);
- масса металлозавалки (значение ячейки Н) определяется в зависимости от величины угара, который в свою очередь зависит от вида сплава и типа плавильного агрегата;
- масса смеси на форму для каждого наименования отливки (значение ячейки П) рассчитывается с учетом среднего расхода смеси, массы и количества отливок в

форме (в среднем можно принимать 750...850 кг на 1 т годных отливок[1]);

- масса смеси для изготовления форм на программу (ячейка Р) определяется как произведение значений ячеек П (масса смеси на форму) и Д (число форм на программу);
- масса плакированной смеси, расходуемой на изготовления стержней (ячейка С), определяется по каждому наименованию отливки в зависимости от массы каждого стержня и их количества на программу. Суммарный расход плакированной смеси для форм и стержней (ячейка Т) следует увеличить на 3...5% для учета потерь;
- при расчете массы регенерируемого песка принимают его возврат до 80% от массы смеси.

При проектировании смесеприготовительного отделения цеха литья в оболочковые формы требуется знать общий расход плакированной смеси на годовую программу. Технологический процесс приготовления песчано-смоляных смесей описан в [1, 2]. Для сушки и просева песка используют такое же оборудование, как в цехах литья в объемные песчаные формы. Для просушки песка рекомендуется применять сушила непрерывного действия с автоматической загрузкой и выгрузкой. После сушки песок просеивают на вибрационных ситах. Приготовление плакированных смесей осуществляется в специальных центробежных смесителях периодического или непрерывного действия. Число сушильных печей, сит, магнитных сепараторов и установок для плакирования смеси рассчитывают по общей методике.

Основное технологическое оборудование формовочного и стержневого отделений цеха преимущественно выполняется в виде поточно-автоматических линий, которые специализируются по предметному признаку и выпускаются серийно. Изготовление оболочковых форм и стержней осуществляется на оборудовании, которое различают:

- по методу изготовления оболочек (насыпной, насыпной с подпрессовкой, надувной);
- по способу насыпки (бункерный, рамочный);
- по числу позиций (однопозиционное, многопозиционное);
- по способу перемещения модельной плиты (челночное, карусельное, конвейерное).

Для склеивания оболочковых полуформ обычно применяют одно- и многопозиционные штыревые прессы.

Количество оборудования для изготовления оболочковых форм и стержней так же рассчитывают по общей методике. Исходными данными для расчетов служат данные из ведомости объемов производства.

При проектировании плавильного - заливочного отделения необходимо в зависимости от вида сплава обосновать и выбрать тип и емкость (производительность) плавильных агрегатов, а также рассчитать их количество. Методика расчета количества плавильных агрегатов аналогична методике расчетов плавильного отделения цеха ЛВМ.

Операции, выполняемые в термообрубном отделении цеха литья в ОФ, зависят от вида сплава, массы и конфигурации отливок, требований к качеству отливки. Методика проектирования термообрубного отделения и расчеты количества необходимого технологического оборудования стандартны.

Таблица 1.7 – Ведомость объемов производства при литье в оболочковые формы

Наименование отливки	Число отливок			Число форм на программу с учетом брака форм	Число стержней	
	на программу	на программу с учетом брака	в форме		на отливку	на программу с учетом брака стержней
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
Корпус	...	$=Б \times (1,03 \dots 1,05)$	...	$=(1,02 \dots 1,04) \times В / Г$	...	$=(1,02 \dots 1,04) \times Е \times В$
...
НА ПРОГРАММУ	-	Σ	-	Σ	-	Σ

Продолжение табл. 1.7

Наименование отливки	Масса, кг				
	отливки	отливок на программу	жидкого металла на форму	жидкого металла на программу	металлозавалки на программу
А	И	К	Л	М	Н
Корпус	...	$=И \times В$	$=100 \times (И \times Г) / Т В Г$	$=Л \times Д$	$=(1,02 \dots 1,06) \times М$
...
НА ПРОГРАММУ	-	Σ	-	Σ	Σ

Продолжение табл. 1.7

Наименование отливки	Масса, кг				
	смеси на форму	смеси на программу	смеси для стержней	смеси для форм и стержней	регенерируемого песка
А	П	Р	С	Т	У
Корпус	$=(0,75 \dots 0,85) \times И \times Г$	$=П \times Д$	$=Ж \times m \text{ стержня}^*$	$=(1,03 \dots 1,05) \times (Р + С)$	$=0,8 \times Т$
...
НА ПРОГРАММУ	-	Σ	Σ	Σ	Σ

В цехах литья в оболочковые формы рекомендуется организовывать регенерацию песка. Регенерация заключается в нагреве возврата смеси до 900°C , при нагреве смола выгорает, а песок после охлаждения, рассева и обеспыливания может быть использован вновь. При проектировании отделения регенерации необходимо обосновать и выбрать тип печи для термической регенерации смеси, а так же рассчитать их количество. Исходными данными для расчетов служат данные из ведомости объемов производства.

При проектировании складов цеха необходимо произвести расчет количества основных и вспомогательных материалов для выполнения годовой программы цеха (песка и других компонентов смеси, шихтовых материалов, дробы), площадей для их хранения, обосновать выбор необходимого технологического и транспортного оборудования склада, рассчитать его количество и разработать схему размещения.

Процесс заливки металла в оболочковые формы сопровождается выгоранием смолы, в результате чего идет интенсивное газообразование. При этом выделяются: пары фенола, окись углерода и промежуточные продукты термического распада смолы, различные углеводороды. Поэтому при проектировании цеха следует уделять особое внимание мероприятиям по технике безопасности и гигиене труда [16]. При проектировании отделений цеха необходимо предусматривать устройство приточно-вытяжной вентиляции с местными отсосами от оборудования для приготовления песчано-смоляной смеси, изготовления и склеивания оболочек, от мест заливки, охлаждения и выбивки форм.

Примеры проектного решения цехов литья в оболочковые формы приведены в [9].

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите преимущества и недостатки литья в оболочковые формы.
2. Почему литье в оболочковые формы целесообразно применять в условиях крупносерийного и массового производства?
3. Почему литьем в оболочковые формы затруднительно получать тяжелые отливки?
4. Какие отделения цеха литья в оболочковые формы относят к основным? Какие операции выполняются в этих отделениях?
5. Какие отделения цеха литья в оболочковые формы относят к вспомогательным? Какие операции выполняются в этих отделениях?
6. Что является исходными данными при разработке проекта цеха?
7. Как определить количество форм на годовую программу?
8. Каким образом можно определить массу жидкого металла на форму и на годовую программу?
9. В зависимости от чего определяется масса металлозавалки на годовую программу цеха?
10. Каким образом можно определить суммарный расход плакированной смеси для форм и стержней на годовую программу?
11. Какие вопросы прорабатываются при проектировании смесеприготовительного отделения цеха литья в оболочковые формы?
12. По каким признакам классифицируют оборудование для изготовления оболочковых форм и стержней?

13 В зависимости от чего выбираются тип и производительность плавильных печей?

14 Как произвести расчет количества огнеупорных материалов для футеровки плавильных и нагревательных печей?

15 Как произвести расчет количества шихтовых материалов для выполнения годовой программы цеха?

16 Как произвести расчет количества формовочных материалов для выполнения годовой программы цеха?

17 Какие мероприятия по технике безопасности и охране окружающей среды необходимо предусматривать при проектировании цеха литья в оболочковые формы?

