

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой МСП
_____ Б.Н. Гузанов
«__» _____ 2017 г.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА ДЛЯ НУЖД
СЕВЕРСКОГО ТРУБНОГО ЗАВОДА С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ
19000 ТОНН**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение

Идентификационный код ВКР: 719

Исполнитель:
студент группы ЗМП–403С
(подпись)

О.О. Пеньков

Руководитель:
преподаватель,
ст. преподаватель каф МСП
(подпись)

М.В. Ведерников

Нормоконтролер:
профессор кафедры МСП,
канд. техн. наук, доцент
(подпись)

Ю.И. Категоренко

Екатеринбург
2017

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 123 листа машинописного текста, 58 таблиц, 31 библиографических источников, 2 приложения на 2-х листах.

Ключевые слова: ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ТЕХНОЛОГИЯ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, КОММЕРЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.

Цель работы - организация технологического процесса изготовления отливок из чугуна для нужд Северского трубного завода с годовым выпуском 19000 тонн.

В общей части выбран способ получения отливки, исходя из экономической целесообразности и возможности получения требуемых качеств к отливке, произведен расчет основного оборудования цеха, дано описание технологического процесса изготовления отливок.

В технологической части разработан технологический процесс изготовления отливки «Винт».

В экономико-управленческой части рассмотрены вопросы расчета численности рабочих и расчета себестоимости оборудования, анализ коммерческой эффективности проекта.

Рассмотрены вопросы по охране труда и экологичности проекта.

Выполнены графические иллюстрации:

- отливка;
- отливка в песчаные формы;
- модель;
- план цеха;
- экономический плакат.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	
1.1. Обоснование и расчет производственной программы	8
1.2. Анализ конструкции детали и требования к ней	10
1.2.1. Характеристика детали, ее назначение и особенности условий ее эксплуатации	10
1.2.2. Требования к отливке	11
1.2.3. Выбор режима работы литейного цеха. Расчет фондов времени	12
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ	14
2.1. Разработка чертежа отливки	14
2.2. Формовочная и стержневая смеси	25
2.3. Выбор конструкции и материала опок	27
2.4. Модельно-литейная оснастка	28
2.5. Термическая обработка отливок	29
2.6. Контроль качества отливок	31
2.7. Возможные дефекты и меры устранения	33
3. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	35
3.1. Плавильное отделение	35
3.1.1. Выбор плавильного агрегата	36
3.1.2. Шихтовые материалы индукционной плавки	38
3.1.3. Расчет количества плавильных агрегатов	40
3.1.4. Расчет парка ковшей	42
3.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение	43
3.2.1. Расчет программы формовочного отделения	43
3.2.2. Технологический процесс изготовления форм из ХТС	45

3.2.3. Выбор формовочного оборудования	45
3.2.4. Расчет количества формовочного оборудования	46
3.3. Стержневое отделение	47
3.3.1. Расчёт программы стержневого отделения	47
3.3.2. Технологический процесс изготовления стержней из ХТС	48
3.3.3. Выбор стержневого оборудования и расчёт его количества	49
3.4. Процесс подготовки формовочных смесей	51
3.4.1. Расчёт оборудования смесеприготовления	51
3.5. Участок финишных операций	53
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	60
5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	84
5.1. Безопасность труда	84
5.1.1. Характер трудового процесса	85
5.1.2. Условия труда	86
5.1.2.1. Микроклимат	86
5.1.2.2. Вентиляция	87
5.1.2.3. Производственный шум	89
5.1.2.4. Производственная вибрация	89
5.1.2.5. Освещение	90
5.1.2.6. Пожарная безопасность	92
5.1.2.7. Электробезопасность	93
5.2. Экологическая безопасность	94
5.2.1. Глобальные экологические проблемы современности	94
5.2.2. Анализ связей технологического процесса с экологическими системами	95
5.2.3. Основные требования экологизации проекта	97
5.2.4. Пути экологизации создаваемого производства	98
5.2.6. Предложения по экологизации технологического процесса	99

6. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА НАГЛЯДНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КУРСА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ	101
6.1. Описание профессионального стандарта по профессии «Формовщик машинной формовки»	101
6.2. Условия обучения	105
6.3. Разработка учебного плана повышения квалификации	107
6.4. Методическое обеспечение для урока	113
6.5. Вывод о проделанной работе	117
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	118
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	119
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Лист задания на выполнение ВКР	122
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Отзыв руководителя о выпускной квалифика- ционной работе	123

ВВЕДЕНИЕ

Производство заготовок – один из основных начальных этапов технологического процесса изготовления изделия, поэтому, от того, насколько рационально спроектирована заготовка и выбран метод её получения, существенно зависит себестоимость и качество этого изделия.

Технологический процесс получения отливок включает изготовление моделей отливок и литников, изготовление стержневых ящиков, приготовление формовочных и стержневых смесей, изготовление стержней и полуформ, сборку форм, приготовление жидкого металла, заливку форм, выбивку из форм и зачистку отливок, контроль качества отливок.

Важнейшее социальное и экономическое значение имеет оптимизация условий труда, являющаяся существенным резервом повышения его производительности. Размещение отделений, а также форма застройки должны учитывать требования общих правил безопасности и промышленной санитарии.

При проектировании цеха и технологии получения отливки следует изучить и осветить экономические вопросы, которые призваны дать оценку качества проектных разработок. Организационно-экономический раздел содержит экономическое образование проекта.

При проектировании также следует уделить особое внимание на мероприятия по охране труда и окружающей среды, выполнению правил техники безопасности, промышленной санитарии, улучшению условий труда и пожарной безопасности.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1. Обоснование и расчет производственной программы

Программа производства является основой для разработки технологической части проекта.

В проекте цеха чугунного литья предусмотрен выпуск 19000 тонн годной продукции в год, масса отливок от 15 до 100 кг. Используется литейный металл марки СЧ25 ГОСТ 1412 – 85 [26]. Тип производства крупносерийный и массовый.

В проектируемом цехе вся номенклатура отливок разделяется на следующие массовые группы:

- группа – отливки массой от 5 до 50кг;
- группа – отливки массой от 50 до 100кг;

Производственная программа цеха приведена в таблице 1.

Планируемая доля брака при изготовлении отливок составит 1%. Брак стержней – 5%, брак форм – 5%. Просыпь и потеря технологических свойств смесей: формовочной – 5%, стержневой – 5%.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Таблица 1 - Производственная программа цеха

Массовая группа	Наименование отливков	Марка металла	Масса 1 отливки без литников и прибылей, кг	Масса 1 отливки с литниками и прибылями, кг	Кол-во отливок на годовую программу, шт	Масса отливков на программу без литников и прибылей, т	Масса отливков на программу с литниками и прибылями, т	Кол-во отливок в форме, шт	Количество форм на программу, шт	Количество стержней на отливку, шт	Количество стержней на программу, шт
5 – 50 кг	Блок	СЧ25	14,5	19,6	10000	145	195,8	4	2500	8	20000
	Крышка		21,2	28,6	20000	424	572,4	4	5000	8	40000
	Корпус		37,1	50,1	50000	1855	2504,3	4	12500	8	120000
	Стакан		45,8	61,8	14000	641,2	865,6	4	3500	8	28000
	Ролик		16,4	22,1	15000	246	332,1	4	3750	8	30000
	Коленвал		19,6	26,5	25000	490	661,5	4	6250	8	50000
	Картер		24,1	32,5	6000	204,6	276,2	4	1500	8	12000
	Втулка		27,1	44,1	35000	949,7	1282,1	4	8750	4	35000
	Крышка цилиндра		25	33,8	8000	200	270	4	2000	4	8000
	Винт		26,3	44,8	10000	263	448	4	2500	4	20000
	Итого				193000	5418,5	7407,9		48250		363000
50 – 100 кг	Втулка большая	СЧ25	74,2	100,2	10000	742	1001,7	1	10000	6	60000
	Подпятник										
	Блок		55	74,3	20000	1100	1485	1	20000	8	160000
	Крышка		60	81	50000	3000	4050	1	50000	6	300000
	Корпус		83,5	112,7	14000	1169	1578,2	1	14000	6	84000
	Стакан		91,3	123,3	15000	1369,5	1848,8	1	15000	5	75000
	Редуктор		62	83,7	25000	1550	2092,5	1	25000	4	100000
	Опора		84	113,4	6000	504	680,4	1	6000	5	30000
	Траверса		58,4	78,8	55000	3212	4336,2	1	55000	4	220000
Люлька	95	128,3	8000	285	384,8	1	8000	2	16000		
	Итого				213000	13581,5	18335		213000		1085000
	Итого по цеху				406000	19000	25743		261250		1448000

1.2. Анализ конструкции детали и требования к ней

1.2.1. Характеристика детали, ее назначение и особенности условий ее эксплуатации

Деталь «Винт» работает в условиях средних статических нагрузок. Деталь входит в пусковой автоматический клапан дизеля, который открывается под давлением сжатого воздуха. В полость винта через ниппель поступает сжатый воздух и проходит через продольные канавки стержня клапана. Под давлением сжатого воздуха, клапан преодолевает силу сопротивления пружины и открывается. Как только подача воздуха прекратится, пружина прижимает клапан к торцу винта.

Масса детали – 26,3 кг.

Материал – СЧ25

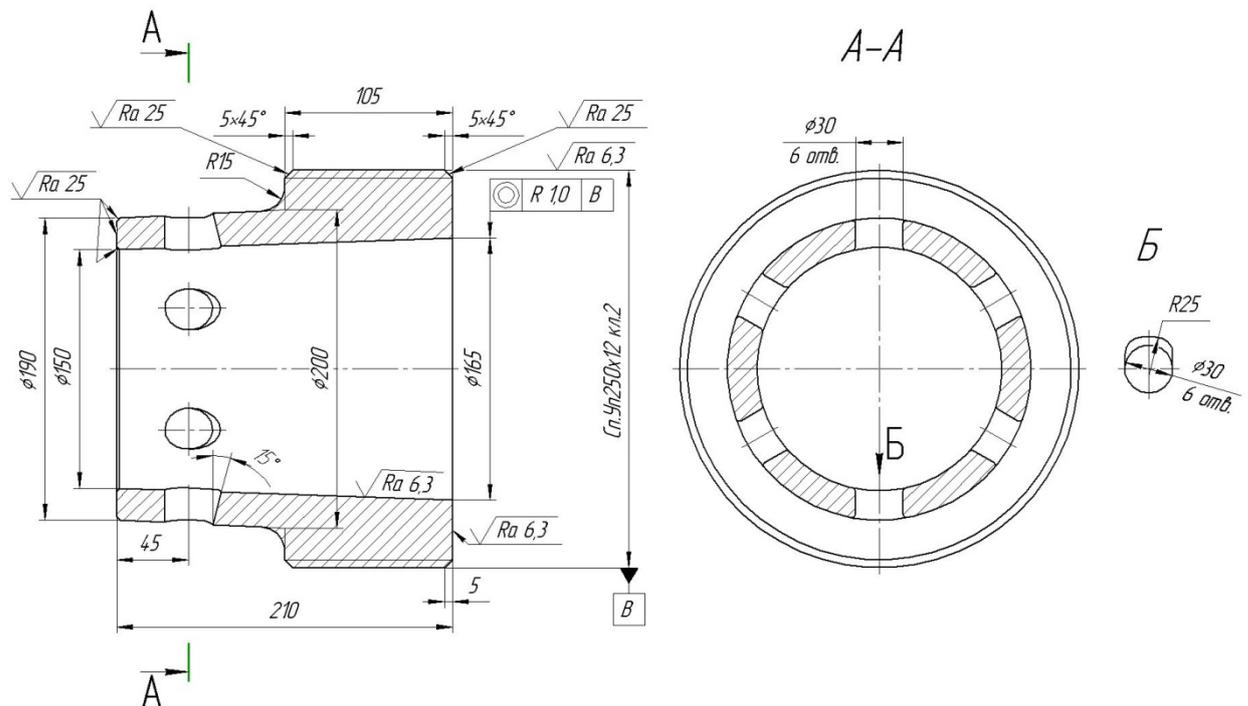


Рисунок 1 – Деталь «Винт»

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

1.2.3. Выбор режима работы литейного цеха. Расчёт фондов времени

В литейных цехах серийного производства применяют следующие виды режимов работ:

- Параллельный - предусматривающий совмещение по времени и месту отдельных технологических операций производства литья, при этом операции со значительными выделениями шума, пыли и газа осуществляются в отдельных помещениях;
- Ступенчатый - предусматривающий разделение технологических операций по времени и совмещение по месту их выполнения в неизолированных общих помещениях.

При крупносерийном и массовом поточном производстве в литейных цехах, как правило, применяют параллельный двухсменный режим работы с пятидневной рабочей неделей, продолжительностью рабочей смены 8,2 часа.

При проектировании литейных цехов различают три вида фондов времени работы оборудования и рабочих:

1) Календарный фонд (T_k) — указывает количество календарных дней (часов) в году. $T_k = 365 \text{ дней} = 5986 \text{ часов}$. Используется при расчете складских помещений.

2) Номинальный фонд (T_n) указывает время, в течение которого может выполняться работа по принятому режиму, без учета неизбежных потерь времени. Используется при расчетах оборудования:

$$T_n = (T_k - p) \cdot r \cdot c,$$

где $p = 113$ - усредненное число выходных и праздничных смен;

c — количество смен;

r — продолжительность рабочей смены, ч,

$$T_n = (365 - 113) \cdot 2 \cdot 8,2 = 4132,8 \text{ ч.}$$

3) Действительный фонд (T_d) определяется путем исключения из номинального фонда неизбежных потерь времени на простои; ремонт и так далее. Используется при более точном расчете оборудования.

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					44.03.04 ПЗ	

Действительный фонд времени рассчитывается по формуле:

$$T_d = T_n \cdot (1 - \Pi),$$

где Π - коэффициент, учитывающий потери времени.

Действительный фонд времени работы оборудования отражен в таблице 6.

Таблица 6 – Действительный годовой фонд времени

Оборудование	Число смен		
	1	2	3
1. Формовочное, стержневое, смесеприготовительное оборудование	2030	3975	5900
2. Оборудование для очистки и обрубки литья	2030	3975	5900
3. Автоматизированные формовочные и стержневые линии	-	3645	5340
4. Индукционные печи	-	3805	5710
5. Термические печи	-	3890	5840
Сушильные печи	2010	3975	5840
Станки металлорежущие	2030	4015	5960

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

2.1. Разработка чертежа отливки

Выбирая расположение отливки в форме и плоскость разъема формы, нужно руководствоваться требованиями к качеству отливки, минимальными затратами на ее изготовление и на механическую обработку и возможностью применения механизации и автоматизации технологического процесса.

Поэтому положение отливки в форме должно удовлетворять следующим условиям:

1. Достижение последовательности затвердевания всех ее частей в направлении расположения прибылей.
2. Расположение отливки в форме, при котором не происходит коренных изменений положения собранной формы перед заливкой чугуном и нежелательных поворотов.
3. Расположение основных обрабатываемых поверхностей стенок отливки - снизу по заливке формы, а при отсутствии такой возможности - вертикально или наклонно.
4. Наиболее предпочтительно при заливке вертикальное расположение развитых плоских поверхностей отливки, не подвергаемых механической обработке.
5. Тонкие части отливок лучше располагать в нижних горизонтах заливаемой формы, либо вертикально или наклонно.
6. Выбранное положение должно давать возможность проверки толщин тела при сборке формы, а также надежное удержание стержней на месте.
7. Выбранное положение должно обеспечивать наиболее простое изготовление форм и стержней, что снижает себестоимость отливки.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Стойк — элемент литниковой системы, канал круглого овального или иного сечения, вертикальный (иногда наклонный), предназначенный для подачи металла из чаши (воронки) к последующим элементам литниковой системы (шлакоуловителю, питателям).

Литниковый ход, называемый «шлакоуловителем» — это горизонтальный канал, предназначенный для удержания шлака и передачи металла стояка к питателям.

Питатели (литники) — каналы, предназначенные для подачи металла в полость формы.

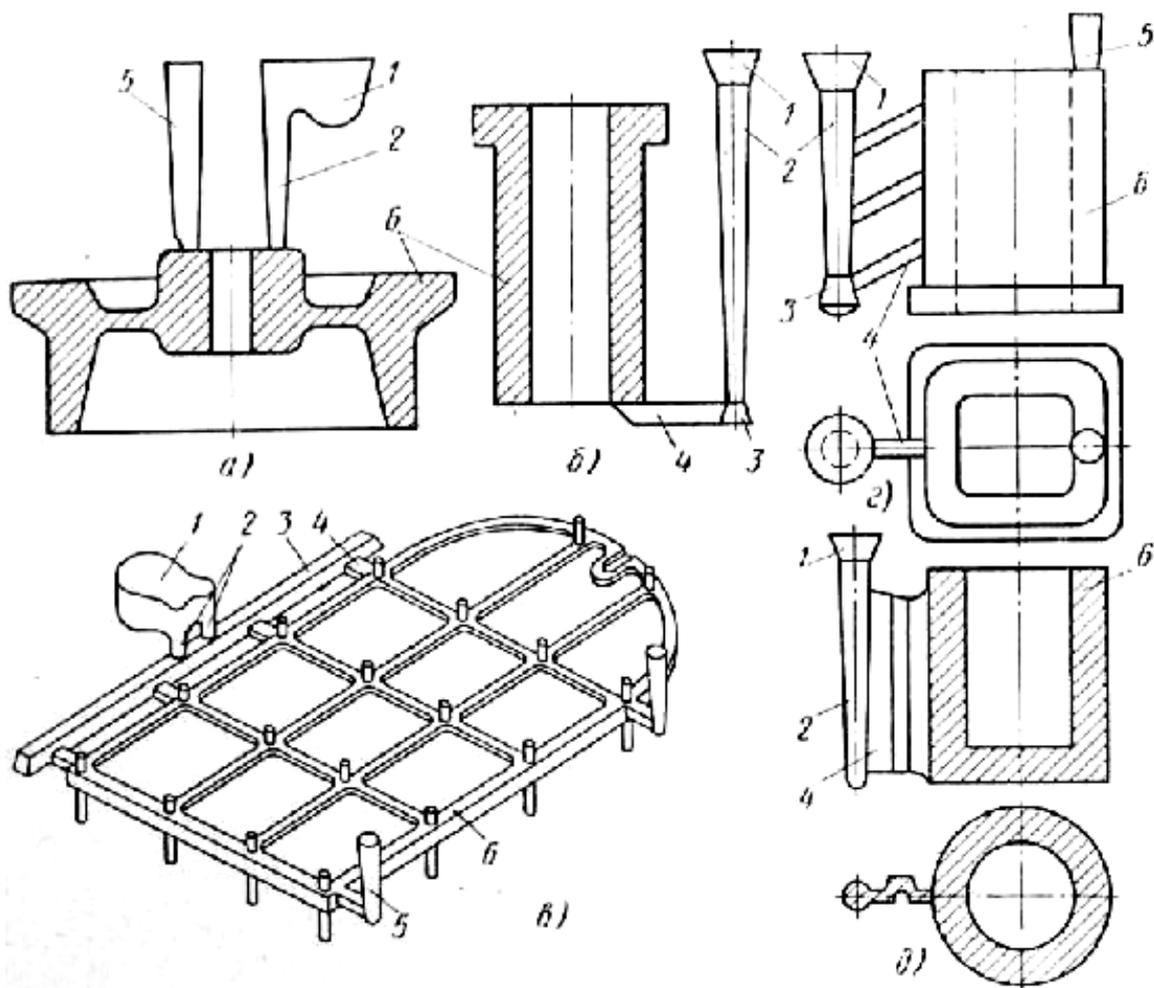


Рисунок 3 - Типы литниковых систем:

- 1 — чаша (воронка); 2 — стойк; 3 — литниковый ход; 4 — питатель;
5 — выпор; 6 — отливка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Литниковые системы делят на пять основных типов:

1. Верхняя (рис. 3, а). Питатели подводят либо в верхнюю часть отливки, либо в прибыль или под прибыль.

