





|  |  |
| --- | --- |
| **1** **Цели** **освоения** **дисциплины** **(модуля)** | |
| Целями освоения дисциплины «Проектирования новых и реконструкция действующих литейных цехов» являются:  - изучение обучающимися технико-экономического сравнения разнообразных технологических процессов производства литья и выбора наиболее приемлемого для конкретных условий цеха;  - умение произвести выбор и расчет количества технологического оборудования для осуществления технологического процесса;  - умение составить рациональную компоновку основного и вспомогательного оборудования цеха и организации грузопотоков в нем;  - умение составить технико-экономические показатели цеха и провести сравнение с передовыми цехами;  - подготовка обучающихся к выполнению выпускной квалификационной работы. | |
|  |  |
| **2** **Место** **дисциплины** **(модуля)** **в** **структуре** **образовательной** **программы** | |
| Дисциплина «Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов» входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.  Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик: | |
| Экология; | |
| Метрология, стандартизация и сертификация; | |
| Основы конструирования литых деталей; | |
| Теория литейных процессов; | |
| Технология литейного производства. | |
| Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | |
| Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик: | |
| Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы; | |
| Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена. | |
|  |  |
| **3** **Компетенции** **обучающегося,** **формируемые** **в** **результате** **освоения**  **дисциплины** **(модуля)** **и** **планируемые** **результаты** **обучения** | |
| В результате освоения дисциплины (модуля) «Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями: | |
| Структурный  элемент  компетенции | Планируемые результаты обучения |
| **ДПК-1 способностью обосновывать выбор оборудования для осуществления**  **технологических процессов** | |
| Знать | Перспективы развития литейного производства и применяемого оборудования, современное исследовательское оборудование, применяемое в производстве металлопродукции. |
| Уметь | Проводить сравнительный анализ параметров литейного оборудования с выбором наиболее эффективного варианта. |

|  |  |
| --- | --- |
| Владеть | Методикой расчета основных элементов технологического оборудования металлургических производств.  Критериями оценки эффективности применяемого технологического оборудования, применяемого в металлургическом производств  Практическими навыками самостоятельной разработки, и проектирования оборудования, применяемого в технологических линиях металлургических производств. |
| **ПК-10 способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке** | |
| Знать | Принципы основных технологических процессов производства и об- работки отливок из черных и цветных металлов. Устройства и оборудование для осуществления технологических процессов. Основные схемы, операции, режимы технологических процессов литейного производства. |
| Уметь | Выбирать рациональные способы производства и обработки отливок из черных и цветных металлов. Рассчитывать материальные балансы технологических процессов их производства. Осуществлять и корректировать технологические процессы в литейном производстве. |
| Владеть | Технологией производства полупродукта и готовой продукции литейного производства.  Вопросами регулирования технологических режимов. Умением управлять технологическими процессами для обеспечения получения продукции с заданными свойствами |
| **ПК-11 готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии** | |
| **Знать** | Эффективные варианты устранения недостатков конструкции литейного оборудования и совершенствования технологического процесса |
| **Уметь** | Выявлять эффективные варианты устранения недостатков конструкции литейного оборудования и совершенствования технологического процесса |
| **Владеть** | Навыками выявления эффективных вариантов устранения недостатков конструкции литейного оборудования и совершенствования технологического процесса. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **4.** **Структура,** **объём** **и** **содержание** **дисциплины** **(модуля)** | | | | | | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:  – контактная работа – 16,7 акад. часов:  – аудиторная – 12 акад. часов;  – внеаудиторная – 4,7 акад. часов  – самостоятельная работа – 118,6 акад. часов;  — подготовка к экзамену – 8,7 часов.  Форма аттестации - курсовой проект, экзамен | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Раздел/ тема  дисциплины | | Курс | Аудиторная  контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной  работы | Форма текущего контроля успеваемости и  промежуточной аттестации | Код компетенции |
| Лек. | лаб.  зан. | практ. зан. |
| 1. | | |  | | | | | | |
| 1.1Организация проектных работ и структура литейных цехов. Классификация и структура литейных цехов. Расчет производственной программы литейного цеха и его отделений. | | 5 | 1 | - | 1 | 20 | Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций.  Работа над курсовым проектом. | Консультации по КП. | ДПК-1, ПК-10, ПК-11 |
| 1.2 Расчет и планировка основных производственных отделений. Расчет количества оборудования, числа и вместимости ковшей. Выбор технологического процесса и расчет показателей работы конвейеров. | | 1 | - | 1 | 20 | Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций.  Работа над курсовым проектом. | Консультации по КП. | ДПК-1, ПК-10, ПК-11 |
| 1.3 Вспомогательные от-деления и склады литейного цеха | | 1 | - | 1/1И | 20 | Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций.  Работа над курсовым проекттом. | Проверка контрольной работы №1 | ДПК-1, ПК-10, ПК-11 |
| 1.4 Объемно-планировочная компоновка основного и вспомогательного оборудования технологического и подъемно-транспортного оборудования. Характеристика грузовых потоков литейного цеха | | 1 | - | 1/1И | 20 | Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций.  Работа над курсовым проект -том. | Консультации по КП. | ДПК-1, ПК-10, ПК-11 |
| 1.5 Общие вопросы проектирования литейных цехов. | | 1 | - | 1/1И | 20 | Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций.  Работа над курсовым проектом. | Консультации по КП. | ДПК-1, ПК-10, ПК-11 |
| 1.6 Особенности проектирования цехов специальных видов литья. | | 1 | - | 1/1И | 18,6 | Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций.  Работа над курсовым проект -том. | Проверка контрольной работы №2 | ДПК-1, ПК-10, ПК-11 |
| **Итого по разделу** | | | **6** | **-** | **6/4И** | **118,6** |  |  |  |
| **Итого за семестр** | | | **6** | **-** | **6/4И** | **118,6** |  | **курсовой проект, экзамен** |  |
| **Итого по дисциплине** | | | **6** | **-** | **6/4И** | **118,6** |  | **курсовой проект, экзамен** |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **5** **Образовательные** **технологии** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Проектирования новых и реконструкция действующих литейных цехов» используется лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками) и лекция-беседа.  Практические занятия проводиться в форме презентации – представление результатов работы над курсовым проектом с использованием специализированных программных сред. | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **6** **Учебно-методическое** **обеспечение** **самостоятельной** **работы** **обучающихся** | | | | |

**Контрольная работа № 1:**

***Примерные задачи для контрольных работ:***

1. Выбрать вместимости заливочного ковша. Рассчитать их количество. для условий крупносерийного производства отливок массой 100 кг при годовом объеме производства литья 18 тыс. т.
2. Выбрать технологический процесс и рассчитать количество и вместимость печей для производства стального литья в цехе, производящем 15 тыс. т в год
3. Рассчитать формовочно-заливочно-выбивное отделение для цеха с серийным характером производства масса отливки до 1000 кг производство 15 тыс. т чугунного литья
4. Составить баланс металла для цеха высокопрочного чугуна производительностью 20 тыс. т. в год
5. Выбрать технологический процесс изготовления стержней и рассчитать число машин для условий крупносерийного производства отливок массой до до 30 кг при годовом объеме производства литья 18 тыс. т. Группа сложности отливки – третья
6. Выбрать тип смесителя и рассчитать их число для чугунолитейного цеха с массовым характером производства на 25 тыс. т в год
7. Выбрать технологический процесс изготовления стержней и рассчитать число машин для условий крупносерийного производства отливок массой до до 30 кг при годовом объеме производства литья 18 тыс. т. Группа сложности отливки – третья
8. Выбрать технологический процесс и рассчитать количество и вместимость печей для производства стального литья в цехе, производящем 15 тыс. т в год
9. Выбрать оборудование и рассчитать потребность в нем при отливке в кокиль отливок массой до 2 кг, ((группа сложности 1) годовое производство 8 тыс. т в год
10. Выбрать технологический процесс и рассчитать количество и вместимость печей для производства легированного чугуна в цехе, производящем 15 тыс. т литья в год.

**Контрольная работа № 2:**

***Примерные задачи для контрольных работ:***

1. Рассчитать потребность в складах формовочных материалов в условиях Севера для цеха на 60 тыс. т стального литья. Характер производства массовый, масса отливки 100 кг.
2. Выбрать оборудование и рассчитать потребность в нем при отливке в кокиль отливок массой до 2 кг, (группа сложности 1) годовое производство 8 тыс. т в год
3. Рассчитать формовочно-заливочно-выбивное отделение для цеха с серийным характером производства масса отливки до 1000 кг производство 15 тыс. т чугунного литья
4. Выбрать технологический процесс и рассчитать количество и вместимость печей для производства стального литья в цехе, производящем 15 тыс. т в год
5. Выбрать технологический процесс и рассчитать количество и вместимость печей для производства высокопрочного чугуна в цехе, производящем 15 тыс. т литья в год
6. Составить баланс металла для цеха высокопрочного чугуна производительностью 20 тыс. т. в год
7. Выбрать технологический процесс и рассчитать количество и вместимость печей для производства стального литья в цехе, производящем 15 тыс. т в год
8. Выбрать оборудование и рассчитать потребность в нем при отливке в кокиль отливок массой до 2 кг, ((группа сложности 1) годовое производство 8 тыс. т в год
9. Выбрать технологическую схему очистки чугунного литья массой от 10 до 400 кг для цеха производительностью 9 тыс. т/год
10. Выбрать технологический процесс изготовления стержней и рассчитать число машин для условий крупносерийного производства отливок массой до до 30 кг при годовом объеме производства литья 18 тыс. т. Группа сложности отливки - третья

**Вопросы для проведения экзамена обучающихся:**

1. Роль плавильного отделения в работе литейного цеха
2. Структура плавильного отделения
3. Процессы для выплавки чугуна, общая характеристика и доля металла выплавляемого этими процессами.
4. Плавка чугуна в вагранках
5. Плавка чугуна в дуговых электрических печах. Плавка чугунной стружки в печах постоянного тока.
6. Плавка в индукционных печах
7. Дуплекс процессы, достоинства и области применения.
8. Дуплекс процесс доменная печь- индукционная печь.
9. Технико-экономические показатели при различных процессах плавки
10. Выбор вместимости плавильного оборудования
11. Выплавка стали для литейного производства.
12. Дуговые печи. Технологии плавки в дуговых печах. Преимущества ДППТ (постоянного тока).
13. Индукционные печи для плавки стали. Сравнение ТЭП процессов выплавки стали
14. Выплавка цветных сплавов. Разновидности печей для плавки.
15. Выплавка алюминиевых сплавов и выбор оборудования для выплавки.
16. Плавка магниевых сплавов, агрегаты и их показатели при выплавке сплава.
17. Выбор оборудования для плавки медных сплавов.
18. Расчет параметров плавильного отделения
19. Требования к качеству металла для различных литейных цехов.
20. Установление потребности в жидком металле.
21. Выбор типа плавильного оборудования и его вместимости при определенной производственной программе.
22. Расчет шихты и потребности шихтовых материалах
23. Выбор вместимости заливочного ковша. Расчет их числа.
24. Планировочные решения по плавильному отделению с вагранками.
25. Планировочные решения по плавильному отделению с дуговыми печами
26. Планировочные решения по плавильному отделению с дуплекс процессом.
27. Основные размеры пролетов плавильных отделений.
28. Роль ФЗВО в структуре литейного цеха
29. Разновидности технологических процессов формовки и используемых связующих
30. Выбор габарита опок для ФЗВО
31. Этапы развития автоматических литейных линий (АЛЛ)
32. Особенности формовочных смесей для АЛЛ
33. Особенности линии Disa. Габариты кома и производительность их
34. Недостатки АЛЛ
35. Чем определяется экономичность АЛЛ. Какие АЛЛ имеют низшие показатели по капвложениям, затратам на обслуживание и ремонт и зарплату
36. Потери времени на АЛЛ и причины из возникновения
37. Области использования формовочных машин и способы уплотнения смеси
38. Области использования пескометов
39. Области использования наливной формовки
40. Области применения ХТС и вакуумно-пленочной формовки
41. Составление ведомости формовочно-сборочных работ
42. Установление производительности формовочной линии и расчет их числа
43. Расчет площади формовочного участка при формовке по-сырому и по-сухому
44. Общая формула для расчета длины конвейерной линии
45. Расчет скорости движения конвейерной линии
46. .Расчет участков формовки и заливки
47. Расчет участков охлаждения и выбивки форм
48. Особенности планировки АЛЛ НИИтракторсельхозмаш
49. Особенности планировки АЛЛ Кюнкель-Вагнер (КВ 301)
50. Особенности планировки АЛЛ SPO
51. Особенности планировки АЛЛ для производства отливок автотракторной промышленности
52. Связи плавильного и ФЗВО, схемы передачи металла и осуществления заливки

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовых проектов. Обучающийся самостоятельно выбирает тему курсового проекта.

Совпадение тем курсовых проектов у студентов одной учебной группы не допускается. Утверждение тем курсовых проектов проводится ежегодно на заседании кафедры.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по курсовому проекту и рекомендует перечень литературы для ее выполнения. Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной им теме.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических и практических вопросах выбранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Преподаватель, проверив работу, может возвратить ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Курсовой проект должен быть оформлен в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

Курсовой проект состоит из пояснительной записки 35-40 стр. и двух чертежей формата А1 или А2 (план и разрез цеха или отделения)

Примерный перечень тем курсовых проектов и пример задания представлены в таблице.

**Спроектировать (чугунолитейный, сталелитейный цветолитейный) цех или отделение цеха мощностью ....... тыс. тонн /год.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № пп | Исходные данные | Ед. изм. | Вариант | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | 6 | | | 7 | 8 | 9 |
|  | | | | | | | | | | | | | | |
| Наименование отливки представителя | | | Дифференциал | Опора | | Шкив | | Корпус | | Ролик | | | Кронштейн | Гнездо | | Крышка | Тройник |
| Годовой выпуск отливок (мощность цеха) | | тыс. т | 30 | 35 | | 40 | | 50 | | 25 | | | 20 | 10 | | 15 | 30 |
| Марка сплава | | - | СЧ20 | СЧ15 | | СЧ25 | | СЧ20 | | ВЧ35 | | | ВЧ40 | Ст 25Л | | Ст 30 Л | Ст 45Л |
| Масса отливки представителя | | кг | 6,6 | 11,0 | | 14,0 | | 30,0 | | 32,0 | | | 3,0 | 5,4 | | 8,0 | 10,0 |
| Количество наименований отливок в программе | | шт. | 50 | 65 | | 100 | | 120 | | 80 | | | 40 | 30 | | 70 | 75 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| **7** **Оценочные** **средства** **для** **проведения** **промежуточной** **аттестации** | | | | |

**Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

| Структурный элемент  компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
| --- | --- | --- |
| **ПК-10: способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке** | | |
| Знать: | Принципы основных технологических процессов производства и обработки отливок из черных и цветных металлов. Устройства и оборудование для осуществления технологических процессов. Основные схемы, операции, режимы технологических процессов литейного производства. | **Перечень теоретических вопросов к экзамену:**   1. Роль плавильного отделения в работе литейного цеха 2. Дуплекс процессы, достоинства и области применения. 3. Дуплекс процесс доменная печь- индукционная печь. 4. Технико-экономические показатели при различных процессах плавки 5. Требования к качеству металла для различных литейных цехов. 6. Планировочные решения по плавильному отделению с вагранками. 7. Планировочные решения по плавильному отделению с дуговыми печами 8. Планировочные решения по плавильному отделению с дуплекс процессом. 9. Основные размеры пролетов плавильных отделений. |
| Уметь: | Выбирать рациональные способы производства и обработки отливок из черных и цветных металлов. Рассчитывать материальные балансы технологических процессов их производства. Осуществлять и корректировать технологические процессы в литейном производстве. | **Примерный перечень практических заданий на экзамен.**   1. Выбрать оборудования для плавки сплавов (чугуна, стали или цветных сплавов) для литейного цеха мощностью 10, 20, 30, 40 тыс. тонн/год. 2. Рассчитать площадь плавильного отделения для литейного цеха мощностью 10, 20, 30, 40 тыс. тонн/год. 3. Установить потребность в жидком металле для литейного цеха мощностью 10, 20, 30, 40 тыс. тонн/год. 4. Рассчитать шихту и потребности шихтовых материалах для плавки сплавов (чугуна, стали или цветных сплавов) для литейного цеха мощностью 10, 20, 30, 40 тыс. тонн/год. 5. Выбрать вместимости заливочного ковша. Рассчитать их количество для разливки сплавов (чугуна, стали или цветных сплавов) для литейного цеха мощностью 10, 20, 30, 40 тыс. тонн/год. 6. Выбрать технологический процесс и рассчитать количество и вместимость печей для производства стального литья в цехе, производящем 10, 20, 30, 40 тыс. тонн/год. |
| Владеть | Технологией производства полупродукта и готовой продукции литейного производства.  Вопросами регулирования технологических режимов. Умением управлять технологическими процессами для обеспечения получения продукции с заданными свойствами. | **Выполнение курсового проекта**  ***Пример задания по теме курсового проекта:***  Тема "Проект чугунолитейного или др. цеха мощностью от 15 до 50 тыс. тонн в год."   1. ТЭО. 2. На основание ТЭО сформировать производственную программу цеха. 3. Определить рациональную технологию выполнения производственной программы. 4. Произвести расчет действительных фондов времени работы отделений цеха. 5. Произвести выбор расчет количества необходимого оборудования для реализации производственной программы для каждого отделения цеха. 6. Выполнить объемно - планировочные решения. |
| **ДПК-1: способностью обосновывать выбор оборудования для осуществления технологических процессов.** | | |
| Знать | Перспективы развития литейного производства и применяемого оборудования, современное исследовательское оборудование, применяемое в производстве металлопродукции. | **Перечень теоретических вопросов к экзамену:**   1. Роль ФЗВО в структуре литейного цеха 2. Связи плавильного и ФЗВО, схемы передачи металла и осуществления заливки 3. Области использования формовочных машин и способы уплотнения смеси 4. Области использования пескометов 5. Области использования наливной формовки 6. Области применения ХТС и вакуумно-пленочной формовки 7. Особенности планировки АЛЛ НИИ «Тракторсельхозмаш» 8. Особенности планировки АЛЛ Кюнкель-Вагнер (КВ 301) 9. Особенности планировки АЛЛ SPO 10. Особенности планировки АЛЛ для производства отливок автотракторной промышленности |
| Уметь: | Проводить сравнительный анализ параметров литейного оборудования с выбором наиболее эффективного варианта | **Примерный перечень практических заданий на экзамен.**   1. Выбирать технологические процессы формовки и используемых связующих. Для литейного цеха мощностью 10, 20, 30, 40 тыс. тонн/год. 2. Рассчитывать и выбирать габариты опок для ФЗВО. Для литейного цеха мощностью 10, 20, 30, 40 тыс. тонн/год. 3. Рассчитывать скорости движения конвейерной линии. Для литейного цеха мощностью 10, 20, 30, 40 тыс. тонн/год. 4. Рассчитывать длину участков формовки и заливки. Для литейного цеха мощностью 10, 20, 30, 40 тыс. тонн/год. 5. Рассчитывать длину участков охлаждения и выбивки форм. Для литейного цеха мощностью 10, 20, 30, 40 тыс. тонн/год. 6. Рассчитать формовочное-заливочное-выбивное отделение для цеха с серийным характером производства масса отливки до 1000 кг производство 15 тыс. т чугунного литья 7. Составить баланс металла для цеха высокопрочного чугуна производительностью 20 тыс. т. в год 8. Выбрать технологический процесс изготовления стержней и рассчитать число машин для условий крупносерийного производства отливок массой до 30 кг при годовом объеме производства литья 18 тыс. т. Группа сложности отливки – третья 9. Выбрать тип смесителя и рассчитать их число для чугунолитейного цеха с массовым характером производства на 25 тыс. т в год 10. Выбрать технологический процесс изготовления стержней и рассчитать число машин для условий крупносерийного производства отливок массой до 130 кг при годовом объеме производства литья 18 тыс. т. Группа сложности отливки – третья |
| Владеть: | Методикой расчета основных элементов технологического оборудования литейных производств.  Критериями оценки эффективности применяемого технологического оборудования, применяемого в литейном производстве  Практическими навыками самостоятельной разработки, и проектирования оборудования, применяемого в технологических линиях литейного производства | **Выполнение курсового проекта**  ***Пример задания по теме курсового проекта:***  Тема "Проект чугунолитейного (сталелитейного или др.) цеха мощностью 15 тыс. тонн в год."   1. ТЭО. 2. На основание ТЭО сформировать производственную программу цеха. 3. Определить рациональную технологию выполнения производственной программы. 4. Произвести расчет действительных фондов времени работы отделений цеха. 5. Произвести выбор расчет количества необходимого оборудования для реализации производственной программы для каждого отделения цеха. 6. Выполнить объемно - планировочные решения. |
| **ПК-11: готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии** | | |
| Знать | Эффективные варианты устранения недостатков конструкции литейного оборудования и совершенствования технологического процесса | **Перечень теоретических вопросов к экзамену:**   1. Этапы развития автоматических литейных линий (АЛЛ) 2. Особенности формовочных смесей для АЛЛ 3. Особенности линии Disa. Габариты кома и производительность их 4. Недостатки АЛЛ 5. Чем определяется экономичность АЛЛ. Какие АЛЛ имеют низшие показатели по капвложениям, затратам на обслуживание и ремонт и зарплату 6. Потери времени на АЛЛ и причины из возникновения |
| Уметь: | Выявлять эффективные варианты устранения недостатков конструкции литейного оборудования и совершенствования технологического процесса | **Примерный перечень практических заданий на экзамен.**   1. Производить сравнения технико-экономических показателей оборудования литейных цехов. Развитие АЛЛ в мире и РФ. Области их применения. 2. Владеть приемами повышения качества выплавки стали, чугуна и цветных сплавов (СЧ, ВЧ, ИЧХ, Ст 45Л и др.). 3. Выбрать технологическую схему очистки чугунного литья массой от 10 до 400 кг для цеха производительностью 9 тыс. т/год 4. Выбрать технологический процесс и рассчитать количество и вместимость печей для производства стального литья в цехе, производящем 15 тыс. т в год 5. Выбрать оборудование и рассчитать потребность в нем при отливке в кокиль массой до 2 кг, ((группа сложности 1) годовое производство 8 тыс. т в год 6. Выбрать технологический процесс и рассчитать количество и вместимость печей для производства высокопрочного чугуна в цехе, производящем 15 тыс. т литья в год |
| Владеть: | навыками выявления эффективных вариантов устранения недостатков конструкции литейного оборудования и совершенствования технологического процесса | **Выполнение курсового проекта**  ***Пример задания по теме курсового проекта:***  Тема "Проект чугунолитейного (сталелитейного или др.) цеха мощностью от 15 до 50 тыс. тонн в год."   1. ТЭО. 2. На основание ТЭО сформировать производственную программу цеха. 3. Определить рациональную технологию выполнения производственной программы. 4. Произвести расчет действительных фондов времени работы отделений цеха. 5. Произвести выбор расчет количества необходимого оборудования для реализации производственной программы для каждого отделения цеха. 6. Выполнить объемно - планировочные решения. |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Аттестация по дисциплине «Проектирования новых и реконструкция действующих литейных цехов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, осуществляется в форме экзамена и защиты курсового проекта.

Экзамен по данной дисциплине проводится в письменной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание. Они позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, а практические задания, выявлять степень сформированности умений и владений. Кроме того, степень сформированности умений и владений позволяет оценить защита курсового проекта.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе его написания обучающийся развивает навыки к практической работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Проектирования новых и реконструкция действующих литейных цехов». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания обучающийся должен разобраться в теоретических и практических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

**Показатели и критерии оценивания курсового проекта:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – проект выполнен выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **8** **Учебно-методическое** **и** **информационное** **обеспечение** **дисциплины** **(модуля)** | | | | |
| **а)** **Основная** **литература:** | | | | |
| 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93717> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.  2. Белов, В.Д. Литейное производство: учебник / В.Д. Белов; под редакцией В.Д. Белова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: МИСИС, 2015. — 487 с. — ISBN 978-5-87623-892-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116953> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **б)** **Дополнительная** **литература:** | | | | |

1. Соловьев, В.П. Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов: учебное пособие / В.П. Соловьев, С.А. Гладышев, В.И. Воронцов. — 2-е изд., перераб. — Москва: МИСИС, 2004. — 227 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117050> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Основы металлургического производства : учебник / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольцев [и др.] ; под общей редакцией В. М. Колокольцева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-4960-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129223> (дата обращения: 09.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | |  |  |
| **в)** **Методические** **указания:** | | | | | |
| Представлено в приложение 1 «Методические указания» | | | | | |
|  |  |  | |  |  |
| **г)** **Программное** **обеспечение** **и** **Интернет-ресурсы:** | | | | | |
|  | | | | | |
| **Программное** **обеспечение** | | | | | |
|  | Наименование ПО | | № договора | Срок действия лицензии |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | MS Windows 7 Professional (для классов) | Д-1227 от 08.10.2018  Д-757-17 от 27.06.2017 | 11.10.2021  27.07.2018 |  |
|  | MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |  |
|  | FAR Manager | свободно распространяемое ПО | бессрочно |  |
|  | 7Zip | свободно распространяемое ПО | бессрочно |  |
|  |  |  |  |  |
| **Профессиональные** **базы** **данных** **и** **информационные** **справочные** **системы** | | | | |
| 1. Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»: <https://dlib.eastview.com/>  2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ): URL: <https://elibrary.ru/project_risc.asp>  3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar): URL: <https://scholar.google.ru/>  4. Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам: URL: <http://window.edu.ru/>  5. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»: URL: <http://www1.fips.ru/>  6. Российская Государственная библиотека. Каталоги: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/>  7. Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp>  8. Университетская информационная система РОССИЯ: <https://uisrussia.msu.ru>  9. Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»: <http://webofscience.com>  10. Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»: <http://scopus.com>  11. Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals: <http://link.springer.com/>  12. Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols: <http://www.springerprotocols.com/>  13. Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference: <http://www.springer.com/references>  14. Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум» (НП НЭИКОН): <https://archive.neicon.ru/xmlui/>. | | | | |
| **9** **Материально-техническое** **обеспечение** **дисциплины** **(модуля)** | | | | |
|  |  |  |  |  |

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Проектирования новых и реконструкция действующих литейных цехов» предусмотрены следующие виды занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа, курсовой проект, консультации.

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

|  |  |
| --- | --- |
| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа | Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель |
| Учебная аудитория для проведения практических занятий | Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации(проектор, экран). Специализированная мебель |
| Учебная аудитория для выполнения курсовых проектов (работ) | Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель |
| Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель |
| Помещение для самостоятельной работы | Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования | Стеллажи, сейф для хранения учебного оборудования.  Инструменты для ремонта лабораторного оборудования (наборы гаечных ключей, электроинструмент и др.) |

**Приложение 1**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Методические указания к практическим занятиям

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1. РАЗРАБОТКА

ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЦЕХА 5

* 1. [Общие положения 5](#_TOC_250057)
  2. [Методика разработки точной программы 5](#_TOC_250056)
  3. [Методика разработки приведенной программы 6](#_TOC_250055)
  4. [Методика разработки условной программы 7](#_TOC_250054)
  5. [Содержание отчета 7](#_TOC_250053)
  6. [Вопросы для самоконтроля 8](#_TOC_250052)

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМА

РАБОТЫ И РАСЧЕТЫ ФОНДОВ ВРЕМЕНИ 8

* 1. [Общие положения 8](#_TOC_250051)
  2. [Содержание отчета 10](#_TOC_250050)
  3. [Вопросы для самоконтроля 10](#_TOC_250049)

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ПЛАВИЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ 11

* 1. [Общие положения 11](#_TOC_250048)
  2. [Выбор плавильного агрегата 11](#_TOC_250047)
  3. [Баланс металла 12](#_TOC_250046)
  4. [Определение количества плавильных печей 14](#_TOC_250045)
  5. [Расчет парка ковшей 15](#_TOC_250044)
  6. [Расчет кранового оборудования 16](#_TOC_250043)
  7. [Содержание отчета 17](#_TOC_250042)
  8. [Вопросы для самоконтроля 17](#_TOC_250041)

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ФОРМОВОЧНО-ЗАЛИВОЧНО-ВЫБИВНОГО ОТДЕЛЕНИЯ 18

* 1. [Общие положения 18](#_TOC_250040)
  2. [Определение количества форм 20](#_TOC_250039)
  3. [Изготовление форм на машинах 20](#_TOC_250038)
  4. [Изготовление форм смесителями из самотвердеющих смесей 21](#_TOC_250037)
  5. [Изготовление форм на формовочных линиях 22](#_TOC_250036)
  6. [Изготовление форм в кессонах 23](#_TOC_250035)
  7. [Сушка форм 24](#_TOC_250034)
  8. [Расчеты транспортного оборудования участка 25](#_TOC_250033)
  9. [Содержание отчета 27](#_TOC_250032)
  10. [Вопросы для самоконтроля 27](#_TOC_250031)

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

СТЕРЖНЕВОГО ОТДЕЛЕНИЯ 28

* 1. [Общие положения 28](#_TOC_250030)
  2. [Изготовление стержней на машинах 30](#_TOC_250029)
  3. [Изготовление стержней на стержневых линиях 31](#_TOC_250028)
  4. [Изготовление стержней смесителями из самотвердеющих смесей 31](#_TOC_250027)
  5. [Сушка стержней 32](#_TOC_250026)
  6. [Расчет площади стержневого отделения 33](#_TOC_250025)
  7. [Содержание отчета 34](#_TOC_250024)
  8. [Вопросы для самоконтроля 35](#_TOC_250023)

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

СМЕСЕПРИГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ 35

* 1. [Общие положения 36](#_TOC_250022)
  2. [Определение годовой потребности в смесях 36](#_TOC_250021)
  3. [Определение количества смесителей 38](#_TOC_250020)
  4. [Расчеты транспортного оборудования участка 38](#_TOC_250019)
  5. [Содержание отчета 39](#_TOC_250018)
  6. [Вопросы для самоконтроля 39](#_TOC_250017)

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ТЕРМООБРУБНОГО ОТДЕЛЕНИЯ 40

* 1. [Общие положения 40](#_TOC_250016)
  2. [Расчет количества оборудования для финишных операций 42](#_TOC_250015)
  3. [Расчет количества термических печей 44](#_TOC_250014)
  4. [Содержание отчета 45](#_TOC_250013)
  5. [Вопросы для самоконтроля 45](#_TOC_250012)

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДОВ 46
   1. [Общие положения 46](#_TOC_250011)
   2. [Расчет количества вспомогательных материалов и огнеупоров 47](#_TOC_250010)
   3. [Расчет площадей для хранения материалов 49](#_TOC_250009)
   4. [Участки подготовки формовочных и шихтовых материалов 50](#_TOC_250008)
   5. [Содержание отчета 51](#_TOC_250007)
   6. [Вопросы для самоконтроля 52](#_TOC_250006)
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА 52
   1. [Общие положения 52](#_TOC_250005)
   2. [Определение мощности цеха по установленному формовочному обо- рудованию 53](#_TOC_250004)
   3. [Определение мощности цеха по установленному плавильному обору- дованию 57](#_TOC_250003)
   4. [Содержание отчета 58](#_TOC_250002)
   5. [Вопросы для самоконтроля 58](#_TOC_250001)

[СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 60](#_TOC_250000)

Приложение А. Формы программ и сводных ведомостей 51

Приложение Б. Варианты заданий 67

1 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

**РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЦЕХА**

**Цель работы –** закрепление теоретических знаний и приобретение умений и практических навыков при анализе исходных данных для проек- тирования литейного цеха и разработке производственной программы.

* 1. Общие положения

Разработка проекта или реконструкции цеха начинается с анализа задания и исходных данных для проектирования. Эти данные включают в себя: производственную программу, вид сплава отливок, группу сложно- сти, параметры и назначение изготавливаемых отливок, уровень требова- ний к качеству литья, характер и особенности предприятия, в составе ко- торого должен функционировать литейный цех, серийность производства.

По существующей классификации устанавливают характер проекти- руемого или реконструируемого цеха по мощности, номенклатуре отливок, серийности производства.

Производственная программа является основанием для разработки проекта. Имея программу, приступают к её анализу, цель которого - опре- деление характера намечаемого производства. Для этого все отливки раз- бивают на группы по массе. Производственная программа может быть точной, приведенной или условной.

* 1. Методика разработки точной программы

Точная (подетальная) программа применяется при проектировании литейных цехов крупносерийного и массового производства с устойчивой и ограниченной номенклатурой литья. К ней прилагаются спецификации и чертежи для всей номенклатуры выпускаемых отливок. Примерная форма точной программы производства массовых и крупносерийных отливок приведена в табл. А.1. Расчеты в этом случае вести удобно, если число наименований отливок не превышает нескольких десятков.

Заполнение таблицы происходит в следующей очередности.

1. По данным чертежей и спецификаций на каждую конкретную от- ливку заполняются графы 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14.
2. В соответствии с заданной серийностью производства определяет- ся необходимое количество отливок на программу (графа 2).
3. Значение графы 4 определяется как произведение значений в гра- фах 2 и 3.
4. Определяется значение в графе 7.
5. По данным о количестве стержней на отливку и количестве отли- вок в форме определяется значение в графе 11.
6. Заполняется графа 13.

После заполнения таблицы по каждому наименованию отливки определяются суммарные значения по каждой группе отливок и по цеху в целом.

* 1. Методика разработки приведенной программы

Приведенная программа характерна для цехов серийного производ- ства номенклатурой до 500 наименований при повторяемости не ниже 200 шт. в год по одной отливке. Расчёт проекта по приведенной программе производится в случаях, если номенклатура известна, но очень обширна или чертежи и спецификации имеются только на часть подлежащих изго- товлению отливок.

В таких случаях приведенная программа включает не всю номенкла- туру, а так называемые типовые отливки-представители, имеющие наибольшую долю (25...50 %) в программе выпуска, аналогичные по массе, сложности, трудоемкости, технологическому процессу. Пересчет заданной программы на приведенную производится по группам литья по массе с помощью переводных коэффициентов. Переводной коэффициент опреде- ляется отношением суммарной массы всех отливок заданной программы к суммарной массе отливок, принятых за типовые. Пример расчета приве- денной программы представлен в табл. А.2. Таблицу заполняют в следую- щей очередности.

1. По данным чертежей и спецификаций заполняются графы 1, 2, 4.
2. В соответствии с заданной серийностью производства определяет- ся количество отливок каждого наименования на программу и их масса на годовой выпуск (графы 3 и 5).
3. В графе 6 рассчитывается масса годового выпуска всех отливок по данной группе. При этом, следует обратить внимание на то, что масса го- дового выпуска отливок-представителей должна составлять не менее 25...50 % от программы выпуска по данной группе отливок.
4. В графе 7 рассчитывается переводной коэффициент как частное от деления значения графы 6 на значение графы 5 для отливок- представителей.
5. В графе 8 рассчитывается приведенное годовое количество отли- вок-представителей для данной группы отливок.
   1. Методика разработки условной программы

Условная программа характерна для литейных цехов единичного и мелкосерийного производства при обширной номенклатуре и отсутствии чертежей и спецификаций по отливкам. В таких случаях производственная программа представляется примерным распределением отливок по массе.

Расчеты производятся на основании укрупненных технико- экономических показателей по данным передовых заводов, типовых про- ектов, справочным литературным данным. Пример условной программы представлен в табл. 1.1. При определении необходимого количество отли- вок на программу следует обращать внимание на заданную серийность производства.