1.3 Тема 3. Проектирование цехов литья под давлением

Схема технологического процесса изготовления отливок литьем под давлением. Преимущества и недостатки способа. Структура цеха литья под давлением. Основное оборудование. Составление ведомости объемов производства при проектировании цехов литья под давлением. Проектирование литейного отделения цеха литья под давлением. Проектирование участка по доводке и ремонту пресс-форм. Проектирование плавильного отделения. Расчет складов шихтовых материалов. Проектирование участка финишных операций. Рекомендации по технике безопасности при проектировании цехов литья под давлением.

Литература: [1, с. 170-224, 2, с. 248-366, 6, с. 325-333, 8, с. 46-47, 10, 13].

Методические указания

Принцип процесса литья под давлением (ЛПД) основан на принудительном заполнении рабочей полости металлической пресс-формы расплавом и формировании отливки под действием сил от пресс-поршня, перемещающегося в камере прессования, заполненной расплавом.

Литьем под давлением изготавливают небольшие по массе, тонкостенные и сложные по конфигурации отливки из цветных сплавов на основе цинка, алюминия, магния, меди, свинца и олова. В связи с тем, что оборудование и технологическая оснастка для ЛПД отличаются высокой стоимостью, данный способ литья экономически оправдан в условиях крупносерийного и массового производства. Масса отливок в зависимости от сплава, конструкции и назначения может колебаться от десятков граммов до 90 кг.

Основные преимущества способа: высокая производительность процесса, возможность получения сложных тонкостенных отливок с минимальной величиной припуска на механическую обработку, качественной поверхностью и высокими механическими свойствами. К недостаткам ЛПД можно отнести высокую стоимость пресс-форм, сложность и длительность их изготовления, ограниченную номенклатуру применяемых сплавов.

Цехи литья под давлением обычно состоят из трех основных производственных подразделений в соответствии с основными этапами изготовления отливок (табл. 1.8).

Таблица 1.8 - Основные отделения (участки) цеха ЛПД и выполняемые операции

Наименование отделений	Выполняемые операции
Плавильное	Плавка и подготовка расплава
Литейное	Изготовление отливок на машинах литья под давлением
Термообрубное	Отделение литниково – питающих систем, зачистка, термообработка и отделка отливок.

Помимо основных отделений в цехе обычно предусматривают вспомогательные участки, склады и лаборатории:

- участок по доводке и ремонту пресс-форм и другой оснастки;
- участок ремонта оборудования;
- склады для хранения запасов материалов,
- склады для хранения пресс-форм и прочей оснастки;
- лаборатории.

Исходными данными для проектирования цехов литья под давлением являются производственная программа, чертежи и технические условия на литые детали. На основании исходных данных по каждому виду сплава, применяемого в проектируемом цехе, составляют ведомость объемов производства по форме приведенной в табл. 1.9. При составлении формы следует пользоваться следующими рекомендациями:

- значения ячеек А, Б, Ж принимают из программы проектируемого цеха;
- значение в ячейке В рассчитывается с учетом 3...5% брака выпускаемых отливок;
- модель машины литья под давлением (ячейка Г) выбирается на основе рекомендаций, приведенных ниже. В зависимости от выбранных типа и модели машины литья под давлением устанавливают количество гнезд в пресс-форме (ячейка Д);
- число запрессовок на программу (ячейка Е) определяется как результат деления количества отливок на программу с учетом брака (ячейка В) на количество гнезд в пресс-форме (ячейка Д);
- порцию сплава в форме (ячейка И) можно определить в зависимости от массы отливки, количества гнезд в пресс-форме и значения ТВГ по каждому наименованию отливки. Значение технологического выхода годного определяется массой отливки, видом сплава и разработанной литейной технологией [1, 2, 10];
- масса отливок на программу (ячейка К) определяется произведением значений ячеек Ж и В;
- для определения массы жидкого металла по каждому наименованию отливок на программу (ячейка Л) необходимо массу порции сплава в форме (значение ячейки И) умножить на количество запрессовок (ячейка Е)

Таблица 1.9 – Ведомость объемов производства при литье под давлением

Наименование отливки	Число отливок		Модель машины	Число	
	на программу	на программу с учетом брака		гнезд в пресс-форме	запрессовок на программу
А	Б	В	Г	Д	Е
Блок	...	$=A \times 1,03$	...	...	$=B/D$
...	
НА ПРОГРАММУ	-	Σ	-	...	Σ

Продолжение табл. 1.9

Наименование отливки	Масса, кг				
	отливки	порции сплава в форме	отливок на программу	жидкого металла на программу	металлозавалки на программу
А	Ж	И	К	Л	М
Блок	...	$=100 \times (D \times Ж) / T \times B \times Г$	$=B \times Ж$	$=E \times И$	$=И \times (1,03 \dots 1,05)$
...
НА ПРОГРАММУ	-	-	Σ	Σ	Σ

- масса металлозавалки (значение ячейки М) определяется в зависимости от величины угара, который в свою очередь зависит от вида сплава и типа плавильного агрегата;

При проектировании литейного отделения цеха ЛПД необходимо обосновать и выбрать тип и марку машины литья под давлением и рассчитать их количество. Основными критериями при выборе машины литья под давлением являются тип заливаемого сплава, усилие запираания формы и наибольшая масса порции сплава.

Машины для литья под давлением бывают с горячей или с холодной камерой прессования. Первые применяют в основном для получения отливок из сплавов с низкой температурой плавления на основе свинца, олова или цинка. Для получения отливок из сплавов на основе алюминия, магния и меди применяют машины с холодными камерами прессования (горизонтальными и вертикальными). Наиболее распространены машины с горизонтальными камерами прессования, как более производительные, имеющие меньшие потери теплоты и давления в литниковой системе.

Обычно в паспорте машины для литья под давлением приводят график для определения производительности машины в зависимости от времени заливки металла, кристаллизации отливки и подготовки пресс-формы. Усредненные значения расчетной производительности машин литья под давлением с холодной камерой прессования приведены в [6].

Для расчета количества машин для литья под давлением всю номенклатуру отливок разбивают на группы по массе, габаритам, толщине стенки, в соответствии с которыми определяют усилие запираания, размеры пресс-форм, прессовых камер, давление и скорость прессования и др. параметры машин. Отливки каждой группы целесообразно изготавливать на машинах определенного типоразмера, характеристики которых являются для данных отливок оптимальными.

Пресс-формы — основная оснастка в цехах литья под давлением. Взаимодействие с жидким металлом способствует разрушению рабочей поверхности пресс-форм. Для профилактики через каждые 10 тыс. заливок пресс-форму рекомендуется снимать с машины, разбирать, очищать, а затем подвергать отпуску при 550° С. В проектах цехов следует предусматривать помещения для наладки и профилактического ремонта пресс-форм. В качестве поверхностной обработки, удлиняющей срок службы пресс-формы, рекомендуется отпуск в среде водяного пара, в результате чего образуется прочный и пористый слой окиси железа толщиной —2,5 мкм. Такой изолирующий слой на поверхности амортизирует термический удар. Подготовка пресс-формы к работе заключается в ее подогреве и смазке. Для подогрева пресс-формы используют специальные газовые горелки, нагрев ведут медленно, чтобы обеспечить равномерность прогрева. В дальнейшей работе нужную температуру поддерживают с помощью водяного охлаждения. Пресс-формы в процессе работы смазывают. Назначение смазки — предохранить

рабочие поверхности от эрозионного воздействия струи расплавленного металла, а также смягчить тепловой удар в процессе заполнения.