2. Нижняя или сифонная (рис. 3, б). Питатели подводят в нижнюю часть отливки.

3. Боковая (рис. 3, в). Питатели подводят по разьему формы.

4. Ярусная (этажная) (рис. 3, г). Питатели подводят к отливке на нескольких уровнях. Разновидностью ярусной литниковой системы является вертикально-щелевая (рис. 3, д).

5. Дождевая.

Вид литниковой системы выбирают в зависимости от вида металла, конструкции отливки, положения ее при заливке и т. д.

Всегда стремятся к тому, чтобы при обеспечении необходимого качества отливки расход металла на литниковую систему был наименьшим. При соблюдении указанного условия увеличивается процент годного литья на выходе (отношение расхода металла на отливку к общему расходу металла с учетом литниковой системы и прибылей).

Верхняя литниковая система более проста в конструкции, легче выполняется, требует меньшего расхода на нее металла. Она создает более благоприятные условия для получения отливки, т.е. создает необходимое для направленной кристаллизации распределение температур — повышение температур от нижней части отливки к верхней.

Однако верхняя литниковая система имеет существенный недостаток, а именно, при падении струи металла с большой высоты размывается форма, образуются засоры; металл окисляется, разбрызгивается, в нем увеличивается количество неметаллических включений. К тому же верхняя литниковая система не обеспечивает задержание шлака. Поэтому ее применяют для низких отливок небольшой массы, простой конфигурации, с малой и средней толщиной стенок.

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

Нижняя (сифонная) литниковая система обеспечивает плавное заполнение формы, отсутствует опасность размывания стенок и образования засоров. Однако нижний подвод металла создает неблагоприятное распределение температур по объему металла отливки (так как горячий металл поступает снизу), способствует развитию местных разогревом и внутренних напряжений.

Сифонная литниковая система сложна в изготовлении и требует повышенного расхода металла, применяют ее для отливок средней и большой массы большой высоты, с большой толщиной стенок.

Подвод металла по разьему является самым распространенным способом заливки форм различных отливок, особенно отливок, плоскость симметрии которых совпадает с плоскостью разьема формы.

Боковая литниковая система, уменьшает (по сравнению с верхней) высоту падения металла и возможность разрушения формы, вместе с тем ухудшает условия кристаллизации и увеличивает расход металла. Она применяется для отливок небольшой высоты, средней массы, больших размеров; широко используется при машинном способе изготовления форм.

Ярусная литниковая система применяется для крупных, тяжелых отливок. Она обеспечивает питание отливки лучше, чем сифонная литниковая система. Ярусы системы подают материал в полость формы последовательно, снизу вверх. Данная система наиболее сложна в выполнении и требует наибольшего расхода материала.

Дождевая литниковая система применяется в основном для отливок цилиндрической формы. Металл из стояка попадает в кольцевой коллектор, из которого через питатели, расположенные по окружности на равном расстоянии друг от друга, тонкими струйками равномерно заполняет нижерасположенную полость формы. Металл при этом не должен разбрызгиваться, так как капли металла быстро затвердевают, окисляются и не свариваются с основным металлом, образуя дефекты в отливках, называемые королевами,

Помимо выбора типа литниковой системы, большое значение имеет выбор места подвода питателей к отливке. В зависимости от свойств металла,

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

конструктивных особенностях отливки (габаритных размеров, толщины стенки) при подводе металла стремятся обеспечить либо направленное затвердевание, либо одновременное равномерное охлаждение различных частей отливки.

Для отливок с толстыми стенками, массивными узлами, склонных к образованию усадочных раковин, необходимо создавать условия направленного затвердевания (кристаллизации). Это достигается не только соответствующим расположением отливки в форме, когда более массивные части располагаются над тонкими, но и соответствующим подводом металла к наиболее массивным частям отливки. Такой подвод металла усиливает эффект направленного затвердевания.

Однако, если вследствие очень большой разницы в скоростях охлаждения отдельных частей отливки возникает опасность появления напряжений и трещин, то для ослабления разницы в скоростях охлаждения металл подводят в менее массивные части отливки.

Одновременное и равномерное затвердевание и охлаждение отливки достигается подводом металла в тонкие части отливки и соответствующим расположением питателей, обеспечивающим симметричное и равномерное заполнение формы. При этом уменьшается опасность образования внутренних напряжений, коробления и трещин. Подобный подвод металла применяют при изготовлении отливок большой протяженности со стенками различной толщины.

Расширяющиеся литниковые системы снижают скорость движения металла, обеспечивают спокойное заполнение полости формы без окисления металла. Их применяют при литье металлов, склонных к окислению, образующих прочные окисные пленки.

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

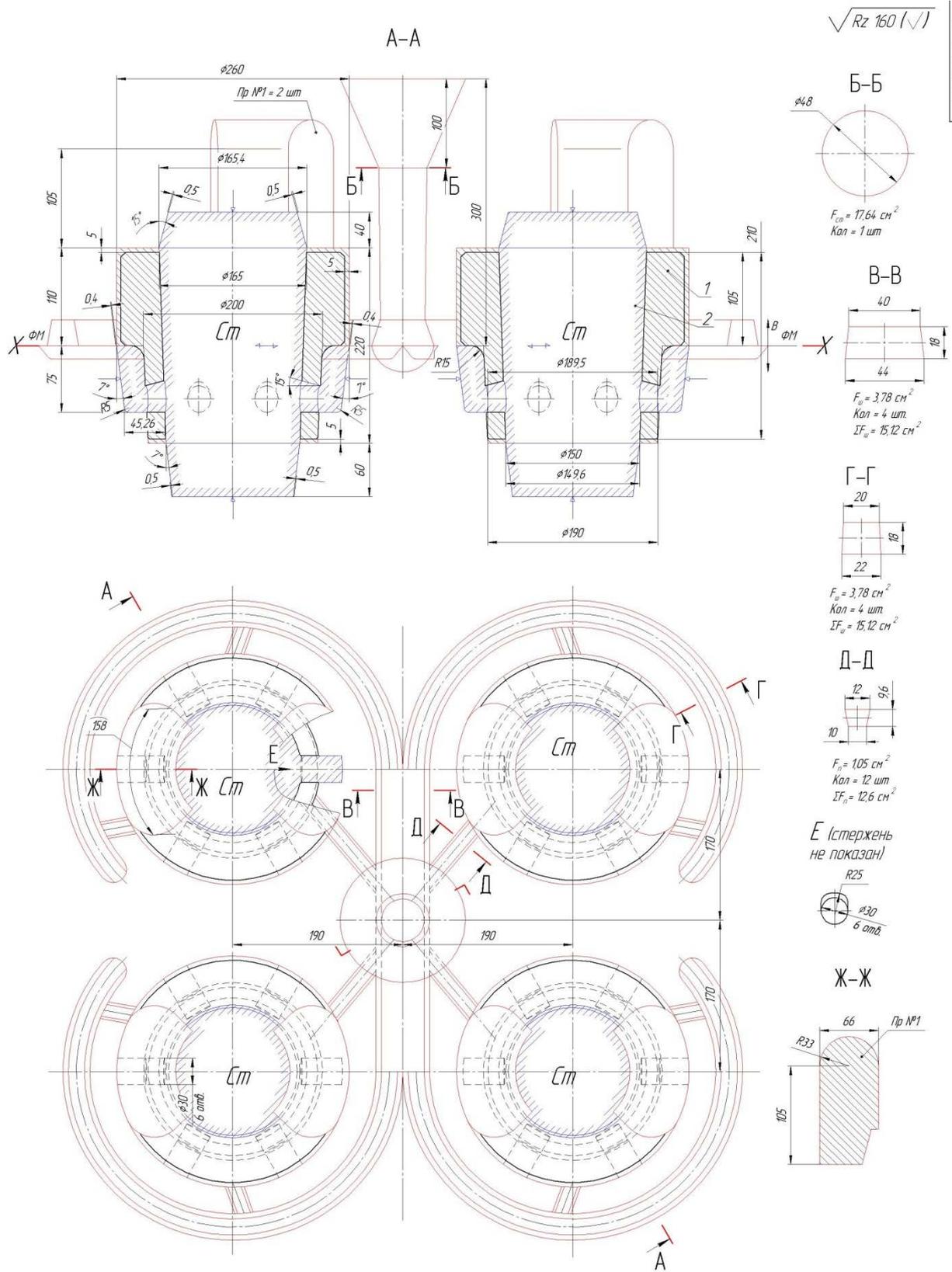


Рисунок 5 – Прибыли и питание отливок

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04 ПЗ

Лист

21

Конструирование и расчет литниковой системы

Рассчитаем оптимальное время на заливку металла

$$\tau_{\text{опт}} = S_1 \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot G_{\text{ж}}},$$

где S_1 – коэффициент продолжительности заливки; при повышенной температуре металла и заливке наполовине h ; $S_1 = 2$ (при заливке чугуна)

δ – преобладающая толщина стенки, мм

$G_{\text{ж}}$ – масса жидкого металла в форме, кг

$$G_{\text{ж}} = N \cdot (G_{\text{отл}} + G_{\text{прибыли}}) + G_{\text{л.с}} = 4 \cdot (26,3 + 14,64) + 15,3 = 179,1 \text{ кг},$$

где N – число отливок в форме;

$$\text{где } \approx G_{\text{л.с}} = 4 - 10\% \text{ от } N \cdot (G_{\text{отл}} + G_{\text{прибыли}}) = 0,1 \cdot 4 \cdot (26,3 + 14,64) = 15,3 \text{ кг},$$

$$\text{где } \approx G_{\text{прибыли}} = 2092000 \cdot 10^{-6} \cdot 7,0 = 14,64 \text{ кг}$$

$$\text{Отсюда } \tau_{\text{опт}} = 2 \cdot \sqrt[3]{20 \cdot 179,1} = 31 \text{ с.}$$

Практика показывает, что заливку металла лучше производить в оптимальное время.

После нахождения оптимальной продолжительности заливки формы необходимо проверить среднюю скорость подъема уровня металла в полости литейной формы. Она должна быть больше некоторой минимальной величины

$$V_{\text{ср}} = C / \tau_{\text{опт}} = 358 / 31 = 11,5 \text{ мм / с}$$

где C – высота отливки по положению при заливке с учетом прибылей, мм.

Сравнивая эту среднюю скорость с минимально допустимой, получаем, что она должна быть в пределах от 20 до 10 мм/с. Оставляем полученную скорость.

Заливку формы будем производить из поворотного кранового ковша средней емкости (до 5т), т.к. заготовка чугунная, средняя по массе, производство массовое. Поэтому для расчета площади узкого места литниковой системы применим формулу

$$F_{\text{уз}} = \frac{G \cdot 1000}{\mu \cdot \tau_{\text{онт}} \cdot \rho \cdot \sqrt{2g \cdot H_p}},$$

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

Расчет оптимальной продолжительности заливки и площадей сечения литниковых каналов

Соотношение площадей питателя, шлакоуловителя и стояка равно:
 $F_{\Pi}:F_{Ш}:F_{Ст} = 1:1,2:1,4$.

Расчет литниковой системы следует начинать с определения наиболее важного элемента – сечения питателей (см^2) по формуле

Одна ветвь шлакоуловителя сечения В-В обслуживает шесть питателей, значит $F_{\Pi} = 6 \cdot 1,05 = 6,3 \text{ см}^2$.

Одна ветвь шлакоуловителя сечения Г-Г обслуживает три питателя, значит $F_{\Pi} = 3 \cdot 1,05 = 3,15 \text{ см}^2$.

Определим площади шлакоуловителя и стояка, исходя из соотношения площадей ($F_{\Pi}:F_{Ш}:F_{Ст} = 1:1,2:1,4$)

$$F_{Ш \text{ В-В}} = F_{\Pi} \cdot 1,2 = 6,3 \cdot 1,2 = 7,56 \text{ см}^2$$

$$F_{Ш \text{ Г-Г}} = F_{\Pi} \cdot 1,2 = 3,15 \cdot 1,2 = 3,78 \text{ см}^2$$

$$F_{Ст} = F_{\Pi} \cdot 1,4 = 6,3 \cdot 1,4 = 8,82 \text{ см}^2$$

$$\text{Диаметр стояка равен } d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{Ст}}{3,1416}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,82}{3,1416}} = 3,37 \text{ см}$$

Примем $d = 48 \text{ мм}$.

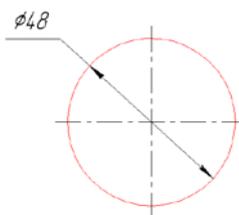


Рисунок 7 – Сечение стояка

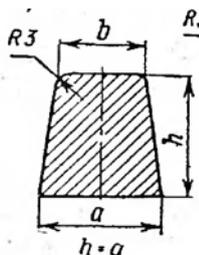


Рисунок 8 - Сечения шлакоуловителей

$$F_{\text{ш В-В}} = ((a+b)/2) \cdot h$$

$$a = 44 \text{ мм} \quad b = 40 \text{ мм} \quad h = 18 \text{ мм.}$$

$$F_{\text{ш Г-Г}} = ((a+b)/2) \cdot h$$

$$a = 22 \text{ мм} \quad b = 20 \text{ мм} \quad h = 18 \text{ мм.}$$

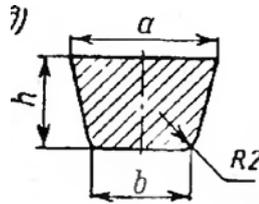


Рисунок 9 - Сечения питателей

$$F_{\text{п}} = ((a+b)/2) \cdot h$$

$$a = 12 \text{ мм} \quad b = 10 \text{ мм} \quad h = 9,6 \text{ мм.}$$

2.2. Формовочная и стержневая смеси

Составы формовочных смесей определяются технологией изготовления форм, конфигурацией и массой отливки.

В проектируемом цехе для изготовления форм используем холодно-твердеющие смеси, так как данная смесь обеспечивает высокую прочность формы, точный отпечаток модели и хорошую поверхность отливки.

Основные составляющие самотвердеющих смесей: регенерированная или обратная смесь, кварцевый песок, химическое связующее и катализатор химического процесса затвердевания. Из всех видов химических связующих наиболее технологичными являются различные синтетические смолы, так как они, разрушаясь после контакта с горячим металлом, легче выбиваются из опок, а отработанная смесь легко регенерируется.

Стержневые смеси, как правило, находятся в более тяжёлых условиях, чем формовочные, так как вся поверхность стержней обычно соприкасается с жидким металлом и испытывает высокие температуры и давление.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Стержневые смеси делят на две группы: упрочняемые смеси средней прочности, приобретающие прочность в процессе тепловой обработки и самотвердеющие смеси высокой прочности.

Для изготовления стержней также используем холоднотвердеющие смеси, обладающие высокой прочностью. Состав и свойства смесей описаны в таблице 7 и 8.

Таблица 7 – Состав холоднотвердеющей смеси для форм и стержней

Количество, % по массе		
Кварцевый песок	Регенерат	Жидкая композиция
60	30	5 смолы ОФ-110; 5 паратолуоласульфоукислоты

Таблица 8 – Свойства ХТС для форм и стержней

Основные свойства		
Влажность, %	Газопроницаемость, ед	Предел прочности на разрыв, МПа
До 1	150	4,9

Для получения отливки детали «Винт» используется один стержень для одной заготовки детали и для получения необходимых размеров отверстий с учетом припуска на обработку. Размеры стержня приведены на рис. 10.

Одновременно будем заливать 4 отливки, поэтому в форме устанавливается 4 одинаковых стержня.

