

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)»
Факультет «Материаловедения и металлургических технологий»
Кафедра «Литейное производство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
д. т. н. профессор
/Б. А. Кулаков
«__»_____2019г.

Литейные технологии производства стальной отливки "Проушина"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-22.03.02.2019.437.00.00 ПЗ ВКР

Нормоконтролер
доцент, к.т.н.
А.В. Карпинский
«__»_____2019г.

Руководитель проекта
доцент, к.т.н.
А.В. Карпинский
«__»_____2019г.

Автор проекта
студент группы
П-437
Э.А. Даутов
«__»_____2019г.

Челябинск 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ РЕШЕНИЙ	7
2 ТЕХПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ	10
2.1 Анализ технологичности детали.....	10
2.2 Разработка технологии изготовления литейной формы	11
2.3 Выбор формовочных материалов.....	17
2.4 Определение состава шихты и технологии плавки сплава.....	18
2.5 Разработка технологии сборки форм и заливки форм, охлаждения, выбивки, обрубки и очистки отливки	20
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАВИЛЬНОГО И ФОРМОВОЧНОГО УЧАСТКОВ	
3.1 Расчет фондов времени.....	22
3.2 Программы цеха, расхода материалов.....	24
3.3 Выбор технологического оборудования с представлением параметров	26
3.4 Расчет количества и распределение оборудования на производственных площадках	27
3.6 Планировка плавильного и формовочного участков	34
4 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ SEIATSU ПРОЦЕССА С АНАЛОГАМИ	45
4.1 Вакуум-процесс (V-процесс)	46
4.2 Литье по газифицируемым моделям.....	47
4.3 Горизонтально-стопочная формовка.....	48
4.4 Безопочная формовка с использованием смесей холодного тверждения.....	49
4.5 Seiatsu процесс.....	50

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

5 Безопасность жизнедеятельности.....	53
5.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов литейного производства	53
5.2 Электробезопасность	56
5.3 Пожаровзрывобезопасность.....	57
5.4 Безопасность труда в литейных цехах	58
5.5 Охрана окружающей среды.....	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании литейного цеха, технологу-проектировщику, необходимо решить много как проектных, так и технологических задач. Технолог-проектировщик определяет способ производства, расположение оборудования в литейном цехе, определяет рациональное размещение материальных потоков.

При решении проектных и технологических задач, возникающих в ходе проектирования, технолог-проектировщик опирается на металлургические тенденции в области технологии изготовления литых изделий. Применяя новые материалы, оборудование, способы производства, его механизации и автоматизации, а также методы средств контроля, энергосбережения. Используют современные методы по снижению влияния технологических отходов на человека.

Технологи проектировщики используют различную литературу для анализа и систематизации сведений о современных способах производства литья, а также литературу для интенсификации производства.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ РЕШЕНИЙ

Литейное производство, является основой машиностроения. Доля продукции литейного производства настолько огромна, что литье находится повсюду.

С помощью литья получают детали разного типа. Изготавливаются отливки разных конфигураций и сложности.

Но в виду дороговизны полномасштабных реконструкций, у предприятий Российской Федерации нет необходимых средств для перевоплощения производства. Так же сказывается последствие кризиса 90-х годов. Сегодня, литейное производство сохранило свою структуру. На данный момент загрузка заводов составляет 30 %.

Выпуск отливок из черных и цветных сплавов литейными предприятиями России в 2002 году составил около 6250 тысяч тонн, в том числе из чугуна 4500 тыс. т, из стали 1200 тыс. т, цветных сплавов 550 тыс. т.

Количество литейных заводов и цехов в машиностроении, составляет около 1250 ед., общая мощность производств в 2011 году составляла 4,3 млн. т отливок в год.

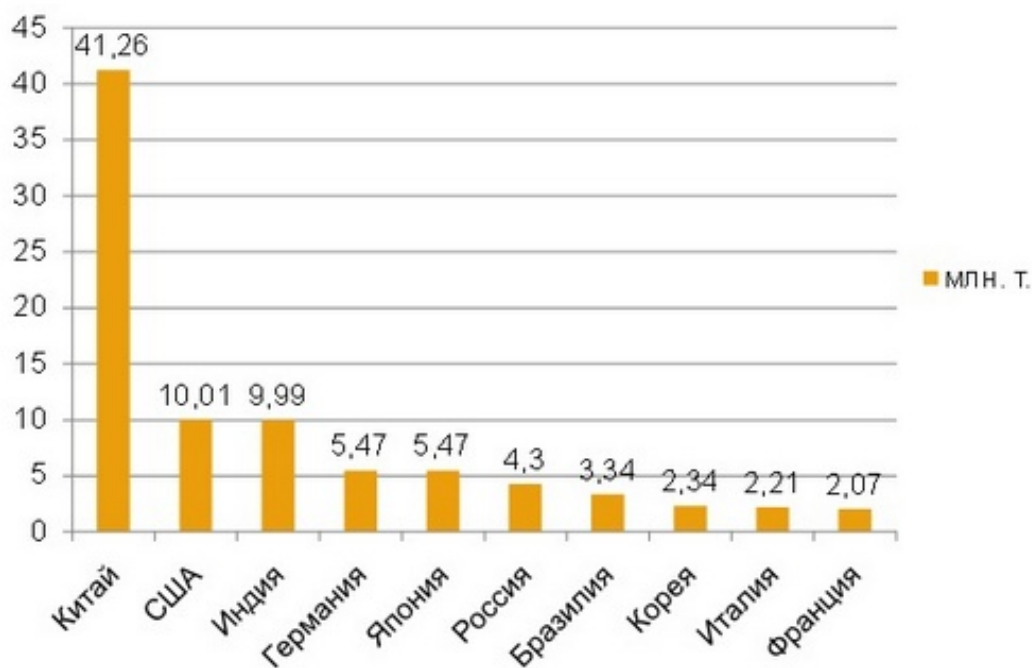


Рисунок 1 – Выпуск отливок по странам в 2011 г.

Если рассмотреть динамику литейного производства (таблица 1) за период 1985 по 2014 г. То можно убедиться, что производительность сильно снизилась и остается на прежнем уровне.

Таблица 1 – Динамика литейного производства в России

Годы	1985	2000	2005	2010	2013	2014
Выпуск, млн.т	18,5	4,85	7,6	3,9	4,1	4,2

Решить проблему падения производительности можно путем переоснащения заводов. Предприятиям необходимо закупать новое оборудование, обучать персонал. Быстро внедрять новые технологии, которые смогут улучшить производительность, а также работоспособность персонала. Требуется уделять большое внимание научной работе. Следует больше привлекать иностранных инвесторов хорошими условиями работы в России.

На территории РФ используются различные способы изготовления отливки (таблица 2).

Таблица 2 – Способы изготовления отливки

Способ изготовления отливки	Доля, %
Литье в песчано-глинистые формы	46,0
Литье в разовые формы из ХТС	32,0
Литье под давлением	8,0
Литье в кокиль	5,0
Центробежное литье	5,0
Литье по газифицируемым моделям	1,5
Непрерывное литье	0,8
Литье в оболочковые формы	0,5
Другие способы литья	0,4

Литейное производство в РФ тоже не стоит на месте, разные компании предлагают решения, которые позволят оптимизировать производство. Компания «Делкам-Урал» предложила увеличить ТВГ за счет снижения металлоемкости формы. К примеру, расчет оптимального размера прибыли одной из отливок массой 40 кг показал, что металлоемкость формы может быть уменьшена на 3 кг за счет снижения веса прибыли после оптимизации. Учитывая серийность отливок и кол-во отливок в одной форме, оптимизация позволяет экономить более 1800 отливок в год.

Если сравнивать литейное производство за рубежом, то производство за рубежом не стоит на месте. Зарубежные предприятия постоянно модернизируются. Используется новое оборудование, позволяющие улучшить производительность предприятий и качество отливок, так же можно улучшить условия работы персонала и экологические показатели.

Благодаря этим показателям, литейное производство сохраняет лидирующие позиции на мировой арене.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ТЕХПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

Технологический процесс изготовления отливок разных конфигураций состоит из:

- анализ технологичности отливки;
- разработка технологии изготовления литейной формы;
- выбор формовочных материалов;
- определение состава шихты и технологии плавки сплава;
- разработка технологии сборки и заливки форм, охлаждения, выбивки, обрубки и очистки отливки.

2.1 Анализ технологичности детали

Изготовление отливки с заданными литейными размерами, конфигурацией, физико-механическими свойствами (прочность, твердость, плотность, структура и т.д.), шероховатостью поверхности и другими требованиями может осуществляться различными методами.

При изготовлении могут использоваться различные типы и конструкции форм, разные конструктивные решения по отдельным элементам форм. Так же могут использоваться различные методы изготовления и подготовки на всех этапах производства. Улучшение и оптимизация производства.

Анализ задания показывает, что ее конструкция достаточно технологична для изготовления литьем. Деталь не имеет резких переходов толщин стенок. Отверстия до 15 мм литьем не изготавливаются.

При проектировании технологии отливки нужно обеспечить правильно приготовленной формовочной, стержневой смесью (определенной влажности). Так же следует изготовить форму с определенной степенью уплотнения дабы избежать усадочных и газовых раковин что бы на выходе получить качественный

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

металл без различного рода трещин, неровностей, пористости на поверхности и внутри отливки.

Конфигурация внутренних полостей, отверстий, обрабатываемых поверхностей и расположение баз механических обработки удовлетворяют требованиям технологии литейного производства в разовые песчаные формы.

Технические требования:

- Неуказанные литейные уклоны 2, радиусы 5 мм;
- Литейная усадка 2,5 %.

Линейные размеры для изготовления отливки «Патрубок» указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Линейные размеры отливки

a	b	c	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	L	R	Неуказанные радиусы
100	10	4	10	100	120	140	155	250	80	3...5

Преобладающая толщина стенки δ – 10 мм.

Масса отливки $G_{отл}$ – 9,441 кг

2.2 Разработка технологии изготовления литейной формы

Выбор способа формовки определяется исходя из необходимого количества отливок, массы, конфигурации, размеров. Самым распространенным способом литья является литье в песчаные формы. С помощью этого способа изготавливают отливки из чугуна, стали, цветных металлов от нескольких грамм до сотен тонн, с толщиной стенки от 3...5 до 1000 мм и длиной до 10000 мм. Сущность литья в песчаные формы заключается в получении отливок из расплавленного металла, затвердевшего в формах, которые изготовлены из формовочных смесей путем импульсной формовки.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						11

Разъем формы необходим для извлечения модели, сборки формы и удаления полученных отливок. От выбранного разъема зависит трудоемкость изготовления модельной оснастки и литейной формы, трудоемкость обрубных операций и точность размеров отливки.