*Таблица 1.1 – Примерная форма условной программы цеха*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа от- ливок по массе, кг | Наименование отливки | Сплав | Количество отливок на программу,  шт | Масса | |
| отливки, кг | отливок на программу,  т |
| До 50 | Корпус | СЧ10 | 125 | 25 | 3,125 |
| Блок | СЧ10 | 150 | 40 | 6,0 |
| Скоба | СЧ25 | 80 | 49 | 3,92 |
| … | … | … | … | … |
| Всего по группе | | | 5200 |  | 12234,55 |
| Св. 50…100 | … | … | … | … | … |
| … | … | … | … | … |
| Всего по группе | | | … |  | … |
| Св.100…250 | … | … | … | … | … |
| … | … | … | … | … |
| Всего по группе | | | … |  | … |
| … | … | … | … | … | … |
| Итого по цеху | | | … |  | … |

* 1. Содержание отчета

В соответствии с вариантом задания, детально изучить номенклатуру выпускаемых отливок, принять решение о классификации проектируемого или реконструируемого цеха по мощности, номенклатуре отливок, серий- ности производства и разработать производственную программу.

* 1. Вопросы для самоконтроля

1. По каким признакам классифицируют литейные цеха?
2. В каких случаях разрабатывается точная программа?
3. В каких случаях разрабатывается приведенная программа?
4. По каким признакам определяется отливка-представитель при раз- работке приведенной программы?
5. В каких случаях разрабатывается условная программа?

2 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ И РАСЧЕТЫ ФОНДОВ ВРЕМЕНИ**

**Цель работы –** закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков при определении режима работы литейного цеха и расчете фондов времени работы оборудования и работающих.

* 1. Общие положения

В настоящее время в литейных цехах применяются два режима рабо- ты: *последовательный* и *параллельный*.

При *последовательном* режиме работы основные технологические операции выполняются последовательно в различные периоды суток на одной и той же площади. Существует несколько видов последовательных режимов работы. *Двухсменный последовательный режим* — в первую смену производится формовка и сборка, а во вторую заливка и выбивка. Этот режим применяется для простого среднего и мелкого тонкостенного литья, требующего немного времени на заливку, остывание, выбивку при небольшой площади цеха, небольших заказах и средней механизации про- изводства. *Трехсменный* последовательный режим — в первую смену про- изводится формовка и сборка, во вторую — заливка, в третью — выбивка и подготовка рабочих мест. Такой режим применяется при изготовлении крупных отливок в мелкосерийном и индивидуальном производстве мало- механизированных цехов.

При *параллельном* режиме работы все технологические операции выполняются одновременно на различных производственных участках. Бывают односменные, двухсменные и трехсменные параллельные режимы

работы. Параллельный режим работы организуется в механизированных литейных цехах мелкосерийного, серийного и массового производства.

Наибольшее распространение получил *двухсменный параллельный* режим*,* при котором третья смена отводится для профилактики и ремонта оборудования.

При единичном и мелкосерийном производстве чаще применяется

*последовательный режим*, при крупносерийном и массовом производстве

* *параллельный*. Для чугунолитейных цехов наиболее рациональным яв- ляется *двухсменный параллельный* режим работы. В фасонно- сталелитейных цехах, где производственный процесс связан с непрерыв- ной работой плавильных печей, целесообразно использовать *параллельный трехсменный* режим.

При выборе режима работы проектируемого цеха необходимо со- блюдать требования охраны труда, которые не допускают в общем, неизо- лированном помещении одновременно производить формовку, сборку и операции по заливке, выбивке литья, обрубке.

При проектировании применяют три вида годовых фондов времени работы оборудования и рабочих: *календарный*, *номинальный* и *действи- тельный*.

Календарный, *Тк.* Равен количеству дней или часов в году. Номинальный, *Тн.* Это годовое время, в течение которого по приня-

тому режиму предприятие может работать без потерь. Номинальный фонд времени работы ориентировочно можно определить по формуле

*ТН*  *к*  *а*  *Р* , (2.1)

где *к* – количество часов в смене,

*а* – число смен работы,

*Р* – количество рабочих дней в году.

Действительный, *Тд*, определяется путем исключения из номиналь- ного фонда неизбежных потерь времени для нормально организованного производства.

Для определения действительного фонда времени работы оборудо- вания из номинального фонда времени исключают время пребывания обо- рудования в плановых ремонтах, установленное Нормами системы плано- во-предупредительных ремонтов (ППР). Эти потери (в %) зависят от типа оборудования и от сменности работы оборудования [1, 3]. Все проектные расчеты ведут относительно действительного фонда времени работы обо- рудования.

Действительный годовой фонд времени рабочих мест (кессонов, стендов и т.п.) принимается равным номинальному фонду или (чаще при реконструкции литейных цехов) определяется по выражению:

*Tpм*  *Трд*  *r*  *kсм*

*rдн*

, (2.2)

где *Трд* – количество рабочих дней,

*r* – число часов работы в неделю,

*kсм –* количество смен работы данного участка формовки,

*rдн* – количество рабочих дней в неделю.

Для определения действительного фонда времени рабочих из номи- нального односменного фонда времени исключают 10…12 % плановых потерь времени (отпуск, больничные и т. д.).

Все расчеты фондов времени сводят в таблицу.

*Таблица 2.1 – Расчет фондов времени работы*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отделения цеха | Вид оборудования | Количество смен работы | Годовой фонд времени | | |
| Рабочего  места | Оборудо-  вания | Рабочего |
| Плавильное | ДСП 6  ДСП 12 |  |  |  |  |
| Формовочное | … |  |  |  |  |
| Стержневое | … |  |  |  |  |
| … | … |  |  |  |  |

* 1. Содержание отчета

В соответствии с разработанной программой цеха (практическая ра- бота №1) определить и обосновать режимы работы отделений литейного цеха. Произвести расчеты фондов времени работы оборудования и рабо- тающих для выбранных режимов работы.

* 1. Вопросы для самоконтроля

1. От каких факторов зависит выбор режима работы цеха?
2. Как определяется номинальный фонд времени работы?
3. В каких случаях применяется параллельный режим работы?
4. В каких случаях применяется последовательный режим работы?
5. В каких случаях применяют трехсменный режим работы?
6. Как определяется действительный годовой фонд времени работы оборудования и работающих?
7. От чего зависит процент потерь рабочего времени для оборудова- ния и для работающих?

3 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАВИЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ**

**Цель работы –** закрепление теоретических знаний и приобретение умений и практических навыков при разработке проекта плавильного от- деления литейного цеха.

* 1. Общие положения

Проектирование плавильного отделения заключается в составле- нии баланса металла по выплавляемым маркам, выборе типа и опреде- лении числа плавильных агрегатов, расчете расхода шихтовых материа- лов на годовой выпуск отливок и разработке схемы размещения основ- ного оборудования в проектируемом отделении.

* 1. Выбор плавильного агрегата

При выборе типа, емкости и производительности плавильных печей необходимо учитывать особенности состава сплава, объем и серийность производства, номенклатуру отливок, требования к качеству отливок и их конструктивные особенности, технико-экономические показатели, пер- спективы развития цеха и другие параметры.

Основным плавильным агрегатом для выплавки стали в литейных цехах являются электродуговые печи. Их применение обеспечивает быстрое ведение плавки, большую маневренность, широкую номенклатуру марок выплавляемой стали и используемых шихтовых материалов. Ис- пользуются печи с кислой и основной футеровкой. Кислый процесс более дешевый и производительный, но шихта должна быть чистой по сере, фосфору и легирующим элементам. Основной процесс применяют для получения легированных и специальных сталей. Электропечи емкостью до 12 т устанавливаются в цехах мелкого и среднего литья, печи боль- ших емкостей - при изготовлении крупных отливок. В настоящее вре- мя разработан новый тип плавильных электродуговых печей, работа- ющих на постоянном токе. Дуговые печи постоянного тока разработаны для плавки стали (ДППТС), чугуна (ДППТЧ), цветных сплавов на ос- нове алюминия и меди (ДППТА, ДППТМ) и др.

В чугунолитейном производстве для плавки применяют вагранки и электрические печи (индукционные, дуговые). Наиболее распространен- ным агрегатом является вагранка с очисткой отходящих газов от пыли и СО. Основной недостаток вагранок - трудность получения жидкого метал-

ла с точным химическим составом и его невысокая температура 1340…1380 °С. Современные ваграночные комплексы, оборудованные системами очистки ваграночных газов, дожигания и утилизации тепла. Так же следует учитывать, что вагранки являются печами непрерывного дей- ствия, позволяющими производить отбор металла по мере необходимости. При этом для накапливания большого количества металла предусматрива- ется установка обогреваемых копильников, печей-миксеров.

Для дуговых и индукционных печей емкость печи определяется как возможностью снабжения металлом литейных конвейеров непрерывно сравнительно небольшими порциями, так и необходимостью заливки крупных и тяжелых отливок. Для индукционных печей промышленной ча- стоты, если емкость печи не обусловлена максимальной массой отливки, минимальная емкость печи должна быть в 2…3 раза больше часовой по- требности в жидком металле.

Типы (модели) плавильных агрегатов и их производительность вы- бирают из числа выпускаемых серийно или планируемых к выпуску по ка- талогам и рекламным проспектам машиностроительных предприятий и фирм и по другим источникам.

* 1. Баланс металла

В массовом и крупносерийном производстве и при наличии точной программы (см. п. 1.2) расход металла определяют подетальным расчетом на основании годовой программы по каждому виду сплава отдельно. В мелкосерийном и индивидуальном производстве при отсутствии подеталь- но разработанной технологии изготовления отливок потребность в ме- таллозавалке определяется укрупненным расчетом. Потребность металло- завалки определяется по каждой массовой группе и по каждому виду спла- ва. Масса металлозавалки на программу литья складывается из суммы масс металлозавалки отдельных групп.

После выбора типа плавильного агрегата составляется таблица ба- ланса металла по каждой марке выплавляемого в цехе сплава (табл. 3.1).

Заполнение таблицы производится в следующей очередности.

1. Из производственной программы заполняется графа 1.
2. По опыту работы базового цеха устанавливается процент брака отливок (графа 2) и пересчитывается количество литья (графа 3).
3. По значению технологического выхода годного (ТВГ), используя формулу (3.1), рассчитывают количество жидкого металла *МЖ* и заполня- ется графа 4. Значение ТВГ зависит от рода металла, отрасли промышлен- ности и характера литья. Принимается по опыту работы базового цеха или по данным [1, 5].

*Мж*  (*Мгод*.*отл*.  *Мбр*.) 100 , (3.1)

*ТВГ*

где *Мгод.отл.* – масса годных отливок на программу для данной группы литья, т, (значение в графе 1);

*Мбр.* – масса бракованных отливок на программу для данной группы литья , т, (значение в графе 3);

1. Рассчитывается значение графы 5.

*Таблица 3.1 – Баланс металла*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статья баланса | Сплав 1 | | | | | | Ито-  го, т |
| Мелкое литье | | … | | … | |
| т | % | т | % | т | % |  |
| Годные отливки | (1) | (9) | … | … | … | … |  |
| ЛПС годных и бракован-  ных отливок | (5)=(4)-(3)-(1) | (10) | … | … |  |  |  |
| Бракованные отливки | (3) | (2) | … | … |  |  |  |
| Всего жидкого металла | (4) | (11) | … | … |  |  |  |
| Угар | (7) | (6) | … | … |  |  |  |
| Итого металлозавалка | (8) = (4)+(7) | 100 | … | … |  |  |  |

1. В зависимости от вида сплава, типа плавильного агрегата, плотно- сти шихты и вида процесса устанавливается величина угара (графа 6) и рассчитывается значение в графе (7).
2. Рассчитывается масса металлозавалки в графе 8.
3. Принимая массу металлозавалки равной 100%, рассчитываются значения в графах 9, 10, 11.

Такие расчеты производят по всем группам отливок для каждого ви- да сплава раздельно.

После заполнения таблицы баланса металла по всем маркам сплава определяется его состав, подбираются компоненты шихты, рассчитывается их количество с учетом угара в металлозавалке. При выполнении расчета шихты долю возврата собственного производства необходимо принимать в соответствии с данными, рассчитанными по балансу металла для данной марки сплава (литники + брак). Полученные данные заносятся в таблицу ведомости шихтовых материалов (табл.3.2).

* 1. Определение количества плавильных печей

Расчетное количество выбранных плавильных печей определяется по формуле:

*Nп*  *Qж*  *Кн* , (3.2)

*Тд*  *q*

где *Qж* – годовой расход жидкого металла, т/г,

*Тд* – действительный годовой фонд времени работы печей, ч,

*q* – производительность печи, т/ч,

*Кн* – коэффициент неравномерности работы плавильного оборудова- ния. Коэффициент неравномерности работы принимают равным 1,1…1,2 для массового, 1,2…1,3 для серийного, 1,3…1,4 для единичного производства.

*Таблица 3.2 – Пример ведомости шихт и баланса металла*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статья баланса | Шихта | | | | | | Всего на  программу |
| Сплав 1 | | … | | … | |
| т | % | т | % | т | % |  |
| Чугун литейный |  |  |  |  |  |  |  |
| Чугун передельный |  |  |  |  |  |  |  |
| Лом стальной |  |  |  |  |  |  |  |
| Отходы (ЛПС+брак) | (3)=(1)+(2) |  |  |  |  |  |  |
| …. |  |  |  |  |  |  |  |
| Ферросплавы |  |  |  |  |  |  |  |
| **Итого**  **металлозавалка** |  | **100** |  |  |  |  |  |
| Добавки (сверх 100%):  флюсы, модификаторы и т. п. |  |  |  |  |  |  |  |
| Выход | | | | | | | |
| Годные отливки |  |  |  |  |  |  |  |
| ЛПС отливок | (1) |  |  |  |  |  |  |
| бракованные отливки | (2) |  |  |  |  |  |  |
| Итого жидкого металла |  |  |  |  |  |  |  |
| Угар |  |  |  |  |  |  |  |
| **Итого металлозавалка** |  | **100** |  |  |  |  |  |

При получении в расчёте количества плавильных агрегатов дробного числа его округляют в *большую* сторону и действительный коэффициент загрузки определяется как частное от деления расчетного *Nрасч* количества единиц оборудования на количество принятых *Nприн* (после округления):

*kЗ* 

*N расч*

*Nприн* . (3.3)

Для оборудования плавильных отделений коэффициент загрузки *kз* принимают обычно 0,7…0,85. Если величина *kз* оказывается неудовлетво- рительной (слишком малой или выше верхнего рекомендуемого предела), выбирают, по возможности, другой тип оборудования, печь другой емко- сти или производительности. Иногда целесообразным является перегруп- пировка производственной программы.

В случаях, если при реконструкции плавильного отделения литейно- го цеха число единиц печей задано заранее, формула (3.2) преобразуется так, что позволяет определить требуемую (расчетную) величину часовой производительности печи при заданном числе их единиц:

*q*  *Qж*  *Кн*

*Nп*  *Тд*  *Кз*

. (3.4)

По полученному значению производительности по справочным дан- ным выбирают тип (модель) печи. Действительный коэффициент загрузки в этом случае можно определить:

*kз действ*

 *q расч*

*qприн* , (3.5)

где *q расч, q прин* – расчетная и действительная часовая производитель- ность принятого оборудования.

Все данные по расчету количества плавильных печей сводятся в ито- говую ведомость (табл А.3).

* 1. Расчет парка ковшей

При заливке форм чугуном применяются поворотные ковши. Транс- портировка чугуна на большие расстояния может осуществляться барабан- ными ковшами различной емкости. Для сравнительно небольших ответ- ственных чугунных отливок массой до одной тонны служат чайниковые ковши, которые можно использовать и для разливки нелегированных ма- рок стали. Но чаще сталь разливается стопорными ковшами. При расчете парка ковшей сперва рассчитывают число одновременно работающих раз- ливочных ковшей, исходя из количества жидкого металла, необходимого для каждой технологической группы литья, емкости ковша и длительности одного оборота ковша:

*n*  *Q*  *t*

*Тд*  *Р*

, (3.6)

где *Q* – годовое количество жидкого металла, заливаемого из данно- го типа ковшей, т,

*t* – время оборота ковша, ч,

*Tд* – действительный годовой фонд времени работы линии или зали- вочного участка, ч,

*Р* – емкость ковша, т.

Для расчета числа ковшей, работающих в одну смену, можно приме- нить следующее выражение:

*n*  8  *n* , (3.7)

1 

где *п* – число одновременно работающих ковшей, шт, 8 – продолжительность рабочей смены, ч;

– продолжительность работы ковша между ремонтами, ч.

Парк ковшей рассчитывается по формуле:

*N*  *K*  *K*1  *n*1 , (3.8)

где *К –* коэффициент, учитывающий количество ковшей в ремонте,

*К* = *1…2*;

*К1 –* коэффициент запаса, *К1* = *1,2.*

Все справочные данные для расчета количества ковшей можно при- нять из [2, 5].

* 1. Расчет кранового оборудования

Основными грузоподъемными средствами плавильных отделений служат мостовые краны, их параметры выбираются по нормам технологи- ческого проектирования [1-4, 14]. Количество мостовых кранов, необхо- димых для обслуживания плавильных отделений литейных цехов рассчи- тывается по формуле:

*N I*  *nк*  *а*

*n*  *ж* *п* *к к* *Тд*

, (3.9)

где *NЖI* – годовой выпуск жидкого металла одной печью, т/г,

*nпк* - количество обслуживаемых краном печей,

*ак* – количество крано-часов на 1 т выплавки жидкого металла, ч/т,

*Тд* – действительный годовой фонд времени работы крана, ч/г. Количественные значения крано-часов устанавливаются согласно [1]

в зависимости от типа плавильного агрегата, емкости печи, вида процесса и назначения крана.

* 1. Содержание отчета

На основе анализа исходных данных, и данных, полученных при вы- полнении практической работы №1, обосновать выбор необходимого пла- вильного оборудования. Составить баланс металла и ведомость шихтовых материалов для каждого из сплавов, выплавляемых в цехе. На основании данных, полученных при выполнении практической работы №2 произве- сти расчеты количества плавильных агрегатов для проектируемого или ре- конструируемого цеха. Выбрать тип, емкость и рассчитать парк ковшей. Обосновать грузоподъемность и рассчитать количество кранового обору- дования. Разработать схему размещения оборудования в плавильном отде- лении.