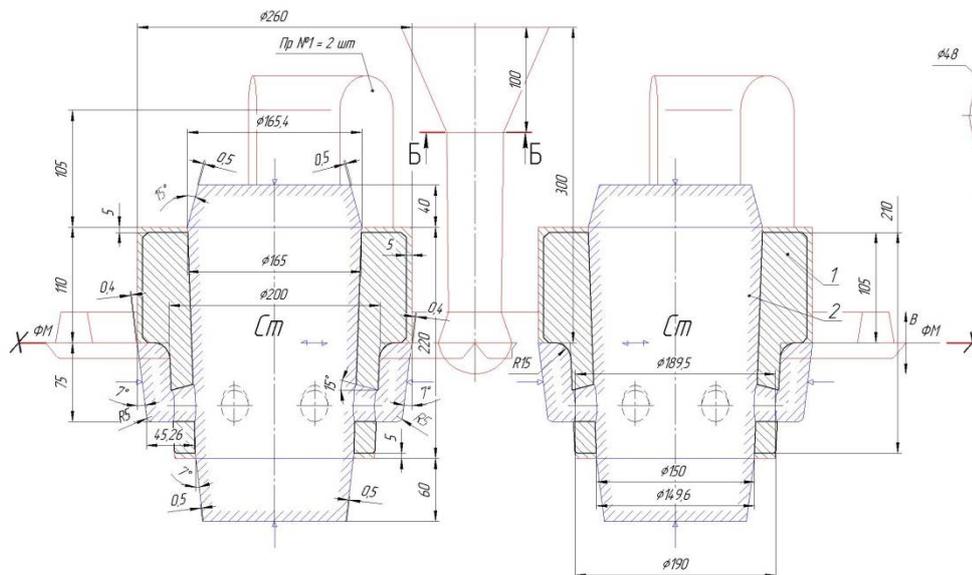


Рисунок 10 – Размеры стержня

2.4. Модельно-литейная оснастка

Инструменты и приспособления, используемые в технологическом процессе получения отливки, называют литейной оснасткой. Часть литейной оснастки, необходимой для изготовления литейной формы, составляет формовочный комплект. Инструменты и приспособления, необходимые для получения в форме отпечатка модели и устройства каналов для заполнения полости формы жидким металлом, называют модельным комплектом, или модельной оснасткой. В комплект модельной оснастки входят: модель, модельные плиты, стержневые ящики, модели литниковой системы, формовочные и контрольные шаблоны, фасонные плиты для сушки стержней – драйеры.

Размеры модели, изготавливаемой для отливки, выполняются большими по сравнению с размером отливки на величину усадки металла, заливаемого в форму. Кроме того, размеры модели увеличиваются еще на величину припуска для тех мест отливки, которые в дальнейшем будут подвергаться механической обработке.

В модели делают выступы, которые называются стержневыми знаками. Они образуют в форме углубления, являющиеся опорами для укрепления стержня. В тех случаях, когда пустота в отливке глухая (со всех сторон окружена металлом), стержень укрепляется в форме с помощью жеребеек (подставок и распорок из тонкой листовой стали).

Модель, уложенная в форму, соприкасается с влажной формовочной смесью. Поэтому древесина модели может отсыреть и разбухнуть. Во избежание этого готовые деревянные модели окрашиваются масляной краской или покрываются модельным лаком.

По конструкции модели бывают цельными и разъемными. Чтобы облегчить набивку литейной формы и извлечение модели из формы, модель большей частью изготавливается разъемной. Разъемная модель состоит из нескольких (обычно двух) частей, причем плоскости разъема модели в большинстве случаев выполняются по плоскостям симметрии отливки.

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

В зависимости от формы и размеров изготавливаемых стержней стержневые ящики делают цельными и разъемными. Последние применяются чаще и обычно состоят из двух частей, соединенных шипами. В стержневом ящике образуется полость, очертания которой соответствуют наружному контуру стержня, а следовательно, и контуру полости в отливке.

2.5. Термическая обработка отливок

Процесс термической обработки отливок заключается в их нагреве и охлаждении при определенном режиме. Термическая обработка литых деталей способствует улучшению структуры, повышению механических свойств металлов, устранению коробления отливок за счет уменьшения внутренних напряжений.

Термообработку отливок из чугуна проводят для снятия литейных напряжений и стабилизации размеров, снижения твердости и улучшения обрабатываемости, повышения механических свойств, а также износостойкости. Применяют следующие виды термообработки чугунных отливок.

Низкотемпературный отжиг применяют для снятия внутренних напряжений. Отливки из серого чугуна отжигают при 500-700°C. Продолжительность выдержки отливок при температуре отжига зависит от размеров отливки и её конфигурации и обычно составляет 3-10 ч. После отжига отливки охлаждают вместе с печью. Механические свойства отливок при такой термообработке практически не изменяются.

Графитизирующий отжиг применяют обычно при снижении твердости и улучшении обрабатываемости резанием. Отливки нагревают в печах до 680-750°C. При этом происходит графитизация и частичная сфероидизация эвтектоидного цемента, что снижает твердость, улучшает обрабатываемость, но несколько уменьшает прочность чугуна.

									Лист
									29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				44.03.04 ПЗ	

Высокотемпературный отжиг отливок производят для графитизации первичных карбидов в отбеленном или половинчатом чугуна. Отливки нагревают до 900-960°C, а затем медленно охлаждают до 300°C. В отливках образуется перлитная структура, отличающаяся оптимальной твёрдостью и прочностью.

Нормализацию применяют для повышения механических свойств и износостойкости чугуна за счёт улучшения его структуры и получения перлитной металлической основы, а также для отливок, имеющих ферритную, ферритно-перлитную или ледебуритно-перлитную структуры. Отливки нагревают до 850-950°C. При нормализации ферритного или ферритно-перлитного чугуна часть графита растворяется в аустените и за счёт этого количество связанного углерода увеличивается.

При нормализации отбеленного чугуна происходит графитизация первичных карбидов. В отливках после охлаждения на воздухе до температуры 500°C образуется перлитная структура. Для снижения напряжений отливки ниже 500°C охлаждают медленно, вместе с печью.

Закалку и отпуск применяют для отливок из серых, высокопрочных и ковких чугунов с целью повышения прочности, твёрдости и износостойкости. Отливки нагревают до 880-930°C и охлаждают в масле. Структура отливок – мартенсит. Затем производят отпуск нагревом до 400-600°C с последующим охлаждением.

Отпуск отливок, работающих на износ, производят при 250-300°C. Отливки из чугуна с шаровидным графитом, работающие на износ, подвергают изотермической закалке.

Химико-термическую обработку применяют обычно для получения высокой поверхностной твёрдости отливок из чугуна с шаровидным графитом (втулок цилиндров двигателей внутреннего сгорания, коленчатых валов). Наиболее часто применяют азотирование поверхностного слоя – процесс диффузионного насыщения поверхностного слоя азотом при нагреве в амми-

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

аке. Температура азотирования 550-560°C. Азотированию подвергают поверхности, обработанные резанием.

Отжиг для снятия напряжений чугунных отливок.

- Температура загрузки 200-230°C.
- Скорость нагрева 170°/час.
- Температура выдержки 550-600° С.
- Продолжительность выдержки 2,5-3 часа.
- Продолжительность охлаждения – 6-8 часов скор. 75°/час.
- Выгрузка при температуре 150°C.

Термообработка серого отбеленного чугуна.

Нагрев до температуры 850-980°C.

Выдержка 4,5-5 часов.

Охлаждение:

- скорость 100-120°C в час до температуры 500°C,
- далее на воздухе.

2.6. Контроль качества отливок

Приемка отливок производится в соответствии с технологическими условиями, принятыми литейным цехом и согласованными с механосборочным цехом. В технических условиях указываются химический состав и механические свойства отливок, допуск на размеры и припуск на механическую обработку, а также требования к внешнему виду.

Поверхность отливок, как правило, не должна иметь трещин, неслитин, сквозных раковин и рыхлот. Но на некоторых деталях допускаются и не являются причиной для забраковки следующие дефекты: следы от трещин пресс-формы, следы от стыков деталей пресс-формы и выталкивателей ($\pm 0,4$ мм), мелкие утяжины и недоливы (до 0,25 мм), небольшие задиры. Литники на обрабатываемые поверхности должны зачищаться заподлицо с поверхно-

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

стью отливок. Поверхность отливок, идущих на хромирование, должна быть гладкой. Технические условия также допускают в теле отливки очень мелкие раковины и поры, если они находятся не ближе чем 0,8 мм от поверхности. В технических условиях приводятся также требования к данной конкретной отливке, так как не все детали машин работают в одинаковых условиях, следовательно, и требования к ним различны.

Обнаружение объемных недостатков.

Визуальный контроль и его возможности. Капиллярная дефектоскопия. Рентгено- и гамма- дефектоскопия отливок. Ультразвуковой метод контроля. Магнитопорошковый метод контроля отливок. Косвенные методы определения объемных дефектов по удельному весу, нагрузкой, превышающей допустимую, пневмо- и гидроиспытание отливок.

Контроль химического состава и структуры отливок.

Методы контроля состава: химический, капельный, спектральный, термографический. Контроль структуры отливок. Магнитные методы контроля структуры и состава.

Проверяют основные элементы металла и количество вредных примесей. Если химический состав шихты известен точно, то контроль химического состава производится выборочно, например для каждой десятой плавки.

Химический анализ позволяет после растворения некоторого количества исследуемого металла выделить в чистом виде или в виде соединений отдельные элементы металла и определить их процентное содержание. Химический анализ дает точные сведения о содержании элементов в металле, но требует много времени.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

2.7. Возможные дефекты и меры устранения

Характерные дефекты литья — трещины, раковины, ликвация, спаищели.

Трещины в горячей отливке могут возникнуть при затвердевании жидкого металла в полости формы. Они вызываются размерной усадкой, недостаточной податливостью формовочной или стержневой смеси, слишком высокой температурой жидкого металла, неравномерным охлаждением отливки. Горячие трещины образуются в местах резких переходов отливки. Трещины в холодной отливке могут возникнуть во время выбивки ее, транспортировки, а также при удалении из формы еще не остывшей отливки.

Раковины — это пустоты в отливках. Они бывают усадочными, газовыми, земляными и шлаковыми.

Усадочная раковина представляет открытую или закрытую пустоту внутри отливки. Она имеет шероховатую поверхность и образуется в более толстых сечениях отливки, т. е. там, где металл застывает в последнюю очередь.

Газовые раковины получают при недостаточной газопроницаемости, чрезмерной плотности и увлажненности формовочной смеси, нерациональном размещении литниковой системы, недостаточном количестве вентиляционных каналов, т. е. в тех случаях, когда затруднен выход из формы газов, выделяющихся из формовочной смеси и жидкого металла. Они имеют чистую, блестящую, гладкую поверхность.

Шлаковые раковины — это пустоты, в которые попали шлаковые включения.

Ликвация — это неодинаковое распределение химических компонентов литейного материала в различных местах отливки, особенно в наиболее массивных ее сечениях. Она возникает при чрезмерно медленном охлаждении металла о форме.

Отдельные дефекты и пороки литья можно исправить: раковины и трещины завариваются, заделываются пробками и замазками, металлизуются и т. д.

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

Исправляют дефекты в отливках: пропиткой, зачисткой, заваркой, металлизацией и т.д.

Пропитка является основным способом исправления пористых отливок. Пропитку отливки производят для улучшения ее герметичности, внутренней антикоррозионности. Для пропитки широко используют бакелитовый и асфальтовый лаки, натуральную олифу, жидкое стекло и этилсиликат.

Зачистку отливок производят ручным способом, на шлифовальных и наждачных станках, во вращающихся галтовочных барабанах, пескоструйным способом и др.

Заварку применяют для устранения наружных раковин.

Поверхностные дефекты заделывают пастами, состоящими из наполнителя (каменной муки, цемента, металлической стружки), связующего (жидкого стекла, эпоксидной смолы) и отвердителя.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

3. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1. Плавильное отделение

Перспективная технология выплавки чугуна должна обеспечивать:

- стабильное получение чугунных отливок с заданными эксплуатационными свойствами;
- использование высокопроизводительных плавильных агрегатов, включая методы интенсификации;
- снижение потерь от брака по причинам, зависящим от качества чугуна (отклонение по химическому составу, структуре отливок, усадки и другое);
- применение технологического оборудования для плавки и внепечной обработки чугуна, отвечающего высоким требованиям экологической чистоты технологии;
- механизацию и автоматизацию технологических процессов набора и дозирования шихты;
- использование возврата;
- значительное снижение трудоемкости и энергоемкости на всех технологических операциях, включая вспомогательные работы по подготовке производства.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

3.1.1. Выбор плавильного агрегата

Выбор плавильного оборудования обуславливается его металлургическими возможностями обеспечить заданное качество выплавляемого металла, наличием в регионе проектируемого цеха необходимых шихтовых материалов и энергетических ресурсов, условиями труда обслуживающего персонала и соблюдением условий защиты окружающей среды от газовыделений, отходов плавки металлов и эффективностью производства металла на выбранном оборудовании.

Проектируемый цех ориентирован на производство отливок из серого чугуна (СЧ25).

Высокое качество чугуна должно быть обеспечено:

- технологией плавки;
- качеством шихтовых материалов;
- эффективными методами внепечной обработки.

Для выплавки чугуна в проектируемом цехе целесообразно применять индукционные тигельные электропечи.

Достоинства индукционных плавильных печей:

- 1) Энергия выделяется непосредственно в загрузке без промежуточных нагревательных элементов;
- 2) Интенсивная электродинамическая циркуляция металла в тигле обеспечивает быстрое плавление мелкой шихты и отходов, выравнивание температуры по объёму ванны и отсутствие местных перегревов, гарантирует получение однородных по химическому составу металлов;
- 3) Принципиальная возможность создания в печи любой атмосферы (окислительной, восстановительной или нейтральной) при любом давлении;
- 4) Высокая производительность, достигается благодаря высоким значениям удельной мощности, особенно на средних частотах;
- 5) Возможность полного слива металла из тигля и относительно малая масса футеровки печи, что создаёт условия для снижения тепловой инерции

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

печи благодаря уменьшению тепла, аккумулируемого футеровкой. Печи этого типа удобны для периодической работы с перерывами между плавками и обеспечивают возможность быстрого перехода с одной марки металла на другую;

6) Простота и удобство обслуживания печи, управления и регулировки процесса плавки, широкие возможности для механизации и автоматизации процесса;

7) Высокая гигиеничность процесса плавки и малое загрязнение воздуха. К недостаткам тигельных печей относятся относительно низкая температура шлаков, наводимых на зеркало металла с целью его технологической обработки.

Шлак в индукционных тигельных печах разогревается от металла, поэтому его температура всегда ниже, а также сравнительно низкая стойкость футеровки при высоких температурах металла и наличие теплосмен (резких колебаний температуры футеровки при полном сливе металла).

Однако преимущества индукционных тигельных печей перед другими плавильными агрегатами значительны, поэтому они нашли широкое применение в самых разных отраслях промышленности.

Анализ эффективности применения различных плавильных агрегатов (индукционные печи, электропечи и вагранки) показал, что приведенные затраты на 1 тонну годного литья при использовании индукционной печи меньше, чем например, при ваграночной плавке на 21 - 23%.

Устранение отрицательной наследственности шихты, связанной с наличием вредных примесей, достигается применением относительно высоких перегревов металлов до температур разупорядочения структуры жидкости интенсивным перемешиванием ванны и шлаковой обработкой, с основной футеровкой и насыщением основных шлаков, с успехом осуществляется в индукционных печах.

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

3.1.2. Шихтовые материалы индукционной плавки

Шихтой называется смесь материалов, предназначенных для плавления в плавильных агрегатах с целью получения металла необходимого состава и качества. При выплавке чугуна в качестве шихтовых материалов используют отходы собственного производства, стальной и чугунный лом.

Перед плавкой шихтовые материалы подвергаются подготовке. Подготовка заключается в удалении с поверхности металлических материалов оксидов, влаги, масел, эмульсии, остатков формовочной смеси, удалении железных армирующих вставок, фильтрующих сеток, в разделке на куски нужных габаритов. Флюсы вначале переплавляют, затем измельчают и хранят в условиях, предупреждающих поглощение ими влаги (в закрытой емкости, сушильных шкафах при температуре 120-200°C). С экономической точки зрения, целесообразно переплавлять все отходы собственного производства.

Для приготовления металла с требуемыми свойствами и, следовательно, качественной отливки выполняют контроль шихтовых материалов на соответствии их требованиям стандартов и технических условий.

Расчет шихты ведется на 100 кг жидкого чугуна марки СЧ25 предназначенного для изготовления отливок для машиностроения. Химический состав для СЧ25 приведен в таблице 2, а состав шихты в таблице 9.

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

Изм.

Л
ис

№ докум.

Подпись

Дата

44.03.04 ПЗ

39

Лист

Таблица 9- Расчет шихты для плавки чугуна СЧ 25

Номер строки	Наименование	Количество, кг	Содержание элементов, %									
			C		Si		Mn		P		S	
			%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
1	Жидкий чугун	100,0	3,3	3,3	1,8	1,8	0,9	0,9	0,2	0,	0,15	0,15
2	Угар	0,47	4,3	0,15	4,1	0,08	1,4	0,01	0	0	0	0
3	Шихта	100,47	3,43	3,45	1,87	1,88	0,91	0,91	0,2	0,2	0,15	0,15
4	Возврат	25,5	3,3	0,84	1,8	0,46	0,9	0,23	0,2	0,05	0,15	0,04
5	Стальной лом	20	0,3	0,06	0,4	0,08	0,5	0,1	0,05	0,01	0,05	0,01
6	Чугунный лом	30	3,3	0,99	2	0,6	0,6	0,18	0,2	0,06	0,1	0,03
7	Внесено	75,5	-	1,89	-	1,14	-	0,51	-	0,12	-	0,08
8	Необходимо внести	24,97	-	1,56	-	0,74	-	0,4	-	0,08	-	0,07
9	Чугун ПЛ1БП	22,88	3,8	0,76	1	0,2	0,35	0,07	0,12	0,02	0,02	0,004
10	Ферромарганец ФМн78	0,41	7	0,03	0	0	80	0,33	0,35	0,001	0,03	0
11	Ферросилиций ФС65	0,83	0	0	65	0,54	0,4	0,003	0,05	0	0,02	0
12	Электродный бой	0,85	90,9	0,77	0	0	0	0	0	0	0,02	0
13	Внесено	24,97	-	1,56	-	0,74	-	0,4	-	0,03	-	0,004
14	Всего	100,47	-	3,45	-	1,88	-	0,91	-	0,15	-	0,08

3.1.3. Расчет количества плавильных агрегатов

Для расчета количества плавильных агрегатов необходимо составить баланс металла по цеху, который приведен в таблице 10.

Таблица 10 - Баланс металла по цеху

Наименование статьи баланса	СЧ25	
	т	%
Годные отливки, $M_{г.о.}$	19000	71
Литники и прибыли, $M_{л.п.}$	6743	24
Скрап, C_k	812,9	3
Итого жидкого металла	26555,9	98
Угар и безвозвратные потери	542	2
Итого металлозавалки, M_m	27097,9	100

Данные по годным отливкам берем из производственной программы. Процент скрапа $C_k=3\%$. Угар и безвозвратные потери составляют 2%.