При изготовлении данной отливки песчаная форма имеет одну поверхность разъема. В данном случае большая часть отливки располагается в верхней полуформе.

Выбранный разъем формы обеспечит:

- свободное извлечение отливки из формы;
- простую конструкцию модели;
- минимальное количество разъемов.

После выбора способа формовки определяются геометрические показатели и другие технологические показатели ЛПС.

Литниковая система состоит:

- литниковая воронка;
- стояк;
- шлакоуловитель;
- питатели

Питатели непосредственно примыкают к полости формы, они выполнены так, чтобы литниковую систему можно было легче отделить, не повредив отливку. Для определения размеров каналов литниковой системы воспользуемся методикой расчета при заливке форм из стопорного.

Определим оптимальную продолжительность заливки по формуле:

$$\tau = S \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot G}, \quad (1)$$

где S – коэффициент продолжительности заливки (для серого чугуна);

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

G – масса жидкого металла;

δ – преобладающая толщина стенок.

Расчет массы жидкого металла, приходящегося на одну отливку с литниками и прибылями производится по формуле:

$$G = G_{\text{отл}} + G_{\text{лс}}, \quad (2)$$

где $G_{\text{отл}}$ – масса отливки,

$G_{\text{лс}}$ – масса литниковой системы (10 % от массы отливки с прибылями)

$$G = 9,441 + 9,441 * 0,1 = 10,385 \text{ кг.}$$

Оптимальная продолжительность заливки составит:

$$\tau = 1,4 * \sqrt[3]{20 * 10,385} = 8,29 \text{ с.}$$

Определим среднюю скорость подъема уровня расплава в форме в процессе заливки. Она рассчитывается из условия, при котором отсутствуют недоливы и спай в отливке.

$$V_{\text{ср}} = \geq V_{\text{доп}} .$$

(3)

где $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость подъема уровня расплава в форме;

C – высота отливки по положению в форме;

$V_{\text{доп}}$ – допустимая скорость подъема уровня расплава в форме.

$V_{\text{доп}}$ принимается исходя из табличных данных и составляет 20 мм/с.

Подставляем в формулу и получаем:

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

$$V_{\text{ср}} = 170 / 10 = 17 \text{ мм/с.}$$

Т.к. $V_{\text{доп}} \geq V_{\text{ср}}$, это не удовлетворяет нашему условию, берем $V_{\text{доп}}$ табличное и рассчитаем время заливки по формуле:

(4)

Условие $V_{\text{ср}} \geq V_{\text{доп}}$ выполняется.

$$\tau = \frac{170}{20} = 8,5 \text{ с.}$$

Суммарная площадь узкого сечения литниковой системы, обеспечивающей оптимальную продолжительность заливки формы, определим по формуле:

$$F_{\text{уз}} = \frac{G}{\mu \rho \tau \sqrt{2gH_{\text{ср}}}}, \quad (5)$$

где $F_{\text{уз}}$ – суммарная площадь узкого сечения литниковой системы для одной отливки, м^2 ;

G – масса жидкого металла приходящегося на одну отливку с ЛПС;

τ – оптимальная продолжительность заливки;

ρ – плотность заливаемого расплава;

μ – общий гидравлический коэффициент сопротивления формы;

$H_{\text{ср}}$ – средний металлостатический напор в форме;

R – высота отливки над питателем;

C – высота отливки по положению форме;

H – напор металла от уровня металла в воронке до питателей.

Определим значение $F_{\text{уз}}$, подставляя полученные значения в формулу (5):

$$F_{\text{уз}} = \frac{10,385}{0,38 * 7000 * 8,29 \sqrt{2 * 9,8 * 0,15}} = 1,08 \text{ м}^2 .$$

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2019.169.00ПЗ				

Для сужающихся литниковых систем $F_{уз}$ является суммарной площадью сечений питателей:

$$F_{уз} = \Sigma F_{п} . \quad (6)$$

Суммарная площадь питателей составит:

$$\Sigma F_{п} = 4 * 1,08 = 4,32 \text{ см}^2.$$

Определим площади сечений остальных элементов сужающейся литниковой системы, обеспечивающих τ , должно выполняться условие:

$$\Sigma F_{п} : \Sigma F_{шл} : \Sigma F_{ст} = 1:1,1:1,2 ,$$

где $\Sigma F_{п}$ – суммарная площадь сечений питателей;

$\Sigma F_{шл}$ – суммарная площадь сечения шлакоуловителей;

$\Sigma F_{ст}$ – площадь сечения стояка.

Металл к отливке будет подводиться через один стояк один шлакоуловитель и один питатель.

Суммарная площадь сечения шлакоуловителей и стояка составит:

$$\Sigma F_{шл} = 4,752 \text{ см}^2,$$

$$\Sigma F_{ст} = 5,184 \text{ см}^2.$$

В форме располагается две ветки шлакоуловителя. Площадь одной ветки шлакоуловителя составит:

$$F_{шл} = 2,37 \text{ см}^2.$$

Для лучшего приема жидкого металла, поступающего из ковша, сверху стояка предусмотрим изготовление воронки ($D = 82 \text{ мм}$).

Геометрические параметры сечений литниковой системы (рисунок 2) составят:

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

$$\Sigma F_{ст} = 5,184 \text{ см}^2,$$

$$\Sigma F_{шл} = 4,75 \text{ см}^2,$$

$$\Sigma F_{п} = 4,32 \text{ см}^2 .$$

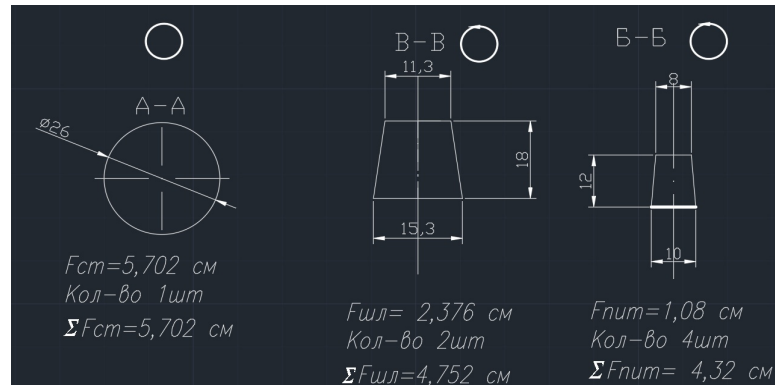


Рисунок 2 – Эскизы сечений литниковой системы

Для легкого извлечения отливки из формы, на ее рабочей поверхности назначаются формовочные уклоны. Величина формовочных уклонов назначается по ГОСТ 3212-92.

В зависимости от требований, предъявляемых к поверхности отливки, формовочные уклоны назначают: на обрабатываемых поверхностях, сверх припуска на механическую обработку, на необрабатываемых поверхностях, сопрягаемых по контуру с другими деталями, за счет уменьшения или увеличения размеров отливки в зависимости от поверхности сопряжения; на необрабатываемых поверхностях, не сопрягаемых по контуру с другими деталями, за счет увеличения или уменьшения размеров. При наличии уклонов на наружных и внутренних поверхностях следует стремиться к равенности.

Размеры стержневых знаков определяются по ГОСТ 3212-92. Для получения внутренних очертаний отливки необходим один горизонтальный стержень.

Определим размеры горизонтальных знаковых частей стержня и их конструкцию для получения отливки «Патрубок»:

Размеры знаков стержней для сырых песчаных форм (таблица 4).

Таблица 4 – Размеры знаков стержней

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Диаметр сечения стержня, мм	Длина горизонтального знака, мм	Размер знаков стержней, мм
100	250	55

Формовочные уклоны знаковых частей моделей и стержневых ящиков составят: 35°00'.

Габариты опок определяются габаритами формируемых отливок, числом отливок в форме, расположением прибылей и литниковой системы, размерами стержневых знаков.

При выборе размеров опок следует учитывать, что использование слишком больших опок увеличивает затраты труда на уплотнение формовочной смеси, нецелесообразный расход смеси, а использование слишком маленьких опок может вызвать брак отливок, вследствие продавливания металлом низа формы, уход металла через разъем формы и т.д.

Рекомендуемые толщины слоев формовочной смеси на различных участках формы зависят от массы отливки. После этого определяют минимально допустимые размеры опок с учетом изготовления 4 отливок в форме. После выбора опок в свету подбирают размер по высоте. Высота опок определяется высотой отливки, выбором места разъема, наличием прибылей и литейной воронки.

Окончательные размеры опок в свету 800x700x170 исходя из этого была выбрана автоматическая линия HSP-3D.

2.3 Выбор формовочных материалов

В формовочно-заливочно-выбивном отделении, изготовление отливки будет происходить в песчано-глинистой форме. Форма изготавливается на основе Seiatsu-процесса. От выбора формовочного материала на прямую зависит качество получаемой отливки. Выбор основан исходя из практического применения данной смеси.

Состав смеси для форм отливок:

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

- оборотная смесь 92...95 %;
- кварцевый песок 5,0...8,0 %;
- бентонит 1,2...2,0 %;
- молотый уголь или замена 0,5...1,0 %;
- добавки ПАВ 0,01...0,03 %;
- добавки крахмалистые 0,02...0,04 %.
- прочность при сжатии 0,09...0,14 МПа;

Свойства формовочной смеси:

- прочность при разрыве (через час – два – три) 70 – 130 – 200 кПа;
- влагосодержание 3,1... 3,5 %;
- газопроницаемость более 100 ед.

2.4 Определение состава шихты и технологии плавки сплава

Состав шихты определяют для приготовления расплава с необходимыми свойствами и получения качественной отливки. Химический состав расплава контролируют на всех этапах плавки и если необходимо производят доводку по химическому составу.

Шихтовые материалы, включающие в себя возврат, чугуны, стальной лом, ферросилиций, ферромарганец, на холодную загружают в печь. Перед загрузкой, печь должна быть в нагретом состоянии. Загрузка шихты сопровождается сильным пироэффектом. Для предохранения подины от ударов крупных кусков, сначала загружается мелкий лом, в среднюю часть бады укладывается крупная часть шихты вперемешку с крупными куски, по периферии укладываются куски средних размеров. Для раннего шлакообразования в завалку вводят известь 2...3 % от массы металлической шихты. Известь вводят на подину перед загрузкой лома или поверх шихты. Необходимо раннее шлакообразование для того, чтобы

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

обеспечить должную защиту футеровки стен, свода дуговой печи от теплового излучения мощных электрических дуг и более полного и эффективного использования мощности печного трансформатора. По окончании завалки шихты в печь, опускают электроды. После включения тока начинают период плавления.