Пресс-формы хранят на складе в стеллажах. Площадь склада пресс-форм принимают 4...8% общей площади цеха.

Бесперебойное снабжение машины для литья под давлением жидким металлом обеспечивается применением раздаточных печей, находящихся у рабочих мест заливщиков. К раздаточным печам жидкий металл подается из плавильного отделения. Количество раздаточных печей принимают равным количеству машин. В качестве раздаточных печей для сплавов на основе алюминия и цинка получили распространение электрические печи сопротивления. В зависимости от вида сплава так же могут применяться индукционные вертикальные печи (ВИП-1...ВИП-6). Емкость раздаточных печей принимается 50...80 % часовой потребности в жидком металле.

В проектах следует предусматривать автоматизацию заливки металла в машины для литья под давлением. В цехах массового производства с ограниченной номенклатурой литья применяются поточные линии. В одну линию устанавливаются машины для литья под давлением, прессы для обрезки облоя и литников, сверлильные станки, шлифовальные и др. Автоматизация машин для литья под давлением позволяет полностью освободить рабочих от выполнения таких операций, как очистка и смазка пресс-форм, заливка сплава, извлечение отливок и передача их на обрубной пресс. Извлечение отливок может обеспечиваться либо под действием силы тяжести (отливки выталкиваются из пресс-формы на конвейер), либо специальными устройствами (экстракторами и промышленными роботами).

Все расчеты литейного отделения цеха ЛПД сводят в следующую форму.

Таблица 1.10 – Сводная ведомость литейного отделения цеха ЛПД

Технологические потоки отливок, кг	Количество отливок, шт		Запрессовок на программу	Тип машины	Количество машин		Кз
	на программу	на программу с учетом брака			Расчетное	Принятое	
До 1 кг				
Св. 1...5				
...				
Всего		Σ					

Подготовка сплава для раздаточных печей производится в плавильном отделении цеха. С целью сокращения транспортных операций плавильное отделение располагается вблизи литейного. Тип плавильных печей для подготовки литейных сплавов определяется масштабом производства и типом сплава. Для каждого сплава целесообразно

устанавливать свои плавильные печи. Если в цехе планируется отливка деталей из разных сплавов, то особое внимание следует обращать на то, чтобы исключить возможность перемешивания сплавов. Следует устанавливать несколько плавильных печей малой емкости взамен одной — большей емкости. Это позволит увеличить маневренность в их работе. Наиболее приемлемы для цехов литья под давлением электрические печи сопротивления. Потери металла на угар в таких печах небольшие, и они удовлетворяют санитарно-гигиеническим условиям труда.

Расчет количества плавильных печей ведется по стандартной методике.

Металл из плавильного отделения к раздаточным печам подается в жидком состоянии. Легкие сплавы могут транспортироваться в закрытых ковшах с помощью подвесного пути или электрокар с подъемником, с помощью электрических передаточных печей - миксеров. Передачу цинковых сплавов можно осуществлять в закрытых желобах с электроподогревом. Эффективность такого вида транспортирования металла усиливается применением автоматических или полуавтоматических дозирующих устройств в машинах.

Передача отливок от литейных машин на зачистку и механическую доработку производится с помощью подвесных конвейеров с адресованием или других систем транспорта. Применение подвесных конвейеров не только позволяет осуществлять транспортирование отливок, но и создавать определенный запас и хранение их непосредственно на конвейере. Отделенные от отливок элементы литниковой системы и облой передаются на шихтовый двор механизированным непрерывным транспортом.

У горячих отливок питатели и легко обламываются. Поэтому в цехах крупносерийного и массового производства прессы для ломки литников и обрубные прессы рекомендуется устанавливать рядом с литейной машиной и соединять с ней склизом, коротким рольгангом или конвейером.

При выполнении обрубки отливок перспективно применение штампов, в которых одновременно с обрубкой литников вырубается облой, заусенцы, заливы и прошиваются отверстия. Гидравлические прессы предпочтительнее прессов других видов тем, что они более мощные и позволяют обрубать целые блоки отливок из многоместных пресс-форм. Широко используют для обрезки прибылей токарные и фрезерные станки.

Для очистки мелких отливок используют галтовочные барабаны с мокрым абразивом. Галтовочные барабаны легко встраиваются в поточные линии. Время галтовки в зависимости от конфигурации и материала отливки колеблется в пределах 0,5...6 ч. Так же для зачистки отливок можно применять двусторонние обдирочные станки с абразивными кругами и пневматические шарошки.

Для проведения операций термической обработки участок оборудуют печами различных конструкций. В крупных цехах иногда

выделяется для термообработки специальный участок. В отделении финишной обработки также исправляют дефекты отливок. Обычно исправляются только средние и крупные отливки.

Количество единиц оборудования термообрубного отделения определяется по общепринятым методикам а площадь отделения определяется расчетным количеством оборудования.

Запасы шихтовых материалов хранят на цеховом складе, который располагается вблизи плавильного отделения. Площадь цехового склада рассчитывается на хранение 3...10-дневного запаса материала, обеспечивающего нормальную работу цеха. Расчет площадей склада шихты производится по стандартной методике. На складе устанавливается технологическое оборудование, необходимое для подготовки шихтовых материалов (дробления, брикетирования, очистки от неметаллических включений, сепарации и сортировки), а также закрома и лари.

В цехе ЛПД так же предусматривается отделение по ремонту и доводке пресс-форм с механообрабатывающим оборудованием: токарно-винторезными, универсально-фрезерными, сверлильными, шлифовальными станками, винтовыми прессами и слесарными верстаками. Пресс-формы после их использования в работе проходят осмотр, зачистку и ремонт и поступают на склад, который оборудуется стеллажами. При проектировании отделения для каждого наименования отливок необходимо рассчитать первоначальный парк пресс-форм.

Проектом цеха так же должны обеспечиваться необходимые мероприятия по технике безопасности и гигиене труда [16].

Пример проектного решения цеха ЛПД приведен в [9].

Вопросы для самопроверки

- 1 Перечислите преимущества и недостатки литья под давлением.
- 2 Почему литье в под давлением целесообразно применять в условиях крупносерийного и массового производства?
- 3 Какие отделения цеха литья под давлением относят к основным? Какие операции выполняются в этих отделениях?
- 4 Какие отделения цеха литья под давлением относят к вспомогательным? Какие операции выполняются в этих отделениях?
- 5 Что является исходными данными при разработке проекта цеха?
- 6 Как выбрать тип машины литья под давлением?
- 7 Каким образом можно определить массу жидкого металла на одну запрессовку и на годовую программу?
- 8 В зависимости от чего определяется масса металлозавалки на годовую программу цеха?
- 9 В чем заключается подготовка пресс-формы к работе?
- 10 Какие вопросы прорабатываются при проектировании литейного отделения цеха литья под давлением?

11 В зависимости от чего выбираются тип и производительность плавильных печей?

12 Каким образом осуществляется снабжение машин для литья под давлением жидким металлом?

13 Как произвести расчет количества шихтовых материалов для выполнения годовой программы цеха?

14 Каким образом осуществляется передача отливок от литейных машин на зачистку и механическую доработку?

15 Какое оборудование необходимо предусматривать для зачистки и обрубки отливок?