Масса металлозавалки в тоннах рассчитывается по формуле:

$$M_m = M_{г.о.} + M_{л.п.}/100 - Y - C_k \times 100,$$

где $M_{г.о.}$ – годные отливки, т;

$M_{л.п.}$ – литники и прибыли, т;

Y – угар и безвозвратные потери, %;

C_k – скрап, %.

Массу скрапа и массу, потерянную при угаре находим по формулам:

$$M_c = M_m \times C_k/100,$$

$$M_Y = M_m \times Y/100.$$

В проектируемом цехе в качестве плавильных агрегатов используем индукционную тигельную печь марки ИЧТ-10 с основной футеровкой, емкостью 10 тонн и производительностью 4 т/ч. Технические характеристики печи приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики индукционной тигельной печи повышенной частоты ИЧТ-10.

Номинальная вместимость печи, т	10
Производительность, т/ч	4
Установленная мощность, кВт	2500
Расход электроэнергии, кВт·ч/т	565
Металлургические показатели	$t_M = 1450^\circ\text{C}$. Угар и безвозвратные потери 2 – 4%. Изменение химического состава практически не происходит

Расчет необходимого количества плавильных печей проводим по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – металлозавалка, т;

K_n – коэффициент неравномерности использования оборудования (для плавильного оборудования равен 1,4);

T_d – действительный фонд времени, ч;

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{27097,9 \cdot 1,4}{3805 \cdot 4} = 2,5 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке 3 печи с коэффициентом загрузки:

$$K_{\text{заг}} = 2,5 / 3 = 0,83.$$

3.1.4. Расчет парка ковшей

Ковши служат для транспортировки жидкого металла и заливки форм. Ковш представляет собой стальной кожух, стенки и дно которого изнутри выложены огнеупорным кирпичом. Для разливки чугуна используем поворотные ковши. После футеровки ковши необходимо тщательно просушить и прокалить до темно-красного цвета. Для этого используем стенд для сушки ковшей газообразным топливом при температуре 500 - 600°C, который имеет местную вытяжку продуктов горения[10].

Расчет парка заливочных ковшей производится с учетом количества одновременно работающих ковшей, продолжительности работы ковша до ремонта и длительности ремонта. Время работы ковша до ремонта и длительность ремонта зависят от емкости ковша.

Принимаем для использования ковши ёмкостью 3т.

Рассчитаем необходимое количество одновременно работающих ковшей (N – ковши емкостью 3т) по формуле:

$$N = q \cdot N_{\text{п}} \cdot t_0 / M \cdot 60,$$

где q - производительность печи, т/ч;

$N_{\text{п}}$ - количество одновременно работающих печей;

t_0 - время оборота ковша, мин;

M - емкость ковша, т.

$$n = 4 \cdot 3 \cdot 24 / 3 \cdot 60 = 1,6$$

Принимаем 2 работающих ковша в смену.

Результаты расчёта парка ковшей сводим в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты расчёта парка ковшей

Емкость ковша, кг	Число одновременно работающих ковшей	Число ковшей в ремонте	Запас ковшей	Общее количество ковшей
3000	2	2	2	6

3.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение

В формовочно-заливочно-выбивном отделении производятся следующие операции: формовка полуформ, сборка форм, заливка форм жидким металлом, выдержка залитых форм перед выбивкой, выбивка отливок из форм. Трудоемкость этих операций составляет до 60% от общей трудоемкости изготовления отливок. Технологическое, подъемно-транспортное оборудование, модельно-опочная оснастка являются наиболее дорогостоящими. Поэтому при выборе технологического оборудования необходимо учитывать следующее:

- максимальная механизация всех трудоемких основных и вспомогательных операций;
- использование передового опыта других заводов;
- условия работы должны соответствовать современным требованиям техники безопасности;
- охрана труда и окружающей среды.

Для изготовления отливок ответственного назначения в условиях крупносерийного и массового производства характерно применение различного вида упрочняемых форм из самоотвердеющих смесей. Для изготовления отливки «Винт» используем холоднотвердеющие смеси.

3.2.1. Расчет программы формовочного отделения

В соответствии с выбранным технологическим процессом необходимо рассчитать количество формовочного оборудования. Прежде всего, составляется расчетная программа формовочного отделения, цель которой – определить годовое количество форм для каждого технологического процесса.

Исходными данными для расчета формовочного отделения служат значения годового количества отливок с учетом внешнего и внутреннего брака.

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

Металлоемкость формы определяется на основе известных значений масс отливок с литниками и прибылями.

Объем формовочной смеси на форму (V_c) определяется по формуле:

$$V_c = V_\phi - (V_m + V_{ст}),$$

где V_ϕ – объем формы;

V_m – объем металла в форме;

$V_{ст}$ – объем стержней в форме (без знаковых частей).

Опираясь на данные производственной программы, составим производственную программу формовочного отделения (таблица 13).

Таблица 13 - Производственная программа цеха

Наименование отливок	Масса 1 отливки с литниками и прибылями, кг	Кол-во отливок на годовую программу, шт	Масса отливок на программу с литниками и прибылями, т	Кол-во отливок в форме, шт	Количество форм на программу, шт	Объем формовочной смеси на программу, тыс. м ³	Потери, %	Объем с учетом потерь, тыс. м ³	Масса, тыс. т
Блок	19,6	10000	195,8	4	2500	0,558	5	0,587	0,704
Крышка	28,6	20000	572,4	4	5000	1,633		1,716	2,059
Корпус	50,1	50000	2504,3	4	12500	7,148		7,506	9,008
Стакан	61,8	14000	865,6	4	3500	2,471		2,595	3,113
Ролик	22,1	15000	332,1	4	3750	0,947		0,995	1,194
Коленвал	26,5	25000	661,5	4	6250	1,887		1,982	2,379
Картер	32,5	6000	276,2	4	1500	0,787		0,828	0,993
Втулка	44,1	35000	1282,1	4	8750	3,659		3,843	4,611
Крышка цилиндра	33,8	8000	270	4	2000	0,771		0,810	0,971
Винт	44,8	10000	448	4	2500	1,014		1,065	1,277
Втулка большая	100,2	10000	1001,7	1	10000	2,859	5	3,002	3,603
Подпятник	74,3	20000	1485	1	20000	4,239		4,451	5,341
Блок	81	50000	4050	1	50000	11,562		12,140	14,567
Крышка	112,7	14000	1578,2	1	14000	4,504		4,729	5,676
Корпус	123,3	15000	1848,8	1	15000	5,276		5,540	6,650
Стакан	83,7	25000	2092,5	1	25000	5,972		6,270	7,526
Редуктор	113,4	6000	680,4	1	6000	1,942		2,039	2,447
Опора	78,8	55000	4336,2	1	55000	12,377		12,995	15,597
Траверса	128,3	8000	384,8	1	8000	1,097		1,152	1,384
Люлька	87,8	10000	877,5	1	10000	2,524		2,650	3,156
Итого по цеху			25743			73,223	5	76,884	92,261

3.2.2. Технологический процесс изготовления форм из ХТС

При изготовлении формы для отливки «Винт» используем технологию изготовления формы из ХТС. Формы из ХТС отличаются высокой прочностью и точностью.

Для изготовления форм используют чугунные опоки. При этом применяют холоднотвердеющие смеси с синтетическими смолами. Эти смеси готовят и сразу же выдают в опоки шнековыми смесителями, устанавливаемыми в формовочном отделении. При изготовлении форм смесь уплотняют в опоках на вращающихся столах, а так же с помощью вибрационного стола. Время выдержки мелких форм обычно составляет 1 – 5 минут, а средних и крупных 8 – 40 минут после виброуплотнения.

3.2.3. Выбор формовочного оборудования

Основным направлением повышения производительности труда и качества отливок, изготавливаемых в разовых объёмных формах, является применение автоматических и комплексно-механизированных линий. Для окупаемости затрат на установку формовочных линий их необходимо интенсивно использовать, кроме того, они должны обладать необходимой технической и технологической надёжностью и ремонтпригодностью.

Формовочное оборудование выбирают по принятому технологическому процессу и приемлемому способу уплотнения, по необходимому размеру форм и производительности в зависимости от массы, объёма и серийности производства отливок.

В проектируемом цехе для изготовления форм используем комплексно-механизированные линии типа ИФЛ72 – автоматическую формовочную карусель.

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

Технические характеристики формовочного оборудования представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики комплексно-механизированной формовочной линии марки ИФЛ72

Производительность, ф/ч	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры линии, м	Масса, т
25	458	64,8×17,1	1100

3.2.4. Расчет количества формовочного оборудования

Расчет необходимого количества автоматических формовочных комплексно-механизированных формовочных линий ИФЛ72 производится по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – годовое количество форм, шт;

K_n – коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1);

T_d – действительный фонд времени, ч;

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{261250 \cdot 1}{3645 \cdot 25} = 2,87 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке 3 линии с коэффициентом загрузки:

$$K_{\text{заг}} = 2,87/3 = 0,96.$$

3.3. Стержневое отделение

Организация работы стержневого отделения и выбор метода изготовления стержней зависят от характера литья. В стержневом отделении выполняются операции изготовления, покраски, сушки, зачистки и сборки стержней, их контроль и комплектовка. На площадях стержневого отделения размещаются каркасный участок, склады для суточного хранения стержневых ящиков, плит и стержней. Объем стержневых работ зависит главным образом от сложности отливок, то есть количества и массы стержней на 1 тонну годного литья, а выбор метода изготовления стержней и оборудования – от серийности номенклатуры.

3.3.1. Расчёт программы стержневого отделения

На основании производственной программы цеха составляем производственную программу стержневого отделения (таблица 15).

Таблица 15 –Производственная программа стержневого отделения

Наименование отливок	Масса 1 отливки с литниками и прибылями, кг	Кол-во отливок на годовую программу, шт	Масса отливок на программу без литников и прибылей, т	Количество стержней на отливку, шт	Количество стержней на программу, шт.	Объем стержневой-смеси на программу, тыс. м ³	Потери, %	Объем стержневой смеси с учетом брака, тыс. м ³	Масса стержней, тыс. т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Блок	19,6	10000	145	8	20000	0,064	5	0,067	0,083
Крышка	28,6	20000	424	8	40000	0,187		0,197	0,242
Корпус	50,1	50000	1855	8	120000	0,820		0,861	1,059
Стакан	61,8	14000	641,2	8	28000	0,283		0,297	0,366
Ролик	22,1	15000	246	8	30000	0,109		0,114	0,140
Коленвал	26,5	25000	490	8	50000	0,216		0,227	0,280
Картер	32,5	6000	204,6	8	12000	0,090		0,094	0,117
Втулка	44,1	35000	949,7	4	35000	0,420		0,441	0,542
Крышка цилиндра	33,8	8000	200	4	8000	0,088		0,093	0,114
Винт	33,5	10000	263	4	20000	0,116		0,122	0,150

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Втулка большая	100,2	10000	742	6	60000	0,328	5	0,344	0,424
Подпятник	74,3	20000	1100	8	160000	0,486		0,511	0,628
Блок	81	50000	3000	6	300000	1,326		1,392	1,713
Крышка	112,7	14000	1169	6	84000	0,517		0,542	0,667
Корпус	123,3	15000	1369,5	5	75000	0,605		0,635	0,782
Стакан	83,7	25000	1550	4	100000	0,685		0,719	0,885
Редуктор	113,4	6000	504	5	30000	0,223		0,234	0,288
Опора	78,8	55000	3212	4	220000	1,420		1,491	1,835
Траверса	128,3	8000	285	2	16000	0,126		0,132	0,163
Люлька	87,8	10000	650	4	40000	0,287		0,302	0,371
Итого по цеху			19000		1448000	8,398		8,818	10,852

3.3.2. Технологический процесс изготовления стержней из ХТС

При изготовлении стержней для отливки «Винт» используем технологию изготовления стержней из ХТС. Стержни отличаются высокой прочностью и точностью, легко удаляются из отливок при выбивке форм.

Для изготовления стержней используют деревянные стержневые ящики, окрашиваемые эпоксидными или меламиновыми красками. При этом применяют холоднотвердеющие смеси с синтетическими смолами. Эти смеси готовят и сразу же выдают в ящик шнековыми смесителями, устанавливаемыми в стержневом отделении. При изготовлении стержней смесь уплотняют в ящике на вращающихся столах или с помощью вибрационного стола. Время выдержки мелких стержней в ящике обычно составляет 20 – 40 секунд, а средних и крупных 8 – 40 минут после виброуплотнения. Стержни для чугунных отливок окрашивают красками на основе циркона для тонкостенных отливок один раз, а для толстостенных и массивных два раза. После окраски стержни подсушивают при температуре 80 – 120 °С в течение 20 – 40 минут.

Благодаря высокой прочности стержни можно транспортировать путём захвата за подъёмы каркаса без применения сушильных плит. Крупные стержни целесообразно выполнять полыми, а внутренние их полости заполнять насыпанным в мешочки гравием или кусками бракованных стержней.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Несмотря на высокую стоимость ХТС, они широко используются благодаря высокой точности и низкой шероховатости поверхностей отливок. ХТС обеспечивают хорошую выбиваемость стержней из отливок, а также малую трудоёмкость стержневых и очистных работ.

3.3.3. Выбор стержневого оборудования и расчёт его количества

Автоматическая стержневая линия

В литейных цехах широкое применение находят стержневые линии, так как использование стержневых машин лимитируется дефицитностью смол для высокопроизводительных процессов холодного и горячего твердения, а для крупных стержней (массой более 100 кг) стержневые машины не изготавливают.

Распространенные процессы получения стержней требуют определенного времени для приобретения стержнями необходимой прочности. В линиях это время используют для транспортирования стержней к месту проведения следующей операции. Совмещаются по времени и другие операции.

Линии для изготовления стержней имеют буквенно-цифровой индекс, например 3Л600Ж, где 3 - номер конкретной привязки линии; Л - индекс линии; 600 - наибольшая масса получаемого стержня; Ж - индекс технологического процесса получения стержня.

Для получения стержней выберем стержневую линию Л16Х.

Таблица 16 - Технические характеристики стержневой линии Л16Х.

Параметры линии	Л16Х
Наибольшая масса стержня при плотности 1500 кг/м ³ , кг	16
Наибольшие размеры стержневого ящика, мм	1300x1300x600
Производительность циклов, съёмов/ч	75
Мощность с учетом мощности основного технологического оборудования, кВт	43
Габаритные размеры линии, мм	20800x7620x3640
Масса линии, т	40

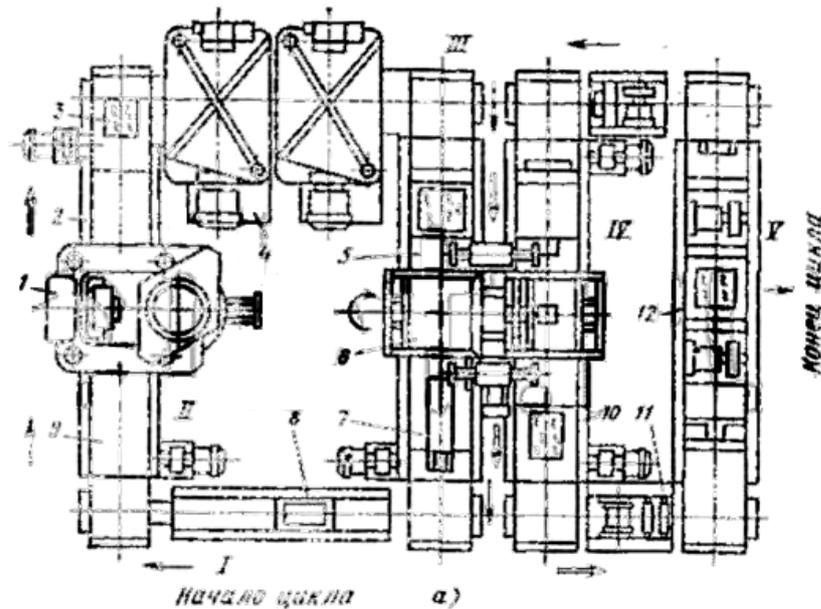


Рисунок 13 - Стержневая линия Л16Х:

1 - стержневой пескодувный полуавтомат; 2, 3, 5, 7 - 12 - роликовые конвейеры; 3 - столпередаточный; 4 - установка для продувки стержней углекислым газом; 6 - поворотно-вытяжная машина; участки линии: I - подготовки стержневых ящиков; II - надува смеси; III - продувки и отверждения стержней; IV - вытяжки стержней; V - съема стержней

Расчет количества стержневых линий произведем по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт.;

Q – годовое количество съемов, шт.;

K_n – коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

T_d – действительный фонд времени, ч;

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{1448000 \cdot 1,2}{3645 \cdot 75} = 6,4 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке 7 линий с коэффициентом загрузки:

$$K_{\text{заг}} = 6,4 / 7 = 0,91.$$

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

3.4. Процесс подготовки формовочных смесей

Формовочные и стержневые смеси это основные компоненты технологического процесса изготовления отливок в разовые песчаные формы. Составы и свойства смесей выбираем в зависимости от технологии изготовления форм и стержней, конфигурации и массы отливок. Формовочные смеси в зависимости от их назначения, делятся на облицовочные, наполнительные и единые.

В смесеприготовительном отделении выполняется контроль качества свежих формовочных материалов, транспортирование компонентов формовочной и стержневой смесей к месту их приготовления, приготовление формовочной и стержневой смесей и противопопригарной краски для стержней из смеси ХТС, контроль их качества.

3.4.1. Расчёт оборудования смесеприготовления

Приготовление смесей из предварительно подготовленных материалов состоит из следующих операций:

- смешивание составных частей в заданных пропорциях;
- разрыхление смеси.

При смешивании смесей требуется достичь более равномерного распределения всех составляющих смеси в объеме. Поэтому операция перемешивания является важнейшей во всем технологическом процессе приготовления формовочной и стержневой смесей.

Для приготовления формовочной смеси применяем двурукавный смеситель, со шнековой подачей песка в первом рукаве, непрерывного действия С-220.

Смеситель предназначен для приготовления холоднотвердеющих смесей при производстве форм и стержней. Смесители данного исполнения поз-

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

воляют значительно облегчить изготовление больших форм за счёт возможности готовой смеси в любую точку формы.