Плавка состоит из периодов:

- плавление;
- окислительный период;
- восстановительный период;
- выпуск стали.

В первые минуты, после того как опустили электроды и включили ток, дуги находятся над металлом и открыты работают на низком напряжении. Используется низкое напряжение дабы уменьшить перегрев свода и стен. Спустя несколько минут, после проплавления колодцев в шихте, дуги начинают работать на полную мощность. Что бы уменьшить время плавки вдувается кислород с помощью фурм. При окислении железа, марганца, кремния и других примесей металла образуется большое количество тепла в процессе плавления. Присаженная известь позволит решить задачу дефосфорации стали. В следующий окислительный период, дабы избежать рефосфорации, необходимо спустить часть шлака.

Окислительный период ведется 15...20 мин в печи «Комтерм» ДП-3. Перед началом окислительного периода шлак сливают, не выключая ток, наклонив печь. В окислительный период уменьшается содержание в металле фосфора, водорода, азота. Так же производится нагрев металла к температуре выпуска. Уменьшается содержание углерода в сплаве до нижнего предела. После взятия пробы в конце окислительного периода и контроля по углероду и фосфору, производят слив окисленного шлака. Шлак сливают что бы не произошла рефосфорация во время восстановительного периода. Восстановительный период происходит

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2019.169.00ПЗ				

длительностью 50...60 мин.

После удаления окисленного шлака, в печь присаживается ферромарганец в количестве необходимом для обеспечения 0,4 % по нижнему пределу для стали 35Л. Вводят так же ферросилиций 0,1 %, алюминий 0,03...0,1 %. Эти добавки вводятся для обеспечения осаждающего раскисления металла. Далее наводится шлак, периодически, через каждые 10...12 мин вводя известь, плавиковый шпат, шамотный бой. Сначала в качестве раскислителя используется молотый кокс, после

добавляют ферросилиций. Выпуск стали из печи в ковш производится вместе со шлаком. Перемешивается металл со шлаком обеспечивая необходимое дополнительное рафинирование. В шлак переходит сера и неметаллические включения. Далее производят слив металла в разливочные ковши и потом металл разливают в формы.

2.5 Разработка технологии сборки форм и заливки форм, охлаждения, выбивки, обрубки и очистки отливки

Операции по изготовлению форм и выбивка являются трудоемкими операциями. Данные операции лучше проводить на автоматических линиях, это позволит увеличить производительность производства и его точность, так же сократить участие человека в этих процессах. В формовочно-заливочно-выбивном отделении будет использоваться автоматическая формовочная опочная линия фирмы HSP-3D.

Формовочная линия включает участки протяжки, кантовки, заливки, выбивки. Весь процесс производства отливки начинается с того, что уплотненные формы протягивают, кантуют и по конвейеру поступают на участок высверливания литниковой воронки. В конце участка находится спариватель. Верхняя опока кантуется на 180 градусов и поднимается. Нижняя опока поднимается с помощью подъемного механизма под верхнюю опоку, затем спаренная форма опускается. Спаренная опока передается на участок заливки.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

После заливки форма подается в начало участка формовки, где находится выбивное устройство, выдавливающее ком смеси из опоки на выбивную решетку, затем внутренние стенки опоки верха и опоки низа распариваются. Отливки, не имеющие явных дефектов, подвергаются дальнейшей очистки от формовочной смеси и пригара.

Для удаления литников и прибылей применяется гидравлический пресс. Остатки питателя, прибылей, заливов, заусенцев, перекосов и неровностей удаляются шлифовальными абразивными кругами.

Для улучшения структуры, изменению твердости, прочности и пластичности отливка подвергается термической обработке.

После достижения заданных параметров структуры отливку подвергают окраске. Окраска позволяют увеличить коррозионную стойкость металла и защитить поверхность при неправильной транспортировке или хранении. Окрашивают внутренние и наружные поверхности отливки, не подвергаемые обработке.

Для грунтовки применяется нанесение краски в электростатическом поле, благодаря этому достигается равномерное нанесение слоя краски на отливку, а также экономия самой краски и улучшения условий труда.

Окрашенные отливки подвергаются сушке в специальных камерах при температуре около 120 градусов инфракрасными лучами. При таком процессе сушки, тепло исходит от металла, что дает краске высыхать с нижних слоев при застывании.

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2019.169.00ПЗ					

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАВИЛЬНОГО И ФОРМОВОЧНОГО УЧАСТКОВ

3.1 Расчет фондов времени

С точки зрения организации работ на производстве, различают:

- последовательный режим;

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

- параллельный режим;
- комбинированный режим.

Последовательный режим предусматривает выполнение всех или большинства технологических операций изготовления отливки в различное время на одной и той же рабочей площадке цеха. Характерно для крупного литья.

Параллельный режим используется в цехах массового и крупносерийного производства и заключается в выполнении всех технологических операций одновременно на разных производственных площадях и участках литейного цеха.

Комбинированный метод работы включает оба предыдущих метода описанных ранее.

Литейные отделения обычно работают по сменно, различают:

- односменные;
- двухсменные;
- параллельный;
- переменный.

Выбор смены работы цеха может быть связан с требованиями охраны труда. Например, операции заливки производятся в ночное время, когда присутствие рабочих в цехе минимально.

Календарный фонд для оборудования и рабочих составит:

$$365 \cdot 24 = 8760 \text{ ч/год.}$$

Номинальный фонд (Φ_H) – это время, в течение которого по принятому режиму должно работать оборудование и рабочие без учета потерь времени:

- $\Phi_H = 2018$ ч/год при односменном режиме;
- $\Phi_H = 4036$ ч/год при двухсменном режиме;
- $\Phi_H = 6054$ ч/год при трехсменном режиме работы цеха.

Фонд действительный (эффективный) работы оборудования является расчетным и определяется путем исключения из номинального фонда времени неизбежных потерь. Они связаны с возможными ремонтами оборудования и

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

плановым обслуживанием его. При установлении действительного фонда времени рабочего необходимо учитывать различного вида отпуска, потери из-за временной нетрудоспособности, выполнения государственных обязанностей и др. В зависимости от условий работы и продолжительности отпуска он может меняться в пределах от 1840 до 1610 ч/год.

В литейном цехе с производительностью 14000 тонн отливок в год будет использоваться параллельный режим работы, количество смен 2. Выбор двухсменного режима работы обоснован рядом преимуществ:

- третья смена может быть назначена для ремонта и наладки оборудования;
- улучшение условий труда рабочих;
- оперативно решаются вопросы увеличения выпуска продукции при получении срочного заказа.

Действительный фонд для плавильного отделения составит:

$$\Phi_{д} = (\Phi_{н} * (100 - a)) / 100,$$

где $\Phi_{н}$ – номинальный фонд времени, ч;

a – потери времени, в %.

Исходя из опытных данных примем, a равным 10.

$$\Phi_{д} = (4036 * (100 - 10)) / 100 = 3632 \text{ ч/год.}$$

3.2 Программы цеха, расхода материалов

Программа должна содержать задание на годовой выпуск отливок для каждого изделия. Выпуск запасных частей и отливок для других предприятий предусматривается подетально для каждого изделия или указывается в процентах к выпуску основной продукции.

Подробная характеристика номенклатуры отливок, выпускаемых цехом, приводится в развернутой (точной) программе. Существует три вида развернутой производственной программы – точная, приведенная и условная.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Точная программа предусматривает разработку технологических данных для каждой отливки и применяется при проектировании цехов крупносерийного и массового производства с устойчивой номенклатурой отливок.

Условная программа характерна для цехов индивидуального и мелкосерийного производства с обширной номенклатурой и низкой повторяемостью отливок в течение года. Программа задается приблизительной разбивкой деталей на группы в зависимости от массы. Все дальнейшие расчеты выполняются на основании укрупненных технико-экономических показателей родственных предприятий и литературных данных.

Приведенная производственная программа в дипломных и курсовых проектах применяется при номенклатуре отливок более 40 наименований и включает не все подлежащие изготовлению изделия или отливки, а только часть их – типовые, к которым приводятся остальные изделия или отливки развернутой программы. Пересчет развернутой программы на приведенную производится с помощью коэффициента приведения.

Для определения вида и количества нужного нам оборудования в плавильном отделении, производительностью 14000 тонн отливок в год, потребуется точная производственная программа (таблица 5).

Таблица 5 – Точная производственная программа

Наименование отливки	Марка сплава	Масса отливки, кг	Количество, шт.	Масса отливок на годовую программу, т
1.Патрубок	Сталь 35Л	9,4	177966	1680
2.Колено		12	116667	1400
3.Стопор		35	24000	840
4.Диск		12	175000	2100
5.Ручка		38	44211	1680
6.Ручка		27	31111	840
7.Держатель		21	66667	1400
8.Хобот		24	52500	1260
9.Плита		38	7368	280
10.Втулка		31	36129	1120
11.Опора		14	100000	1400
Итого				14000

3.3 Выбор технологического оборудования с представлением параметров

Проектирование отделений литейных цехов основывается на выборе типа и расчета потребного количества технологического оборудования. Главным условием для выбора типа оборудования является способность его обеспечить выполнение заданного технологического процесса с учетом производительности, надежности, эксплуатационных условий и экономической целесообразности.

На основании расчета количества оборудования определяются площади и производится компоновка отделений в соответствии с общими проектными решениями литейного цеха.

Интенсивность использования оборудования в проектных расчетах регламентируется коэффициентом загрузки – K_3 , который должен быть в пределах 0,7...0,85 для большинства видов оборудования. При установке 1 – 3 единиц неавтоматического и недорогого оборудования допускается в отдельных случаях снижение K_3 до 0,5.

Для обеспечения ритмичной работы цеха коэффициенты загрузки оборудования всех отделений цеха должны быть меньше коэффициента загрузки формовочного оборудования.

Исходя из того, что в плавильном отделении используются дуговые печи переменной частоты, относительно средней стоимости на рынке, K_3 примем среднее значение, опираясь на опытные данные из литературы.

$$K_3 = 0,8.$$

В связи с изготовлением различных отливок в групповых потоках номенклатура отливок может планомерно меняться, что приводит к неравномерности потребления жидкого металла, формовочных и стержневых смесей, стержней и т.п.