16 Какие мероприятия по технике безопасности и охране окружающей среды необходимо предусматривать при проектировании цеха литья под давлением?

1.4 Тема 4. Проектирование цехов кокильного литья

Схема технологического процесса изготовления отливок в металлических формах. Преимущества и недостатки, область применения. Структура цеха кокильного литья. Составление ведомости объемов производства. Технологические потоки отливок. Проектирование литейного отделения цеха. Основное оборудование. Подготовка металлических форм к заливке, материал кокилей. Повышение стойкости кокилей. Проектирование плавильного отделения. Проектирование термообрубного отделения цеха. Проектирование участка финишных операций. Рекомендации по технике безопасности при проектировании цехов кокильного литья.

Литература: [1, с. 96-157, 2, с 74-132, 3, 5, 6, с 333-341, 7, с. 181-193, 8, с. 47-55, 10, 17].

Методические указания

Литье в кокиль- один из универсальных способов литья. Применяется в серийном и массовом производстве отливок из чугуна, стали и многих цветных сплавов. Способ используют преимущественно для получения мелких и средних отливок, из алюминиевых и медных сплавов, отливок из серого и высокопрочного чугуна с толщиной стенки 5...20 мм.

Отличительная особенность способа состоит в том, что для оформления полостей в отливках используются как металлические, так и песчаные стержни.

По структуре цехи литья в кокиль аналогичны цехам литья под давлением и также имеют три основных производственных отделения:

- плавильное,

- заливочное,
- финишной обработки отливок (термо-обрубное).

В зависимости от потребности цеха в песчаных стержнях в проекте может быть предусмотрен участок или отделение изготовления стержней. Методика расчета стержневого участка или отделения та же, что и для цехов литья в песчаные объемные формы.

Помимо основных отделений, в цехе обычно предусматривают вспомогательные участки для доводки и ремонта кокилей, ремонта раздаточных печей, ремонта кокильных машин и другого оборудования, а так же склады для хранения шихтовых, формовочных и вспомогательных материалов.

Исходными данными для проектирования цехов литья в кокиль служат сведения, подобные тем, которые необходимы и для проектирования цехов литья под давлением. На основании исходных данных на каждую отливку составляются ведомость объемов производства по форме, приведенной в табл. 1.11. При составлении формы следует пользоваться рекомендациями, аналогичными п. 1.3. Кроме этого, следует обратить внимание на следующее:

- стойкость кокиля (ячейка Е) определяется массой будущей отливки и видом сплава. Ориентировочные данные по стойкости чугунных кокилей приведены в табл. 1.12;

Таблица 1.12 - Стойкость чугунного кокиля (число заливок)

Масса отливки, кг	Материал отливки		
	сталь	чугун	алюминий
До 5	500...1000	Св. 5000	Св 30 000
Св. 5...20	300...500	1000...5000	5000...30000
Св. 20	100...250	200...500	3000...5000

- количество отливок в металлической форме (ячейка Г) и значения ТВГ для определения массы порции сплава в форме (ячейка К) принимаются согласно рекомендациям [1, 2, 3, 10]. Количество отливок в форме выбирается в зависимости от их конструктивных особенностей, массы и максимальной порции сплава, заливаемого в форму для данного типа машины. Ориентировочные данные для отливок, получаемых кокильным литьем из сплавов на основе алюминия, представлены в табл. 1.13;

- ячейки П – У ведомости объемов производства заполняются в том случае, если в технологическом процессе изготовления отливки предусмотрено применение песчаных стержней.

Таблица 1.11 – Ведомость объемов производства цеха литья в кокиль

Наименование отливки	Количество отливок		Количество отливок в форме	Количество заливок на программу	Стойкость кокиля	Годовая потребность в кокилях
	на программу	на программу с учетом брака				
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
Вилка	...	$=B \times 1,03$	...	$=B/\Gamma$	...	$=D/E$
...
НА ПРОГРАММУ	-	Σ	-	Σ	-	Σ

Продолжение табл. 1.11

Наименование отливки	Масса, кг				
	отливки	порции сплава в форме	отливок на программу	жидкого металла на программу	металлозавалки на программу
А	И	К	Л	М	Н
Вилка	...	$=100 \times (I \times \Gamma) / T \times B \Gamma$	$=B \times I$	$=D \times K$	$=M \times (1,03 \dots 1,06)$
...
НА ПРОГРАММУ	-	-	Σ	Σ	Σ

Продолжение табл. 1.11

Наименование отливки	Количество стержней, шт			Масса, кг	
	на 1 отливку	на программу	на программу с учетом брака стержней	одного стержня	стержней на программу
А	П*	Р*	С*	Т*	У*
Вилка	...	$=P \times B$	$=P \times (1,02 \dots 1,04)$	...	$=T \times C$
...
НА ПРОГРАММУ	-	-	Σ	Σ	Σ

При проектировании литейного отделения цеха кокильного литья, как и при проектировании литейного отделения цеха ЛПД, необходимо обосновать и выбрать тип и марку кокильной машины и произвести расчет количества выбранных машин для выполнения программы цеха.

Таблица 1.13 - Ориентировочные данные по количеству отливок в форме и значению ТВГ

Технологические потоки отливок, кг	Количество отливок в форме	Значения ТВГ, %
До 1 кг	До 6	45...60
1...5	4...6	
5...10	2...4	55...70
10...20	1...2	
Св.20	1	65...80

Машины для кокильного литья подразделяют на однопозиционные и многопозиционные (карусельные), с вертикальной или горизонтальной плоскостью разъема кокилей. В цехах с серийным выпуском отливок обычно используют однопозиционные машины, а в цехах с массовым характером производства рекомендуется применять многопозиционные машины.

Производительность кокильных машин находится в зависимости от времени технологического цикла [3, 6, 7]. Время технологического цикла однопозиционных машин является и временем изготовления одной отливки. Производительность многопозиционных машин повышается за счет перекрытия времени технологического цикла по позициям. Применение водоохлаждаемых кокилей, имеющих более высокую оборачиваемость, обеспечивает более высокую производительность кокильных машин по сравнению с использованием толстостенных неводоохлаждаемых кокилей.

Технологический процесс получения отливок в металлических формах состоит из следующих операций: подготовки кокиля (очистки, подогрева, нанесение на рабочие поверхности облицовки и краски), изготовления песчаных стержней(если необходимо), сборки кокиля, выплавки рабочего сплава, заливки жидкого металла в кокиль и выдержки отливки в кокиле, разборки кокиля, удаления отливки из формы и ее охлаждения, выбивки стержней, обрубки, очистки и при необходимости исправления дефектов, термической обработки отливок.

Кокили обычно выполняют со сменными вставками. Такая конструкция позволяет по мере износа кокилей заменять лишь отдельные части. Это важно, так как из-за высокой стоимости кокилей снижается рентабельность процесса. Кроме того, сборный кокиль меньше подвержен короблению, что уменьшает заливы по плоскости разъема и, как следствие, снижает трудоемкость финишных операций. Обоймы сборных кокилей

изготавливают из чугунов и углеродистых сталей, а вставки — из чугуна и стали, легированных хромом и молибденом. Для получения отливок из цветных сплавов иногда применяют алюминиевые анодированные кокили.

Все расчеты литейного отделения цеха кокильного литья по каждому типу сплава сводят в форму, представленную в табл. 1.14.