Технические характеристики смесителя С-220:

- Производительность, т/ч	–	20
- Мощность двигателя шнека, кВт	–	4
- Количество насосов, шт	–	4
- Мощность двигателя насоса, кВт	–	0,43
- Угол поворота рукава 1, град.	–	270
- Угол поворота рукава 2, град.	–	300
- Радиус зоны обслуживания 1 рукава, мм	–	1700
- Радиус зоны обслуживания 2 рукава, мм	–	3000
- Габаритные размеры, мм, ДхШхВ	–	6180х780х3150
- Масса смесителя, кг	–	6900

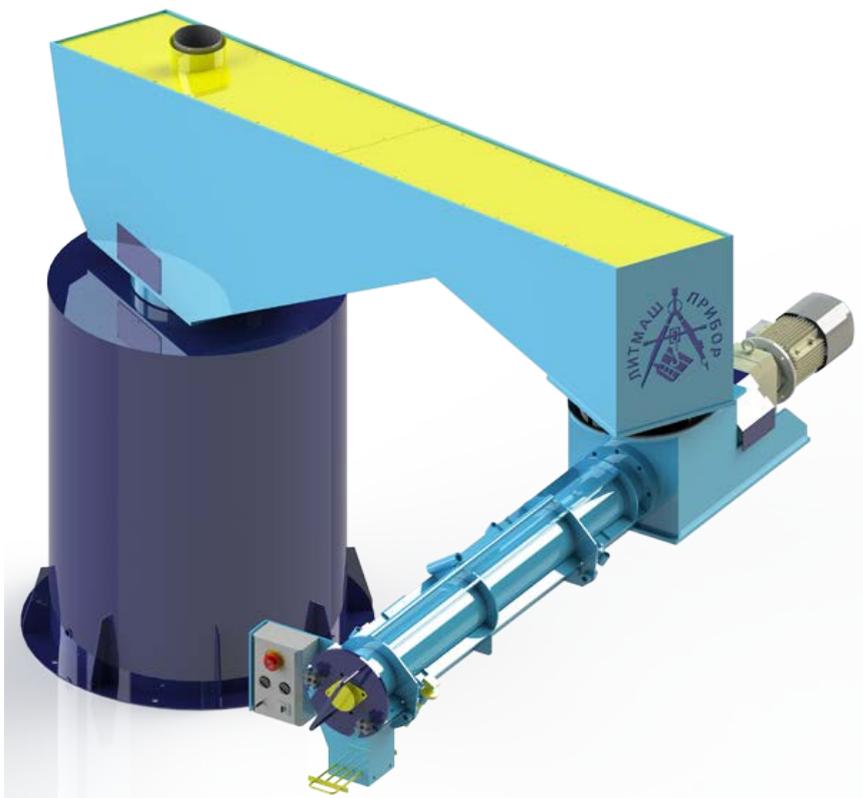


Рисунок 14 - Двуркавный смеситель со шнековой подачей песка С-220

Необходимое количество оборудования для приготовления формовочной смеси определим по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_d \cdot q},$$

Где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – объем формовочной и стержневой смеси на программу, т;

K_n – коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

T_d – действительный фонд времени, ч;

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{103113 \cdot 1,2}{3975 \cdot 20} = 1,6 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке 2 смесителя с коэффициентом загрузки:

$$K_{\text{заг}} = 1,6 / 2 = 0,8.$$

3.5. Участок финишных операций

Для выбивки отливок используются выбивные решетки модели 424.

Технические характеристики решетки приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Технические характеристики выбивной решетки 424.

Грузоподъемность, т	4
Размер полотна: ДхШ, мм	2240x1800
Частота вращения вала, об/мин	880
Установленная мощность, кВт	15,5
Габаритные размеры: ДхНхВ, мм	2820x2375x820
Производительность, т/ч	8
Масса, кг	3400

- производительность –6т/ч
- масса дробы, выбрасываемая дробеметными аппаратами – 1600 кг/мин;
- объем отсасываемого воздуха – 59000 м³/ч;
- установленная мощность электродвигателей – 300 кВт;
- габаритные размеры камеры – 15250×12000×8400 мм;
- масса камеры – 94 т.

Количество необходимого оборудования рассчитываем по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – масса отливок с литниками и прибылями на программу, т;

K_n – коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

T_d – действительный фонд времени, ч;

q – производительность оборудования.

Рассчитаем необходимое количество галтовочных барабанов:

$$N = \frac{7407,9 \cdot 1,2}{3975 \cdot 5} = 0,45 \text{ шт.}$$

Принимаем один галтовочный барабан с коэффициентом загрузки:

$$K_{\text{заг}} = 0,45$$

Количество дробеметных камер равно:

$$N = \frac{18335 \cdot 1,2}{3975 \cdot 6} = 0,92 \text{ шт.}$$

Принимаем одну дробеметную камеру периодического действия с коэффициентом загрузки: K_{заг} = 0,92.

В этом отделении цеха также выполняют операции удаления литниковых систем, прибылей, очистку от пригоревшей смеси, а также производится обрубка литников и прибылей, термическая обработка отливок, исправление пороков и приёмка отделом технического контроля.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

На участок обрубки литников и прибылей отливки поступают на подвесном толкающем конвейере.

Для обрубки отливок применяем воздушно-дуговую резку. Для зачистки питателей, прибылей и других мелких неровностей на наружных поверхностях отливок применяем специальные установки, снабжённые абразивными корундовыми или карборундовыми кругами. Заусенцы, острые кромки и другие подобные неровности удаляем на ленточных шлифовальных станках.

Технические характеристики ленточно-шлифовального станка GM75:

- Размер абразивной ленты – 75×2000 мм;
- Тип привода – электродвигатель;
- Производительность 25 шт./ч;
- Мощность привода – 4 Вт;
- Напряжение тока – 400 В;
- Количество фаз – 3;
- Частота вращения – 3000 об/мин;
- Окружная скорость – 37 м/с;
- Вес – 135 кг.

Расчёт количества шлифовальных станков производится по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – количество отливок на программу, т;

K_n– коэффициент неравномерности использования оборудования (равен 1,2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{406000 \cdot 1,1}{4015 \cdot 25} = 4,44 \text{ шт}$$

Принимаем 5 шлифовальных станка модели GM75 с коэффициентом загрузки K_з = 4,44 / 5 = 0,89.

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

Абразивная очистка отливок применяется в качестве завершающей операции обрубных и очистных работ. Принимаем механизированных комплексов для абразивной зачистки отливок марки 98516М [7].

Расчет количества механизированных комплексов 98516М:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – количество отливок на программу, т;

K_n – коэффициент неравномерности использования оборудования (равен 1,2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{406000 \cdot 1,2}{4015 \cdot 35} = 3,5 \text{ шт.}$$

Принимаем четыре механизированных комплекса 98516М с коэффициентом загрузки $K_3 = 3,5 / 4 = 0,88$.

В таблице 18 приведены технические характеристики механизированного комплекса для абразивной зачистки отливок.

Таблица 18 – Технические характеристики механизированного комплекса 98516М для абразивной зачистки отливок.

Марка	Основная техническая характеристика	Производительность, шт./ч	Габаритные размеры, мм
98516М	Наибольшие размеры отливок 2000х1200х1200 мм	35	6200х4600х3000

Для снятия внутренних напряжений и улучшения обрабатываемости отливок при обработке резанием, придания металлу определённой структуры и физико-механических свойств применяется термообработка.

Для термообработки отливок устанавливаем в цехе термическую печь марки СДО 25.50.20/10.

Технологические характеристики печи приведены в таблице 19.

Таблица 19– Техническая характеристика термической печи СДО 25.50.20/10

Наименование характеристики	Значение
Мощность, кВт	600
Рабочая температура, °С	1000
Производительность при рабочей температуре, шт./ч	100
Размеры рабочего пространства, мм	2500×5000×2000

Расчёт количества печей производится по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – количество отливок на программу, т;

K_n– коэффициент неравномерности использования оборудования (равен 1,2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{406000 \cdot 1,2}{3890 \cdot 100} = 1,25 \text{ шт.}$$

Принимаем две термических печь типа СДО 25.50.20/10 с коэффициентом загрузки K_з = 1,25/2=0,63.

Отпуск производим в печах марки ОКБ 4023. Технические характеристики печи приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Техническая характеристика термической печи ОКБ 4023.

Наименование характеристики	Значение
Рабочая температура, °С	200
Время термообработки, ч	9
Производительность, шт./ч	100
Размеры рабочего пространства, мм	3390x2150x11700

Количество печей для отпуска рассчитаем по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – количество отливок на программу, т;

Kn– коэффициент неравномерности использования оборудования (равен 1,2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{406000 \cdot 1,2}{3890 \cdot 100} = 1,25 \text{ шт.}$$

Принимаем две термических печь типа ОКБ 4023 с коэффициентом загрузки $K_z = 1,25/2=0,63$.

После термообработки отливки подвергаются проверке на твердость специальным прибором. Затем отправляются на склад готовой продукции, который находится в непосредственной близости от участка термической обработки и зачистки деталей.

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

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Таблица 21 - Штатное расписание

Должность	Кол-во ставок	Месячный оклад, руб.
<i>ИТР</i>		
1. Начальник цеха	1	30000
2. Заместитель начальника	2	27000
3. Начальник ПДБ	1	24000
4. Начальник тех. Бюро	1	21000
5. Технолог	6	19000
6. Старший мастер	4	19000
7. Энергетик	1	19000
8. Механик	1	17000
9. Экономист	1	17000
10. Мастер	5	17000
ИТОГО:	23	
<i>Служащие</i>		
1. Табельщик	3	8000
2. Секретарь	1	8000
3. Бухгалтер	4	17000
4. Завхоз	1	8000
5. Нормировщик	2	10000
ИТОГО:	11	
<i>МОП</i>		
1. Курьер	1	5000
2. Уборщик	4	5000
ИТОГО:	5	
ВСЕГО:	39	

Таблица 22 - Состав и количество технологического оборудования

Наименование	Марка оборудования	Кол-во, шт.	Стоим. ед-цы оборудования	Стоим. всего оборудования
			Цена, тыс.руб.	Цена, тыс.руб.
1	2	3	4	5
Основное оборудование:				
1. Печь плавильная	ИЧТ-10	3	2000	6000
2. Стержневая линия	Л16Х	7	1900	13300
3. Ковш		6	250	1500
4. Формовочная машина	ИФЛ72	3	190	570
5. Термическая печь		4	200	800
6. Двухрукавный смеситель	С-220	2	105	210
7. Дробеметная камера	42810	1	160	160
8. Галтовочный барабан	314	1	22	22
9. Конвейер ленточный		2	40	80
10. Выбивная решётка		1	14	14
11. Шлифовальный станок	GM75	5	50	250

Окончание таблицы 22

1	2	3	4	5
12. Механизированный комплекс для абразивной зачистки отливок	98516М	4	350	1400
ИТОГО:				24306

Таблица 23 - Тарифные ставки и нормы обслуживания

Наименование отделений и профессий	Разряд	Тарифные ставки, руб/час (по разрядам)		
		2	3	5
I. Плавильное отделение				
1. Плавильщик	5			45
2. Подручный	3		28,1	
3. Завальщик	3		29,5	
4. Шихтовщик	3		24,3	
5. Заливщик	3		26,7	
II. Формовочное отделение				
1. Формовщик машинной формовки	2	24,1		
III. Смесеприготовительное отделение				
1. Земледел	3		30,8	
2. Распределитель	2	28,2		
3. Сушильщик	2	28,2		
IV. Стержневое отделение				
1. Стерженщик	2			
2. Каркасник	2			
3. Сушильщик		28,9	30,8	
V. Выбивное отделение				
1. Чистильщик литья	2	28,9		
2. Нагревальщик-термист	3		30,8	
3. Выбивщик литья	2	28,9		
4. Станочник	2	28,9		
5. Электросварщик	2	28,9		

Таблица 24 – Смета расходов на ремонт и содержание оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс.руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	124,1	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	620,3	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственные перемещения груза	570	30 руб. на 1 т годного литья
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	1710	90 р.на 1 т. годного литья
Прочие расходы	302,4	10 % от общей суммы расходов
ИТОГО:	3326,8	

Таблица 25 - Исходные данные

Показатели	7
Проектный объем выпуска: тонн/квартал	4750
Расчетный объем выпуска продукции (в % от проектного объема выпуска)	
1 квартал	0
2 квартал	50
3 квартал	80
4 квартал	100
Расчетный период, квартал	8
Банковская ставка процента за кредит, %/год	12
Условия кредитования:	
Срок предоставления кредита: в 0 квартале на 5 кварталов	
Погашение кредита равными долями ежеквартально начиная с 1	5
Ставка сравнения E, %\ год	60
Режим работы, смен	2

Организационный план

Проектирование численного и квалификационного состава работающих

Таблица 26 - Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Ко-во ставок	Месячный оклад, руб.	Премия		Районный коэф-т (п.п. (3+5)*15%)	Всего	
			%	Руб.		В месяц	В год
<i>ИТР</i>							
1. Начальник цеха	1	30000	50	15000	6750	51750	621000
2. Заместитель начальника	2	27000		13500	6075	46575	558900
3. Начальник ПДБ	1	24000		12000	5400	41400	496800
4. Начальник тех. Бюро	1	21000		10500	4725	36225	434700
5. Технолог	6	19000		9500	4275	32775	393300
6. Старший мастер	4	19000		9500	4275	32775	393300
7. Энергетик	1	19000		9500	4275	32775	393300
8. Механик	1	17000		8500	3825	29325	351900
9. Экономист	1	17000		8500	3825	29325	351922
10. Мастер	5	17000		8500	3825	29325	351900
ИТОГО:	23	210000		105000	47250	362250	4347000
<i>Служащие</i>							
1. Табельщик	3	8000	20	1600	1440	11040	123480
2. Секретарь	1	8000		1600	1440	11040	132480
3. Бухгалтер	4	17000		3400	3060	23460	281520
4. Завхоз	1	8000		1600	1440	11040	132480
5. Нормировщик	2	10000		2000	1800	13800	165600
ИТОГО:	11	51000		10200	9180	70380	844560
<i>МОП</i>							
1. Курьер	1	5000	10	500	825	6325	75900
2. Уборщик	4	5000		500	825	6325	75900
ИТОГО:	5	10000		1000	1650	12650	151800
ВСЕГО:	39	271000		232400	75510	578910	6946920

44.03.04 ПЗ

Лист

62

Таблица 27 - Баланс рабочего времени одного трудящегося на год

Статьи баланса	Фонд времени	
	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	365	2928
Выходные дни	117	
Праздничные дни	9	
Предпраздничные дни	8	
Номинальный фонд времени	249	1989
Плановые не выходы на работу	34	272
в том числе:		
основной и дополнительный отпуск	30	
по болезни	7	
выполнение государственных обязанностей	1	
отпуск учащихся	1	
Действительный фонд времени	215	1720
Коэффициент списочного состава, $K_{сп}$	1,16	

Расчет списочного и явочного состава рабочих.

Различают списочную и явочную численность рабочих, фактически участвующих в производственном процессе. Списочная численность рабочих включает всех постоянных и временных рабочих, имеющих трудовые договорные отношения с предприятием.

Расчет явочной численности выполняется по формуле:

$$N_{я} = N_i * A_i * C_i,$$

где N_i - норма обслуживания оборудования в смену, человек;

A_i - количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт;

C_i - число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяем по формуле: $N = N_{я} * K_{сп}$,

где $K_{сп} = T_n / T_d$ - коэффициент списочного состава.

Величины T_n и T_d определяем на основе баланса рабочего времени одного трудящегося.

Таблица 28 - Расчет численности основных рабочих

Наименование отделений и профессий	Тарифный разряд	Число смен в сут-ки	Норма обслужи-вания	Количество агре-гагов	Количество рабочих			
					Явочное		Списочное	К _{сп}
					В смену	В сутки		
I. Плавильное отделение								
1. Плавильщик	5	2	1	3	3	6	7	1,16
2. Подручный	3	2	1	3	3	6	7	
3. Завальщик	3	2	1	3	3	6	7	
4. Шихтовщик	3	2	1	3	3	6	7	
5. Заливщик	3	2	1	4	4	8	10	
ИТОГО:					16	34	38	
II. Формовочное отделение								
1. Формовщик машинной формовки	2	2	1	3	3	6	7	1,16
ИТОГО:					3	6	7	
III. Смесеприготовительное отделение								
1. Земледел	3	2	1	2	2	4	5	1,16
2. Распределитель	2	2	1		2	4	5	
3. Сушильщик	2	2	1		2	4	5	
ИТОГО:					6	12	15	
IV. Стержневое отделение								
1. Стерженщик	3	2	1	7	7	14	17	1,16
2. Каркасник	2	2	1		7	14	17	
3. Сушильщик	2	2	1		7	14	17	
ИТОГО:					21	42	51	
V. Выбивное отделение								
1. Чистильщик литья	2	2	1	2	2	4	5	1,16
2. Нагревальщик-термист	3	2	1	4	4	8	10	
3. Выбивщик литья	2	2	0,5	1	1	2	3	
4. Станочник	2	2	1	5	5	10	12	
5. Электросварщик	2	2	1	2	2	4	5	
ИТОГО:					14	28	35	
Всего					60	122	146	

Таблица 29 - Расчёт списочного количества вспомогательных рабочих

Наименование профессии	Тарифный разряд	Число смен в	Количество рабочих			
			Явочное	Списочное	Ксп	
1. Маркеровщик	1	1	1	1	2	1,16
2. Контролёр	3	2	1	2	3	
3. Ковшевой	3	2	4	8	10	
4. Крановщик	4	2	4	8	10	
5. Стропальщик	3	2	1	2	3	
6. Кладовщик	2	2	1	2	3	
7. Слесарь	4	2	1	2	3	
8. Станочник	3	2	5	10	12	
9. Наладчик	3	2	1	2	3	
10. Электрик	5	2	1	2	3	
11. Печник-футеровщик	3	2	4	8	10	
12. Лаборант	3	1	1	1	2	
13. Водитель внутреннего	2	2	1	2	3	
ИТОГО:			26	50	67	

Таблица 30 - Структура работающих в цехе

Категории персонала	Количество человек	Удельный вес, %
1. Рабочие, всего	213	84,5
в том числе:		
Основные	146	57,9
Вспомогательные	67	26,6
2. ИТР	23	9,1
3. Служащие	11	4,4
4. МОП	5	2,0
ИТОГО:	252	100

Порядок расчёта планового фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих следующий:

1. Определение тарифного фонда заработной платы;
2. Установление выплат и доплат (часового, месячного, годового фондов);
3. Расчёт общего фонда заработной платы;
4. Определение средней заработной платы рабочих.