Поэтому среднечасовые данные расхода материала для расчетов количества оборудования в поточном производстве необходимо увеличивать на коэффициент неравномерности потребления и производства – K_H .

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

22.03.02.2019.169.00ПЗ

Для оборудования формовочных отделений $K_H = 1$. Для других отделений и видов оборудования при массовом и крупносерийном производстве $K_H = 1,0 - 1,2$ в условиях серийного и мелкосерийного производства $K_H = 1,1 - 1,3$ для мелкосерийного и единичного производства. $K_H = 1,2 - 1,4$. Конкретные значения K_H для различных видов оборудования. Φ_D – действительный годовой фонд времени, ч.

В плавильном отделении будет изготавливаться 14000 тонн отливок в год, это считается серийным производством, следовательно выбираем среднее значение коэффициента неравномерности.

$$K_H = 1,2.$$

3.4 Расчет количества и распределение оборудования на производственных площадках

Расчетное количество оборудования плавильного отделения цеха P'_1 находится по формуле:

$$P'_1 = \frac{V_{\Gamma} \cdot K_H}{\Phi'_D \cdot N'_{\text{расч}}}, \quad (7)$$

где V_{Γ} – годовое количество потребляемого жидкого металла, число съемов со стержневых машин, количество смесей и т.п. (с учетом брака, просыпи смесей и т.п.);

Φ_D – годовой действительный фонд времени рассчитываемого оборудования;
 $N'_{\text{расч}}$ – производительность оборудования (расчетная), принятая, исходя из прогрессивного опыта его эксплуатации (при расчете числа автоматов заменяется на $N'_{\text{п.расч}}$).

Число единиц оборудования (P'_2), принимаемое к установке в цехе, определяется по формуле:

$$P'_2 = \frac{P'_1}{K_3} \cdot \quad (8)$$

Полученное значение P'_2 округляется до целой величины, проверяется фактическая величина K_3 . Причем фактическая величина коэффициентов загрузки

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

оборудования во всех отделениях цеха должна быть меньше фактического коэффициента загрузки основного формовочного оборудования, т.е. должно выполняться условие $K_3 \leq K_{3Ф}$.

При проектировании плавильных отделений выполняются работы:

- выбирается тип плавильных агрегатов;
- составляется баланс металла по выплавляемым маркам сплавов на годовую программу;
- рассчитывается шихта и составляется ведомость расхода шихтовых материалов;
- определяется емкость и количество плавильных агрегатов;
- разрабатывается схема организации работ в отделении по завалке шихты, передаче жидкого металла к заливке, уборке отходов, ремонту печей, сушке, разогреву ковшей и т.п.;
- рассчитывается потребность по всем видам ковшей;
- выполняется планировка отделения в соответствии с общей компоновкой цеха.

Основой для расчета плавильного отделения является ведомость расхода металла на залитые формы, которая составляется на основе программы цеха и данных техпроцессов (таблица б).

Выбор плавильного оборудования обуславливается металлургическими возможностями обеспечения заданного качества выплавляемого сплава, наличием в регионе проектируемого цеха необходимых шихтовых материалов и энергетических ресурсов, условиями труда обслуживающего персонала, защиты окружающей среды от газовыделений и отходов плавки, а также эффективностью производства сплава на выбранном оборудовании.

В цехах средней и большей мощности, для выплавки стали используют электрические дуговые печи переменного или постоянного тока. Исходя из опыта эксплуатации, с учетом объема годового выпуска цеха и массы выпускаемых отливок, примем что для получения стали 35 целесообразно использовать дуговую печь номинальной емкости 3 тонны (ДСП-3), переменной частоты дабы

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

получить равномерный по времени выпуск металла, без долгого ожидания расплава.

Таблица 6 – Ведомость расхода металла на залитые формы

Наименование отливки	Масса отливки, кг	Марка сплава	Годовая программа		Брак по вине литейного цеха		
			шт.	т	%	шт.	т
1	2	3	4	5	6	7	8
1.Патрубок	9,4	Сталь35Л	177966	1680	3	5504,1	52,0
2.Колено	12,0		116667	1400	3	3608,2	43,3
3.Стопор	35,0		24000	840	3	742,3	26,0
4.Диск	12,0		175000	2100	3	5412,4	64,9
5.Ручка	38,0		44211	1680	3	1367,3	52,0
6.Ручка	27,0		31111	840	3	962,2	26,0
7.Держатель	21,0		66667	1400	3	2061,9	43,3
8.Хобот	24,0		52500	1260	3	1623,7	39,0
9.Плита	38,0		7368	280	3	227,9	8,7
10.Втулка	31,0		36129	1120	3	1117,4	34,6
11.Опора	14,0		100000	1400	3	3092,8	43,3
Итого				14000			433,0

Продолжение таблицы 6

Наименование отливки	Отливается в год		Масса на одну отливку, кг		Расход металла в год, т	
	шт.	т	литников и прибылей	отливки с литниками и прибылями	на литники и прибыли	всего
1.Патрубок	183470	1732,0	6,3	15,7	1154,6	2886,6
2.Колено	120275	1443,3	8,0	20,0	962,2	2405,5
3.Стопор	24742	866,0	18,8	53,8	466,3	1332,3
4.Диск	180412	2164,9	8,0	20,0	1443,3	3608,2
5.Ручка	45578	1732,0	20,5	58,5	932,6	2664,6
6.Ручка	32073	866,0	14,5	41,5	466,3	1332,3
7.Держатель	68729	1443,3	11,3	32,3	777,2	2220,5
8.Хобот	54124	1299,0	12,9	36,9	699,4	1998,4
9.Плита	7596	288,7	20,5	58,5	155,4	444,1
10.Втулка	37246	1154,6	16,7	47,7	621,7	1776,4

					22.03.02.2019.169.00ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			29

11.Опора	103093	1443,3	9,3	23,3	962,2	2405,5
					8641,3	23074,3

Таблица 7 – Виды ДСП переменного тока

Тип электропечи	ДСП-1,5	ДСП-3	ДСП-6	ДСП-12
Мощность трансформатора, кВА	1600	2500	5000	8000 (+20%)
Напряжение питающей сети, кВ	6; 10	6; 10	6; 10	6; 10
Диаметр графитированного электрода, мм	150	200	300	350
Число сводовых электродов	3	3	3	3
Номинальная емкость печи, тонн	1,5	3	6	12
Время расплавления, мин.	60	60	60	60

Если рассмотреть печи большей емкости, к примеру печь 12 тонная, то время плавки будет больше и вероятность к захлаживанию металла возрастает в процессе разливки металла.

Выбор обоснован рядом преимуществ ДСП:

- возможность регулирования окислительно-восстановительных свойств среды по ходу плавки, а также обеспечения в печи восстановительной атмосферы и безокислительных шлаков, что предопределяет малый угар легирующих элементов (для справки: угар – потери металла в результате окисления при плавке или при нагреве);
- быстрый нагрев металла, связанный с вводом тепловой мощности в самом металле. Это позволяет вводить в печь большие количества легирующих элементов;
- плавная и точная регулировка температуры стали;
- более полное, чем в других печах, раскисление металла, получение его с низким содержанием неметаллических включений;
- получение стали с низким содержанием серы.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

В качестве плавильных агрегатов для приготовления стали применяют печи, как с кислой, так и с основной футеровкой. В литейных цехах, производящих отливки из рядовых углеродистых сталей, чаще всего используют печи с кислой футеровкой, а для производства легированных и высоколегированных сталей – печи с основной футеровкой.

В плавильном отделении будет использоваться ДП-3 фирмы «Комтерм» с кислой футеровкой. Кислая футеровка выбрана исходя из опытных данных. Среднеуглеродистые стали выплавляются в электропечах с кислой футеровкой, кислая футеровка обеспечит нам несколько повышенную жидкотекучесть, расход электрической энергии в кислой печи несколько ниже, стоимость кислой футеровки на тонну стали ниже, чем основной. Кислый шлак более вязок, при таком шлаке удобнее разливать сталь из малых ковшей.

Характеристики печи ДП-3 фирмы «Комтерм»:

- мощность трансформатора 2500 кВт;
- диаметр графитового электрода 200 мм;
- номинальная емкость печи 3 тонны;
- время расплавления 60 мин.

На основании ведомости расхода металла на залитые формы составляем баланс металла.

В первую очередь рассчитывается металлозавалка исходя из массы годных отливок, массы литников и прибылей, массы бракованных отливок с учетом потерь металла на сливы и сплески. Процент угара определен из характеристик печи.

При составлении баланса металла (таблица 8) данные по статьям 1, 2, 3 в тоннах заносятся из таблицы 6, а данные по статьям 4, 5, 6 в процентах от металлозавалки берутся из литературных источников или на основании опыта работы базового предприятия.

Процент угара определен по характеристикам печи. У печи ДП-3 фирмы «Комтерм», угар составляет 3,5 %.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Металлозавалка рассчитывается по формуле:

$$M = \frac{\Gamma + Л + Б}{100 - П} \cdot 100, \quad (9)$$

где М – годовая металлозавалка по выплавляемой марке;

Г – масса годных отливок;

Л – масса литников и прибылей;

Б – масса бракованных отливок;

П – сумма потерь металла по статьям 4, 5, 6 баланса металла.

После расчета металлозавалки определяются и заносятся в таблицу статьи 1, 2, 3 в процентах, а 4, 5, 6 – в тоннах, а затем подсчитываются суммарные данные по цеху.

Таблица 8 – Баланс металла

Наименование статей	Расход по маркам сплава	
	Сталь 35Л	
	%	т
1. Годные отливки	58	14000
2. Литники и прибыли	36	8641
3. Брак отливок	2	433
4. Технологические пробы и опытные отливки	0,50	121,44
5. Сливы и сплески	1,50	364,33
Итого жидкого металла		23559,77
6. Угар и безвозвратные потери	3,5	850,09
7. Металлозавалка	100	24288,42

Число одновременно работающих плавильных агрегатов определяется в зависимости от числа технологических потоков производства форм и возможности снабжения различных потоков из одного плавильного агрегата; числа шихт, потребляемых в цехе одновременно; возможности непрерывной заливки форм на автоматических линиях и конвейерах из печей периодического действия.