Таблица 1.14 – Сводная ведомость литейного отделения цеха кокильного литья

Технологические потоки отливок, кг	Количество отливок, шт		Годовая потребность в кокилях, шт	Тип кокильной машины	Максимальная масса заливаемой порции сплава, кг	Количество машин		Кз
	на программу	на программу с учетом брака				Расчетное	Принятое	
До 1 кг					
Св. 1...5					
...					
Всего		Σ	Σ					

Металл в кокиль обычно заливается при помощи заливочных машин, позволяющих дозировать порции сплава.

При расчете плавильного отделения цеха кокильного литья необходимо ведомость объемов производства перегруппировать по каждому виду заливаемого сплава. В дальнейшем расчеты ведутся по стандартной методике:

- составляется ведомость расчета металлозавалки по каждому виду сплава,
- выбираются компоненты шихты и рассчитывается их количество на годовую программу;
- составляется ведомость шихт и баланса металла,
- выбирается тип плавильного агрегата и его емкость
- по количеству жидкого металла определяется количество плавильных печей.

Загрузку шихты в плавильные печи следует механизировать. Для этого над печью или сбоку нее устанавливают бункеры или применяют скиповые подъемники с саморазгружающейся бадьей. Металл из плавильного отделения к раздаточным печам подается в жидком состоянии аналогично цехам ЛПД.

Запасы шихтовых материалов хранят на цеховом складе, который располагается вблизи плавильного отделения. Площадь цехового склада рассчитывается на хранение 3...10-дневного запаса материала, обеспечивающего нормальную работу цеха. На складе устанавливается технологическое оборудование, необходимое для подготовки шихтовых материалов.

Проектирование термоочистного отделения цеха кокильного литья, а так же складов шихтовых, формовочных и вспомогательных материалов проводится по стандартным методикам.

При проектировании цеха кокильного литья так же должны быть предусмотрены мероприятия по технике безопасности и гигиене труда [16].

Пример проектного решения цеха кокильного литья приведен в [9].

Вопросы для самопроверки

- 1 Перечислите преимущества и недостатки кокильного литья.
- 2 Какие отделения цеха кокильного литья относят к основным? Какие операции выполняются в этих отделениях?
- 3 Какие отделения цеха кокильного литья относят к вспомогательным? Какие операции выполняются в этих отделениях?
- 4 Что является исходными данными при разработке проекта цеха?
- 5 Как выбрать тип кокильной машины?
- 6 Как можно определить производительность кокильной машины?
- 7 Каким образом можно определить массу жидкого металла на одну заливку и на годовую программу?
- 8 В зависимости от чего определяется масса металлозавалки на годовую программу цеха?
- 9 Какие вопросы прорабатываются при проектировании литейного отделения цеха?
- 10 От каких параметров технологического процесса зависит стойкость кокилей?
- 11 В зависимости от чего выбираются тип и производительность плавильных печей?
- 12 Каким образом осуществляется снабжение кокильных машин жидким металлом?
- 13 Как произвести расчет количества шихтовых материалов для выполнения годовой программы цеха?
- 14 Каким образом осуществляется передача отливок от кокильных машин на зачистку и механическую доработку?
- 15 Какое оборудование необходимо предусматривать для зачистки и обрубки отливок?
- 16 Какие мероприятия по технике безопасности и охране окружающей среды необходимо предусматривать при проектировании цеха кокильного литья?

1.5 Тема 5. Проектирование цехов центробежного литья

Схема технологического процесса изготовления отливок центробежным литьем. Преимущества и недостатки, область применения.

Разновидности технологий центробежного литья. Выбор способа изготовления отливок центробежным способом. Составление ведомости объемов производства. Технологические потоки отливок. Основное оборудование. Проектирование литейного отделения цеха. Проектирование плавильного отделения. Проектирование термообрубного отделения цеха. Проектирование участка финишных операций. Расчет складов шихтовых материалов. Рекомендации по технике безопасности при проектировании цехов центробежного литья.

Литература: [1, с. 270-296, 2, с 367-391, 5, 6, с 333-341, 7, с. 193-196, 8, с. 47-55, 10, 16].

Методические указания

Центробежный способ достаточно широко применяется для получения отливок и заготовок, имеющих конфигурацию тел вращения (цилиндра, кольца) из сплавов черных и цветных металлов, а также биметаллических отливок. При этом расплав заливают в металлическую или облицованную песчаной смесью форму, вращающуюся со скоростью до 3000 об/мин. Под действием центробежной силы расплав распределяется по внутренней поверхности формы и, кристаллизуясь, образует отливку. Центробежным способом можно получить двухслойные заготовки, что достигается поочередной заливкой в форму различных сплавов. Кристаллизация расплава в металлической форме под действием центробежной силы обеспечивает получение плотных отливок. При этом, как правило, в отливках не бывает газовых раковин и шлаковых включений. Особыми преимуществами центробежного литья является получение внутренних полостей без применения стержней и большая экономия сплава в виду отсутствия литниковой системы.

Специализированные цехи центробежного литья проектируют для производства ограниченной номенклатуры изделий: чугунных труб диаметром от 50 до 1000 мм, валков бумагоделательных, текстильных и других подобных машин, цилиндрических заготовок из стали с последующей раскаткой для получения корпусов сосудов, работающих под высоким давлением.

Технология центробежного литья обеспечивает целый ряд преимуществ, по-сравнению с другими способами получения отливок: высокая износостойкость и плотность металла литых изделий, отсутствие раковин и неметаллических включений и шлака. К недостаткам способа можно отнести высокую стоимость форм и оборудования, а так же ограниченность номенклатуры выпускаемых отливок. Кроме этого, следует учитывать трудность получения центробежным литьем отливок из сплавов склонных к ликвации.

В состав цеха центробежного литья входят следующие основные отделения:

- плавильное,
- литейное,
- отделение термообработки и доводки отливок.

В зависимости от потребности цеха в проекте могут быть предусмотрены участки изготовления стержней и приготовления смеси. Методика расчета этих участков та же, что и для цехов литья в песчаные объемные формы.

Помимо основных отделений в цехе обычно предусматривают вспомогательные участки: склады шихтовых, формовочных, вспомогательных материалов и лаборатории.

Если в цехе планируется отливка деталей из разных сплавов, то особое внимание следует обращать на то, чтобы исключить возможность перемешивания сплавов.

В зависимости от расположения в пространстве оси вращения изложницы различают машины с горизонтальной, вертикальной или наклонной осью вращения.

В первом случае получают отливки - тела вращения большой протяженности, во втором - тела вращения малой протяженности и фасонные отливки.

Наиболее распространен способ литья во вращающиеся металлические формы с горизонтальной осью вращения пустотелых цилиндрических отливок. По этому способу отливка формируется в поле центробежных сил со свободной цилиндрической поверхностью, а формообразующей поверхностью служит внутренняя поверхность изложницы. Такой способ характеризуется наиболее высоким технологическим выходом годного (95...98%), так как металл не расходуется на литниковую систему. Отливки с внутренней поверхностью сложной конфигурации получают с использованием стержней в формах с вертикальной осью вращения. Таким образом отливают, например, венцы зубчатых колес. Технологический выход годного здесь меньше, чем в предыдущем способе и составляет 75....85%.

При центробежном литье можно использовать песчаные, металлические, оболочковые и объемные керамические, комбинированные формы.