Расчёт фонда заработной платы осуществляется, укрупнено (по средней тарифной ставке) по всем отделениям цеха.

Средняя тарифная ставка $T_{ср}$ определяется по формуле:

$$T_{ср} = \sum T_{ст\ i} * N_i / N_{я},$$

где $T_{ст\ i}$ - тарифная ставка рабочего n - разряда, руб.;

N_i - явочное число рабочих соответствующего разряда;

$N_{я}$ - явочное число рабочих данной группы.

Аналогично определяется средняя тарифная ставка вспомогательных рабочих.

Определяем средние тарифные ставки по отделениям цеха:

1. Плавильное отделение:
2. Формовочное отделение:
3. Смесеприготовительное отделение:
4. Стержневое отделение:
5. Участок литья под низким давлением:
6. Выбивное отделение:

Количество отработанных человеко-часов определяется умножением списочного количества рабочих на действительный фонд рабочего времени одного рабочего в год.

Заработная плата по тарифу определяется умножением числа отработанных человеко-часов на среднюю часовую тарифную ставку.

Приработок сдельщика рассчитывается умножением заработной платы на планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки (50%).

Премии рабочим за выполнение плана вычисляются от суммы заработка по тарифу и составляет 30%.

Основная заработная плата с учётом местонахождения предприятия рассчитывается умножением суммы составляющих основной заработной платы на районный коэффициент.

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$Z_{доп} = Z_{осн} * K_{доп} / 100,$$

где $K_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

$$K_{доп} = (T_{опт} * 100 / T_{д}) + (T_{г.о.} * 100 / T_{д}) + (T_{у.о.} * 100 / T_{д}) + 0,5 = (30 * 100 / 1720) + (1 * 100 / 1720) + (1 * 100 / 1720) + 0,5 = 2,36$$

где $T_{опт}$ – длительность отпуска рабочего, сутки;

$T_{д}$ – действительный фонд рабочего времени;

$T_{г.о.}$ - время выполнения государственных обязанностей, сутки;

0,5 - размер прочих составляющих дополнительной заработной платы;

$T_{у.о.}$ - время учебного отпуска.

Таблица 31 - Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Отделения	Количество рабочих, чел.	Средняя тарифная часовая ставка, руб.	Затраты времени на про-грамму, чел.ч.	Зарплата за отработанное время, тыс.руб.								За неотработанное время	Зарплата, тыс.руб.		
				По тарифу	Приработок сель-щика	Премии	Стимулирующие до-платы	Компенсационные доплаты	Прочие доплаты	ИТОГО	С учётом районного коэффициента		Годовой фонд	Среднемесячная по цеху	Среднемесячная ра-бочего
1	2		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Плавильное	38	24,6	32680	3215,712	1286,285	964,714	482,357	321,571	225,100	6495,738	7470,099	597,608	8067,707	672,309	17,692
Формовочное	7	24,1	5160	580,328	232,131	174,098	87,049	58,033	40,623	1172,26	1348,10	107,848	1455,95	121,329	17,333
Смесе-приготовительное	15	29,1	18920	1501,560	600,624	450,468	225,234	150,156	105,109	3033,151	3488,124	279,050	3767,174	313,931	20,929
Выбивное	35	29,6	32680	3563,840	1425,536	1069,152	534,576	356,384	249,469	7198,957	8278,800	662,304	8941,104	745,092	21,288
Стержневое	51	30,4	18920	5333,376	2133,350	1600,013	800,006	533,338	373,336	10400,083	11960,096	956,808	12916,903	1076,409	21,106
Итого по основным рабочим	146												35148,838		

Окончание таблицы 31

1	2		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Вспомогательные рабочие	67	17,1	63640	200544,432	80217,773	60163,330	30081,665	20054,443	14038,110	28300,192	32545,221	2603,618	35148,838	2929,070	20,062
ВСЕГО:	213			3941,208	1576,483	1182,362	591,181	394,121	275,885	7685,356	8838,159	707,053	9545,212	795,434	11,872
				204485,640	81794,256	61345,692	30672,846	20448,564	14313,995	112467,102	129337,167	3310,670	44694,050	3724,504	17,486

Таблица 32 - Общий фонд заработной платы

Фонд заработной платы, тыс.руб.	Общий фонд заработной платы, тыс.руб.
Основных рабочих	35148,838
Вспомогательных рабочих	9545,212
ИТР, служащих и МОП,	6946,920
Итого:	51640,97

Отчисления на социальные нужды

В соответствии с законодательством в этот раздел себестоимости включается:

- отчисления на единый социальный налог 26% и проф. риск-0,3%(26,3% от фонда заработной платы).

Таблица 33 - Отчисления на социальные нужды по фонду оплаты труда

Фонд заработной платы	Отчисления в фонд, тыс. руб.
1. Рабочие:	
Основные	9244,144
Вспомогательные	2510,391
2.ИТР, Служащие, МОП	1827,040
Итого:	13581,575

План производства

Планирование мощностей и основных фондов

Необходимо определить балансовую стоимость основных фондов, включающую в себя:

- затраты на возведение зданий и сооружений (в случае аренды здания для размещения производства - арендная плата)
- затраты на приобретение, доставку и монтаж оборудования;
- затраты на приобретение технологической оснастки;
- затраты на приобретение инструмента и инвентаря.

Данные по расчёту капитальных затрат и амортизационных отчислений сводятся по форме 34.

Затраты на приобретение и монтаж подъёмно-транспортного оборудования принимаем в размере 60% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на прочее, вспомогательное оборудование принимаем в размере 25% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на инструмент и приспособления принимаем 50 руб. на 1 тонну годных отливок.

Стоимость хозяйственного инвентаря можно принять из расчёта 2000 рублей на одного работающего.

Таблица 34 - Капитальные затраты и амортизационные отчисления

Наименование	Марка оборудования	Количество, шт.	Стоимость единицы оборудования			Амортизационные отчисления		
			Цена, тыс.руб.	Монтаж		Всего, тыс.руб.	Норма, %	Сумма, тыс.руб.
				%	Тыс.руб.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основное оборудование:								
1.Печь плавильная	ИЧТ-10	3	2000	10%	200	6600	9	594
2. Стержневая линия	Л16Х	7	1900		190	14630	9	1316,7

Окончание таблицы 34

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3. Ковш		6	250		25	1650	9	148,5
4. Формовочная машина	ИФЛ72	3	190		19	627	9	56,43
5. Термическая печь		4	200		20	880	9	79,2
6. Двухрукавный смеситель	С-220	2	105		10,5	346,5	9	31,185
7. Дробеметная камера	42810	1	160		16	176	9	15,84
8. Галтовочный барабан	314	1	22		2,2	24,2	9	2,178
9. Конвейер ленточный		2	40		4	88	9	7,92
10. Выбивная решётка		1	14		1,4	15,4	9	1,386
11. Шлифовальный станок	GM75	5	50		5	275	9	24,75
12. Механизированный комплекс для абразивной зачистки отливок	98516М	4	350		35	1540	9	138,6
Итого			24306			26736,6	26852,1	2406,29 4

Таблица 35 – Смета расходов на ремонт и содержание оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс.руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	124,1	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	620,3	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственные перемещения груза	570	30 руб. на 1 т годного литья
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	1710	90 р.на 1 т. годного литья
Прочие расходы	302,4	10 % от общей суммы расходов
ИТОГО:	3326,8	

Таблица 36 - Калькуляция себестоимости 1 т годных отливок форма

Статья затрат	Единицы измерения	На 1 т литья			На программу	
		Количество	Цена, руб./т	Сумма тыс. руб.	Количество	Сумма тыс. руб.
Сырье и основные материалы						
Сырье и основные материалы	т	1,29	11375	14,219	27097,9	216125
Скрап	т	0,03			812,9	
Возврат (литники и прибыли)	т	0,24			6743	
Угар и потери	т	0,02			542	
Итого за вычетом угара и возвратов		1,00		9,74	19000	185060
Оплата труда основных рабочих				1,85		35148,838
Отчисления на социальные нужды				0,49		9244,144
Технологическая электроэнергия	тыс. кВт/ч	1,17	14,5	16,97	22230	377243,1
Энергия на технические нужды:						
- Вода	тыс. м ³	0,03	7,21	0,216	570	4109,7
- Сжатый воздух		0,09	6	0,54	1710	10260
Расходы на подготовку и освоение производства				66,5		1263500
Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования				0,33		1458,4
Отчисления на амортизацию оборудования				0,065		2416,689
Основная себестоимость				96,70		1888440,831
Цеховые расходы				14,505		283266,125
Цеховая себестоимость				111,20		2171706,956
Общезаводские расходы				6,672		130302,417
Производственная себестоимость				117,875		2302009,373
Непроизводственные расходы				2,357		46040,187
Полная себестоимость				120,232		2348049,561

Расчёт постоянных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

$$FC = FC_1 + FC_2 + FC_3 + FC_4 + FC_5 + FC_6 + FC_7 + FC_8 + FC_9,$$

где: FC_1 - отчисления на амортизацию оборудования, здания и сооружений;

					44.03.04 ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

FC₂ - отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

FC₃ - расходы на подготовку и освоение производства;

FC₄ - затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала, плюс отчисления на социальные нужды;

FC₅ - затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство;

FC₆ - расходы на охрану труда;

FC₇ - прочие цеховые расходы;

FC₈ - общезаводские расходы;

FC₉ - непроизводственные расходы

$FC = 2416,689 + 1458,4 + 1263500 + 20829,563 + 3500 + 4375 + 283266,125 + 130302,417 + 46040,187 = 1755688,4$ тыс. руб.;

Средние удельные постоянные расходы равны:

$$AFC = FC/M,$$

$$AFC = 1755688,4 / 19000 = 92,40 \text{ тыс. руб/т,}$$

где М - годовой выпуск годного литья по программе цеха, т.

Расчёт переменных затрат

Расчёт переменных затрат производится по формуле

$$VC = VC_1 + VC_2 + VC_3 + VC_4 + VC_5 + VC_6 + VC_7,$$

где VC₁ - суммарные затраты на сырьё и основные материалы, т.р.;

VC₂ - затраты на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды;

VC₃ - затраты на технологическую энергию;

VC₄ - затраты на технологическое топливо;

VC₅ - затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

VC₆ - затраты на вспомогательные материалы;

VC₇ - транспортный налог.

$$VC = 216125 + 44392,982 + 377243,1 + 19467 + 14369,7 + 432 + 1010 = 673039,78 \text{ тыс. руб.};$$

Средние удельные переменные расходы (на 1 т годного литья) равны

$$AVC = VC/M,$$

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

$$AVC = 673039,78 / 19000 = 35,42 \text{ тыс.руб./т.}$$

3. Общие годовые затраты равны

$$TC = FC + VC,$$

$$\text{то есть } TC = 1755688,4 + 673039,78 = 2428728,18 \text{ тыс. руб.}$$

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости литья

$$ATC = AVC + AFC,$$

$$ATC = 92,40 + 35,42 = 127,82 \text{ тыс. руб./т.}$$

Ценообразование

При установлении цен на продукцию используют следующие методы ценообразования:

- обеспечение безубыточности и получение прибыли;
- установление цены, исходя из ценности товара;
- ориентацию на издержки производства.

Рассчитаем цену по формуле:

$$P = 1,9 \cdot S,$$

где S- себестоимость тонны годного литья, руб.;

$$P = 1,9 \cdot 120,232 = 228,441 \text{ тыс. руб.}$$

Примем цену на тонну годного литья, равную 228,5 тыс. руб. Доход от продаж определим по формуле:

$$D = P \cdot Q,$$

где D - доход от продаж, тыс. руб.;

P - цена продукции, тыс. руб.;

Q - объем производства, руб.

$$D = 228,5 \cdot 19000 = 4341500 \text{ тыс. руб.}$$

Прибыль определим по формуле:

$$\Delta\Pi = D - B.З.,$$

где B.З. - валовые затраты = полной себестоимости, тыс. руб.

$$\Delta\Pi = 4341500 - 2348049,561 = 1903450,44 \text{ тыс. руб.}$$

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Расчёт коммерческой эффективности

Таблица 37 - Исходные данные

1. Годовой выпуск литья на программу, т	19000
2. Полная себестоимость на годовую программу на 1 т. годного литья	2348049,561
3. Постоянные издержки, тыс.руб.	120,232
4. Переменные издержки, тыс.руб.	1755688,4
5. Полный фонд заработной платы, тыс.руб.	673039,78
6. Число трудящихся (списочное), чел.	65222,545
7. Цена на 1 т. годного литья, тыс. руб.	213
8. Годовой доход, тыс.руб.	228,5
9. Капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования, тыс. руб	4341500
10. Капитальные затраты на строительство цеха, тыс.руб.	26736,6
	143710

Таблица 38 - Расчет программы выпуска и реализации продукции

Показатели	Периоды производства (реализации) продукции							
	1 год				2 год			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	5 кв.	6 кв.	7 кв.	8 кв.
1. Расчетный объем производства продукции, тыс. т	0	0	2,375	3,800	4,750	4,750	4,750	4,750
2. Оптовая цена в расчете на 1 тонну литья, тыс. руб.	228,5	228,5	228,5	228,5	228,5	228,5	228,5	228,5
3. Объем реализованной продукции: в натуральных единицах, тыс. т	0	0	2,375	3,880	4,750	4,750	4,750	4,750
4. Выручка от реализации продукции (стр.2*стр.3.)	0	0	542687,5	868300	1085375	1085375	1085375	1085375

Окончание таблицы 39

1	2	3	4
3. Создание производственных запасов сырья, материалов, других материально-технических ресурсов (на 1 месяц)	18010,4		
4. Приобретение нематериальных активов	150		
Итого:	44897	Итого:	44897

Определяясь с источниками финансирования следует помнить, что доля заемных средств не должна превышать 30-40% от общей величины инвестиций. Золотое правило кредитования - преимущественное предоставление ссуд под быстроликвидное обеспечение.

При определении суммы займа целесообразно ориентироваться на расчетную величину денежных средств, необходимых для создания производственных запасов, сырья и материалов, т.е. быстроликвидных активов.

Рекомендуются следующие условия кредитования:

- срок предоставления кредита – 5 кв.;
- процент за кредит превышает ставку рефинансирования Центробанка РФ не более чем на 30%;
- погашение кредита осуществляется равными долями ежеквартально.

Расчет доходов от реализации проекта

Доходы от реализации инвестиционного проекта могут быть сформированы за счет прибыли от реализации произведенной продукции (основной источник доходов производственного предприятия), прочей реализации, вне-реализационной деятельности.

Рассчитаем процент за кредит:

$$P_k = K \cdot 0,01 \cdot 6 = 13469,1 \cdot 0,01 \cdot 6 = 808,15 \text{ тыс. руб.},$$

где K – размер кредита.

Ежемесячная выплата составит:

$$(13469,1 + 808,15) / 6 = 2379,54 \text{ тыс. руб. в месяц}$$

Таблица 40 - Расчет доходов по проекту, тыс. руб.

Показатели	1 год				2 год			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	5 кв.	6 кв.	7 кв.	8 кв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Выручка от реализации продукции	0,000	0,000	542687,500	868300,000	1085375,000	1085375,000	1085375,000	1085375,000
- суммарные переменные затраты ¹	0,000	0,000	56086,648	56086,648	56086,648	56086,648	56086,648	56086,648
= Валовая прибыль (маржинальный доход)	0,000	0,000	486600,852	812213,352	1029288,352	1029288,352	1029288,352	1029288,352
- суммарные постоянные затраты	0,000	0,000	146307,367	146307,367	146307,367	146307,367	146307,367	146307,367
+ нереализационные доходы	-	-	-	-	-	-	-	-
- нереализационные расходы	7138,620	7138,620	-	-	-	-	-	-
= Балансовая прибыль	-7138,620	-7138,620	340293,485	665905,985	882980,985	882980,985	882980,985	882980,985
- налоги, относимые на финансовые результаты	0,000	0,000	102088,046	199771,796	264894,296	264894,296	264894,296	264894,296

¹ Суммарные переменные затраты в расчете на объем реализованной продукции = суммарные переменные затраты на единицу продукции × объем реализованной продукции (в натуральных единицах)

Окончание таблицы 40

1	2	3	4	5	6	7	8	9
=Прибыль до выплаты налога на прибыль	-7138,620	-7138,620	238205,440	466134,190	618086,690	618086,690	618086,690	618086,690
-Налог на прибыль (ставка налога - 24%)	0,000	0,000	59551,360	116533,547	154521,672	154521,672	154521,672	154521,672
=Чистая прибыль	-7138,620	-7138,620	178654,080	349600,642	463565,017	463565,017	463565,017	463565,017

Оценка экономической эффективности проекта

Таблица 41 - Движение денежных средств (поступления и выплаты)

Показатели	1 год				2 год			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	5 кв.	6 кв.	7 кв.	8 кв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Собственный капитал	31427,9	0	0	0	0	0	0	0
+ банковский кредит	13469,1	0	0	0				
+ поступления из других источников	0	0	0	0	0	0	0	0
- выплаты в погашение кредита	6734,55	6734,55			0	0	0	0
- выплаты процентов по кредитам	404,073	404,073			0	0	0	0
= Чистый денежный поток от финансовой деятельности (1)	37758,377	-7138,623	0	0	0	0	0	0
+ поступления от реализации активов	0	0	0	0	0	0	0	0
- затраты на приобретение активов	13368,3	13368,3	0	0	0	0	0	0
- затраты на пополнение оборотных средств	18010,4	0	0	0	0	0	0	0

Окончание таблицы 41

1	2	3	4	5	6	7	8	9
= Чистый денежный поток от инвестиционной деятельности (2)	6379,677	-20506,923	0	0	0	0	0	0
Выручка от продаж (без НДС)	0	0	542687,5	868300	1085375	1085375	1085375	1085375
- текущие затраты (без амортизационных отчислений)	0	0	202394,015	202394,015	202394,015	202394,015	202394,015	202394,02
- налоги, относимые на финансовые результаты	0	0	102088,046	199771,796	264894,296	264894,296	264894,296	264894,296
- налог на прибыль, сборы, платежи	0	0	59551,36	116533,547	154521,672	154521,672	154521,672	154521,672
+ поступления от других видов деятельности	0	0	0	0	0	0	0	0
= чистый денежный поток от оперативной деятельности (3)	0,000	0,000	178654,08	349600,642	463565,017	463565,017	463565,017	463565,017
Баланс наличности на начало периода (4)	0	6379,677	-7138,623	178654,08	349600,642	463565,017	463565,017	463565,017
Баланс наличности на конец периода	6379,677	-7138,623	178654,08	349600,642	463565,017	463565,017	463565,017	463565,017

Расчет интегральных показателей эффективности проектных решений
Интегральные показатели эффективности проекта рассчитываются на основе моделирования денежных потоков. Они представляют собой набор

					44.03.04 ПЗ			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				79

оценочных показателей, характеризующих экономическую эффективность проекта, целесообразность его финансирования с точки зрения потенциальных инвесторов:

- чистый дисконтированный доход;
- дисконтированный срок окупаемости;
- рентабельность проекта;
- внутренняя норма доходности.