* 1. Вопросы для самоконтроля

1. Какие исходные данные необходимы для проектирования пла- вильного отделения цеха?
2. На основании какой информации осуществляется выбор типа пла- вильного агрегата?
3. Как определяется емкость плавильных печей?
4. Какие статьи баланса металла участвует в расчете количества печей?
5. От чего зависит величина угара?
6. Как определяется процент брака отливок?
7. На основании каких данных определяется требуемое количество плавильных печей
8. Что характеризует действительный коэффициент загрузки обору- дования?
9. Что нужно изменить, если расчетное значение коэффициента за- грузки оборудования неприемлемо
10. Как влияет изменение количества смен работы плавильного обо- рудования на расчетное его количество
11. Какие ковши применяются для заливки форм чугуном?
12. Какие ковши применяются для заливки стальных отливок?
13. В зависимости от чего определяются время оборота ковша и про- должительность работы ковша между ремонтами?
14. Как определяется грузоподъемность электромостовых кранов для плавильного отделения цеха?

4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФОРМОВОЧНО-ЗАЛИВОЧНО-ВЫБИВНОГО ОТДЕЛЕНИЯ**

**Цель работы –** закрепление теоретических знаний и приобретение умений и практических навыков при разработке проекта формовочно- заливочно-выбивного отделения литейного цеха.

* 1. Общие положения

Как правило, при проектировании формовочно-заливочно-выбивных отделений решаются следующие вопросы:

* + распределение номенклатуры выпускаемых отливок на технологи- ческие потоки (группы), для каждой из групп выбор вид форм, их размеры, способ изготовления, количество отливок в форме, среднюю металлоем- кость;
  + рассчитывается годовое количество форм каждой группы, выбира- ется оборудование для изготовления этих форм, рассчитывается необхо- димое количество его единиц;
  + определяется схема организации и выбирается оборудование для заливки форм;
  + выбирается оборудование для выбивки форм;
  + выбирается и рассчитываются технологические параметры основ- ного подъемно-транспортного оборудования;
  + разрабатывается план расположения оборудования на участке.

Перед началом расчетов номенклатура отливок распределяется на группы по технологическим потокам или участкам, исходя из габаритов, массы, толщины стенок, сложности конфигурации, класса точности и се- рийности отливок. *При определении потоков необходимо стремиться к минимальному количеству типоразмеров форм, т .е. к унификации оснастки и оборудования.* На основании анализа для каждой из групп устанавливается наиболее технологически и экономически целесообраз- ный способ и оборудование для изготовления форм, определяются разме- ры форм и их количество на годовую программу.

При определении технологических потоков (групп) для разных усло- вий серийности производства рекомендуется разбивка номенклатуры ли- тья, приведенная в табл. 4.1 [1, 5, 10].

*Таблица 4.1 – Технологические группы литья*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группа | Размеры опок в свету (кес-  сонов), мм | Средняя металлоем-  кость, кг | Масса отливок, кг |
| Мелкосерийное и индивидуальное производство | | | |
| I | 800х700х300/300 | 50 | До 100 |
| II | 1200х1000х500/500 | 160 | До 500 |
| III | 1600х1200х600/600 | 400 | 100…1000 |
| IV | 2000х1600х700/700 | 700 | 200…2500 |
| V | 2500х2000х800/800 | 1500 | 400…5000 |
| VI | 3000х2000х900(1000) | 5000 | 500…10000 |
| VII | Кессон  3000х4000х1500  5000х5000х2000  6000х5000х2000 | 10000…18000 | 5000…20000 |
| VIII | Кессон  5000х5000х2500  6000х6000х3000  8000х7000х3000 | 30000 | Более 10000 |
| Серийное производство | | | |
| I | 500х400х150/150(200) | 10 | До 20 |
| II | 800х700х150/300 | 50 | 20…100 |
| 1000х800х250/500 | 60 |
| III | 1200х1000х200/500 | 150 | 50…250 |
| 1200х1000х500/500 | 160 | 100…300 |
| IV | 1600х1200х200/500 | 250 | 300…500 |
| 1600х1200х600/600 | 400 | 100…1000 |
| V | 2000х1600х300/600 | 500 | 500…1000 |
| 2000х1600х500/700 | 700 |
| VI | 2500х1800х300/600 | 1250…1500 | 1000…2000 |
| 2500х2000х500/700 |
| 3000х1700х600/600 |
| VII | 3000х2500х500/700 | 1500…3000 | 1000…5000 |
| 3000х2500х600/700 | 3500 | 2000…5000 |
| VIII | 4000х2500х600/600 | 7500 | 5000…10000 |
| Крупносерийное и массовое производство | | | |
| I | 500х400х100/150 | 8 | До 8 |
| 900х500х120/150 | 15 |
| II | 900х600х200/200 | 25 | До 20 |
| III | 800х700х200/200 | 27 | До 50 |
| 1000х800х300/300 | 35 |
| IV | 1200х1000х400/400 | 110 | 20…100 |
| V | 1400х1000х400/400 | 200 | 50…250 |
| VI | 1600х1200х500/500 | 400 | 100…500 |

* 1. Определение количества форм

В условиях крупносерийного и массового производства при наличии точной программы количество форм определяется по каждому наименова- нию отливок с учетом количества отливок в одной форме (табл. 1.1). При этом также необходимо учитывать запланированные процент брака отли- вок и потери, вызванные браком форм. При наличии приведенной про- граммы количество форм определяется по приведенному годовому выпус- ку отливок-представителей (табл. 1.2).

В условиях единичного и мелкосерийного производства при наличии условной программы и отсутствии спецификаций по отливкам требуемое для выполнения программы количество форм рассчитывается по формуле:

*Nф* 

*Q*

*Mcp*

, (4.1)

где *Q* – мощность технологического потока по годному литью, т

*Мср* – средняя металлоемкость формы данного технологического по- тока, т.

Полученный результат необходимо увеличить с учетом потерь на брак форм. Потери на брак форм принимаются по данным базового пред- приятия в зависимости от сложности конфигурации, способа уплотнения форм и протяжки моделей (2...6%).

* 1. Изготовление форм на машинах

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

Тип (модель) формовочной машины выбирается из числа современ- ных выпускаемых серийно или планируемых к выпуску машин по катало- гам и рекламным проспектам машиностроительных предприятий, фирм и по другим источникам в зависимости от выбранного технологического процесса изготовления форм, размеров опок и необходимой производи- тельности.

После выбора модели формовочной машины по формулам, анало- гичным (3.2…3.5), производятся расчеты их количества. Следует обратить внимание на то, что если часовая производительность выбранного формо- вочного агрегата указана в полуформах, в расчетах следует принимать удвоенное количество форм. Принятое после расчетов количество формо- вочных машин должно быть четным и не превышать 4…6.

При получении неудовлетворительного результата или большой не- равномерности загрузки оборудования следует произвести перераспреде- ление технологических потоков или выбрать другое подходящее оборудо- вание и повторить расчеты до достижения оптимального решения.

* 1. Изготовление форм смесителями из самотвердеющих смесей

Потребное количество смесителей для изготовления форм из холод- ных самотвердеющих смесей (ХТС) определяют по формуле:

*n*  *S*  *t* , (4.2)

*Q*  *K*

где *S* – масса смеси на 1 форму, т;

*t* – производительность участка, форм/ч;

*Q* – производительность смесителя, т/ч;

*К* – коэффициент, учитывающий время установки опок и снятия форм (0,6…0,75).

Массу смеси на 1 форму в первом приближении можно определить по габаритным размерам выбранных опок и плотности формовочной сме- си. Производительность формовочного участка определяется как частное от годового количества форм на программу для данного технологического потока и годового действительного фонда времени работы участка, обору- дованного выбранными смесителями.

Если на формовочном участке предусматривается изготовление ли- тейных форм из ХТС в разных по размерам опоках, потребное количество смесителей можно определить по формуле:

*Nп*  *Qс*  *Кн* , (4.3)

*Тд*  *q*

где *Qс* – годовое количество смеси для изготовления форм, т,

*Тд* – действительный годовой фонд времени работы смесителя, ч,

*q* – производительность смесителя, т/ч,

*Кн* – коэффициент неравномерности работы смесителя,

*Кн* = 1,3…1,4.

Годовое количество смеси можно определить по габаритным разме- рам выбранных опок, плотности формовочной смеси и годовому количе- ству форм на программу для каждого размера опок.

* 1. Изготовление форм на формовочных линиях

Автоматизированные и автоматические формовочные линии являют- ся главным средством повышения производительности труда и качества выпускаемых отливок. Модели современных формовочных линий выбира- ется из выпускаемых или планируемых к выпуску моделей по каталогам, рекламным проспектам предприятий, фирм и по другим источникам в за- висимости от выбранного технологического процесса изготовления форм, размеров опок и необходимой производительности.

После выбора модели формовочной линии расчет количества произ- водится аналогично расчету количества формовочных машин. При полу- чении неудовлетворительного значения коэффициента загрузки *kз* следует произвести перераспределение технологических потоков или выбрать дру- гую модель формовочной линии и повторить расчеты до достижения оп- тимального результата.

В случае, если оптимального решения достичь не удается, проектом предусматривается применение формовочной линии оригинальной кон- струкци с необходимой для проекта производительностью. При принятии данного решения необходимо выбрать формовочный агрегат, обеспечива- ющий изготовление форм с заданной производительностью и выполнить расчеты основных параметров оригинальной линии:

* + скорости движения конвейера (или средней скорости перемещения форм),
  + длин участков простановки стержней, заливки форм, охлаждения отливок в формах.

Формовочный агрегат (машина, автомат, смеситель) для линии ори- гинальной конструкции выбирается в зависимости от выбранного техноло- гического процесса изготовления форм и размеров опок. Количество фор- мовочных агрегатов рассчитывают по методикам, описанным выше. Сле- дует обратить внимание на то, что принятое после расчетов количество формовочных машин (автоматов), устанавливаемых на линии, должно быть четным и не превышать 4 (в редких случаях 6), смесителей – не более 2, значения коэффициента загрузки kз находиться в интервале 0,65…0,85.

Скорость движения литейного конвейера формовочной линии вы- числяется по формуле:

*VK*   *q*  *S*  *КЗ* , (4.4)

*q* – производительность формовочных агрегатов для данного литей- ного конвейера, форм/ч;

*S* – шаг конвейера, м/форму;

*Кз* – коэффициент загрузки конвейера (0,8…0,9).

Шаг тележек конвейера *S* устанавливается, исходя из размеров форм

(платформ) и допустимой грузоподъемности.

Расчетное значение скорости литейного конвейера в м/ч переводят в м/мин и сравнивают с практической скоростью конвейера, которая может находиться в пределах 1,6…10 м/мин [14].

Длины участков простановки стержней, заливки и охлаждения нахо- дятся следующим образом:

*LСТ*

 *VK*

 *СТ* , (4.5)

*LЗАЛ LОХЛ*

 *VK*  *ЗАЛ* , (4.6)

 *VK*  *ОХЛ* , (4.7)

где

 *СТ* ,

 *ЗАЛ* ,

 *ОХЛ*

– время простановки стержней, заливки и охла-

ждения соответственно, мин,

*VK* – скорость литейного конвейера, м/мин.

Обычно длина участка простановки стержней составляет 10…30 м, длина заливочного участка - 8…12 м. Длина участка охлаждения должна рассчитываться по времени охлаждения наиболее крупной и толстостен- ной отливки. При получении больших значений длины охладительного участка создаются дополнительные петли на этом отрезке трассы конвейера.

При проектировании формовочного участка, оборудованного формо- вочными линиями, необходимо рассчитать парк опок для обеспечения их непрерывной работы. Парк опок для каждой формовочной линии вычисля- ется по формуле:

*По*  (2  *LK* / *S* ) 1,2 , (4.8)

где *LK –* длина конвейера, м; 1,2 – коэффициент запаса.

* 1. Изготовление форм в кессонах

При кессонной формовке количество кессонов рассчитывается из дли- тельности полного технологического цикла формовки, сборки, заливки, охлаждения и выбивки кессона *tц*.

Первоначально необходимо принять размеры базового кессона в соот- ветствии с табл. 4.1 и определить его металлоемкость. Средняя металлоем- кость принятого кессона должна находиться в пределах границ технологиче- ских групп отливок по массе, которые будут изготавливать формовкой в этих кессонах.

Металлоемкость (среднюю) кессона можно определить по формуле:

*Мср*  0,5 *VФ* (0,1...0,15)  

(4.9)

где *Vф –* объем кессона рассчитанный по его габаритным размерам, м3,

*–* плотность металла отливки, кг/м3.

Длительность цикла кессонной формовки *tц* принимается в зависимо- сти от средней металлоемкости кессона *Мср*:

До 10 т – 6…10 суток;

св. 10…20 т – 10…15 суток; св. 20…40 т – 12…18 суток; св. 40 т – 15…25 суток.

После назначения длительность цикла кессонной формовки *tц* опреде- ляется количество циклов с 1 рабочего места в год:

*КЦ*  *Т Н* / *t Ц* , (4.10)

где *Тн* – номинальный годовой фонд времени рабочего места (кессо-

на), суток.

Количество рабочих мест (кессонов) для каждого технологического потока определяется:

*N КЕС*

 *NФ* / *Кц* , (4.11)

где - *Nф* - количество форм, шт,

*Кц* - количество циклов с 1 рабочего места в год.

Требуемое для выполнения программы количество форм рассчиты- вается по формуле (4.1).

После округления полученного результата в большую сторону до це- лого значения рассчитывают общую площадь кессонов и участка кессонной формовки вцелом, которую принимают в 4 раза больше. Также, по методике, описанной в п. 4.4 необходимо рассчитать количество формовочных агрега- тов для изготовления кессонов.

* 1. Сушка форм

При проектировании формовочного отделения, если предусмотрены технологические процессы, связанные с тепловой сушкой форм, необхо- димо определить тип и рассчитать количество или размеры сушильных пе- чей и установок.

Расчет количества камерных сушил производится по формуле:

*P*  *W*  *tC*  *KH*

*P*

, (4.12)

*TД*  *V*  *s*

ла, ч;

где *W* – годовой объем форм, подвергаемых сушке, м3;

*tС* – время цикла сушки с учетом времени загрузки и выгрузки суши-

*Кн* – коэффициент неравномерности работы сушила; *ТД* – действительный фонд времени работы сушила, ч; *V* – внутренний объем сушила, м3;

S – коэффициент использования объема сушила, (для форм

0,15...0,20; для стержней – 0,08...0,12).

Годовой объем форм, подвергаемых сушке, определяется по разме- рам и годовому количеству форм. Время цикла сушки определяется по технологическим инструкциям или справочным данным. Время загрузки и выгрузки сушила принимается равным 2 часам. Внутренний объем сушила можно рассчитать по габаритным размерам рабочей камеры (паспортные данные). Действительный фонд времени работы сушила целесообразно принимать для трехсменного режима.

Если для сушки форм применяют проходные сушила, то их длину определяют как произведение необходимого времени сушки и скорости движения конвейера линии, рассчитанной по формуле (4.4).

* 1. Расчеты транспортного оборудования участка

Если на формовочном участке предусматривается подвесной конвей- ер для транспортирования стержней со стержневого на формовочный уча- сток, необходимо определить его производительность и требуемую ско- рость движения.

Производительность конвейера определяется:

* *n*

*qПК*

  *qФО*

*Ф* , (4.13)

где  *qФО*

*СТ*

– суммарная производительность формовочного участка,

который обслуживается данный конвейер, форм/ч,

*Ф* – среднее количество стержней на одну форму, шт.

*n*

*СТ*

Среднее количество стержней на одну форму можно определить по выражению:

*nФ*  *nСТ*

, (4.14)

*СТ*

*N*

*Ф*

где

*nСТ*

– количество стержней на программу,

*NФ* – количество форм на программу, шт.

Скорость движения рассчитывается для каждого конвейера отдельно по формуле:

*VПК*

 *qПК*  *Т П*

*n*  

, (4.15)

где *qПК* – требуемая производительность конвейера, стержней/ч;

*Тп* – шаг подвесок (выбирается из значений кратных 0,4, 0,6, 0,8 или

1,0), м;

*n* – количество стержней на одной подвеске (зависит от массы стержней, размеров стержней, размеров и количества полок), шт,

 – коэффициент загрузки конвейера ( = 0,8…0,9).

Полученное значение скорости подвесного конвейера в м/ч перево- дится в м/мин. Практическая скорость конвейера находится в пределах 0,5…20 м/мин [14].

Пластинчатый конвейер для транспортирования горячих отливок по- сле выбивки в термообрубное отделение рассчитывается следующим обра- зом [14].

Вначале подбирается ширина настила конвейера – *Впл*. Она может быть приблизительно установлена равной длине опоки. Затем рассчитыва- ется требуемая скорость пластинчатого конвейера (м/с):

*VПЛК*

 *qПЛК*  *Т Г*

*М*  

, (4.16)

где *qПЛК*– расчетная производительность конвейера, т/ч (значение можно взять из расчета количества заливочных ковшей для данного участ- ка – это расход жидкого металла, т/ч),

*Тг* – шаг грузов на настиле, м (равна длине опоки),

*М* – металлоемкость выбитой формы, т,

 – коэффициент загрузки конвейера (0,7…0,8).

Полученные после вычисления значения скорости пластинчатого конвейера в м/ч переводятся в м/с. Практическая скорость конвейера нахо- дится в пределах 0,01…0,8 м/с [14]. Все расчетные данные по формовочно- му отделению сводятся в табл. А.4.

* 1. Содержание отчета

На основе анализа данных, полученных при выполнении практиче- ских работ №1 и №2 распределить номенклатуру отливок на технологиче- ские потоки, назначить технологические процессы для изготовления ли- тейных форм, произвести выбор необходимого технологического оборудо- вания и рассчитать его количество. При необходимости, назначить разме- ры кессонов, рассчитать их количество, выбрать и определить число фор- мовочных агрегатов для изготовления форм в кессонах. Обосновать необ- ходимость и определить тип и количество сушильных агрегатов для форм. Произвести обоснование, выбор и расчет основного подъемно- транспортного оборудования участка. Разработать схему размещения обо- рудования в отделении.