При выборе способа изготовления отливок руководствуются следующими рекомендациями:

1 Металлические формы (изложницы) без покрытия целесообразно применять при массовом производстве труб средних размеров небольшой длины (до 2м). Для труб малых диаметров и тонкостенных, так же как и для труб крупных размеров, такой вариант не рекомендуется.

2 Наиболее целесообразна центробежная отливка в песчаные формы (сырые и сухие) двухраструбных, двухфланцевых труб, труб крупного диаметра, а также при серийном производстве труб различных

типоразмеров. В массовом производстве отливка труб в песчаные формы может быть применена для труб длиной более 2м.

3 В массовом производстве чугунных труб малых и средних размеров наиболее прогрессивным способом является изготовление их в металлических изложницах с теплоизоляционным покрытием.

4 Мелкие фасонные отливки в серийном производстве рекомендуется заливать в песчаные центробежные формы.

Наиболее высокую производительность имеет способ отливки в металлические изложницы, но при этом снижается стойкость изложниц и в этом случае необходимо обязательно предусматривать в цехе термическое отделение и оборудование для операции отжига.

Исходными данными для проектирования цехов литья под давлением являются производственная программа, чертежи и технические условия на литые детали.

Применяя центробежный способ литья в серийном производстве, следует применять метод групповой оснастки, который заключается в том, что вся номенклатура отливок по общности своей формы и типоразмерам комплектуется в отдельные группы. Для каждой группы разрабатывается единый технологический процесс их изготовления. Основан групповой метод на типизации технологических процессов, а это, в свою очередь, снижает расходы на изготовление оснастки, уменьшает потребность в оборудовании, так как повышается коэффициент его использования и создаются условия для комплексной механизации и автоматизации производства. Применение групповой оснастки позволяет сократить парк центробежных машин до минимума.

В зависимости от потребности цеха в песчаных стержнях в проекте предусматривают участок или отделение изготовления стержней, так же как это делается в цехах при литье в песчаные объемные формы. Методика расчета стержневого участка или отделения та же, что и для цехов литья в песчаные объемные формы.

При проектировании цеха на основании исходных данных и в зависимости от способа изготовления отливок составляют ведомость объемов производства по формам, приведенным в табл. 1.15 и 1.16.

Центробежное литье принадлежит к литейным процессам, основные операции которых выполняются с использованием машин. В зависимости от назначения машины для центробежного литья разделяют на:

- универсальные, предназначенные для изготовления отливок общего назначения;
- труболитейные, предназначенные для изготовления чугунных и стальных труб, в том числе труб большого диаметра;
- специального назначения, предназначенные для изготовления однотипных отливок в массовом производстве (гильзы двигателей внутреннего сгорания, биметаллические отливки и т. д.), а также валков прокатных станов и бумагоделательных машин.

Таблица 1.15 – Ведомость объемов производства цеха центробежного литья в металлические изложницы

Наименование отливки	Число отливок		Стойкость изложницы	Годовая потребность в изложницах	Количество стержней, шт		
	на программу	на программу с учетом брака			на отливку	на программу	на программу с учетом брака
А	Б	В	Г	Д	Е*	Ж*	И*
Барабан 300		$=B \times (1,03 \dots 1,05)$	...	$=B/G$	...	$=E \times B$	$=J \times (1,01 \dots 1,05)$
...
НА ПРОГРАММУ	-	Σ	-	Σ	-	-	Σ

Продолжение табл. 1.15

Наименование отливки	Масса, кг						
	1 стержня	стержней на программу с учетом брака стержней	отливки	отливок на программу	порции сплава в форме	жидкого металла на программу	металлозавалки на программу
А	К*	Л*	М	Н	П	Р	С
Барабан 300	...	$=K \times B$	...	$=M \times B$	$=100 \times M / T \times B \Gamma$	$=P \times B$	$=R \times (1,03 \dots 1,06)$
...
НА ПРОГРАММУ	-	Σ	-	Σ	-	Σ	Σ

*Примечание: ячейки Е, Ж, И, К, Л заполняются, если в проекте предусматривают участок или отделение изготовления стержней.

Таблица 1.16 – Ведомость объемов производства цеха центробежного литья в песчаные формы

Наименование отливки	Число отливок		Количество отливок в форме	Количество заливок на программу	Количество стержней, шт		
	на программу	на программу с учетом брака			на отливку	на программу	на программу с учетом брака
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	И
Крыльчатка	...	$=Б \times (1,03 \dots 1,05)$	...	$=В/Г$	...	$=Е \times В$	$=Ж \times (1,01 \dots 1,05)$
...
НА ПРОГРАММУ	-	Σ	-	Σ	-	-	Σ

Продолжение табл. 1.16

Наименование отливки	Масса, кг					
	стержней на отливку	стержней на программу	стержней на программу с учетом брака стержней	формовочной смеси на форму	формовочной смеси на программу	формовочной смеси на программу с учетом потерь
А	К	Л	М	Н	П	Р
...	...	$=К \times В$	$=Л \times (1,01 \dots 1,03)$	$=(0,7 \dots 1,5) \times Р$	$=Н \times Д$	$=П \times (1,05 \dots 1,1)$
НА ПРОГРАММУ	-	-	Σ	-	-	Σ

Продолжение табл. 1.16

Наименование отливки	Масса, кг				
	отливки	отливок на программу	порции сплава в форме	жидкого металла на программу	металлозавалки
А	С	Т	У	Ф	Ч
...	...	$=С \times В$	$=100 \times С \times Г/Т \times В \times Г$	$=У \times Д$	$=Ф \times (1,03 \dots 1,06)$
НА ПРОГРАММУ	-	Σ	-	Σ	Σ

В зависимости от конструктивного исполнения различают шпиндельные машины, роликовые машины и центробежные столы.

Каждая машина должна укомплектовываться специализированным автоматическим дозирующим заливочным устройством, обеспечивающим заданный режим подачи расплава в период заполнения изложницы.

Количество центробежных машин для проектируемого цеха определяется по стандартной методике.

Методика проектирования отделений цеха центробежного литья аналогична методике проектирования других литейных цехов.

Пример проектного решения цеха центробежного литья приведен в [9].

Вопросы для самопроверки

1 Какова область применения центробежного способа изготовления отливок? Достоинства и недостатки способа?

2 Почему центробежный способ литья характеризуется наиболее высоким технологическим выходом годного?

3 Какие отделения цеха центробежного литья относят к основным? Какие операции выполняются в этих отделениях? Какие отделения цеха центробежного литья относят к вспомогательным?

4 В каких случаях в проекте цеха центробежного литья предусматривают стержневое и смесеприготовительное отделения?

5 Какими рекомендациями руководствуются при выборе способа изготовления отливок?

6 В чем заключается метод групповой оснастки?

7 Как выбрать тип центробежной машины?

8 Каким образом можно определить массу жидкого металла на одну заливку и на годовую программу?

9 В зависимости от чего определяется масса металлозавалки на годовую программу цеха?

10 В зависимости от чего выбираются тип и производительность плавильных печей?

11 Как произвести расчет количества шихтовых материалов для выполнения годовой программы цеха?

12 Как произвести расчет количества формовочных материалов для выполнения годовой программы цеха?

13 Какие мероприятия по технике безопасности и охране окружающей среды необходимо предусматривать при проектировании цеха центробежного литья?