Дисконтированные показатели, то есть показатели, приведенные к одному моменту времени, учитывают разницу в ценности денег в период осуществления инвестиционного проекта.

Расчет коэффициентов дисконтирования (a_t) производится по формуле:

$$a_t = \frac{1}{(1 + E)^t},$$

где a_t - коэффициент дисконтирования;

E_n - норма дисконта (принимается на уровне ставки сравнения в %/100);

t - номер шага (квартала) расчета.

Таблица 42 – Норма дисконта

Норма дисконта	Коэф. диск. 1 кв.	Коэф. диск. 2 кв.	Коэф. диск. 3 кв.	Коэф. диск. 4 кв.	Коэф. диск. 5 кв.	Коэф. диск. 6 кв.	Коэф. диск. 7 кв.	Коэф. диск. 8 кв.
0,6	1	0,625	0,39	0,24	0,15	0,09	0,059	0,02

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) характеризует суммарный доход за весь отчетный период существования, приведенный к начальному моменту времени и определяется по формуле:

где P_t - результаты, достигаемые на t -м шаге (квартале) расчета;

Z_t - затраты, осуществляемые на том же шаге;

$(P_t - Z_t)$ - баланс наличности на конец периода;

T - горизонт расчета (2 года).

Таблица 43 - Расчёт ЧДД

Наименование показателя	Сумма по кварталам, руб.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Чистый денежный поток	6379,677	-7138,623	178654,08	349600,642	463565,017	463565,017	463565,017	463565,017
2. Коэффициент дисконта α_t	1	0,625	0,39	0,24	0,15	0,09	0,59	0,02
3. Чистый дисконтированный поток	6379,677	-4461,64	69675,09	83904,15	69534,75	41720,85	273503,36	9271,30
4. Чистый дисконтированный поток с нарастающим итогом	6379,677	1918,04	71593,13	155497,28	225032,04	266752,89	540256,25	549527,55

Таблица 44 – Дискотированные значения инвестиций

Показатели	Кварталы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Суммарные инвестиции	37758,377	-7138,623	0	0	0	0	0	0
2. Дискотированный показатель α	1	0,625	0,39	0,24	0,15	0,09	0,59	0,02
3. Дискотированные инвестиции	37758,377	-4461,6393	0	0	0	0	0	0
4. Дискотированные инвестиции с нарастающим итогом	37758,377	33296,738	33296,738	33296,738	33296,738	33296,738	33296,738	33296,738

В качестве примера приведены расчеты интегральных показателей инвестиционного проекта с использованием условных данных о движении денежных средств инвестиционного проекта.

$$I_d = \frac{S}{K},$$

где I_d – индекс доходности.

$I_d = \frac{463565,017}{44897} = 10,3$ (на единицу дисконтированных вложений получили 9,4 руб. дисконтированной прибыли).

ЧДД > 0, $I_d > 1$ – можно считать проект целесообразным.

Срок окупаемости проекта составляет 2-х кварталов.

Точка безубыточности рассчитывается по формуле:

$Q_{кр} = \frac{FC}{P-AVC} = 1755688,4 / (228,5 - 35,42) = 9093 > 19000$ – точка безубыточности находится ниже объема программы выпуска.

Таблица 45 - Техничко-экономические показатели цеха

Показатель	Единицы измерения	Проектируемый вариант (при достижении проектного объема)
1.Годовой объём выпуска литья	тонна	19000
2.Балансовая стоимость основных производственных фондов:		
в т.ч. активной части	тыс. руб.	44897
3.Численность рабочих,		
в т.ч. всех производственных	человек	213
4.Себестоимость производственной программы выпуска	тыс. руб.	2348049,561
5.Чистая прибыль	тыс. руб.	463565,017
6.Дополнительные капитальные вложения	тыс. руб.	-
7.Выпуск продукции		
- на 1 работающего	т/г	75
- на 1 производственного рабочего	т/г	89,2
8.Затраты на 1 рубль произведённой продукции	руб.	10,3
9.Окупаемость капитальных вложений	год	0,5
10.Критический объём выпуска (точка безубыточности.)	т	9093

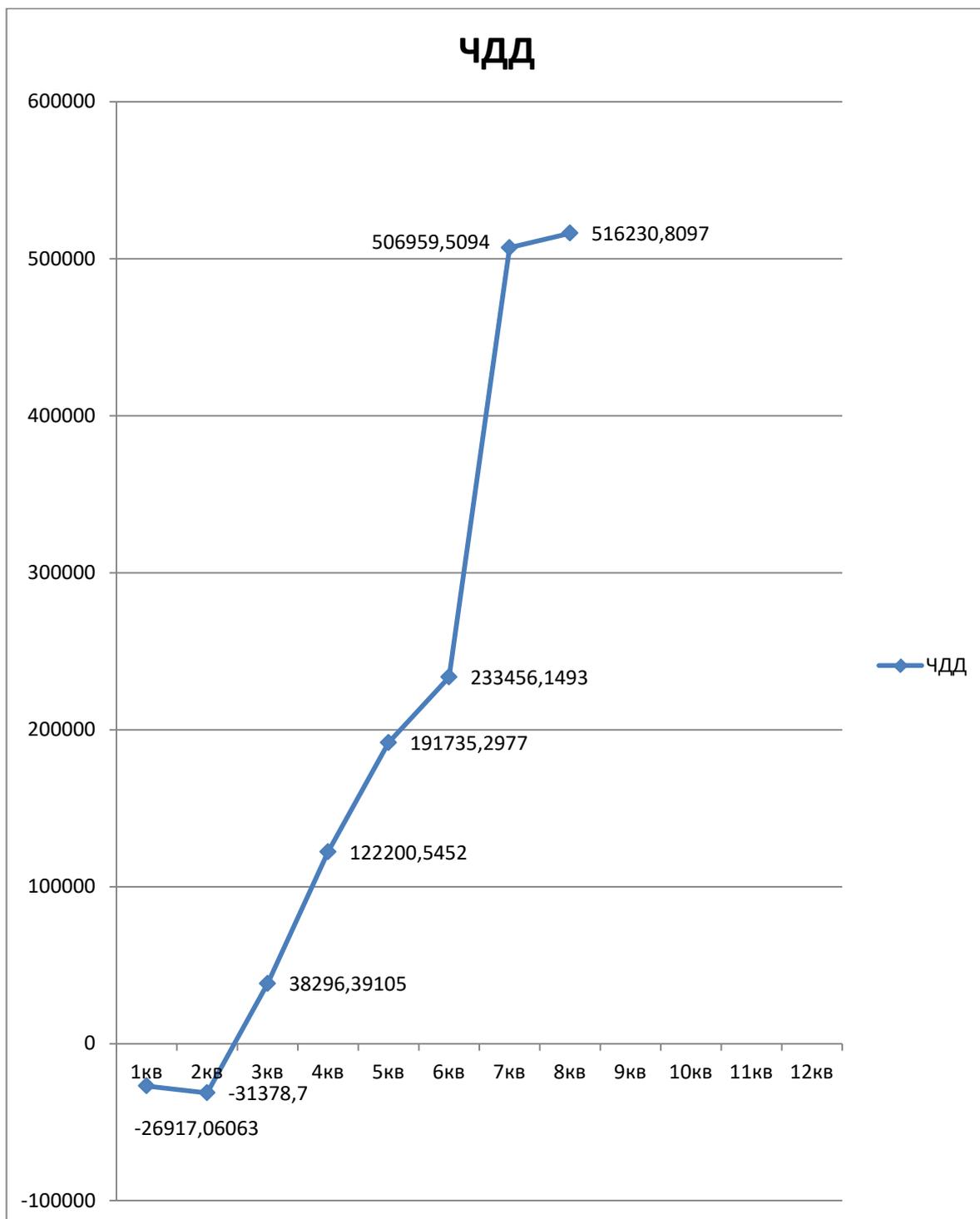


Рисунок 15 - Финансовый профиль проекта

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1. Безопасность труда

Литейное производство характеризуется наличием большого количества вредных и опасных производственных факторов, имеющих на всех участках производственного процесса. Неудовлетворительное состояние охраны труда оказывает влияние не только на трудящихся, непосредственно занятых на этом предприятии, но и на окружающую его среду. Для создания нормальных условий труда, предотвращения несчастных случаев и профессиональных заболеваний, большое значение имеет общее устройство предприятия. Внедрение в производство автоматизации на наиболее вредных и опасных для здоровья людей участках позволяет отказаться от применения ручного труда. Строгое разграничение производственных участков исключает воздействие факторов технологического процесса одного участка на рабочих другого участка, так как помещения участков изолированы друг от друга [20].

В литейном цехе находятся опасные и вредные производственные факторы, такие как:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- электрический ток;
- шум;
- вибрация;
- тепловое излучение.

При проектировании данного цеха необходимо учесть данные факторы и предпринять меры по улучшению условий труда и защитить рабочих от травматизма. Это возможно за счет следующих изменений:

- установления автоматических формовочных и стержневых линий;
- ограждение механизмов и рабочих площадок;

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

- повышения уровня пожарной безопасности производства путем разработки методов оценки пожарной безопасности оборудования, материалов, технологии и комплексных мер по усилению пожарной профилактики;
- звукоизоляции вытяжных и приточных вентиляционных установок и другого оборудования, создающего шум.

5.1.1. Характер трудового процесса

В проектируемом цехе имеются следующие вредные производственные факторы по ГОСТ 12.0.003-74[25]:

1) Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны. Присутствует на участках:

- Плавки – выделение легкоплавких и легко испаряемых элементов;
- Смесеприготовления (при приготовлении связующего)

2) Повышенная запылённость воздуха проявляется на участках:

- Подготовки шихтовых и формовочных материалов;
- Смесеприготовления;
- Выбивки отливок;
- Обчистки и обрезки.

3) Повышенная температура воздуха рабочей зоны имеется на участках:

- Плавки (от индукционных тигельных плавильных печей и заливочных ковшей);
- Термообработки отливок (от термических печей).

4) Повышенный уровень шума наиболее характерен для участков:

- Выбивки отливок;
- Обрезки и зачистки отливок.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Шум значительно снижает работоспособность, вызывает раздражения, ухудшает действие слуховых органов, влияет на нервную и сердечнососудистую систему.

5) Повышенный уровень вибрации характерен для участков:

- Выбивки отливок;
- Обрезки и зачистки отливок.

6) Повышенная подвижность воздуха. Имеется на всей территории цеха, обеспечивается естественной вентиляцией и работой искусственной вентиляции.

5.1.2. Условия труда

5.1.2.1. Микроклимат

Литейное производство характеризуется большим количеством избыточного тепла. На одну тонну литья в чугунолитейных цехах выделяется примерно 200—250 тыс. ккал тепла.

Избыточное тепло вызывает перегрев организма человека, вследствие чего может получить «тепловой удар». Значительного уменьшения вредного действия избыточного тепла и улучшения самочувствия можно достигнуть путем устройства вентиляции и улучшения питьевого режима в цехе (газированная или подсоленная вода).

Таблица 46 – Нормируемые значения микроклимата в рабочей зоне

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	IIб (233 - 290)	17 - 19	16 - 20	60 - 40	0,2
Теплый	IIб (233 - 290)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2

В производственных помещениях, где по технологическим причинам невозможно обеспечить допустимые нормативные показатели микроклимата, предусматриваются следующие мероприятия по защите рабочих от перегрева:

- устройство системы вентиляции для поддержания температурно-влажностного режима в производственных помещениях;
- защита от источников тепловых излучений для снижения температуры воздуха в помещениях;
- автоматизация и дистанционное управление производственным процессом. [27]

5.1.2.2. Вентиляция

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует требованиям СНиП 41-01-03[31].

Воздух, удаленный из здания цеха системами местной и общей вытяжной вентиляции, содержащий вредные вещества подвергается очистке, с помощью мокрых пылеуловителей и рукавных фильтров.

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03 [13]. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 47.

Таблица 47 – Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны [14]

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³
1	2
Кремнесодержащая пыль:	
кремния двуокись кристаллическая при содержании её в пыли от 2 до 10 %;	4
кремния двуокись кристаллическая при содержании её в пыли от 10 до 70 %.	2
Пыль содержащая оксиды железа	4-6

Окончание таблицы 47

1	2
Оксид углерода	20
Углеводороды	300
Оксид азота	2

В проектируемом цехе производятся следующие мероприятия по оздоровлению воздушной среды:

- склад формовочных и стержневых материалов оснащен вытяжными аппаратами, так как он характеризуется большим выделением пыли;
- плавильное отделение размещается с подветренной стороны здания, чтобы предотвратить попадания дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения цеха, кроме того, печи оборудованы эффективными устройствами для очистки отходящих газов;
- на участках ремонта и сушки ковшей, установлена местная вытяжная вентиляция с эффективной очисткой отсасываемого воздуха;
- заливочная площадка формовочной линии оборудована верхними боковыми отсосами на всю длину рабочей площадки до начала охлаждающего кожуха;
- участок охлаждения форм оборудован сплошным вентиляционным кожухом с торцевыми проемами и патрубками для удаления газов;
- формовочная и стержневая смесь готовится в смесителе;
- выбивная решетка оборудована укрытием;
- отделение финишных операций снабжено местными отсосами и укрытиями;
- в цехе предусмотрены изолированные комнаты отдыха для рабочих;
- рабочие обеспечены спецодеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с нормами по ГОСТ 12.4.011-89 [21].

5.1.2.3. Производственный шум

Допустимый уровень шума для производства регламентируется СН 2.2.4/2.18.562-96 – 80дБА.

В цехе наибольший уровень шума исходит от участков формовки и выбивки форм. Источниками шума также являются электродуговые печи и бегуны.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает физические и психические нарушения, снижающие работоспособность и создающие предпосылки для общих профессиональных заболеваний, а также производственного травматизма.

Для снижения уровня шума в цехе предусмотрены следующие мероприятия:

- плавильное отделение изолировано от цеха капитальной стеной;
- кожух выбивной решетки имеет облицовку из звукопоглощающих материалов;
- с целью снижения вредного воздействия шума используются средства индивидуальной защиты (СИЗ) органов слуха: противозвуковые заглушки (беруши), наушники.

5.1.2.4. Производственная вибрация

В литейном цехе по СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 локальная и общая вибрация второй категории. Вторая категория – транспортно-технологическая.

Местная и общая вибрация может вызвать вибрационную болезнь.

В цехе проводим следующие мероприятия: подбираем оборудование имеющее низкий уровень вибрации, встраиваем дополнительные устройства вибропоглощения в конструкцию машин. Рабочих обеспечиваем средствами

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

индивидуальной защиты: специальными рукавицами с вибродемпфирующей прокладкой и обувью с вибродемпфирующей подошвой. [28]

5.1.2.5. Освещение

В литейных цехах должно предусматриваться рабочее освещение во всех производственных и вспомогательных помещениях для создания благоприятных условий выполнения работ, передвижения людей и транспорта.

Аварийное освещение в литейных цехах следует предусматривать в местах выпуска металла из печи или вагранки, в плавильно-заливочных отделениях, в формовочных отделениях и т.п.; минимальная освещенность должка составлять при использовании люминесцентных ламп - 10 лк, при использовании ламп накаливания - 7 лк.

Эвакуационное освещение следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП "Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования".

Дежурное освещение следует устраивать для охраны и осмотра помещения в нерабочее время. Для этой цели следует выделять часть светильников рабочего, аварийного или эвакуационного освещения. В помещениях с непрерывным технологическим процессом дежурное освещение не требуется.

Переносное освещение следует предусматривать на таких операциях, как обрубка и очистка литья, где стационарным освещением невозможно создать нормируемый уровень освещенности, а также для осмотра, ремонта и наладки технологического оборудования.

Предпочтительно в цехах литейного производства предусматривать систему общего освещения. При выполнении работ III и IV разрядов возможно применение комбинированной системы освещения. Выбор системы освещения в случаях, когда допускается использование любой системы, следует производить с учетом технико-экономических соображений.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

Локализованное размещение светильников общего освещения вне зависимости от системы освещения следует предусматривать в помещениях с неравномерным расположением технологического оборудования и малой плотности его размещения, а также при наличии в помещении зрительных работ разной точности.

При наличии в помещении работ разной точности нормативные требования к общему освещению должны выбираться по более точным зрительным работам, если количество этих рабочих мест не менее половины.

В производственных помещениях, где предусматривается местное освещение единичных рабочих мест, освещенность от общего освещения следует выбирать в соответствии с характером основной работы. На рабочих местах с местным освещением суммарная освещенность должна соответствовать нормированной при системе комбинированного освещения.

Мостовые краны следует оборудовать подкрановым освещением, выполненным лампами накаливания и обеспечивающим нормированный уровень освещенности от общего освещения в зонах, затеняемых кранами.

Освещенность цех должна быть не менее 200 лк, коэффициент запаса 1,8, срок очистки ламп – один раз в два месяца.