* 1. Вопросы для самоконтроля

1. По каким параметрам происходит распределение номенклатуры отливок на группы?
2. Что такое средняя металлоемкость литейной формы?
3. На основании каких факторов определяется выбор оборудования для формовочного отделения

4 Что нужно изменить, если расчетное значение коэффициента за- грузки оборудования неприемлемо?

1. Как можно, не меняя исходных данных, получить другое расчет- ное количество оборудования
2. Как рассчитываются длины основных участков формовочной линии
3. Как правильно выбрать размеры кессона?
4. От каких факторов зависит длительность цикла кессонной формовки?
5. Как определить общую площадь участка кессонной формовки?
6. В каких случаях необходимо рассчитывать количество или разме- ры сушильных печей?
7. Как определить годовой объем форм, подвергаемых сушке?
8. Как транспортируется жидкий металл от плавильных агрегатов к заливочным устройствам?
9. От чего зависят производительность и скорость пластинчатого конвейера
10. От чего зависят производительность и скорость подвесного кон- вейера
11. От каких факторов зависит выбор типа выбивных устройств?

5 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕРЖНЕВОГО ОТДЕЛЕНИЯ**

**Цель работы –** закрепление теоретических знаний и приобретение умений и практических навыков при разработке проекта стержневого от- деления литейного цеха.

* 1. Общие положения

Расчет стержневого отделения ведется в следующей последователь- ности.

1. Расчет программы стержневого отделения.
2. Разбивка номенклатуры стержней на группы по массе, определе- ние технологических потоков стержней и их мощности.
3. Выбор метода изготовления стержней.
4. Расчет количества стержневого оборудования.
5. Определение площадей стержневого отделения.

Программой стрежневого отделения является годовое количество и масса стержней, необходимые для обеспечения выпуска проектной про- граммы годных отливок.

При массовом или крупносерийном производстве при наличии точ- ной программы расчет количества стержней производится по имеющимся данным полной номенклатуры отливок (табл. 1.1). При отсутствии техно- логических разработок на часть или всю номенклатуру отливок (например, при мелкосерийном и единичном производстве) количество стержней определяют по нормам расхода на 1 т годового выпуска отливок, которые приведены в [3-5].

Разбивка стержней на группы по массе позволяет определить коли- чество, массу или объем стержней данной группы и дает возможность све- сти несколько групп в один технологический поток для изготовления их на одном оборудовании. При определении годового количества и массы стержней следует учитывать потери из-за брака стержней. Величина по-

терь уточняется по данным базового предприятия и обычно составляет

3…6 %.

Выбор способа получения стержней и составов стержневых смесей определяется в основном следующими факторами:

* массой и размерами стержней;
* сложностью стержней;
* серийностью производства.

При определении технологических потоков (групп) стержней реко- мендуется следующая разбивка номенклатуры (табл. 5.1) [3, 4].

*Таблица 5.1 – Технологические группы разовых песчаных стержней*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа стержней | Масса, кг | | Усредненные максимальные размеры стержневого ящика, мм | |
| Массовое и крупносерийное производство | Серийное и единичное производство | Массовое и крупно- серийное производ- ство | Серийное и единичное производство |
| Мелкие | < 1 | < 1 | 400x320x230...400 | 800 х 630 х  500 |
| Св. 1…2,5 | Св. 1…2,5 |
| Св. 2,5…6 | Св. 2,5…6 |
|  | Св. 6…10 |
| Св. 10…16 |
| Св. 16…25 |
| Св. 25…40 |
| Средние | Св. 6…10 | Св. 40...60 | 630 х 550 х 300 | 1200x800x500 |
| Св. 10…16 | Св. 60…100 |
| Св. 16…25 | Св. 100…250 |
| Крупные | Св. 25 | Св. 250…600 | 800 х 630 х 500 и бо- лее | 1300x1000x60  0 и более |
| Св. 600…1000 |
| Св. 1000…  …1600 |
| Св. 1600 |

В зависимости от массы стержней и объема программы выбирается стержневое оборудование. На участке могут изготовляться стержни одной или нескольких групп. Стержневое отделение может состоять из одного или нескольких участков. Стержневые участки отделения комплектуются стержневыми машинами (пескодувными, пескострельными автоматами), автоматизированными или механизированными стержневыми линиями.

При проектировании принимается число стержневых машин, линий и другого оборудования отличное от расчетного, так как учитывается ко- эффициент загрузки оборудования. Рекомендуемый коэффициент загрузки

- 0,69...0,85; при этом коэффициент загрузки стержневого оборудования должен быть *ниже или равен* соответствующему коэффициенту для фор- мовочного оборудования. Это необходимо для того, чтобы стержневое от- деление не задерживало работу формовочно-сборочных участков цеха.

При получении неудовлетворительного распределения стержней между потоками и участками стержневого отделения и большой неравно- мерности загрузки оборудования (чрезмерно низкий или высокий *kз*) *сле- дует произвести перераспределение потоков или выбрать другое подхо- дящее оборудование и повторить расчеты до достижения оптимального решения.*

* 1. Изготовление стержней на машинах

Основанием для выбора стержневой машины (автомата) является выбранный технологический процесс, масса стержня и максимальные раз- меры стержневого ящика. Тип (модель) стержневой машины выбирается из числа современных выпускаемых серийно или планируемых к выпуску машин по каталогам и рекламным проспектам фирм Disamatik, Laempe, АНВ и другим источникам.

Количество стержневых машин *NМ* для каждого технологического потока определяется по формуле:

*N*  *Nс*  *Кн*

*М* *Тд*  *q*  *м*

, (5.1)

где *NС* – годовое количество стержней данного технологического

потока, шт,

*Тд* – действительный годовой фонд времени работы стержневой машины, ч,

*м* – количество стержней в одном стержневом ящике, шт, *м* = 1…4,

*q* – производительность стержневой машины, циклов/ч,

*Кн* – коэффициент неравномерности работы стержневой машины,

*Кн* = 1,3…1,4.

В случае если часовая производительность многопозиционной стержневой машины не известна, то ее можно определить по времени цик- ла работы:

*q*  3600  *n*  *м* , (5.2)

*Tц*

где *n* – число позиций машины,

*м* – количество стержней в одном стержневом ящике, шт,

*Тц* – время цикла, с.

* 1. Изготовление стержней на стержневых линиях

При проектировании современных литейных цехов целесообразно полностью механизировать и автоматизировать изготовление стержней пу- тем применения поточных комплексно – механизированных и автоматизи- рованных линий [8, 16–18].

На базе стандартных линий можно спроектировать стержневые ли- ний с другой производительностью и габаритами, рассчитав необходимые технические данные отдельных участков линий и производительность сме- сителя [5, 8, 10].

Количество стержневых линий *NЛ*, необходимых для выполнения программы, рассчитывается по формуле:

*Nл*  *Q* 1000 , (5.3)

*m*  *q* *TД* 

где *Q* – проектная мощность технологического потока стержней, т

*m* – средняя масса стержней в одном стержневом ящике, кг, *ТД* – годовой действительный фонд времени работы лини, ч; *q* – часовая производительность стрежневой линии, съемов/ч

*–* коэффициент неравномерности потребления стержней,

*( =* 0,7…0,9).

* 1. Изготовление стержней смесителями из самотвердеющих смесей

Изготовление средних и крупных по массе стержней в стержневых ящиках на плацу из ХТС при помощи отдельно установленных лопастных смесителей целесообразно в условиях мелкосерийного и единичного про- изводства.

Тип (модель) смесителя можно выбрать из числа современных вы- пускаемых смесителей по каталогам и рекламным проспектам фирм Spartan, WEBAC, FAT COMBIMIX.

Потребное количество смесителей для изготовления форм из холод- ных самотвердеющих смесей (ХТС) определяют по формуле:

*Nп*  *Q*  *Кн* , (5.4)

*Тд*  *q*

где *Q* – масса стержней на годовую программу по данному техноло- гическому потоку,

*Тд* – действительный годовой фонд времени работы смесителя, ч,

*q* – производительность смесителя, т/ч,

*Кн* – коэффициент неравномерности работы смесителя (*Кн =* 1,3…1,4).

* 1. Сушка стержней

С целью повышения прочности и газопроницаемости стержней, из- готовленных из песчано-глинистых, песчано-жидкостекольных и некото- рых других стержневых смесей применяется тепловая сушка; так же необ- ходимо осуществлять сушку противопригарных покрытий на водной осно- ве, если стержни изготавливаются из смесей, не требующих сушки. Сушка может производиться в камерных, этажерочных, тележечных сушилах пе- риодического действия, либо в различных конвейерных сушилах непре- рывного действия. При необходимости сушки стержней в стержневом от- делении следует предусмотреть установку сушил и распределить стержни по сушилам с учетом размеров и требуемого режима сушки.

Расчет количества сушил производится по формулам:

- для конвейерных сушил:

*n*  *S*  *t*  *l*  *KH*

  *n*  *TД*  *LK* 

, (5.5)

- для камерных сушил:

*n*  *V*  *t*  *KH*

*VC*  *TД* 

, (5.6)

где *S* – площадь сушильных плит на годовую программу, м2; (см.

формулу 5.7),

*t* – время цикла сушки или подсушки стержней, ч;

*l* – расстояние между этажерками конвейерного сушила, м;

– площадь одной полки этажерки, м2;

*п* – число полок на этажерке;

*TД* – действительный фонд времени работы сушила, ч;

*Lк –* длина конвейера в зоне сушила, м;

- коэффициент заполнения объема сушила (0,75…0,92);

*V-* годовой объем стержней (с учетом брака), м3;

*VС—* объем сушила, м3.

*КН –* коэффициент неравномерности работы сушила.

Время цикла сушки или подсушки стержней принимается в зависи- мости от типа стержневой смеси и массы стержней, подвергаемых сушке. Действительный фонд времени работы сушила, особенно для средних и крупных стержней, целесообразно принимать для трехсменного режима.

Пользуясь формулой (5.5) можно определить необходимую длину проходного сушила, встроенного в комплексную линию; из формулы (5.6) можно рассчитать необходимый объем камерного сушила.

* 1. Расчет площади стержневого отделения

Величина площади стержневого отделения зависит от серийности производства, габаритов стержней и установленного оборудования. В це- хах массового и крупносерийного производства с использованием автома- тических и механизированных линий площади стержневых отделений со- ставляют 50…100 % от площади формовочного отделения. При изготовле- нии стержней на плацу расчет площадей может производиться по количе- ству рабочих мест. По укрупненным показателям площадь на одно рабочее место составляет для мелких стержней – 6 м2, средних 8 м2, крупных – 12 м2. Площадь каркасного отделения принимается в зависимости от мощ- ности цеха: при мощности цеха 10...20 тыс. т/г площадь участка равна 15...24 м2; при мощности 20...50 тыс. т/г – 24... 120 м2.

В составе стержневого отделения необходимо предусмотреть также площади для хранения суточного запаса стержней и стержневых ящиков.

Полезная площадь для хранения суточного запаса готовых стержней для каждого технологического потока *SСТ* находится по формуле:

*SСТ*

 *T*16  *S*  *K*1 , (5.7)

*P*

где *Т16* – суточное количество стержней, шт,

*S* – площадь, занимаемая самым большим стержнем, м2,

*K1* – коэффициент усреднения размеров стержня,

*P* – этажность хранения стержней.

Суточное количество стержней на программу по данному потоку *Т16*

определяется:

*T*16

 *N*  *h* , (5.8)

*TН*

где *N* – годовое количество стержней на программу, шт,

*ТН –* номинальный фонд времени работы стержневого участка, ч,

*h* – количество рабочих часов в течение суток, ч (для двухсменного режима работы *h* = 16).

Общая площадь хранения суточного запаса стержней с учетом про- ходов рассчитывается по формуле:

*SОБЩ*

 *S*  *f* , (5.9)

где *f* — коэффициент, учитывающий проходы (*f* = 1,5…2,0).

Полезная площадь для хранения стержневых ящиков *SЯ* можно опре- делить:

*S*  *TЯ*  *S*  *K*1  *K* 2  *K*3 , (5.10)

*Я* *P*

где *ТЯ* – суточное количество стержневых ящиков, шт;

*S –* площадь, занимаемая самым большим стержневым ящиком, м2;

*K1* – коэффициент усреднения размеров ящика;

*K2* – коэффициент серийности литья;

*K3* – коэффициент повторяемости стержня на форму;

*P* – этажность хранения стержневых ящиков.

Значения коэффициентов для расчета площадей хранения стержней и стержневых ящиков в условиях мелкосерийного и индивидуального про- изводства приведены в [1].

Суммарная площадь склада для хранения суточного запаса готовых стержней с учетом проходов определяется по формуле, аналогичной (5.9).

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

В стержневом отделении организуется комплектовка и контроль ка- чества стержней. Готовые стержни транспортируются в формовочные от- деления с помощью подвесных замкнутых конвейеров, толкающих кон- вейеров с автоматическим адресованием, электрокар на стержневых пли- тах, этажерках или коробах.

Все расчетные данные по стержневому отделению сводятся в табл. А.5.

* 1. Содержание отчета

На основе анализа данных, полученных при выполнении практиче- ских работ №1, №2 и №4 произвести расчет количества и массы стержней на годовую программу, назначить технологические потоки. Обосновать выбранные технологические процессы изготовления стержней, произвести выбор технологического оборудования. и рассчитать его количество. Рас- считать площади складов для хранения стержней и оснастки. Выбрать ос- новное подъемно-транспортное оборудование, разработать схему разме- щения оборудования в проектируемом отделении.

* 1. Вопросы для самоконтроля

1. Как производится расчет программы стержневого отделения цеха в условиях массового или крупносерийного производства?
2. Как производится расчет программы стержневого отделения цеха в условиях мелкосерийного и единичного производства?
3. Зачем производится разбивка номенклатуры стержней на техноло- гические потоки?
4. На основании чего определяется выбор технологических процес- сов изготовления стержней
5. Какие характеристики стержней определяют выбор модели стерж- невого автомата или стержневой линии
6. Как связаны время цикла стержневого автомата с его производи- тельностью
7. Как можно, не меняя исходных данных, получить другое расчет- ное количество оборудования
8. Почему коэффициент загрузки стержневого оборудования должен быть меньше или равен коэффициенту загрузки формовочного оборудования?
9. В каких случаях принимается решение о необходимости установки в стержневом отделении сушил?
10. Почему при расчетах количества сушил допускается проводить расчеты, применяя трехсменный режим работы?
11. Как транспортируются стержни в формовочное отделение
12. Как можно определить необходимую длину проходного сушила, встроенного в комплексную линию?
13. Каким образом можно рассчитать необходимый объем камерно- го сушила?

6 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СМЕСЕПРИГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ**

**Цель работы –** закрепление теоретических знаний и приобретение умений и практических навыков при разработке проекта смесеприготови- тельного отделения литейного цеха.

* 1. Общие положения

Для проектирования смесеприготовительного отделения и определе- ния необходимого количества оборудования для приготовления смесей требуется знать годовую потребность в формовочных и стержневых сме- сях. Централизованные смесеприготовительные участки проектируют в составе цехов только в том случае, когда проектом предусмотрены техно- логические процессы изготовлением форм и стержней с применением пла- стично-вязких смесей (песчано-глинистых, песчано-масляных, песчано- жидкостекольных).

В случае применения в формовочном и стержневом отделениях хо- лоднотвердеющих смесей, смесеприготовительное отделение в проектиру- емом цехе не предусматривается и отдельных расчетов оборудования для приготовления формовочных и стержневых смесей проводить не следует.

* 1. Определение годовой потребности в смесях

Общий расход смесей на годовую программу определяется по дан- ным расчетов формовочных и стержневых отделений и рассчитывается раздельно по видам смесей.

В условиях крупносерийного производства при наличии точной про- граммы (табл. 1.1) расчет необходимого расхода смесей производится по видам и по размерам форм для каждого наименования отливки.

Объем уплотненной формовочной смеси в одной форме можно вы- числить по формуле:

*VФ*.*СМ*

 *VФ*  *VМЕТ*

 *VСТ* , (6.1)

где *Vф.см* – объем уплотненной формовочной смеси в форме, м3;

*Vф*. – объем формы, м3;

*Vмет* – объем металла в форме, м3;

*Vст*. – суммарный объем стержней в форме, м3.

Объем формы вычисляется по размерам в свету применяемых опок. Объем металла в форме можно определить по массе заливаемого жид-

кого металла:

*V*  *М Ж*

, (6.2)

*МТ* 

где *МЖ –* масса жидкого металла в форме, кг,

– плотность заливаемого сплава, кг/ м3.

Суммарный объем стержней в форме вычисляется по формуле:

*Vст*

*r*

(*mст*  *nст* ) *j*  *nотл*



*j*1

,



*ст*

(6.3)

где *mст* – масса *j*-того стержня, кг,

*nст* – количество стержней *j*-того наименования (номера) в отливке, шт,

*nотл* – количество отливок в форме, шт,

*ст* – плотность стержня, кг/м3,

*r* – количество номеров стержней в отливке, шт.

Годовая потребность в уплотненной формовочной смеси определя- ется по формуле:

*у ф*.*см*.

*V*

*z*

  (*Vф*.*см*.

*i*1

* *Nф* )*i*

(6.4)

*У*

где *V*

*ф.см*.

* годовой объем уплотненной формовочной смеси для

данной отливки, м3/г,

*Nф* – годовая потребность форм для *i*-той отливки с учетом брака от- ливок и брака форм, форм/г;

*z* – количество наименований отливок.

Для расчетов можно применять следующие значения плотностей:

* уплотненная формовочная (облицовочная, наполнительная, единая) или стержневая смесь – 1500…1820 кг/м3;
* неуплотненная формовочная или стержневая смесь – 1100…1250 кг/м3;
* жидкие самотвердеющие смеси – 1300…1400 кг/м3.

При наличии точной или приведенной программ результаты расчета требуемых объемов формовочных смесей рекомендуется представлять раздельно для каждого типоразмера опок в соответствии с расчетами фор- мовочного отделения (таблица А.6).