Необходимы состав шихты для Сталь 35Л был рассчитан с помощью программного обеспечения MS Excel. Использовался метод подбора, заключающийся в том, что для каждого из компонентов выбирается необходимое

											Лист
											32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

22.03.02.2019.169.00ПЗ

значение в соответствии с ГОСТ по марке. Изменяя процентное содержание компонентов в чугуне, подгоняют содержание элемента к выбранному требуемому содержанию.

Производительность электрических печей, как правило, определяется из среднечасовой потребности в металле. Задаваясь числом одновременно работающих агрегатов P_1 , уравнение (7) решают относительно расчетной производительности $N_{расч}$.

Таблица 9 – Ведомость расхода шихтовых материалов

Наименование материалов	Расход по маркам сплава	
	%	т
1.Металлическая шихта		
а) возврат Сталь35Л ГОСТ977-88	40	9823,20
б) лом стальной 2А ГОСТ 2787-75	59,84	14695,51
в) чугун передельный П1 ГОСТ 805-80	1,02	250,49
г) ферросилиций ФС65 ГОСТ 1415-93	0,10	24,56
д) ферромарганец ФМн70 ГОСТ 4755-91	0,16	39,29
Итого	100,00	24558,00
2.Шлакообразующие	3	736,74
3.Раскислитель	2	491,16

Когда плавка ведется монопроцессом, в печах периодического действия, расчет плавильного оборудования начинается с определения оптимальной емкости для каждого технологического потока.

В плавильном отделении, будут установлены печи ДП-3, время расплавления лома у данных печей по техническим характеристикам – 60 минут, емкость печи 3 тонны. Принимается, исходя из опытных данных предприятия, что доводка составит 20 минут.

Производительность печи составит:

$$N'_{расч} = 3/1,33 = 2,25 \text{ т/час.}$$

По формулам (7) и (8) определяется расчетное количество печей и количество печей для плавильного отделения на 14000 тонн стального литья.

$$P'_1 = (23074*1,2)/3632*2,25 = 3,38,$$

$$P'_2 = 3,38/ 0,8 = 4,22.$$

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Проверяется действительная величина коэффициента загрузки плавильного отделения. Величина $K_{зд}$ должна быть в пределах 0,7...0,85

$$K_{зд} = P'_1 / P'_2{}^{\text{целое}}, \quad (10)$$

где $P'_2{}^{\text{целое}}$ – округленное до целого значение P'_2 .

Действительная величина коэффициента загрузки плавильного отделения составит:

$$K_{зд} = 3,38 / 5 = 0,7.$$

Исходя из расчета, в плавильном отделении будет располагаться пять печей ДП-3 фирмы «Комтерм».

После расчета числа плавильных агрегатов разрабатывается схема организации работ в плавильном отделении, рассчитывается потребность в ковшах и выполняется планировка отделения.

3.6 Планировка плавильного и формовочного участков

Плавильное отделение располагается в одном крановом пролете шириной 18 метров, складские помещения располагаются в соседнем пролете. В плавильном отделении располагаются участки ремонта и футеровки ковшей, экспресс-лаборатория. Помимо этого, имеется стенд для подогрева ковшей. Для перемещения расплавленного металла и шихтовых материалов в пролете располагаются два мостовых крана $Q=10$ т. Один кран находится в работе, второй в резерве. Шихта со склада загружается в бадью и с помощью передаточной тележки грузоподъемностью $Q=10$ т перемещается в плавильный пролет. Посредством крана шихта загружается в свободную печь. После расплавления, производится замер температуры, берется проба, и отправляется в экспресс-лабораторию. В экспресс-лаборатории определяется химический состав сплава, после получения данных, производится доводка сплава по химическому составу. Металл сливается в раздаточный ковш. Перед разливкой ковша подогреваются на стенде подогрева ковшей. Заполненный раздаточный ковш помещают на передаточную тележку $Q=10$ т и перемещают на участок заливки. На участке заливки, металл из раздаточного ковша поворотного типа разливают в

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

22.03.02.2019.169.00ПЗ

разливочные ковши. Разливка форм осуществляется стопорными ковшами. После операций по разливке, раздаточный ковш возвращается в плавильное отделение, его осматривают на наличие механических разрушений футеровки, либо отправляют в ремонт. Работоспособный раздаточный ковш располагают на разливку и отправки следующей порции металла в отделение разливки.

В плавильном отделении, будут использоваться раздаточные ковши емкостью кратной емкости печи. В случае поломки, в плавильном отделении должен быть готовый к заливке, резервный ковш. Путем расчета определяется количество раздаточных ковшей постоянно находящиеся в ремонте. Так же определяется количество разливочных ковшей и количество ковшей, состоящих в резерве и в ремонте.

В плавильном отделении для разливки форм будут использоваться ковши стопорного типа. Преимущество стопорных ковшей перед чайниковыми, это наименьшая траектория струи металла, что позволяет нам контролировать подачу металла и подносить ковш вплотную к форме. Стопор имеет пружинный механизм на закрытие, это позволяет литейщику не прикладывать большие усилия на запирающие и обеспечивает удобство разливки.

Сталь, как известно из методических пособий заливается из ковша в 6 – 8 форм. Зная среднюю массу отливок, вместе с массой литниково-питающей системой, а также количество форм можно определить номинальную емкость ковша для разливки стали 35Л в формы.

Таблица 10 – Номинальная емкость ковша

Средняя масса отливки, кг	Средняя масса ЛПС, кг	Общ. масса отливки с ЛПС, кг	Среднее количество отливок в форме, шт	Кол-во залитых форм, шт	Общ.масса отливок с ЛПС в форме, т	Емкость ковша
23,76	13,4	37,11	4	7	1039,08	1 т

Исходя из данных в ведомости расхода металла на залитые формы мы определили, что будем использовать заливочный ковш номинальной емкостью 1 тонна.

Количество ковшей в работе определяется по формуле:

$$n_k = g_{Me} * \tau_{ц.к} * K_H / (q_k), \quad (11)$$

где n_k – число ковшей определенной металлоемкости;

g_{Me} – потребность в металле для заполнения форм из ковша;

$\tau_{ц.к}$ – время оборота ковша;

q_k – металлоемкость ковша, используемая на заполнение литейных форм, (определяется числом заливаемых форм и металлоемкостью каждой из них);

K_H – коэффициент неравномерности потребления жидкого металла под заливку.

Ход работы ковша подразделяется на циклы:

- рабочий цикл;
- ремонтный цикл;
- цикл ковша от ремонта до ремонта.

Время рабочего цикла ковша складывается:

- продолжительность заполнения ковша металлом;
- продолжительность перемещения ковша с жидким металлом;
- продолжительность заливки форм из ковша;
- продолжительность перемещения пустого ковша.

Рассчитаем количество ковшей, требуемых для плавильного отделения на 14000 тонн отливок в год по формуле (10). Время оборота ковша складывается из времени заполнения ковша металлом и транспортировки его до места заливки, время разлива металла, возвращения ковша под новое заполнение, слива остатка и ожидания заполнения ковша. Судя по данным предприятия, примем $\tau_{ц.к} = 0,33$ ч.

Количество раздаточных ковшей:

$$n_k = 15,7 * 0,33 * 1,2 / 3 = 2,07$$

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Количество разливочных ковшей:

$$n_k = 15,7 * 0,33 * 1,2 / 1 = 6,21.$$

Округляем полученное число до целого, Необходимое количество раздаточных ковшей 3шт, емкостью 3 тонны. Разливочных ковшей 7шт, емкостью 1 тонна.

Время ремонтного цикла ковша определяется как время ремонта ковша $\tau_{р.к}$.
Примерное время ремонта ковша занимает 8...18 часов.

Время рабочего цикла ковша от ремонта до ремонта определяется как межремонтный интервал 15...25 часов.

Число ковшей в ремонте определяется по формуле:

$$n_{к.р} = (n_k * \tau_{рем.к} * n_p * K_H) / \Phi_p, \quad (12)$$

где $n_{к.р}$ – число ковшей находящиеся постоянно в ремонте;

n_k – число ковшей определенной металлоемкости находящиеся в работе;

$\tau_{рем.к}$ – общая длительность ремонтного цикла ковша;

n_p – число ремонтов ковша в год;

K_H – коэффициент неравномерности поступлений ковшей в ремонт;

Φ_p – фонд раб. времени ремонтных рабочих.

Количество раздаточных ковшей в ремонте:

$$n_{к.р} = 7 * 17 * 24 * 1,2 / 3471 = 0,98.$$

Количество разливочных ковшей в ремонте:

$$n_{к.р} = 3 * 17 * 24 * 1,2 / 3471 = 0,42.$$

Итого, в ремонте постоянно находится 1 ковш.

Дополнительно необходимо иметь резервные ковши на случай аварии.
Число резервных ковшей должно быть меньше двух и должно составлять около 15...20 % от общего числа ковшей.

В итоге, в плавильном отделении будет 3 раздаточных ковша, 2 ковша будут находиться в резерве и 1 ковш будет находиться в ремонте. Разливочных ковшей в работе будет 7, в ремонте будет 1 ковш и в резерве 2. Общее число ковшей 16.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Проектирование формовочного участка начинается с обоснования способа изготовления отливок и выбранного типа форм. Описывается технология изготовления, сборки, заливки, выбивки форм и применяемое оборудование. При изготовлении отливок, вся номенклатура разбивается на группы, производство которых предусматривается в отдельных потоках в формах оптимального и преимущественно одного размера.

В формовочно-заливочно-выбивном отделении, изготовление отливки будет происходить в песчано-глинистой форме. Форма изготавливается на основе Seiatsu-процесса. В готовые формы заливается сталь 35Л.

Состав смеси для форм отливок:

- оборотная смесь 92...95 %;
- кварцевый песок 5,0...8,0 %;
- бентонит 1,2... 2,0 %;
- добавки ПАВ 0,01...0,03 %;
- добавки крахмалистые 0,02... 0,04 %.

Свойства формовочной смеси:

- прочность при сжатии 0,09...0,14 МПа;
- прочность при разрыве (через час – два – три) 70 – 130 – 200 кПа;
- влагосодержание 3,1... 3,5 %;
- газопроницаемость более 100 ед.

Операции по изготовлению форм и выбивка являются трудоемкими операциями. Данные операции лучше проводить на автоматических линиях, это позволит увеличить производительность производства и его точность, так же сократить участие человека в этих процессах. В формовочно-заливочно-

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2019.169.00ПЗ				

выбивном отделении будет использоваться автоматическая формовочная опочная линия фирмы HSP-3D.