2 ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Практические занятия проводятся с целью развития у студентов навыков работы с чертежами планировок цехов, справочной, справочно - нормативной и другой технической литературой и документацией, а также с целью обучения будущих специалистов последовательно проектировать технологический процесс изготовления будущей отливки, предусматривать, описывать и проектировать необходимые отделения литейных цехов, рассчитывать количество основного технологического оборудования, необходимого для выполнения технологических операций, ссылаясь на общие эксплуатационные требования, нормы проектирования, указания и руководящие материалы.

Практические работы соответствуют всем основным темам дисциплины и проводятся с целью закрепления теоретических знаний и проверки способности студентов применять теоретический материал на практике.

Тематика практических занятий приведена ниже.

Практическая работа 1 - Проектирование основных отделений цеха литья по выплавляемым моделям.

Практическая работа 2 - Проектирование основных отделений цеха литья в оболочковые формы.

Практическая работа 3 - Проектирование основных отделений цеха литья под давлением и цеха литья в металлические формы.

Практическая работа 4 - Проектирование основных отделений цеха центробежного литья.

Работа строго индивидуальная.

4 ЗАДАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Темы работ приведены в таблице 4.1. Примеры типовых производственных программ – в таблицах 4.2 – 4.6.

Таблица 4.1 – Варианты заданий для контрольной работы

Вариант	Задание	Материал отливок	Масса отливок	Проектная мощность цеха, т в год годового литья
1	Цех литья под давлением	Сплавы на основе Al	0,2...3 кг	2500
2		Сплавы на основе Cu	1...5 кг	1000
3		Сплавы на основе Al	До 1,5 кг	5000

4		Сплавы на основе Al	До 17 кг	20000
5		<i>Сплавы на основе Zn</i>	<i>1...10 кг</i>	<i>3000</i>
6	Цех центробеж ного литья	Сплавы на основе Cu	До 5 кг	3000
7		Углеродистые стали	5...10 кг	2000
8		<i>Серые чугуны</i>	<i>5...10 кг</i>	<i>4000</i>
9		<i>Высокопрочные чугуны</i>	<i>5...15 кг</i>	<i>5000</i>
10		<i>Сплавы на основе Si</i>	<i>3...5 кг</i>	<i>1500</i>
11	Цех литья в кокиль	Серые чугуны	0,5...3 кг	2000
12		Сплавы на основе Cu	1...10 кг	5000
13		Сплавы на основе Al	До 5 кг	5000
14		<i>Сплавы на основе Si</i>	<i>0,5...3 кг</i>	<i>1000</i>
15		<i>Легированные чугуны</i>	<i>0,1...8 кг</i>	<i>2000</i>
16	Цех литья по выплавляе мым моделям	Углеродистые стали	0,1...5 кг	5000
17		Инструментальные стали	0,1...3 кг	3000
18		Серые чугуны	1...5 кг	8000
19		Специальные стали	0,01...1 кг	600
20		Углеродистые стали	До 1 кг	3000
21		Углеродистые и легированные стали	До 3 кг	7000
20		<i>Легированные чугуны</i>	<i>0,5...3 кг</i>	<i>1000</i>
21	Цех оболочково го литья	Высокопрочные чугуны	5...20 кг	15000
22		Высоколегированные стали	5...10 кг	5000
23		Углеродистые стали	До 20 кг	7000
24		Ковкие чугуны	5...15 кг	10000
25		<i>Высокопрочные чугуны</i>	<i>1...10 кг</i>	<i>3500</i>
26	Участок ювелирног о литья	Сплавы на основе Au	1...25 г	0,5
27		Сплавы на основе Ag	1...100 г	1,0
28		Сплавы на основе Au и Pt	0,5...5 г	0,25
29		Сплавы на основе Au	0,5...4 г	0,35
30		Сплавы на основе Ag	0,5...200 г	1,2

Таблица 4.3 – Типовая производственная программа цеха центробежного литья

Наименование отливки	Число отливок		Стойкость изложницы	Годовая потребность в изложницах	Масса				
	На прогр	На прогр с учетом брака			Отливки, кг	Порции сплава в форме, кг	Отливов на программу, т	Жидкого металла на прогр., т	Металлозавалка, т
Литье в металлические изложницы без покрытия									
Печной ролик	56000				2,2				
Втулка 300	12400				5,0				
Втулка 550	15000				4,0				
Подшипник	65000				4,4				
Улитка	25000				3,0				
Барабан 300	14350				1,5				
...				
Всего по группе							...	...	...
Литье в металлические изложницы с покрытием									
Гильза 400	12200				8,6				
Гильза 450	23550				6,9				
Ролик 660	9000				7,2				
Барабан 500	19500				12,5				
Труба 250	47000				11,0				
Труба 350	25600				5,8				
...	...								
Всего по группе							...	...
ИТОГО НА ПРОГРАММУ	Σ	Σ		Σ			Σ	Σ	Σ

Таблица 4.4 – Типовая производственная программа цеха литья в кокиль

Наименовани е отливки	Число отливок		Количеств о отливок в форме	Количество заливок на программу	Стойкость кокиля	Годовая потребность в кокилях	Масса			
	На прогр	На прогр с учетом брака					Отливки, кг	Порции сплава в форме, кг	Отливок на программ у, т	Жидког о металла на прогр., т
До 5 кг										
Горелка 1	25660		6				0,3			
Горелка 2	48500		6				0,9			
Матрица	6500		4				3,5			
...			
Всего по группе										
5...10 кг										
Вилка	22000		2				6,8			
Серьга	59500		4				9,2			
Крышка	70000		2				10,0			
...			
Всего по группе										
10...20 кг										
Надставка			2				14,6			
Сектор			1				15,5			
Колпак			1				18,0			
...					
Всего по группе										
ИТОГО НА ПРОГРАММУ	Σ	Σ				Σ			Σ	Σ

Таблица 4.5 – Типовая производственная программа цеха литья по выплавляемым моделям

Наименование изделия	Масса отливки, кг	Программа		Число моделей в блоке	Число блоков на программу	Масса модельного состава, кг		
		шт	кг			на одну модель	на один блок	на программу
Сплав 1								
до 0,5 кг								
Кольцо	0,35	1250		10				
Кулиса	0,10	5500		6	...	...	...	...
...
Всего по группе		...						...
Св. 0,5...1,0 кг								
Вилка	0,85	6700		4				
Серьга	0,56	1120		6				
Крышка	0,80	880		4				
...
Всего по группе								
Св. 1,0...3,0 кг								
Ролик левый	1,5	5500		2				
Барaban привода	2,0	4000		1				
...								
Всего по группе								
ИТОГО НА ПРОГРАММУ		Σ	Σ		Σ			Σ

Таблица 4.6 – Типовая производственная программа оболочкового литья

Наименование	Число отливок		Число стержней на отливку	Масса, кг					
	На программу	В форме		Отливки	Отливок на программу	Смеси на форму	Смеси на программу	Стержней на форму	Стержней на программу
До 5 кг									
Корпус	180000	6	-	2,2				-	
Палец	250000	8	-	0,8				-	
Стакан	950000	4	1	3,5				0,5	
Шток	155650	4	1	4,9				1,1	
Якорь	174000	4	2	3,3				1,0	
...
Всего по группе	...				...		...		...
Св 5...20 кг									
Гильза	35000	4	1	8,5				2,2	
Ролик	400500	2	-	11,0					
Барабан	425000	4	2	15,5				0,15	
Траверза	555000	1	4	18,0				4,5	
...
Всего по группе									
ИТОГО НА ПРОГРАММУ	Σ				Σ		Σ		Σ