В условиях мелкосерийного и индивидуального производства при отсутствии точных данных пользуются средними нормами расхода смесей на 1 т годных отливок в зависимости от их массы и размера выбранных опок [1, 4].

Требуемые объемы стержневых смесей для выполнения годовой программы определяются по данным расчетов стержневого отделения (практической работы 5).

Для расчета количества смесителей требуется знать объем неуплот- ненной смеси. Расчетный объем неуплотненной формовочной смеси ори- ентировочно можно определить по выражению:

*Н*

*V*

 *V*

*ф*.*см*

*у ф*.*см*.

* 0,757 , (6.5)

*Н*

где *V*

*ф.см*.

* годовой расчетный объем неуплотненной формовочной

смеси, м3/г,

*У*

*V*

*ф.см*.

* годовой объем уплотненной формовочной смеси, м3/г.
  1. Определение количества смесителей

Расчеты количества смесителей для приготовления формовочных и стержневых смесей можно проводить по формуле 4.3.

Производительность смесителя может указываться в м3/ч, тогда необходимо перевести ее в т/ч по заданной плотности неуплотненной сме- си. Если в справочнике указан лишь объем замеса, производительность смесителя можно вычислить, задавая время перемешивания.

При расчетах количества смесителей следует обращать внимание на то, что их коэффициент загрузки не должен превышать коэффициент за- грузки формовочного и стержневого оборудования. Все расчетные данные по смесеприготовительному отделению цеха сводятся в таблицу А.7.

Зная составы и расчётный годовой расход формовочных и стержне- вых смесей, составляют форму состава и годового расхода компонентов (таблица А.8). Результаты этих расчетов используются в расчётах складов и оборудования для подготовки исходных материалов. Типовые составы формовочных и стержневых смесей приведены в справочной литературе.

* 1. Расчеты транспортного оборудования участка

Для подачи сыпучих материалов (сухой песок, сухая молотая глина и др.) в бункера над бегунами рекомендуется применять пневмотранспорт. Подготовленная оборотная смесь транспортируется с помощью ленточных конвейеров. Жидкие компоненты смесей (крепители, эмульсии, вода) по- ступают в бегуны по трубопроводам. Подача готовых песчано-глинистых формовочных и стержневых смесей от смесеприготовительных участков к местам потребления осуществляется ленточными конвейерами.

Для расчета вспомогательного оборудования, в частности машин не- прерывного транспорта, требуется знать состав формовочных и стержне- вых смесей.

Ширина ленты ленточного конвейера для транспортирования свежих формовочных материалов, а также формовочных смесей (свежих и отрабо- танных) может рассчитываться по следующей формуле:

*L*   

*q*  *f*

  

, (6.6)

где – коэффициент, учитывающий вид передаваемых компонен- тов смесей ( = 0,08 – для сухих компонентов; = 0,045…0,06 – для сы- рых компонентов),

*q* – необходимая производительность ленточного конвейера, т/ч,

*f* – коэффициент, учитывающий неравномерность подачи материала на ленту и наклон конвейера (*f* = 2,5…3,0 – для конвейеров от смесителей; *f* = 1,5…2,5 – для транспортирования отработанной смеси из-под выбив- ных решеток; *f* = 1,15…1,25 – для наклонных конвейеров с углом наклона более 150; *f* = 1,0 – для конвейеров с углом наклона до 150),

* скорость движения ленточного конвейера, м/с (устанавливается из ряда значений 0,250; 0,400; 0,500; 0.630; 0,800; 1,000; 1,250; 1,600;

2,000),

* объемная масса транспортируемого материала, т/м3 (кварцевый песок – 1,5, молотая глина – 1,0; отработанная и свежая смесь – 1,2…1,4; феррохромовый шлак – 1,1; каменный уголь (в порошке) – 0,7…0,8; дре- весные опилки – 0,3…0,4).

Расчетные значения *L* округляются до ближайших значений: 300,

400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000, 2500, 3000 мм.

* 1. Содержание отчета

На основе анализа данных, полученных при выполнении практиче- ских работ №4 и №5 произвести расчет количества формовочных и стерж- невых смесей на годовую программу цеха. Обоснованно выбрать и рассчи- тать количество смесеприготовительного оборудования. Назначить соста- вы и произвести расчет количества исходных компонентов смесей. Рассчи- тать необходимые технологические параметры транспортного оборудова- ния (ленточные конвейеры, элеваторы и т. д.). Разработать схему размеще- ния оборудования в смесеприготовительном отделении.

* 1. Вопросы для самоконтроля

1. Как производится расчет расхода формовочных смесей в условиях массового или крупносерийного производства при наличии точной про- граммы?
2. Как производится расчет расхода формовочных смесей в условиях мелкосерийного и единичного производства?
3. Каким образом определяется годовое количество исходных ком- понентов формовочных и стержневых смесей?
4. Как определяется годовой объем неуплотненной формовочной смеси?
5. На основании чего выбирается тип и модель смесеприготовитель- ного оборудования?
6. Каким образом можно определить производительность выбранно- го смесителя, если она не указана в паспортных данных?
7. Какой транспорт применяется в смесеприготовительных отделе- ниях литейных цехов и для каких целей?
8. Каким образом определить необходимую производительность ленточного конвейера?
9. Какие данные необходимы для расчета ширины ленты транспор- тирующего конвейера?
10. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕРМООБРУБНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ**

**Цель работы –** закрепление теоретических знаний и приобретение умений и практических навыков при разработке проекта термообрубного отделения литейного цеха.

* 1. Общие положения

В термообрубном отделении могут выполняться следующие операции:

* + 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.);
  + очистка литья от пригара и окалины (галтовочными барабанами, дробеструйным, дробеметным, вибрационным, гидравлическим, химическим, электрогидравлическим, электрохимическим, газовым и другими методами);
  + удаление стержней из отливок, которое частично или полностью для некоторых отливок происходит во время их очистки, а для трудноуда- ляемых стержней – на вибрационных установках, в гидравлических и элек- трогидравлических камерах;
  + обрубка и зачистка отливок пневматическими молотками и зубила- ми, специальными установками, снабженными абразивными кругами, спе- циальными вибрационными машинами и на заточных шлифовальных станках;
    - исправление дефектных отливок;
    - термическая обработка отливок. Если термообработка отливок производится в печи без защитной атмосферы, после охлаждения отливок иногда требуется повторная их очистка для удаления окалины;
    - грунтовка отливок для предохранения их от коррозии (в проходных или тупиковых окрасочных камерах);
    - контроль отливок (промежуточный – в процессе очистки, обрубки и зачистки литья, и окончательный – перед грунтовкой). Вид контроля устанав- ливается в зависимости от служебных свойств, предъявляемых к отливкам.

*Не каждая отливка, даже в одном и том же литейном цехе, под- вергается всем или одним и тем же из перечисленных операций.* Поэтому при проектировании отделения целесообразно предусматривать для каж- дой группы отливок требуемые технологические операции.

Отливки, выбитые из литейных форм, проходят определенный по длительности цикл охлаждения. Нормы времени остывания отливок (на конвейере или площадке) используются при расчете (определении скоро- сти, длины пути) пластинчатых или подвесных конвейеров для транспор- тирования горячих отливок с мест выбивки в термообрубное отделение.

Проектирование термообрубного отделения начинается с анализа но- менклатуры отливок и выполнения последовательно следующих операций:

* + - разбивки всей номенклатуры отливок на группы с одинаковыми операциями (оборудованием), которая осуществляется с учетом вида спла- ва и массы отливок, их конфигурации, серийности производства и требо- ваний, предъявляемых к качеству отливки;
    - установления оптимальной мощности потока для каждой группы;
    - выбора рационального технологического процесса и оборудования для данной группы;
    - расчета и компоновки оборудования и рабочих мест, т. е создания технологической линии.

В массовом и крупносерийном производстве оборудование распре- деляется на основании подетальных расчетов (табл. А.9), а в серийном, мелкосерийном и единичном – по укрупненным показателям для отдель- ных групп отливок. При проектировании отделения отливки, обрабатыва- емые однотипными операциями, объединяются в группы (табл. А.10).

В каждой группе необходимо стремиться организовать поток, т.е. непрерывный техпроцесс, включающий последовательное расположение соответствующего оборудования, связанного между собой конвейерами или другим транспортным оборудованием.

Марку, производительность и другую характеристику рассчитывае- мого оборудования можно принимать по справочным данным [4-6, 9, 11, 14], данным каталогов оборудования и др.

При расчетах количества обрубного и зачистного оборудования для цехов массового и крупносерийного производства, предпочтительнее предусматривать использование возможно более производительных авто- матов и установок, поскольку при прочих равных условиях они обеспечи-

вают наилучшие экономические показатели – по занимаемой производ- ственной площади, металлоёмкости, расходу энергии и заработной плате на единицу выпускаемой продукции. Из соображений уменьшения риска остановки цеха при выходе из строя оборудования, а также из-за вероятно- сти значительных потерь рабочего времени в связи с большой длительно- стью их планового ремонта, количество такого оборудования должно при- ниматься не менее двух единиц.

В условиях мелкосерийного и единичного многономенклатурного производства, а также в цехах и на участках малой мощности ввиду низкой загрузки оборудования желателен выбор возможно меньшего числа типов оборудования, предусматриваться его установка по одной единице.

* 1. Расчет количества оборудования для финишных операций

Расчет количества однотипного оборудования (гидрокамер, галто- вочных барабанов, установок электрогидроочистки и т. п.) имеющего раз- мерность производительности (т/ч) выполняется по формуле:

*N*  *Q*  *Кн* , (7.1)

*Тд*  *q*

где *Q* – масса отливок на годовую программу, подвергаемых обра- ботке на данном оборудовании, т,

*Тд* – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч,

*q* – производительность оборудования, т/ч,

*Кн* – коэффициент неравномерности работы (*Кн =* 1,3…1,4).

Для расчета количества зачистного оборудования, имеющего раз- мерность производительности (отливок/ч), используется формула:

*n*  *No*  *Kн*  *n*1 , (7.2)

*Tд*  *q*  *n*2

где *N0* – годовое количество отливок, зачищаемых на данной зачист- ной установке, шт,

*n1* – количество зачищаемых поверхностей в отливке,

*Tд* – действительный фонд времени работы зачистной установки, ч, *n2* – количество одновременно зачищаемых на станке поверхностей, *q* – производительность зачистной установки, отл/ч,

*Кн –* коэффициент неравномерности работы оборудования

(*Кн =* 1,3…1,4).

Производительность зачистного оборудования так же может указы- ваться в килограммах счищаемого с отливки металла в час. В этом случае расчетное количество зачистных машин можно определить по формуле:

*n*  *No*  *Kн*  *m* , (7.3)

*Tд*  *q*

где *N0* – годовое количество отливок, зачищаемых на данном обору- довании, шт,

*m* – масса остатков литников, приходящаяся на одну отливку, кг/отл

(принимается 0,5…2% от массы отливки),

*q* – производительность машины, кг/ч,

*Tд –* действительный фонд времени работы, ч.

В паспортных характеристиках оборудования для отделения прибы- лей от отливок (станки для механической резки прибылей, установки для электроконтактной, кислородной и плазменной резки и т.п) вместо произ- водительности часто указана скорость реза в миллиметрах в минуту или в секунду. В этом случае скорость реза следует пересчитать в метры в час и количество установок рассчитать по эмпирической формуле:

*n*  *No*  *Kн*  *z* , (7.4)

*Tд* 

где *N0* – годовое количество отливок на годовую программу, подвер- гаемых обработке на данном оборудовании, шт,

*Тд* – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч,

*z* – эмпирический коэффициент (табл 7.1),

– скорость реза, м/ч,

*Кн* – коэффициент неравномерности работы (*Кн =* 1,3…1,4).

*Таблица 7.1 – Значения коэффициента z*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Масса отливок, кг | Преобладающая толщина стенки отливки, мм | Значения коэффициента *z* |
| До 50 | До 20 | 0,065…0,085 |
| Св. 20…35 | 0,08…0,10 |
| Св. 35 | 0,095…0,12 |
| Св.50…100 | До 20 | 0,085…0,11 |
| Св. 20…50 | 0,09…0,16 |
| Св. 50 | 0,15…0,30 |
| Св.100…500 | До 30 | 0,20…0,60 |
| Св. 30…50 | 0,56…0,76 |
| Св. 50 | 0,74…0,90 |
| Св.500…1000 | До 30 | 0,55…0,80 |
| Св. 30…60 | 0,65…0,9 |
| Св. 60 | 0,70..1,10 |
| Св.500…1000 | До 40 | 0,9…1,2 |
| Св. 40…60 | 1,0…1,35 |
| Св. 60 | 1,25…1,6 |
| Св.1000…5000 | До 40 | 1,70…1,90 |
| Св. 40…80 | 1,75…2,00 |
| Св. 80 | 1,80…2,15 |
| Св.5000 | До 50 | 1,75…2,10 |
| Св. 50…90 | 1,8…2,15 |
| Св. 90 | 2,0…2,20 |

* 1. Расчет количества термических печей

Для отливок из стали, ковкого чугуна и других сплавов в очистных от- делениях предусматриваются участки для термической обработки отливок. Вид термической обработки обуславливается технологическими условиями на отливки. В массовом производстве и крупносерийном производстве при- меняются методические печи толкательного, конвейерного, элеваторного и туннельного типов, а в серийном и единичном производстве – камерные тер- мические печи периодического действия. Возможно также использование шахтных электрических печей. Режим термической обработки отливок опре- деляется по технологическим картам или справочной литературе.

Производительность термической печи камерного типа определяется площадью пода, удельной нагрузкой на 1м2 площади и продолжительно- стью цикла термической обработки:

*q*  *m*  *F* , (7.5)

*t*

где *т* – удельная нагрузка на 1 м2 площади пода печи, т,

*F –* площадь пода печи, м2,

*t* – продолжительность цикла термообработки, включая время на за- грузку и выгрузку печи, ч.

Продолжительность цикла определяется выбранным режимом тер- мообработки для конкретного технологического потока отливок. Площадь пода и удельная нагрузка на 1м2 площади – по справочным данным.

Необходимое количество термических печей и их типы определяют- ся раздельно для каждого вида термообработки по формуле:

*N*  *Q*  *Кн* , (7.6)

*Тд*  *q*

где *Q* – масса годных отливок на годовую программу, подвергаемых термической обработке, т,

*Тд* – действительный годовой фонд времени работы печи, ч,

*q* – производительность печи, т/ч,

*Кн* – коэффициент неравномерности работы (*Кн =* 1,3…1,4).

При длительных циклах термообработки действительный фонд вре- мени работы термической печи целесообразно принимать для трехсменно- го режима. В случаях термической оброботки тяжелых отливок следует принимать во внимание, что отделение прибылей от отливок проводят по- сле проведения операции термообработки.

При расчетах количества оборудования термообрубного отделения коэффициент загрузки *kз* принимают обычно 0,65…0,85. Если величина *kз* оказывается неудовлетворительной (слишком малой или выше верхнего

рекомендуемого предела), выбирают другой тип оборудования или пере- группировывают программу.

На основании расчетов количества оборудования определяется необхо- димая для его размещения площадь и производится компоновка отделений.

Готовые отливки хранятся на складах готового литья в стеллажах, ящиках на полу. В литейных цехах предусматриваются также промежу- точные склады отливок до и после термообработки, комплектовочный склад готового литья. Нормы для расчета промежуточных складов отливок до и после термической обработки приводятся в литературе [1, 5].

Количество мостовых кранов термообрубного отделения и их реко- мендуемая грузоподъемность в зависимости от массы обрабатываемых от- ливок устанавливаются по нормативам [1] или из расчета длины участка, обслуживаемого одним краном. Необходимое число кран-балок и электро- талей, подвесных цепных конвейеров и другого подъемно-транспортного оборудования устанавливается при компоновке отделения, а их располо- жение и трассы – с учетом необходимости создания кратчайших техноло- гических потоков.

* 1. Содержание отчета

На основе анализа производственной программы разбить всю номен- клатуру отливок на технологические потоки с оптимальной мощностью, выбрать рациональные технологические процессы для финишной обработ- ки. Произвести обоснованный выбор необходимого технологического и транспортного оборудования и рассчитать его количество. Разработать схему размещения оборудования в термообрубном отделении.

* 1. Вопросы для самоконтроля

1. Какие операции могут выполняться в термообрубном отделении?
2. Какие существуют способы отделения литниково - питающих си- стем от отливок?
3. Какие самые распространенные способы очистки отливок?
4. По каким признакам выбирается оборудование для очистки отли- вок при различных условиях серийности производства?
5. Какими способами можно определить количество необходимого однотипного зачистного оборудования?
6. От чего зависит производительность термической печи? Каким образом она определяется?
7. Как можно избежать повторной очистки отливок после термиче- ской обработки?
8. В чем состоит особенность расчетов количества оборудования для отделения прибылей от отливок?
9. Каким образом определяется количество мостовых кранов для термообрубного отделения?
10. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДОВ ШИХТОВЫХ И ФОРМОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Цель работы –** закрепление теоретических знаний и приобретение умений и практических навыков при разработке проекта складов шихто- вых и формовочных материалов литейного цеха и участков подготовки ис- ходных материалов.

* 1. Общие положения

Характерной особенностью литейного производства является по- требление большого количества исходных материалов. На 1 т годного ли- тья потребляется до 3…5 т различных материалов. Общезаводские склады, обслуживают все или несколько цехов завода, организуются на небольших заводах, потребляющих исходные материалы в небольших количествах. На крупных заводах организуются прицеховые склады.

Для машиностроительных заводов склады формовочных, шихтовых материалов, топлива и флюсов рекомендуется проектировать при литей- ных цехах. В зависимости от производственной мощности цеха склады шихтовых и формовочных материалов бывают объединенные (при произ- водственной мощности цеха до 15…20 тыс. т годных отливок) и самостоя- тельные (раздельные).

Все формовочные и шихтовые материалы рекомендуется хранить в закрытых помещения. Склады шихтовых материалов могут не отапливать- ся. Формовочные материалы надо хранить при температуре не ниже +50С. В южных малоснежных районах металлические материалы можно хранить на открытых площадках.