Характеристики автоматической формовочной линии:

- производительность линии 40 – 50 форм/час;
- размер опок 800x700x200 мм;
- усилие прессования регулируемое до 785 кН;

В состав линии HSP-3D входят:

- вибростолы;
- кантователи;
- механизмы среза излишков смеси;
- туннели для сушки форм;
- выбивная решетка;
- перестановщики опок.

Формовочная линия включает участки протяжки, кантовки, заливки, выбивки. Весь процесс производства отливки начинается с того, что уплотненные формы протягивают, кантуют и по конвейеру поступают на участок высверливания литниковой воронки. В конце участка находится спариватель. Верхняя опока кантуется на 180 градусов и поднимается. Нижняя опока поднимается с помощью подъемного механизма под верхнюю опоку, затем спаренная форма опускается. Спаренная опока передается на участок заливки.

После заливки форма подается в начало участка формовки, где находится выбивное устройство, выдавливающее ком смеси из опоки на выбивную решетку, затем внутренние стенки опоки верха и опоки низа распариваются.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Отливки, не имеющие явных дефектов, подвергаются дальнейшей очистки от формовочной смеси и пригара.

Для удаления литников и прибылей применяется гидравлический пресс. Остатки питателя, прибылей, заливов, заусенцев, перекосов и неровностей удаляются шлифовальными абразивными кругами.

Для улучшения структуры, изменению твердости, прочности и пластичности отливка подвергается термической обработке.

После достижения заданных параметров структуры отливку подвергают окраске. Окраска позволяют увеличить коррозионную стойкость металла и защитить поверхность при неправильной транспортировке или хранении. Окрашивают внутренние и наружные поверхности отливки, не подвергаемые обработке.

Для грунтовки применяется нанесение краски в электростатическом поле, благодаря этому достигается равномерное нанесение слоя краски на отливку, а также экономия самой краски и улучшения условий труда.

Окрашенные отливки подвергаются сушке в специальных камерах при температуре около 120 градусов инфракрасными лучами. При таком процессе сушки, тепло исходит от металла, что дает краске высыхать с нижних слоев при застывании.

Для определения годового числа форм, каждого типоразмера, а также объема стержней и формовочной смеси удобно пользоваться ведомостью изготовления и сборки форм (таблица 11).

Таблица 11 – Ведомость изготовления и сборки форм

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наименование отливки	Изготавливается в год отливок, шт	Внутренний размер опок в свету, мм	Количество отливок в форме, шт	Изготавливается форм в год, шт
1	2	3	4	5
1.Патрубок	183470	800x700x170	4	45868
2.Колено	120275	800x700x170	4	30069
3.Стопор	24742	800x700x170	4	6186
4.Диск	180412	800x700x170	4	45103
5.Ручка	45578	800x700x170	4	11394
6.Ручка	32073	800x700x170	4	8018
7.Держатель	68729	800x700x170	4	17182
8.Хобот	54124	800x700x170	4	13531
9.Плита	7596	800x700x170	4	1899
10.Втулка	37246	800x700x170	4	9312
11.Опора	103093	800x700x170	4	25773
Итого				214335

Продолжение таблицы 11

										Лист
										41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2019.169.00ПЗ					

Наименование отливки	Объем для одной формы, м ³				Объем формовочной смеси на годовую программу, м ³
	опок	залитого металла	стержней	уплотненной формовочной смеси	
1	6	7	8	9	10
1.Патрубок	0,190	0,009	0,008	0,174	7972,217
2.Колено	0,190	0,011	0,008	0,171	5152,921
3.Стопор	0,190	0,031	0,008	0,152	940,397
4.Диск	0,190	0,011	0,008	0,171	7729,381
5.Ручка	0,190	0,033	0,008	0,149	1702,258
6.Ручка	0,190	0,024	0,008	0,159	1275,425
7.Держатель	0,190	0,018	0,008	0,164	2823,685
8.Хобот	0,190	0,021	0,008	0,162	2187,966
9.Плита	0,190	0,033	0,008	0,149	283,710
10.Втулка	0,190	0,027	0,008	0,156	1448,395
11.Опора	0,190	0,013	0,008	0,169	4367,698
Итого					35884,050

Преимущества автоматической линии HSP-3D:

- равномерная твердость формы;
- меньшее количество стержней;
- уменьшение формовочного уклона на 0,5 град;
- лучшее использование плоскости разъема.

Необходимо количество линий для формовочно-заливочно-выбивного отделения определяется по формуле:

(13)

где n – годовое число форм, изготавливаемых на линии;

Φ_d – действительный фонд времени формовочного оборудования;

$N_{расч}$ – расчетная производительность формовочного оборудования;

K_3 – коэффициент, учитывающий потери из-за брака форм и отливок.

Количество линий для формовочно-заливочно-выбивного отделения составит:

$$P_2 = P_1 / K_3^\Phi, \quad (14)$$

где K_3^Φ – коэффициент загрузки формовочного отделения;

Количество формовочного оборудования для формовочного отделения оставит:

$$P_2 = 0,7 / 0,8 = 0,87.$$

Величина действительного коэффициента загрузки вычисляется по формуле и должна быть в пределах $0,7 \dots 0,85$:

$$K_{зд}^\Phi = P_1 / P_2^{целое}, \quad (15)$$

где $P_2^{целое}$ – округленное значение P_2 .

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$K_{зд}^{\phi} = 0,7 / 1 = 0,7.$$

В отделении будет располагаться 1 формовочная линия.

Длина охлаждающей зоны определяется по формуле:

$$L_{охл} = V_k * \tau_{охл}, \quad (16)$$

где $\tau_{охл}$ – время охлаждения формы с отливкой, нуждающейся в наиболее продолжительном охлаждении.

Скорость конвейера V_k определяется исходя из производительности формовочной линии, шагом конвейера и коэффициента загрузки конвейера и расчетные значения переводятся в м/мин.

$$V_k = q * S * K_3,$$

где V_k – скорость конвейера;

S – шаг конвейера;

q – производительность формовочной машины;

K_3 – коэффициент загрузки конвейера.

Скорость конвейера составит:

$$V_k = 45 * 0,82 * 0,9 = 44,67 \text{ м/ч.}$$

Расчетные значения скорости конвейера переводятся из м/ч в м/мин.
Скорость конвейера составит:

$$V_k = 44,67 / 60 = 0,75 \text{ м/мин.}$$

Время охлаждения формы зависит от металлоемкости, толщины стенки и составляет 70...75 мин.

Длина охлаждающей зоны составит:

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$L_{\text{охл}} = 0,75 * 72 = 54 \text{ м.}$$

Выбивка производится после снятия опок с конвейера. Выбивка производится автоматически, на выбивных установках.

Для охлаждения будут использоваться две ветки охлаждения длиной 30 м, а длина разливочной зоны составит 12 м.

4 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ SEIATSU ПРОЦЕССА С АНАЛОГАМИ

Сейчас существует множество методов формовки. Выбор метода формовки зависит от качества поверхности отливки и точностных показателей, а также серийности производства.

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2019.169.00ПЗ				

4.1 Вакуум-процесс (V-процесс)

Суть процесса в том, что нагревают для размягчения тонкую этилен-полициклатную пленку и накладывают ее на модельную плиту. Модель и плита имеют отверстия, которыми они соединены с полостью вспомогательного ресивера. В ресивере создается вакуум. На плиту устанавливают опоку и вакуумируют. В опоку засыпают песок и уплотняют его вибрацией.

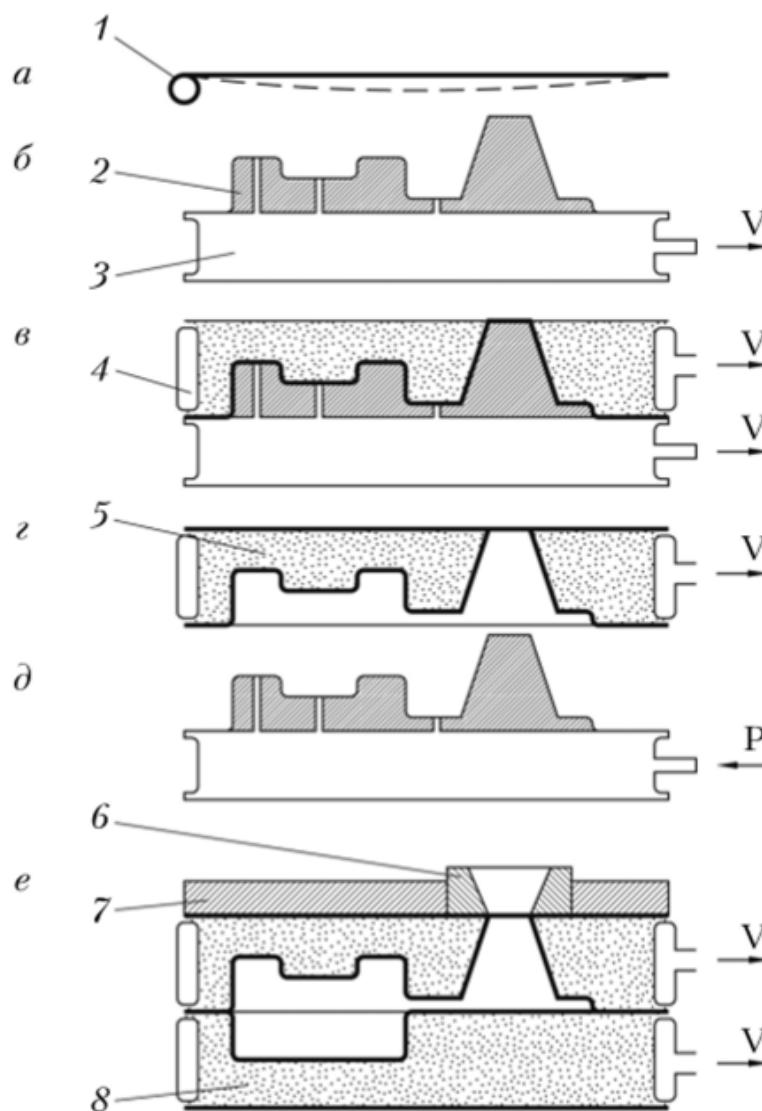


Рисунок 3 – Этапы формовки методом V-процесс

Таблица 12 – Преимущества и недостатки V-процесса

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Преимущества	Недостатки
Нет необходимости в смесеприготовительном отделении	Низкая производительность 6-7 форм в час
Нет необходимости в формовочном оборудовании	Необходимость использования вакуума на весь процесс
Упрощается отделение выбивки, т.к смесь легко высыпается из опоки	Высокий пригар у отливок из стали
Высокое качество отливок	—

4.2 Литье по газифицируемым моделям

Суть метода в том, что форма для литья уплотняется вокруг газифицируемого макета из легкоплавкого пластика. Газифицируемая модель, вокруг которой утрамбована в опоку форма, не извлекается из нее, а при заливки металла плавится, переходит в газообразное состояние и испаряется через массу формовочной смеси (рисунок 4).