5 ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Классификация специальных способов литья по виду формы и виду применяемых моделей
- 2 Классификация специальных способов литья по виду применяемых моделей и виду воздействия на жидкий или кристаллизующийся расплав
- 3 Схема технологического процесса изготовления отливок по выплавляемым моделям
- 4 Классификация цехов литья по выплавляемым моделям по виду линейного сплава
- 5 Классификация цехов литья по выплавляемым моделям по массе отливок, объему и серийности производства
- 6 Состав цехов литья по выплавляемым моделям. Основные и вспомогательные отделения
- 7 Производственная программа цехов литья по выплавляемым моделям
- 8 Технологические группы отливок цехов литья по выплавляемым моделям
- 9 Исходные технологические данные при проектировании цехов литья по выплавляемым моделям
- 10 Расчет технологических потерь при проектировании цехов литья по выплавляемым моделям
- 11 Ведомость объемов производства для расчета основного оборудования цехов литья по выплавляемым моделям
- 12 Проектирование модельного отделения цехов литья по выплавляемым моделям
- 13 Расчет площади модельного отделения цехов литья по выплавляемым моделям
- 14 Проектирование отделения покрытий цехов литья по выплавляемым моделям. Расчет количества суспензии
- 15 Расчет площади отделения покрытий цехов литья по выплавляемым моделям
- 16 Проектирование прокатного отделения цехов литья по выплавляемым моделям
- 17 Проектирование плавно-заливочного отделения цехов литья по выплавляемым моделям
- 18 Выбор и расчет количества заливочных ковшей для цехов литья по выплавляемым моделям
- 19 Рекомендации по технике безопасности при проектировании цехов литья по выплавляемым моделям
- 20 Состав цехов литья в оболочковые формы
- 21 Схема технологического процесса изготовления отливок в оболочковых формах

- 22 Составление ведомости объемов производства при литье в оболочковые формы
- 23 Оборудование, применяемое для изготовления оболочковых форм. Классификация оборудования
- 24 Проектирование отделения приготовления песчано-смоляной смеси для цехов литья в оболочковые формы.
- 25 Проектирование отделения изготовления и сборки форм для цехов литья в оболочковые формы.
- 26 Проектирование плавильно-заливочного отделения цехов литья в оболочковые формы
- 27 Проектирование стержневого отделения цеха литья в оболочковые формы.
- 28 Рекомендации по технике безопасности при проектировании цехов литья в оболочковые формы
- 29 Схема технологического процесса изготовления отливок литьем под давлением. Преимущества и недостатки
- 30 Состав цехов литья под давлением
- 31 Основное оборудование цехов литья под давлением
- 32 Составление ведомости объемов производства при проектировании цехов литья под давлением
- 33 Проектирование литейного отделения цеха литья под давлением
- 34 Автоматизация машин для литья под давлением.
- 35 Проектирование плавильного отделения цеха литья под давлением
- 36 Расчет складов шихтовых материалов цеха литья под давлением
- 37 Проектирование участка финишных операций цеха литья под давлением
- 38 Проектирование участка по доводке и ремонту пресс-форм цеха литья под давлением
- 39 Рекомендации по технике безопасности при проектировании цехов литья под давлением
- 40 Схема технологического процесса изготовления отливок литьем в металлические формы. Преимущества и недостатки. Состав цехов литья в металлические формы.
- 41 Составление ведомости объемов производства при проектировании цехов литья в металлические формы.
- 42 Технологические потоки отливок цехов кокильного литья
- 43 Проектирование литейного отделения цеха кокильного литья
- 44 Проектирование плавильного отделения цеха кокильного литья
- 45 Проектирование термообрубочного отделения цеха кокильного литья
- 46 Расчет складов шихтовых материалов цеха кокильного литья
- 47 Схема технологического процесса изготовления отливок центробежным литьем. Состав цехов центробежного литья.
- 48 Разновидности технологий центробежного литья.
- 49 Выбор способа изготовления отливок центробежным способом.

- 50 Составление ведомости объемов производства при проектировании цехов центробежного литья в металлические изложницы.
- 51 Составление ведомости объемов производства при проектировании цехов центробежного литья в песчаные формы.
- 52 Проектирование литейного отделения цеха центробежного литья.
- 53 Проектирование плавильного отделения цеха центробежного литья.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

- 1 **Гини, Э. Ч.** Технология литейного производства: Специальные виды литья : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Э. Ч. Гини, А. М. Зарубин, В.А.Рыбкин ; под ред. В.А.Рыбкина. — 2-е изд., стер. — М.: Изд. «Академия», 2007. — 352 с. - ISBN 978-5-7695-3684-7
- 2 Специальные способы литья: Справочник. / В. А. Ефимов и др.; Под общ. ред. В. А. Ефимова. — М.: Машиностроение, 1990. — 319 с. : ил. — ISBN 5-217-01120-3.
- 3 Кокильное литье. Справочное пособие. / Н. П. Дубинин и др.; Под общ. ред. В. А. Комиссарова. — 2-е изд., стер.— М.: Машиностроение, 1987. — 460 с.
- 4 **Логинов, И. З.** Проектирование литейных цехов. / И. З. Логинов - Минск: «Вища школа». 1976. — 320с.
- 5 Проектирование машиностроительных заводов и цехов. Справочник. В 6 т. Т.2. Проектирование литейных цехов и заводов / Под ред. В. М. Шестопада. — М.: Машиностроение, 1974. — 294 с
- 6 Основы проектирования литейных цехов и заводов / Под ред. Б.В.Кнорре. — М.: Машиностроение, 1979. — 376 с.
- 7 **Туманский, Б. Ф.** Проектирование литейных цехов / Б. Ф. Туманский. — Киев: УМК ВО, 1992. — 192 с.
- 8 **Исагулов, А. З.** Проектирование литейных цехов: учебное пособие / А .З. Исагулов, Л. С. Кипнис, Д. К. Исин. Караганда: КарГТУ, 2003. 83 с.
- 9 **Шестопад, В. М.** Специализация и проектирование литейных цехов и заводов / В. М. Шестопад — 2-е изд., стер.— М.: Машиностроение, 1979. — 328 с.
- 10 **Курдюмов, А. В.** Производство отливок из сплавов цветных металлов: Учебник для вузов / А. В. Курдюмов и др. М. : Металлургия, 1986. — 416 с.
- 11 **Сафронов, В. Я.** Справочник по литейному оборудованию / В. Я. Сафронов — М.: Машиностроение, 1986.
- 12 **Орлов, Г. М.** Автоматизация и механизация процесса изготовления литейных форм / Г. М. Орлов, - М. : Машиностроение, 1988. — 262 с.
- 13 Литейные машины. Каталог / Под ред. В. Л. Тарского. М. : Машиностроение, 1970 - 1980. — Вып. 1-13.
- 14 **Довнар, Г. В.** Расчет конвейеров литейных цехов: Учебно-методическое пособие для практических занятий по дисц. «Механическое оборудование литейных цехов» для студ. спец. Т 02.01 «Металлургические процессы и металлообработка» / Г. В. Довнар, М. М. Козел — Мн.: БГПА, 2000. — 62 с.
- 15 **Александров, М. П.** Підйомно-транспортні машини / М. П. Александров - М.: Вища школа, 1972. — 196 с.
- 16 НПА ОП 27.5-1.15-97 Правила безопасности в литейном производстве.