Формовочные пески хранятся в железобетонных закромах, заглублен- ных в землю на 2,5…4,0 м или металлических и железобетонных бункерах. Большой запас сухих песков рекомендуется хранить в железобетонных или металлических силосах вне здания цеха. Сырая глина хранится в приемных ямах или железобетонных закромах, сухая молотая глина и бентонит – в за-

крытых металлических бункерах и емкостях. Жидкие связующие хранятся в цистернах и специальных емкостях в отапливаемых помещениях.

Чушковые чугуны – в закромах или штабелях. Каждая марка чугуна

– отдельно. Чугунный и стальной лом хранится на вымощенных бетониро- ванных площадках или в закромах, раздельно по видам и габаритам. Чуш- ки цветных металлов – на поддонах в грузовых пакетах в закрытом поме- щении. Стружка и отходы цветных металлов – в металлических закрыва- ющихся ящиках по сплавам, виду и качеству. Ферросплавы – в закромах, в контейнерах или в таре поставщика в закрытом помещении. Кокс – в за- кромах, приемных ямах.

Флюсы – в контейнерах или в таре поставщика в закрытом помещении. Огнеупоры – в закрытых складах в контейнерах, пакетах или штабе-

лях на площадках.

Между штабелями различных материалов в чушках или пакетах должны быть проходы шириной 1 м. Проходы для людей на шихтовом дво- ре не должны проходить в зоне действия магнитных и грейферных кранов.

Величина запаса различных материалов на складе зависит от клима- тического пояса, в котором размещен цех, вида материала, мощности цеха и колеблется: для металлических материалов от 15 до 45 дней; для песка и глины – от 20 до 120 дней.

Количество основных материалов (шихтовых и формовочных), хра- нящихся на складе, определяется согласно расчетам плавильного и смесе- приготовительного отделений.

* 1. Расчет количества вспомогательных материалов и огнеупоров

К вспомогательным материалам для производства жидкой стали и чугуна относятся шлакообразующие материалы, раскислители и окислите- ли: шамот, плавиковый шпат, известняк и др. В зависимости от типа сплава, способа получения и емкости печи, среднее количество шлакообразующих материалов определяется их расходом на 1т жидкого металла (табл. 8.1).

*Таблица 8.1 – Нормы расхода вспомогательных материалов для вы- плавки металла, кг/т*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Материа- лы | Тип сплава | | | |
| Углеродистые стали | Низко- и  среднелегиро- ванные стали | Высоколеги-  рованные ста- ли | Чугун, в т.ч. ВЧШГ |
| Известняк | 50…65 | 45…65 | 35…70 | 0…35 |
| Шамот-  ный бой | 0…8 | 0…8 | 3…6 | 0…6 |
| Плавико-  вый шпат | 0…12 | 0…12 | 3…6 | 0…15 |

Расход окислителей (окатыши или окалина), применяемых при плав- ке с окислительным периодом, составляет 3…9 кг/т жидкого для сплавов, получаемых методом окисления в зависимости от марки выплавляемой стали.

Нормы расхода огнеупорных материалов для ремонта плавильных печей и разливочных ковшей приведены в табл. 8.2.

*Таблица 8.2 – Нормы расхода огнеупорных материалов для выплавки металла, кг/т*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материалы | Расход материалов | | | | | | |
| Стальное литье | | | Чугунное литье | | | |
| Ремонт дуговых печей | Ремонт индук- ционных  печей | Ремонт ковшей | Ремонт дуговых печей | Ремонт индукци- онных  печей | Ремонт ковшей | Ремонт вагранок |
| Кирпич  шамотный | 15…25 | - | 9,7…  …9,8 | 12…20 | - | 6,0…8,5 | 10,0 |
| Кирпич  динасовый | 7,0…9,5 | - | - | - | - | - | - |
| Кирпич пе-  риклазовый | 6,5…7,5 | - | - |  |  |  |  |
| Кирпич хромопери-  клазовый | 6,5…7,5 | - | - |  |  |  | 2,0 |
| Порошок  периклазо- вый | 1,2…1,5 | - | - | - | - | - | 2,5 |
| Картон  асбестовый | 1,0 | 2,0…5,0 | 0,1…  …0,2 | 0,8 | 2,0…4,0 | 0,21 | - |
| Кварц  молотый | - | 24…35 | - | 10 | 20…34 | - | - |
| Стопорный  припас | - | - | 6,0…  …9,0 | - | - | - | - |

Для термических печей укрупненная норма расхода огнеупрных ма- териалов при термообработке стального литья составляет: кирпич шамот- ный для футеровки пода стен и свода печей – 5,3 кг на 1 т термообрабаты- ваемого литья; картон асбестовый – 2,5.

Расход кокса при плавке чугунов в коксовых вагранках принимают 12…15% от массы металлической части шихты, причем больший расход относится к вагранкам малой производительности.

Расход количества всех вспомогательных материалов на годовую программу устанавливают на основании принятых нормативных данных по каждому виду материала (на 1т годного литья или жидкого металла) в соответствии с табл. 8.3.

* 1. Расчет площадей для хранения материалов

Исходной базой для проектирования складов служат результаты рас- четов площади закромов для каждого материала и всей площади склада. Эти расчеты должны выполняться в соответствии с нормами проектирова- ния литейных цехов.

*Таблица 8.3 – Расход вспомогательных материалов*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Материал | Назначение | Расход, т, м3 | |
| На 1 т годного  (жидкого металла) | На программу |
| Флюсы | | | |
| Известняк | Раскислитель | 55,0 | 660,0 |
| Окатыши | Окислитель | 4,0 | 48,0 |
| … | … | … | … |
| Всего флюсов | | |  |
| Огнеупоры | | | |
| Кирпич шамот-  ный | Ремонт дуговых  печей | 20,0 | 240,0 |
| Кирпич шамот-  ный | Ремонт ковшей | 9,7 | 116,4 |
| … | … | … | … |
| Всего огнеупоров | | |  |

Этими нормами предусматриваются расход материалов, сроки их хранения, режим работы и фонд времени литейного цеха.

Нормы для расчета складов шихтовых и формовочных материалов в зависимости от климатического пояса и наличия на заводе базисного скла- да приведены в [1]. Расчет площадей для хранения шихтовых и формовоч- ных материалов а также для хранения огнеупоров ведется по формуле:

*F*  1,1...1,25 *f*1 

*f*2  ... 

*fn* , (8.1)

где *f1…fn* – расчетные площади для хранения компонентов шихты и других материалов.

Площади закромов для отдельных компонентов определяются:

*f* *k* *b* , (8.2)

*TН*  *H*  

где *к* – количество компонента на программу, т,

*b* – норма хранения, дней,

*ТН* – годовой номинальный фонд времени работы склада, дней,

*Н* – высота хранения компонента, м,

– насыпная масса компонента, т/м3.

Результаты расчетов площадей складов представляют по форме таб- лицы А.11.

Таблица заполняется в следующем порядке.

1. По результатам расчетов плавильного (табл. 3.2) и смесепригото- вительного отделений (данные из формы А.7), а так же по данным, полу- ченным в результате расчетов количества вспомогательных материалов и огнеупоров (табл. 8.3) заполняются графы 1 и 3.
2. В соответствии с данными, приведенными в [1], выбирают значе- ния и заполняют графы 2, 5, 6 и 7.
3. Суточная потребность для каждого материала (графа 4) определя- ется как частное от деления значения в графе 3 на годовой номинальный фонд времени работы склада.
4. Требуемый запас на складе для каждого материала определяется путем произведения значений в графах 4 и 5.
5. По формуле (8.2) определяют расчетную площадь хранения каж- дого компонента (графа 8).

Так же на площадях складов необходимо предусматривать места для приема и разгрузки материалов. Площадь, занятая внутренними эстакада- ми и местами для разгрузки, определяется длиной склада (длиной проле- та), количеством эстакад и необходимой шириной мест разгрузки:

*FЭ*  *m*  *l*  *n* , (8.3)

где *m* – ширина разгрузки, (6…8), м,

*l* – длина эстакады, м

*n* – количество эстакад.

* 1. Участки подготовки формовочных и шихтовых материалов

Практически все шихтовые и формовочные материалы перед по- ступлением в производство подвергаются подготовительной обработке. Участки подготовки формовочных и шихтовых материалов рекомендуется создавать при складах.

Формовочные пески проходят следующие подготовительные операции.

1. Разрыхление и дробление комьев при получении смерзшегося песка.
2. Просев в полигональных барабанных ситах, где отделяются круп- ные включения и дробятся непрочные комки сырого и ссохшегося песка.
3. Сушка при температуре для кварцевых песков  600 0С, для гли- нистых  200 0С до влажности 0,5…1,0 %. При небольших объемах песков, подвергаемых сушке, применяют барабанные сушила, в других случаях – сушку в пневмопотоке и сушку в кипящем слое.
4. Охлаждение до +30 0С при отсутствии склада сухого песка.
5. Просев через сито.

Глина или бентонит в кусках проходит следующие операции.

1. Измельчение комков на куски размером 70х70 мм.
2. Сушка при температуре  400 0С до влажности 4…5% в барабан- ных сушилах.
3. Размол до частиц менее 1 мм.
4. Просев через сито

При использовании в смесях глинистых суспензий сушка и размол глины исключаются.

Часто в состав участков подготовки формовочных материалов вклю- чаются участки регенерации отработанных смесей.

Шихтовые материалы также подвергаются подготовительным опе- рациям.

Чушковые чугуны разламываются чушколомом. Для автоматической загрузки вагранок диаметром до 1100 мм разламываются все чушки. Для больших вагранок литейные чугуны массой до 25 кг не разламываются, а передельные и специальные – массой до 50 кг разламываются для всех ва- гранок.

Стальной и чугунный лом, как правило, поступают в разделенном виде. При необходимости разделываются копрами и разрезаются аллига- торными ножницами и газовыми резаками.

Собственный возврат – очищается в галтовочных барабанах и в слу- чае необходимости измельчаются на копрах.

Ферросплавы подвергаются дроблению.

Расчет необходимого количества оборудования по подготовке ших- товых и формовочных материалов производится по формулам, аналогич- ным (3.2…3.5). Выбранное количество оборудования должно обеспечивать коэффициент загрузки *К3* = 0,7…0,9. Характеристики сушил для песка и глины, дробилок и мельниц для шихтовых и формовочных материалов, сит и другого оборудования приведены в справочной литературе.

* 1. Содержание отчета

На основе анализа данных, полученных при выполнении практиче- ских работ №3 и №6, определить количество вспомогательных материалов для выполнения программы цеха, рассчитать площади для хранения ших- товых и формовочных материалов и площади складов вцелом. Обосновать выбор необходимого технологического оборудования для участков подго- товки материалов и рассчитать требуемое количество. Обосновать выбор и подобрать подъемное или подъемно-транспортирующее оборудование для складов.

* 1. Вопросы для самоконтроля

1. Каким образом необходимо хранить шихтовые и формовочные материалы
2. Какие материалы относятся к вспомогательным?
3. От чего зависит вид применяемых огнеупорных материалов? Как определяется их количество на годовую программу?
4. На основании каких данных можно определить вид и количество шлакообразующих материалов?
5. Какие данные, используемые в расчете складов, являются основ- ными?
6. От чего зависит величина запаса материалов на складе
7. Какие технологические операции могут выполняться на участке подготовки формовочных материалов
8. Какие технологические операции могут выполняться на участке подготовки шихтовых материалов
9. Перечислите основные средства механизации складов.
10. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА**

**Цель работы –** закрепление теоретических знаний и приобретение умений и практических навыков при разработке проекта реконструкции действующего литейного цеха.

* 1. Общие положения

Разработка проекта реконструкции цеха начинается с анализа зада- ния и исходных данных для проектирования. Эти данные включают в себя: планировку цеха и отдельных его участков, производственную программу, вид сплава отливок, группу сложности, параметры и назначение изготав- ливаемых отливок, уровень требований к качеству литья, характер и осо- бенности предприятия, в составе которого должен функционировать ли- тейный цех, серийность производства.

Расчеты производятся на основании укрупненных технико- экономических показателей по данным предприятия-прототипа и справоч- ным литературным данным.

Рекомендует следующий порядок выполнения работы.

* + 1. Анализ производственной программы цеха, характеристика отли- вок по массе, серийности, литейным сплавам и технологическим потокам изготовления (см. практическую работу№1).
    2. Расчет фондов времени рабочих и основного технологического оборудования всех отделений цеха в соответствии с принятым режимом работы (см. практическую работу№2).
    3. Определение мощности литейного цеха по установленному фор- мовочному оборудованию.
    4. Определение мощности литейного цеха по установленному пла- вильному оборудованию.
    5. Сопоставление мощностей цеха и определение коэффициента несоответствия.

Коэффициент несоответствия мощностей определяется как частное от деления мощностей цеха формовочного и плавильного отделений (меньшая величина делится на большую). Если полученный коэффициент значительно отличается от 1, то дальнейшую разработку проекта рекон- струкции цеха ведут по меньшей величине.

* 1. Определение мощности цеха по установленному формовоч- ному оборудованию

Мощность литейного цеха по установленному формовочному обору- дованию определяется по формуле

*Q*  *Q*1  *Q*2 ...  *Qn* , (9.1)

где *Q1…Qn* – мощности формовочных участков по каждому техноло- гическому потоку изготовляемых отливок.

В соответствии с данными цеха-прототипа вся номенклатура отли- вок, выпускаемых в цехе, распределена на группы по технологическим по- токам или участкам, исходя из габаритов, массы, толщины стенок, сложно- сти конфигурации, класса точности и серийности отливок. При выполне- нии работы количество технологических потоков цеха ориентировочно можно определить по установленному формовочному оборудованию.

В случае, если подлежащий реконструкции литейный цех в своем составе содержит формовочный участок, оборудованный формовочными машинами или комплексно-механизированными линиями для изготовле- ния разовых опочных форм из песчаных смесей, рекомендуется следую- щий порядок расчетов.

1. По паспортным данным установленного оборудования определя- ют его производительность и размеры применяемых на этих машинах

опок. При отсутствии таких данных допускается использовать характери- стики аналогичного оборудования.

1. Рассчитывается количество изготовляемых форм *NФ*, с учетом

75…85 % паспортной производительности.

*N*  *q* *Tд*  *n* (0,75...0,85) , (9.2)

*Ф* 2  *Kн*  *a*

где *q* – паспортная производительность формовочного оборудова- ния, полуформ/ч,

*Тд* – действительный годовой фонд времени работы формовочной оборудования, ч,

*n* – количество однотипных установок,

*Кн* – коэффициент неравномерности работы формовочного оборудо- вания (*Кн =* 1,25…1,35),

*а* – коэффициент, учитывающий брак форм (*а* = 1,02…1,06).

В случае если на линии предусмотрены операции сборки, заливки, охлаждения и выбивки литейных форм, количество изготовляемых в тече- ние года форм можно определить по формуле

*N*  *q* *Tд*  *n* (0,75....0,85) , (9.3)

*Ф* *Kн*  *a*

где *q* – паспортная производительность формовочной линии, форм/ч

1. По данным табл. 4.1 в зависимости от размеров опок определяется средняя металлоемкость одной формы *Мср*. Также металлоемкость формы может быть определена как среднее арифметическое между максимальной и минимальной массами отливок, изготовляемых в данном технологиче- ском потоке.
2. Определяется мощность формовочного участка по годному литью.

*Q*  *NФ*  *Мср*

(9.4)

При изготовлении форм в опоках на плацу из ХТС рекомендуется следующий порядок расчетов.

1. По паспортным данным установленного смесителя определяется его часовая производительность по количеству приготовленной смеси (т/ч).
2. Рассчитывается годовое количество формовочной смеси *МСМ*, при- готовляемое однотипными смесителями.

*MCM*

 *q* *Tд*  *n*  (0,75...0,85)

*Kн*

(9.5)

где *q* – паспортная производительность смесителя, т/ч,

*Тд* – действительный годовой фонд времени работы смесителя, ч,

*n* – количество однотипных смесителей,

*Кн* – коэффициент неравномерности работы.

Если в паспортных данных указан лишь объем замеса, производи- тельность смесителя можно вычислить, задавая время перемешивания.

1. По данным предприятия или справочным данным о нормах расхо- да формовочной смеси на 1 т годных отливок определяется возможный выпуск годного литья, изготовленного с применением этих смесей (мощ- ность формовочного участка по годному литью).

*Q*  *w*  *МCM* , (9.6)

где *w*– удельный расход формовочной смеси на на 1 т годных отливок. При отсутствии информации об удельном расходе формовочной сме-

си сперва определяется годовой объем полученной формовочной смеси *Vсм*.

*V*  *MCM*

, (9.7)

*CM* 

где – плотность ХТС.

По размерам в свету применяемых опок определяется объем одной литейной формы *Vф*.

*Vф*  *l*  *b*  2  *h* , (9.8)

где *l, b, h* – длина, ширина и высота опоки в свету соответственно, м. Определяется годовое количество форм по данному технологиче-

скому потоку.

*NФ* 

*Vcм Vф*  *а*

(9.9)

где *а* – коэффициент, учитывающий брак изготовленных форм.

По данным табл. 4.1 в зависимости от размеров опок определяется средняя металлоемкость формы *Мср* и по формуле (9.4) определяется воз- можный выпуск годного литья.

Расчеты необходимо проводить по каждому типу формовочного оборудования отдельно.

При отсутствии информации об установленном формовочном обо- рудовании мощность формовочного участка ориентировочно определяют по количеству рабочих мест:

*Q*  *Крм*  *Mcp*  *Tpм* , (9.10)

 *ц*

где *Крм* – количество рабочих мест формовочного участка,

*Трм* – годовой фонд времени рабочего места, ч, (см. п.1),

 *ц* – время цикла изготовления отливки в одной форме, ч.

Время цикла изготовления отливки в одной форме определяется в зависимости от средней металлоемкости формы *Мср* по данным [1].

Количество рабочих мест формовочного участка можно определить по следующему выражению.

*Крм* 

*Sф*

(4,5...5)  *Sо*

, (9.11)

где *Sф* – площадь участка формовки, м2, (ориентировочно определя- ется по планировке цеха),

*Sо* – площадь одной опоки в свету, м2.