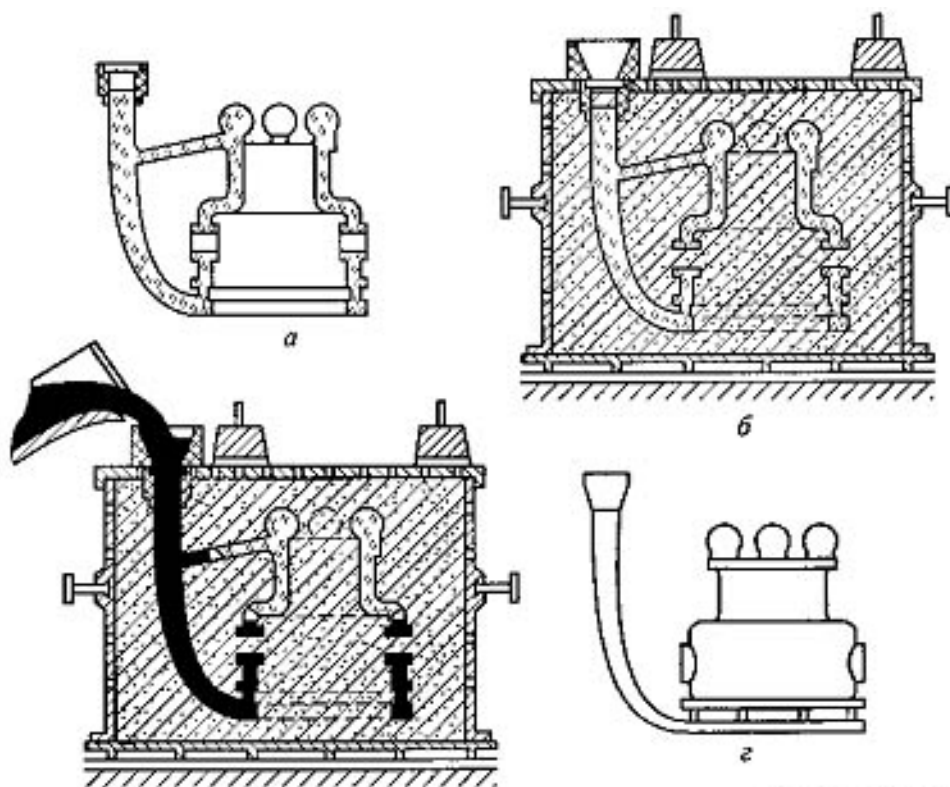


Рисунок 4 – Процесс литья по газифицируемым моделям

Таблица 13 – Преимущества и недостатки литья по газифицируемым моделям

Преимущества	Недостатки
Нет необходимости в извлечении модели из формы	Выделение газа при сгорании модели
Не повреждается форма при извлечении макета	Потеря точности при уплотнении формовочной смеси из-за податливости пенополистирола
Нет необходимости использования стержней	—

4.3 Горизонтально-стопочная формовка

Суть процесса безопочной формовки заключается в заполнении с помощью пескодувной машины, с помощью сжатого воздуха, формовочной камеры. Уплотнение происходит путем перемещения модельной плиты с помощью плунжера. Далее плунжером полуформа перемещается и соприкасается с предыдущей полуформой, образуя полость. Следующий этап, заливка металла из ковша. Финишной операцией является выбивка отливок из форм путем подачи форм на выбивную решетку (таблица 14).

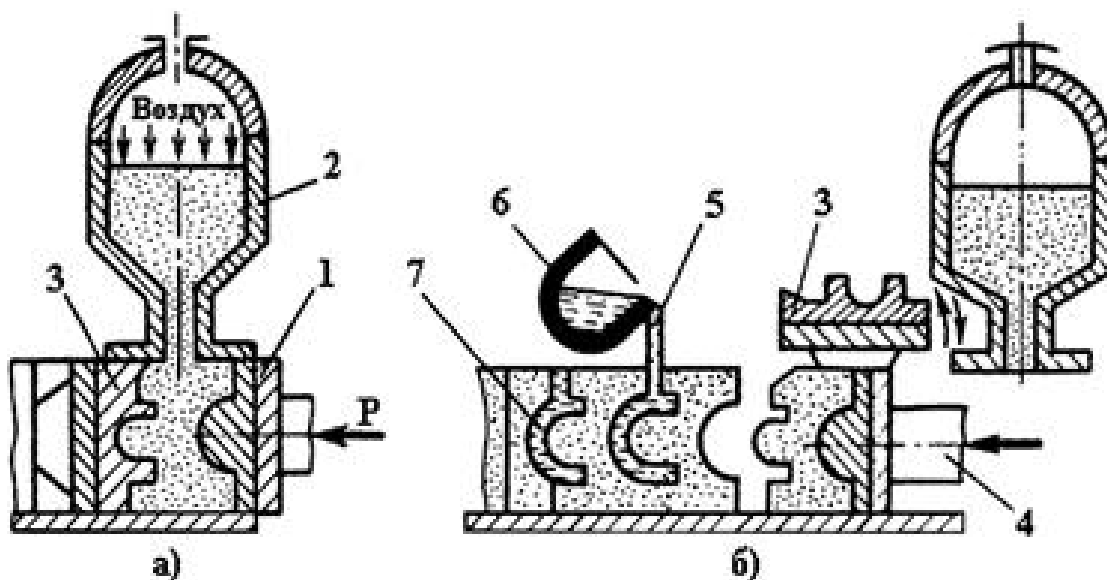


Рисунок 5 – Безопочная формовка

Таблица 14 – Преимущества и недостатки способа безопочной формовки

Преимущества	Недостатки
Высокая производительность	Большой расход смеси
Компактность установок	Сложная простановка стержней
Упрощение процесса выбивки отливок	Наличие риска раскрытия формы
Отсутствие транспортных средств для перемещения	–
Отсутствие опочной оснастки	–

4.4 Безопочная формовка с использованием смесей холодного тверждения

С помощью данного способа получают формы из сыпучих смесей с жидкими отвердителями. Для данного процесса используют смеси на жидком стекле или синтетических смолах в качестве связующего и катализаторов

процесса твердения. В качестве отвердителей используют сложные эфиры, песчано-смоляных смесей – водные или спиртовые растворы катализаторов.

Суть процесса заключается в том, что холоднотвердеющую смесь готовят в закрытых бегунах. На предварительно нагретую модельную плиту насыпается холоднотвердеющая смесь. После загрузки смеси ее утрамбовывают с помощью вибростола. Оставляют на 15...60 минут.

Таблица 15 – Преимущества и недостатки литья в формы из холодно твердеющих смесей

Преимущества	Недостатки
Низкая стоимость оснастки	Токсичность
Низкая скорость изготовления	Дороговизна синтетических смол
Высокая прочность стержней	Повышенные требования к чистоте наполнителей
Изготовление отливок любой конфигурации	–
Многokrатное использование форм	–

4.5 Seiatsu процесс

Seiatsu-процесс – способ уплотнения формовочных смесей слабым импульсом с последующим прессованием (рисунок 2).

Машинный стол поднимает модельную оснастку с опокой и прижимает к прессовой плите. Сжатый воздух проходит через формовочную смесь уплотняя смесь. Прессовым устройством происходит окончательное уплотнение смеси (таблица 16).

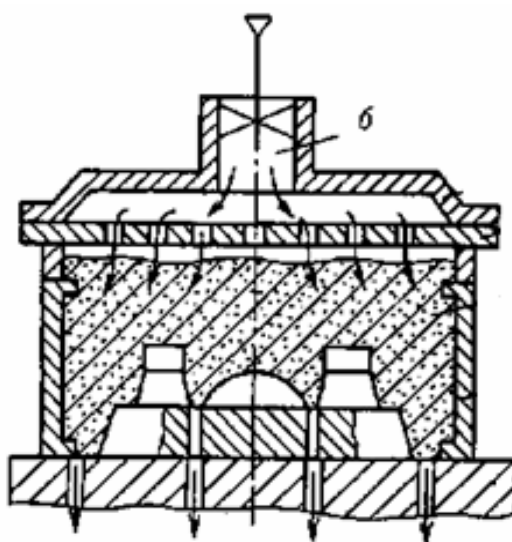


Рисунок 6 – Формовка методом Seiatsu

Таблица 16 – Преимущества и недостатки способа формовки Seiatsu

Преимущества	Недостатки
Высокая равномерная плотность формы	Высокий расход сжатого воздуха
Используется меньше стержней	Использование двух видов энергии привода гидравлического и воздушного
Уменьшенный формовочный уклон	Необходим сложный импульсный клапан и ресивер большого объема для подачи воздуха
Уменьшенный уровень шума	–

С учетом анализа методов производства форм, был выбран способ формовки методом Seiatsu. Этот метод позволит изготавливать формы в соответствии назначенными техническими требованиями, экономическими показателями с учетом расхода металла, стоимости оборудования, технической оснастки. Важную роль играет серийность производства при выборе технологии формовки. По сравнению с формовкой методом V-процесса, у данного метода производительность выше. Уменьшенный формовочный уклон позволит экономить на оборудовании финишной обработки. Использование меньшего количества стержней позволит в меньшей степени нагружать стержневое отделение и соответственно снизить себестоимость детали.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Человеку на предприятии стоит остерегаться множества опасностей и обеспечение безопасности – это самая главная задача самой личности, нации, государства, всего мирового сообщества. И что бы предотвратить и сократить влияние вредных факторов на человека, перед приемом на работу, а также периодически, проводятся лекции по технике безопасности на предприятии.

5.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов литейного производства

В сталеплавильных цехах, на разных технологических этапах, возможно появление опасных или вредных производственных факторов.

Основные опасные факторы это:

- пыль дезинтеграции и конденсации;
- выделение паров и газов;
- большое выделение теплоты;
- тепловой поток;

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

- высокий уровень шума;
- вибрация;
- электромагнитное излучение;
- повышенное электрическое напряжение;
- наличие движущихся машин, механизмов.