При наличии в цехе одного или нескольких участков кессонной фор- мовки анализируется полная информация о характеристиках всех кессонов (фонд времени работы участка, количество кессонов, их размеры, средняя металлоемкость, время цикла изготовления отливок и т.д.).

Мощность участка в этом случае можно определить по формуле, ана- логичной (9.10). В случае, если участок кессонной формовки в своем составе имеет кессоны различных размеров, расчеты необходимо проводить по каж- дому типоразмеру кессонов отдельно.

При отсутствии частичной или полной информации о характеристиках кессонов расчеты рекомендуется проводить следующим образом.

1. По планировке цеха ориентировочно определяется общая площадь участка формовки в кесcонах *Sу*.
2. Определяется суммарная площадь всех кессонов *Sк*

*Sк*  *Sу* / 4 . (9.12)

1. По номенклатуре отливок, изготовляемых на участке кессонной формовки определяется средняя металлоемкость одного кессона *Мср*, как среднее арифметическое между максимальной и минимальной массой от- ливок, изготовляемых в данном технологическом потоке. В зависимости от

*Мср* определяется время цикла  *ц*

изготовления отливки в данном кессоне.

1. Рассчитывается объем одного кессона

*V*1 

*Mcp*

(0,05...0,075)  

, (9.13)

где – плотность металла отливок (для стальных отливок 7,8 т/м3, чу- гунных – 7,2 т/м3).

1. Принимая глубину кессона 1,5…2 м, определяют площадь 1 кес-

сона SК.

1. Рассчитывается количество однотипных кессонов.

*n*  *Sк*

*Sк*

. (9.14)

1. По формуле (9.10) определяется мощность участка кессонной формовки

Если в цехе предусмотрено несколько технологических потоков изго- товления отливок в кессонах (несколько участков кессонной формовки), то аналогичные расчеты проводятся по каждому технологическому потоку от- дельно.

* 1. Определение мощности цеха по установленному плавильно- му оборудованию

Для определения мощности цеха необходимо из планировки или це- ховой спецификации выбрать установленное плавильное оборудование. Пользуясь данными цеха-прототипа, каталогами плавильного оборудова- ния или других справочных источников устанавливаются технические ха- рактеристики выбранных плавильных агрегатов.

Мощность литейного цеха по установленному плавильному обору- дованию в общем случае определяется

*Q*  *Qж* 100 , (9.15)

*ТВГ*

где *Qж* – возможный выпуск металла установленным плавильным оборудованием, т,

*ТВГ* – средний процент выхода годного литья (принимается по дан- ным предприятия или выбирается по литературным данным в зависимости от рода металла и массы отливок).

Возможны следующие варианты проектных решений – в цехе уста- новлены вагранки, индукционные или электропечи.

В любом случае возможный выпуск жидкого металла определяется по формуле

*Qж*  *Тд*  *п*  *р* , (9.16)

*к*

где *Тд* – действительный годовой фонд времени работы плавильного агрегата, ч,

*n* – количество однотипных плавильных печей,

*р* – производительность плавильной печи, т/ч,

*к* – коэффициент неравномерности потребления жидкого металла,

*к* = 1,2…1,4.

Если в цехе установлены плавильные агрегаты различного типа и разной производительности, возможный выпуск жидкого металла необхо- димо определять раздельно.

* 1. Содержание отчета

На основе анализа планировки цеха и отдельных его участков, про- изводственной программы цеха и характеристики отливок определить тех- нологические потоки. В соответствии с принятым в цехе режимом работы произвести расчеты фондов времени рабочих мест и основного технологи- ческого оборудования всех отделений цеха. Определить мощность литей- ного цеха по установленному формовочному и плавильному оборудова- нию. Провести анализ полученных результатов, определить коэффициент несоответствия мощностей и дать рекомендации по реконструкции цеха.

* 1. Вопросы для самоконтроля

1. Каким образом можно определить мощность формовочного участ- ка цеха, оборудованного формовочными машинами?
2. Каким образом можно определить мощность формовочного участ- ка цеха, оборудованного автоматизированными формовочными линиями?
3. Почему при расчетах количества однотипного формовочного обору- дования необходимо принимать 75…85 % паспортной производительности?
4. На основании чего определяется средняя металлоемкость одной формы при формовке в опоках?
5. Как вычислить производительность смесителя по времени пере- мешивания смеси?
6. Как рассчитать мощность формовочного участка при отсутствии данных о формовочном оборудовании?
7. На основании чего определяется время цикла изготовления отлив- ки в форме?
8. На основании чего определяется средняя металлоемкость одной формы при формовке в кессонах?
9. На основании чего определяется время цикла изготовления отлив- ки в кессоне?
10. Как определить возможный выпуск жидкого металла в литейном цехе по установленному плавильному оборудованию?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

* 1. **Логинов, И. З.** Проектирование литейных цехов / И. З. Логинов. –

Минск : Вища школа, 1976. – 320 с.

* 1. Проектирование машиностроительных заводов и цехов : спра- вочник. В шести томах / под общей ред. Е. С. Ямпольского. – Т. 2. Проек- тирование литейных цехов и заводов / под ред. В. М. Шестопала. – М. : Машиностроение, 1974. – 294 с.
  2. Основы проектирования литейных цехов и заводов / под ред. Б. В. Кнорре. – М. : Машиностроение, 1979. – 376 с
  3. **Туманский, Б. Ф**. Проектирование литейных цехов /

Б. Ф. Туманский. – Киев : УМК ВО, 1992. – 192 с.

* 1. Проектирование литейных цехов. Пособие для выполнения кур- сового проекта для студентов специальности «Литейное производство черных и цветных металлов и сплавов» всех форм обучения / сост. О. В. Приходько. – Краматорск : ДГМА, 2015. – 62 с.
  2. ОНТП 07-86. Общесоюзные нормы технологического проектиро- вания предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработ- ки. Литейные цехи и склады шихтовых и формовочных материалов.
  3. **Исагулов, А. З.** Проектирование литейных цехов : учебное посо- бие / Л. С. Кипнис, А. З. Исагулов, Д. К. Исин. – Караганда : КарГТУ, 2003.

– 83 с.

* 1. Типовые нормы расхода ферросплавов и легирующих материалов по производству стали и сплавов в электропечах. – М. : Металлургия, 1974, 112 с.
  2. **Орлов, Г. М**. Автоматизация и механизация процесса изготовле- ния литейных форм / Г. М. Орлов, – М. : Машиностроение, 1988. – 262 с.
  3. **Шестопал, В. М.** Специализация и проектирование литейных це- хов и заводов / В. М. Шестопал, – М. : Машиностроение, 1974. – 195 с.
  4. Литейные машины : каталог / под ред. Тарского В. Л. – М. : Ма- шиностроение, 1970. – Вып. 1–9 ; 1980. – Вып. 10–13.
  5. **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 металлобработка» / Г. В. Довнар, М. М. Козел. – Мн. : БГПА, 2000. – 62 с.
  6. **Ширяев, В. И.** і ін. Основи автоматизації ливарного виробництва і контрольно-вимірювальні прилади. М.: Машинобудування, 1994.
  7. **Немировский, Р. Г.** Автоматические линии литейного производ- ства : Учеб. пособие для вузов / Р. Г. Немировский. – Киев – Донецк. : Вища школа, головное изд-во, 1981. – 208 с.
  8. Производственно-технологическая комплектация литейных цехов /

Д. А. Демин [и др.]. – Харьков : Технологический центр», 2012. – 319 с.

60

ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Формы программ и сводных ведомостей**

*Таблица А.1 – Примерная форма точной программы цеха*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование отливки | Количество отливок на программу, шт. | Масса, кг | | | | | Количество отливок в форме, шт. | Габариты опок, мм | Количество стержней, шт | | Масса, кг, | | Марка сплава |
| отливки | отливок на программу, т | отливок в форме | Литниково-питающей системы | .Жидкого металла на форму |
| на отливку | на форму | одного стержня | стержней на форму |
| **Мелкое литье** | | | | | | | | | | | | | |
| (1) | (2) | (3) | (4)=(2)х(3) | (5) | (6) | (7)=(6)+(3)х(5) | (8) | (9) | (10) | (11)=(8)х(10) | (12) | (13) | (14) |
| Вилка | 285000 | 6,1 | 1738,5 | 36,6 | 31,3 | 67,8 | 6 | 500х400х150 | 2 | 12 | 1,5 | 18,0 | 35Л |
| Коромысло | 150000 | 3,0 | 450 | 24,0 | 20,0 | 44 | 8 | 500х400х150 | 0,5 | 4 | 0,6 | 2,4 | 25Л |
| … | … |  | … | … | … | … | … | 500х400х150 | … | … | … | … | … |
| Всего по группе |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Среднее литье** | | | | | | | | | | | | | |
| Шкив | 185000 | 18 | 3330 | 36… | 35 | 71 | 2 | 800х600х200 | 3 | 6 | 2 | 12 | … |
| … | … | … | … | … | …. | … | … | … | … | …. | … | … | … |
| Всего по группе |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ИТОГО по цеху |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

61

61

*Таблица А.2 – Примерная форма приведенной программы цеха*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа отливок по массе, кг | Наимено- вание отливки | Заданная программа | | | | Переводной коэф.. К | Приведенный годовой выпуск по группе, шт |
| Годовой выпуск,  шт | Масса отливки,  кг | Годовой выпуск, т | Годовой выпуск по  группе, т |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) |
| Св. 30 | Крышка | 1000 | 7 | 7,0 | 271,2 | 271,2/99=2,739 | 4500х2,739=12327 |
| Корпус | 5000 | 10 | 50,0 |
| Стакан | 4000 | 20 | 80,0 |
| Палец | 500 | 20 | 10,0 |
| ***Колесо*** | ***4500*** | ***22*** | ***99,0*** |
| Ползун | 900 | 28 | 25,2 |
| Св. 30…100 | … | … | … | … | … | … | … |
| … | … | … | … | … | … | … | … |
| Итого |  | | | |  |  |  |

*Таблица А.3 – Сводная ведомость плавильного отделения*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка сплава | Количество годного литья, т | Количество жидкого  металла | | Тип печи | Емкость печи, т | Продолжи- тельность плавки, ч | Производительность печи | | Количество печей, шт | | Кз |
| т/г | т/ч | т/г | т/ч | расчетное | принятое |
| 30Л | 15200 | 28800 | … | ДСП | 12 | … | … | … | 2,1 | 3 | 0,7 |
| 45ХЛ | 4800 | 9150 | … | ДСП | 6 | … | … | … | 0,6 | 1 | 0,6 |
| … | … | … | … | … | … | … | … | … | … | … | … |

62

*Таблица А.4 – Сводная ведомость формовочного отделения*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа отливок, кг | Количе- ство годного литья, т | Размер опок в свету (кессонов),  мм | Средняя металлоем- кость формы, кг | Количество форм с  учетом брака | | Тип фор- мовочно- го агрега- та, линии | Производитель- ность формовоч- ного агрегата, форм/ч | Количество | | Кз |
| в год | в час | расчет- ное | приня- тое |
| До 100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 100  …500 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Таблица А.5 – Расчетная ведомость стержневого отделения*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа стержней по массе, кг | Количество стержней, шт | | | Масса | | Годовой объем стержней, м3 | 1Годовая  площадь сушиль- ных плит, м2 | Тип стерж- невого обору- до-  вания | Производи- тельность оборудова- ния, съмов/ч, циклов/ч | Количество | | Кз |
| На про- грамму | На по- кры- тие брака | Всего на год | Средняя одного стерж- ня, кг | На про- грамму, т | рас- четное | приня- тое |
| До 16 | … |  |  |  |  |  |  | Л16Т |  |  |  |  |
| Св.  16…40 | … |  |  |  |  |  |  | Л40Х |  |  |  |  |
| … | … | … | … | … | … | … |  | … | … | … |  |  |
| … | … | … | … | … | … | … |  | … | … | … | … | … |
| Всего |  |  |  | - |  |  |  | - | - | - | - | - |

Примечание. Столбец 8 заполняется в случае применения тепловой сушки стержней.

62

63

*Таблица А.6 – Расчет расхода формовочных смесей*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер формы, мм | Выпуск в год | | Объем одной формы, м3 | Объем, м3 /год | | | | Годовой расход смеси | |
| отливок, т | форм, шт | смеси всех форм | в том числе | | |
| металла | стержней | смеси | м3 | т |
| 800х700х 300/300 | 18000 | 360000 | 0,336 | 120960 | 3900 | 3756 | 113304 | 200000 |  |
| ….. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Всего |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Таблица А.7 – Расчетные данные по смесеприготовительному отделению цеха*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид смеси | Расход смеси, м3 | | Тип сме- сителя | Производительность смесителя, м3/ч | Количество смесителей | | Кз |
| на про-  грамму | в час | расчетное | принятое |
| Формовочные смеси |  |  |  |  |  |  |  |
| Смесь №1 |  |  |  |  |  |  |  |
| Смесь №2 |  |  |  |  |  |  |  |
| …. |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого |  |  |  |  |  |  |  |
| Стержневые смеси |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого |  |  |  |  |  |  |  |
| Всего по цеху |  |  |  |  |  |  |  |

64

64

*Таблица А.8 – Составы смесей и расчёт расхода компонентов на программу цеха*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Смеси | | | Расход компонентов | | | | | | | | |
| тип | Расход, т/г | | Песок кварце- вый | | Глина каолиновая | | … | | … | | Всего на программу, т |
| расчетный | с учетом по-  терь1 | % | т | % | т | % | т | % | т |
| Формовочные смеси | | | | | | | | | | | |
| Смесь 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Смесь 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| …. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Стержневые смеси | | | | | | | | | | | |
| Смесь 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Всего* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечание. Величина потерь смеси на просыпи при транспортировке принимается 5…10%.

*Таблица А.9 – Распределение отливок по операциям термообрубных работ*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наимено- вание от- ливки | Масса, кг | Годовой вы-  пуск отли- вок | | Выбивка стержней | | Отделение ЛПС | | Очистка | | Обрубка | | Зачистка | | Термо- обработка | | Грунтов- ка | |
| шт/г | т/г | шт/г | т/г | шт/г | т/г | шт/г | т/г | шт/г | т/г | шт/г | т/г | шт/г | т/г | шт/г | т/г |
| Корпус | 6 | 10000 | 60 | 10000 | 60 | 10000 | 60 | 5000 | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Муфта | 15 | 20000 | 300 | - | - | 20000 | 300 | 20000 | 300 | 20000 | 300 | 20000 | 300 | 20000 | 300 | - | - |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Всего |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

65

*Таблица А.10 –Объемы работ термообрубного отделения*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Оборудование | Объем работ для групп отливок по массе | | | | | | | | Всего | |
| До 100кг | | Св.100…250кг | | Св.250…500кг | | … | |
| шт/г | т/г | шт/г | т/г | шт/г | т/г | шт/г | т/г | шт/г | т/г |
| Выбивка стержней | ЭГОЛ | 9550 | 95,5 | 1350 | 342,8 | - | - | - | - | 10900 | 438,3 |
| Гидрокамера | - | - | - | - | - | - | 1200 | 1225 | 1200 | 1225 |
| Зачистка | Станок МЗ-11В | 9550 | 95,5 | 1350 | 342,8 | 9520 | 499,3 | - | - | 20420 | 937,6 |
| Комплекс 98516М | - | - | - | - | - | - | 1200 | 1225 | 1200 | 1225 |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

66

66

*Таблица А.11 – Форма расчета площадей складов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материалы | Объемная  масса, т/м3 | Годовая по- требность, т | Суточная по- требность, т | Норма  хранения, дней | Требуемый  запас на складе, т | Место и  способ хранения | Высота хранения, м | Расчетная  площадь, м2 |
| (1) | (2) | (3) | (4)=(3)/*ТН* | (5) | (6)=(4)х(5) | (6) | (7) | (8) |
| *Шихтовые* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Чугун литейный | 3,0 | 16255,25 | 65,02 | 975,32 | Закром | 3,5 | 18,5 |
| Чугун передель- | … | … | … | … | … |  | … |
| ный |  |  |  |  |  |  |  |
| … | … | … | … | … | … |  | … |
| Итого |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Формовочные* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Песок кварцевый | 1,6 | 24520,88 | 98,08 | 1471,25 | Закром | 4 | 149,4 |
| Глина каолиновая | … | … | … | … | … |  | … |
| … | … | … | … | … | … |  | … |
| Итого |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Прочие |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Флюсы | … | … | … | … | … | … |
| Огнеупоры | … | … | … | … | … | … |
| … |  |  |  |  |  |  |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

**Варианты заданий**

*Таблица Б.1 – Ориентировочная тематика самостоятельной рабо- ты и задания для практических работ*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тема | Вариант | Проектная мощность цеха, тыс. т годного  литья в год |
| Расчеты основных отделений цеха мелкого стального литья для завода горнорудного оборудования. | **1** | 15 |
| **2** | 25 |
| **3** | 35 |
| **4** | 45 |
| Расчеты основных отделений цеха мелкого и среднего стального литья для завода тяжелого машинострое-  ния. | **5** | 25 |
| **6** | 35 |
| **7** | 45 |
| Расчеты основных отделений цеха среднего и крупного чугунного ли- тья для завода тяжелого машино-  строения. | **8** | 35 |
| **9** | 45 |
| **10** | 25 |
| Расчеты основных отделений цеха крупного и тяжелого стального ли- тья для энергетического машино- строения. | **11** | 25 |
| **12** | 40 |
| **13** | 50 |
| **14** | 65 |
| Расчеты основных отделений цеха  ремонтного стального литья. | **15** | 10 |
| **16** | 20 |
| Расчеты основных отделений цеха мелкого, среднего и крупного чу- гунного литья для станкостроитель- ного завода. | **17** | 15 |
| **18** | 20 |
| **19** | 25 |
| **20** | 30 |
| Расчеты основных отделений цеха крупного и тяжелого чугунного ли- тья для станкостроительного завода. | **21** | 30 |
| **22** | 45 |
| **23** | 55 |

67