Пыль в литейных цехах находится в воздухе в рабочей зоне. Большое количество пыли выделяется в формовочном отделении, где изготавливаются стержневые смеси, стержни, модели.

Газы и пары которые могут выделяться в ходе технологического процесса, так же загрязняют воздух. Основными газами являются акролеин, ацетон, ацетилен, бензол, окись азота, окись углерода, двуокись серы и др. В сталеплавильных цехах, в основном выделяют двуокись углерода.

Большое количество теплоты выделяется в отделениях плавки металла, термообработки, в формовочном отделении, где происходит сушка форм и стержней.

В литейных цехах, используется оборудование для выбивки форм, так же пневматические формовочные машины и другое оборудование. Такое оборудование является источником вибрации. Допустимые уровни вибрации регламентируются ГН 2.2.4/2.1.8.566-96.

Для обработки жидких расплавов, очистки отливок, установки очистки газов и др., применяют ультразвук. Ультразвуковые установки используют с диапазоном частот 18...20 кГц. Звук на этой частоте, человек не слышит, но это

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

пагубно воздействует на тело человека. Допустимый уровень ультразвукового давления нормируется по ГОСТ 12.1.001-89.

В литейных цехах, присутствуют электротермические установки для подогрева и плавки металла. Данное оборудование создает электромагнитные поля. Установки для плавки и подогрева металла могут создавать разные по габаритам электромагнитные поля. Габариты и требования по размещению этих электромагнитных полей регламентируются ГОСТ 12.1.006-76.

Источники ионизирующих излучений используются для анализа дефектов в отливках, осуществления контроля и автоматизации технологических процессов и др. Документом, содержащим правила безопасности с оборудованием которое является источником излучения является НРБ-96.

Электрическое оборудование, таковым является: электрические печи, конвейеры, формовочные линии и др., является основным источником опасности.

Литейные цехи оборудованы грузоподъемными механизмами, машинами для приготовления формовочных смесей, плавильными агрегатами и др. В ходе каждого этапа технологии, должны соблюдаться правила техники безопасности, а также соблюдение всех норм и правил. Не соблюдение правил и норм ведет к травмированию персонала и неизгладимым последствиям.

При планировке, чтобы учесть все факторы разного рода опасностей, производят их анализ.

При анализе учитывают:

- природно-климатические условия местности, температура воздуха, скорость ветра, осадки;
- виды межцехового и внутрицехового транспорта, кранов;
- виды источников энергии;

- предметы и средства труда;
- оборудование;
- продукты труда;
- производственные процессы;
- действия персонала;
- особенности производственных участков.

При анализе опасностей, выделяются источники опасностей. Дается количественная и качественная характеристика опасностям. Определяется вид воздействия на человека. Дается комплексная оценка разрабатываемого объекта по параметрам безопасности. Определяются меры борьбы, противодействия от опасностей.

5.2 Электробезопасность

В сталелитейном цехе есть множество источников поражения электрическим током. Таковыми источниками могут послужить электродвигатели, электропроводка и др. электротехническое оборудование литейного цеха. Существует три вида помещений, классифицируют их с точки зрения электрической безопасности.

Виды помещений:

- безопасные;
- с повышенной опасностью;
- особо опасные;

Для предотвращения случаев удара током проводят мероприятия:

- применение механических или электрических блокировок;

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

- недоступность токоведущих частей;
- применение изолирующих материалов;
- применение средств автоматического контроля и сигнализации;
- устройство защитного заземления, зануления, отключения, электрического разделения и др.

5.3 Пожаровзрывобезопасность

В процессе эксплуатации объекта и оборудования, возникает опасность возникновения пожара или взрыва. На производстве существует множество источников возникновения.

Основные источники пожара или взрыва:

- горючие газы;
- пары легковоспламеняющихся жидкостей;
- горючие жидкости;
- горючая пыль.

Для предотвращения опасных ситуаций в цехах устанавливают системы противопожарной защиты и системы предотвращения взрыва. Вместе с этим, проводятся организационные мероприятия по ГОСТ 12.1.004-85.

При проектировании цехов проводится анализ показателей пожаровзрывобезопасности веществ и материалов по ГОСТ 12.1.041-83 и ГОСТ 12.1.044-89. Определяется к какому классу относится производство по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасностям. Определяется степень огнестойкости здания, пожароопасные расстояния между производственными зданиями и расстояние от наиболее удаленного рабочего места до выхода. Выбираются необходимые установки пожаротушения, сигнализации.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Разрабатываются условия пожаровзрывобезопасности при использовании веществ и материалов. Разрабатывается схема по эвакуации людей в случае чрезвычайной ситуации из производственного помещения.

Таблица 17 – Применение средств пожаротушения

Средство пожаротушения	Мат-лы и область тушения	Отделение, участки
Вода в виде компактной струи, пена, водяной пар	Дерево, уголь, кокс, каучук, целулоид и др.	Модельное, шихтовое
Водяной пар	Очаги пожара в закрытых помещениях	Участки точного литья
Химическая пена	Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, твердые сгораемые материалы.	Формовочное, стержневое
Воздушно-механическая пена	Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, твердые сгораемые материалы	Формовочное, стержневое
Углекислый газ	Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, твердые сгораемые материалы	Участки сушки форм и стержней
Четыреххлористый углерод	Легковоспламеняющиеся жидкости и твердые горючие материалы	Формовочное, стержневое

5.4 Безопасность труда в литейных цехах

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2019.169.00ПЗ					

В литейных цехах и на других производствах огромное внимание уделяется безопасности. В РФ существует система стандартов безопасности труда. В СББТ описываются общие требования и нормы по всем видам опасных факторов. Описываются требования к средствам защиты, к оборудованию. Описывается предельный уровень вибрации, шума. Указывается какая окраска должна быть на оборудовании, сооружений и зданий. Описывается как должны проводиться технологические операции с использованием горючих и взрывающихся веществ.

Определены часовые нормы работы для женщин и мужчин в ночное время. Так же описана максимальная нагрузка для женщин при переноске грузов, до 15 кг.

Предусмотрено, что в период отпуска или по беременности, за женщинами должно быть сохранено место работы и должность.

Как указано в технике безопасности, в цехе следует ходить только по предусмотренным проходам. Запрещается ходить по материалам, отливкам, конвейеру и др.

Каждый работник должен знать сигнальные цвета и знаки безопасности.

- Красный знак – опасность, стоп;
- Оранжево-желтый – внимание.

К работе допускаются лица, прошедшие вводный инструктаж. При поступлении на работу, проводится первичный инструктаж на рабочем месте. Проводится проверка знаний. После этого работник допускается к работе. Повторный инструктаж проводится не реже двух раз в год. Перед поступлением на работу, лица проходят медицинский осмотр. Не выполнение инструкций по охране труда является нарушением дисциплины. Должностные лица, несут дисциплинарную, административную, уголовную и материальную ответственность.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

5.5 Охрана окружающей среды

Сталеплавильный цех в процессе работы выбрасывает в окружающую среду множество загрязняющих веществ, в виде газов, пыли и др. Данные вещества, смещают равновесие атмосферу из равновесия.

Борются с загрязнением окружающей среды следующим образом:

- изучают, прогнозируют и моделируют источники загрязнения, а также выявляют методы борьбы с выбросами;
- создание промышленных комплексов для реализации отходов, внедряют ресурсосберегающие технологии;
- разработка методов для предотвращения загрязнения и очистки;
- организация экологически ориентированного управления объектами экономики на федеральном, региональном, местном уровнях.

При планировке цеха или другого промышленного комплекса, обычно для решения экологических задач является переход на безотходное производство. Безотходное производство – это производство, в котором происходит переработка всего сырья в нескольких стадиях, в последствии все сырье в малом количестве переходит в безвредные отходы.

Так же существуют малоотходные производства, которые включают в себя:

- ограниченное, рассчитанное и обоснованное использование первичных ресурсов;
- использование упаковок и тар, которые обеспечивают вторичное использование сырья;
- отказ в использовании оборудования, которое получает какой-либо процент грязного сырья в конце обработки, необходимость в максимально возможных заменах ядерных и химических производств;

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

- сокращение энергозатрат;
- уменьшение материалоемкости изделий;
- замена материалов, которые оказывают вредное влияние на окружающую среду;
- необходимость переработки вторичных ресурсов;
- осуществление необходимого уровня очистки газов, который позволил бы исключить загрязнение атмосферы;
- сокращение всех видов сбросов в окружающую среду за счет использования необходимого оборудования для очистки;
- полноценный переход к полному предотвращению выбросов.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» [183], регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду, как важнейшую составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле. В соответствии с этим законом при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, консервации и ликвидации зданий, строений, сооружений и иных объектов не должно быть негативного воздействия на окружающую среду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с заданием, рассчитано и спроектировано плавильное и формовочно-заливное-выбивное отделение. В ходе расчёта для плавильного отделения рассчитано количество печей, ковшей. Для формовочно-заливное-выбивное отделение рассчитано количество автоматических линий, определена

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

производительность линий. Для расчёта использовались данные из методических пособий. Графически отражена компоновка цеха, с соблюдением всех правил, норм и тенденций. Произведено описание работ сталеплавильного цеха. Произведен анализ опасных факторов в цеху, рассмотрены правила поведения в случае экстренных ситуациях при взрывах, пожарах. Правила работы с оборудованием работающем при повышенном напряжении. Описаны методы борьбы с экологическими выбросами.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Швабауэр, В.И. Технология изготовления отливок: учебное пособие / В.И. Швабауэр. – Челябинск: ЧГТУ, 2001. – 66 с.
2. Чуркин, Б.С. Технология литейного производства: учебник / Б.С. Чуркин. – Екатеринбург: Изд. Урал. гос. проф.пед. ун-та, 2000. – 662 с.
3. Дубровин, В.К. Технологические процессы литья: учебное пособие / В.К. Дубровин, А.В. Карпинский, О.М. Заславская. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2013. – 194 с.
4. Кулаков, Б.А. Проектирование и реконструкция литейных цехов: учебное пособие к выполнению дипломного проекта / Б. А. Кулаков, Л. Г. Знаменский, О. В. Ивочкина и др. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 142 с.
5. Знаменский, Л.Г. Теория литейных процессов: учебное пособие / Л.Г. Знаменский, О.В. Ивочкина. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2006. – 86 с.
6. СТО ЮУрГУ 04-2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

					22.03.02.2019.169.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63