или количество светильников:

$$N = \frac{E_{\min} \cdot k \cdot S \cdot Z}{\Phi_{\lambda} \cdot n \cdot \eta}$$

где E_{\min} - минимальная нормированная освещенность, лк;

k - коэффициент запаса (для ламп накаливания $k=1,15$, для люминесцентных и ламп ДРЛ, ДРИ И ДНаТ $k=1,3$);

S - освещаемая площадь, м²;

Z - коэффициент минимальной освещенности (коэффициент неравномерности освещения) (при расчете освещения от светильников с лампами накаливания, ДРЛ, ДРИ, и ДНаТ $Z = 1,15$, с люминесцентными лампами $Z = 1,1$);

N - число светильников;

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

n - число ламп в светильнике;

η - коэффициент использования светового потока в долях единицы.

$$N = 200 * 1.8 * 6300 * 1.2 / (2 * 19000 * 0.48) = 124.$$

Для освещения плавильного отделения необходимо установить 124 лампы типа ДРЛ. [29]

5.1.2.6. Пожарная безопасность

Литейное производство относится к производству с повышенной пожарной безопасностью, которая в большей степени обусловлена применением металлических материалов в расплавленном виде.

Все производственные помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения.

Содержание территории, рабочих помещений и противопожарного оборудования должно соответствовать требованиям «Правил пожарной безопасности в Российской Федерации» (ППБ 01-03).

Мероприятия по ППБ:

- размещение и выбор средств пожаротушения согласно ППБ 01-03;
- безопасная эксплуатация оборудования и транспорта;
- пожарная электрическая сигнализация;
- использование системы вентиляции;
- наличие водопровода.

Для вызова пожарной команды служит электросигнализация. На видных местах в цехе вывешены планы эвакуации людей. [24]

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

5.1.2.7. Электробезопасность

Наличие в цехе электрооборудования предусматривает выполнение правил электробезопасности.

Защиту персонала цеха от воздействия электрического тока предусматривает ГОСТ 12.1.019-96.

По обеспечению безопасности работающих в цехе предусмотрены следующие мероприятия:

- все токоведущие части устройств и оборудования имеют специальные ограждения;
- оборудования и устройства имеют заземления;
- при неисправности механизмов – автоматическое отключение;
- средства пожаротушения;
- СИЗ.

Соблюдая разработанные мероприятия, следует отметить, что спроектированный цех соответствует всем требованиям охраны труда.

Проводимые мероприятия по охране труда работников позволяют сократить число несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

В цехе все работы и операции выполняются автоматически или полуавтоматически (с пультовым управлением). [23]

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

5.2. Экологическая безопасность

5.2.1. Глобальные экологические проблемы современности

Главная особенность современного экологического кризиса – его глобальный характер. Он распространяется и угрожает охватить всю планету. Среди глобальных экологических проблем можно отметить следующие:

- Увеличение парникового эффекта;
- Уничтожены и продолжают уничтожаться тысячи видов растений и животных;
- В значительной мере истреблен лесной покров;
- Стремительно сокращается имеющийся запас полезных ископаемых;
- Мировой океан не только истощается в результате уничтожения живых организмов, но и перестает быть регулятором природных процессов;
- Атмосфера во многих местах загрязнена до предельно допустимых размеров, а чистый воздух становится дефицитом;
- Частично нарушен озоновый слой, защищающий от губительного для всего живого космического излучения;
- Загрязнение поверхности и обезображивание природных ландшафтов.

Человек сегодня вовлекает в производство и потребление такое количество вещества и энергии, которое в сотни раз превышает его биологические потребности. Ежедневно добывается и перерабатывается около 300 млн тонн вещества и материалов, сжигается 30 млн тонн топлива, изымается из рек и других источников около 2 млрд м³ воды, потребляется более 65 млрд м³ кислорода.

Сложность современной экологической ситуации связана также с тем, что человечество не в состоянии отказаться от достижений технического прогресса и от использования природных ресурсов.

С позиции экологии, литейное производство является одним из самых опасных. Отходы литейного производства и выбросы в атмосферу пагубно

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

влияют на экологическое равновесие. На атмосферный воздух приходится более 70% всех вредных воздействий литейного производства. При производстве одной тонны отливок из стали и чугуна выделяется около 60 кг пыли, от 70 кг до 250 кг оксидов углерода, 1,5-2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, аммиака, цианидов). В водный бассейн поступает до 3000 м³ сточных вод и вывозится в отвалы до 6 тонн отработанных формовочных смесей. В то же время без литейного производства невозможно представить себе современную промышленность. Однако целью модернизации литейных производств должно быть, прежде всего, не извлечение выгоды, а максимально возможное снижение вредного влияния литейных производств на окружающую среду. Задачей нашего проекта является разработка цеха, при работе которого, природные ресурсы будут использоваться наиболее эффективно, с наименьшими затратами и потерями для окружающей среды и самого человека, а также будут применяться современные методы для снижения выбросов вредных веществ, влияющих на окружающую природную среду, то есть должна соблюдаться общая экологическая безопасность проекта.

5.2.2. Анализ связей технологического процесса с экологическими системами

Проектируемый цех ориентирован на изготовления отливок из чугуна для машиностроения с годовым выпуском 19000 тонн. Плавка металла осуществляется в индукционных тигельных печах ИЧТ-10, работающих на электричестве. Литьё ведётся в формы на основе холоднотвердеющей смеси (ХТС), состоящей из кварцевого песка, смолы и регенерата.

Анализ взаимодействия технологического процесса изготовления отливок с экологическими системами представлен в виде схемы (рисунок 16).

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

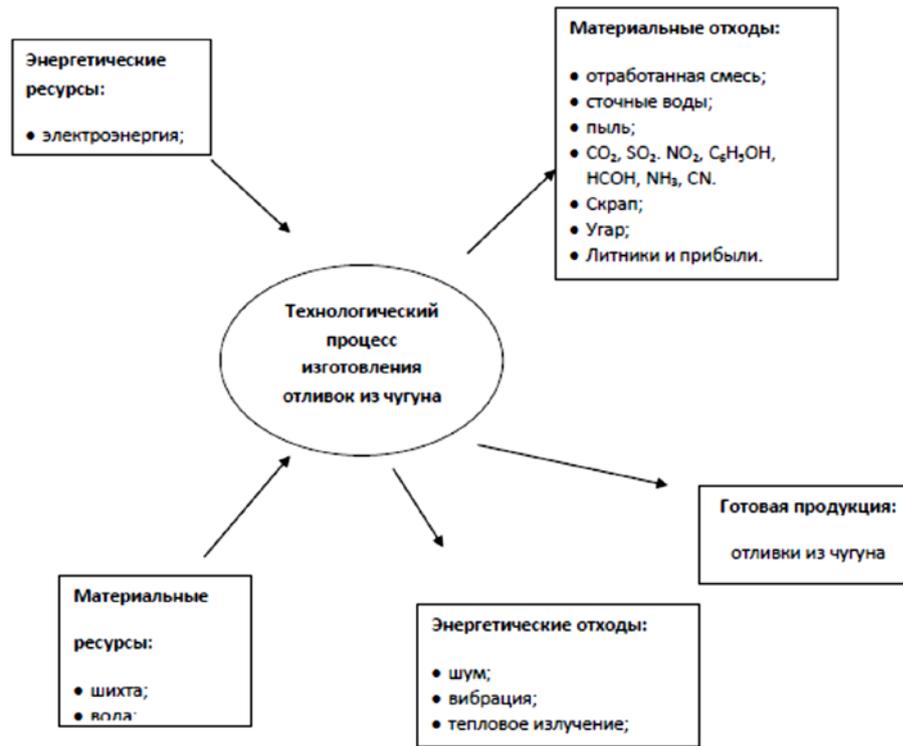


Рисунок 16 –Схема технологического процесса изготовления отливок

Готовой продукцией являются отливки из металла СЧ25 (3,2 – 3,4% С; 1,4 – 2,2% Si; 0,7 – 1% Mn; до 0,2% P; до 0,15% S).

Электроэнергия является энергетическим ресурсом. Шихта, вода и ХТС используются в качестве материальных ресурсов. В состав шихты для СЧ25 входит: стальной и чугунный лом, ферромарганец ФМн78.

В ходе технологического процесса изготовления отливок образуются следующие виды отходов:

Материальные, подразделяются на:

- твердые – скрап, угар, литники и прибыли, пыль, отработанная смесь;
- жидкие – сточные воды;
- газообразные – CO₂, SO₂, NO₂, C₆H₅OH, HCOH, NH₃, CN.

К энергетическим отходам относятся: шум, вибрация, тепловые выбросы и электромагнитное излучение.

Источниками энергетических отходов является все оборудование, используемое в проектируемом литейном цехе.

Основное выделение твердых отходов связано с операциями транспортировки, смесеприготовления, изготовления форм и стержней, а так же выбивки, обрубки и очистки отливок.

Жидкие отходы образуются в результате охлаждения оборудования, приготовления и увлажнения формовочной и стержневой смеси, а так же очистки отливок.

Газообразные отходы образуются при изготовлении форм и стержней, изготовлении смеси, а так же плавке, заливки и охлаждении металла.

Анализ технологического процесса свидетельствует о его незамкнутом характере, поскольку существуют связи с внешней средой при использовании сырья, энергии, выходе готовой продукции и получении различных видов отходов.

Основные материально-энергетические показатели технологического процесса приведены в таблице 48.

5.2.3. Основные требования экологизации проекта

Основными требованиями экологизации проекта являются – соблюдение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ выбрасываемых цехом (таблица 49) а так же предельно допустимых уровней (ПДУ) вредных воздействий (таблица 50).

Таблица 49 – ПДК вредных веществ, выбрасываемых цехом [14]

Вещество	ПДК
1	2
В атмосферном воздухе, мг/м ³ (максимально разовая/среднесуточная)	
Пыль нетоксичная	0,5/0,15
Оксид углерода	3/1
Диоксид серы	0,5/0,05
Фенол	0,012/0,008
Формаотленид	0,035/0,03
Аммиак	0,02/0,04

Окончание таблицы 49

Цианид	0,01/0,005
В воде водоемов, г/м ³	
Взвешенные вещества	20
Сульфаты	500
Хлориды	350
Фенол	20
Цианид	35

Таблица 50 – ПДУ вредных воздействий

Показатели технологического процесса (параметрические загрязнения)	Ед. измерения	Нормируемое значение
Электромагнитное излучение,	Гц	50
Напряженность электрического поля	кВ/м	5
Напряженность магнитного поля	А/м	8
Вибрация	дБ	85
Шум	дБ	75
Тепловое излучение	Вт/м ²	70

5.2.5. Пути экологизации создаваемого производства

Сравнив основные материально-энергетические показатели технологического процесса с ПДК вредных веществ и с ПДУ вредных воздействий некоторых показателей технологического процесса, можно сделать вывод, что необходимо принять меры по экологизации производства.

Для обеспечения безопасности экологии производства необходимо:

- 1) Применить эффективное пылеулавливающее оборудование для улавливания выброса нетоксичной пыли.
- 2) Применить газовые отсосы для удаления вредных газообразных веществ. А так же применить эффективные установки для улавливания газообразных веществ выбрасываемых цехом.
- 3) Создать замкнутый технологический процесс, при котором будет отсутствовать выброс отходов в атмосферу, образующихся на промежуточных

стадиях производства. Применить установки для регенерации отработанной формовочной и стержневой смеси.

5.2.6. Предложения по экологизации технологического процесса

Для создания малоотходно производства предусматриваются следующие мероприятия:

- Установка современных автоматических формовочных и стержневых линий;
- Улавливание пыли установками с рукавным фильтром;
- Улавливание газообразных вредных веществ газовыми отсосами и очистка вентиляционного воздуха абсорбционно-биохимическими установками;
- Создание замкнутого технологического процесса;
- Очистка воды в установках «Альфа 8М».

Установка современных автоматических и формовочных линий позволит уменьшить вредное воздействие шума, вибрации и теплового излучения до ПДУ, а так же понизит общий расход электроэнергии.

Использование установки с рукавным фильтром повысит пылеулавливаемость до 99,5%. Таким образом, выброс пыли уменьшится до 0,56 мг/м³, что соответствует нормам ПДК.

Установка газовых отсосов поспособствует улавливанию газообразных веществ. Применение абсорбционно-биохимических установок позволит очистить вентиляционный воздух от вредных веществ до 99,8%. При этом количество вредных газообразных выбросов составит: оксида углерода до 1,31 мг/м³, диоксида серы до 0,02 мг/м³, диоксида азота до 0,02 мг/м³, фенола до 0,008 мг/м³, формальдегида до 0,009 мг/м³, аммиака до 0,01 мг/м³, цианида до 0,005 мг/м³, что значительно ниже их норм ПДК.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

Создание замкнутого технологического процесса, при котором скрап, брак и другой возврат собственного производства (литники и прибыли) будут отправляться на переплавку, что позволит сократить потребность в пополнении запасов сырья и основных материалов.

Отработанная формовочная и стержневая смесь при замкнутом технологическом процессе будет отправляться на регенерацию. При этом безвозвратные потери смеси составят около 15% в год от общей массы смеси.

Применение замкнутого водооборота, при котором используемая вода не сбрасывается в водоем, а очищается физико-химическим методом и снова направляется в цех. При этом безвозвратные потери воды составят 8% в год от общего оборота воды. Использование установки «Альфа 8М» позволит очистить воду от вредных веществ до 99,9%.

Таким образом, экологическая эффективность данного проекта достигается:

1) Применением автоматических формовочных и стержневых линий, позволяющих уменьшить вредное воздействие шума, вибрации и теплового излучения до их ПДУ.

2) Применением установок с рукавным фильтром, которые позволят снизить разовый выброс пыли до ее норм ПДК.

3) Установкой газовых отсосов и применением абсорбционно-биохимических установок, которые позволяют уменьшить выброс газообразных веществ в атмосферу. Разовый выброс газообразных веществ в атмосферу не будет превышать их норм ПДК.

4) Применением установки «Альфа 8М» уменьшающей разовый выброс вредных веществ растворенных в воде до их норм ПДК.

5) Введением замкнутого технологического процесса, который позволит уменьшить потребность в пополнении запасов нового сырья, основных и вспомогательных материалов, а так же пресной воды.

Рекомендуемые мероприятия позволят сделать данный технологический процесс экологичным, энерго и ресурсосберегающим за счет внедрения

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

современного оборудования и создания замкнутого технологического процесса.

6. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА НАГЛЯДНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КУРСА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ

6.1. Описание профессионального стандарта по профессии «Формовщик машинной формовки»

Согласно Профессиональному стандарту, утвержденному приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.05.2012 №596, Формовщик машинной формовки должен иметь: образование и обучение - основное общее образование; профессиональное обучение – программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих; программы переподготовки рабочих, служащих. [30]

В таблице 51 приведем описание трудовых функций Формовщика машинной формовки в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 51 – Описание трудовых функций

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (под-уровень) квалификации
А	Изготовление литейных форм для мелких и средних размеров отливок простой конфигурации на формовочных машинах	2	Изготовление литейных форм для простых отливок на формовочных машинах грузоподъемностью до 300 кг	А/01.2	2
			Формовка на формовочных машинах оболочковых литейных полуформ и стержней для мелких и средних размеров отливок простой конфигурации	А/02.2	2
			Отделка и сборка литейных форм для простых отливок	А/03.2	2
			Сборка оболочковых литейных форм для мелких и средних размеров отливок	А/04.2	2

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
			простой конфигурации с установкой простых литейных стержней		

Проанализируем обобщенную трудовую функцию – «Изготовление литейных форм для мелких и средних размеров отливок простой конфигурации на формовочных машинах».

Возможные наименования должностей:

- Формовщик машинной формовки 2-го разряда.

Требования к образованию и обучению:

- Основное общее образование;
- Профессиональное обучение – программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих; программы переподготовки рабочих, служащих.

Требования к опыту практической работы: -.

Особые условия допуска к работе:

- Лица не моложе 18 лет
- Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке
- Прохождение работником противопожарного инструктажа
- Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Обобщенная трудовая функция – «Изготовление литейных форм для мелких и средних размеров отливок простой конфигурации на формовочных машинах» имеет код А и уровень квалификации 2.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

-Проверка состояния модельно-опочной оснастки и формовочного инструмента для машинной формовки литейных форм для простых отливок

- Проверка работоспособности формовочной машины грузоподъемностью до 300 кг

- Подготовка формовочной машины грузоподъемностью до 300 кг к работе

- Изготовление литейных форм для простых отливок при помощи машинной формовки

- Визуальный контроль качества литейной формы для простых отливок

- Оценивать состояние модельно-опочной оснастки и формовочного инструмента для машинной формовки литейных форм для простых отливок визуально

- Оценивать работоспособность формовочной машины грузоподъемностью до 300 кг в соответствии с инструкциями по эксплуатации машины

- Настраивать и подготавливать формовочные машины грузоподъемностью до 300 кг к работе в соответствии с инструкциями по эксплуатации машины и технологическими инструкциями

- Управлять формовочными машинами грузоподъемностью до 300 кг

- Изготавливать литейные формы для простых отливок на формовочных машинах грузоподъемностью до 300 кг в соответствии с конструкторской и технологической документацией

- Читать конструкторскую документацию

- Читать технологическую документацию

- Оценивать качество литейной формы для простых отливок визуально.

Выберем трудовую функцию – «Изготовление литейных форм для простых отливок на формовочных машинах грузоподъемностью до 300 кг». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 2-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 52.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

Таблица 52 – Анализ трудовой функции «Изготовление литейных форм для простых отливок на формовочных машинах грузоподъемностью до 300 кг»

Наименование	Изготовление литейных форм для простых отливок на формовочных машинах грузоподъемностью до 300 кг	Код	A/01. 2	Уровень (подуровень) квалификации	2
1	2				
Трудовые действия	Проверка состояния модельно-опочной оснастки и формовочного инструмента для машинной формовки литейных форм для простых отливок				
	Проверка работоспособности формовочной машины грузоподъемностью до 300 кг				
	Подготовка формовочной машины грузоподъемностью до 300 кг к работе				
	Изготовление литейных форм для простых отливок при помощи машинной формовки				
	Визуальный контроль качества литейной формы для простых отливок				
Необходимые умения	Оценивать состояние модельно-опочной оснастки и формовочного инструмента для машинной формовки литейных форм для простых отливок визуально				
	Оценивать работоспособность формовочной машины грузоподъемностью до 300 кг в соответствии с инструкциями по эксплуатации машины				
	Настраивать и подготавливать формовочные машины грузоподъемностью до 300 кг к работе в соответствии с инструкциями по эксплуатации машины и технологическими инструкциями				
	Управлять формовочными машинами грузоподъемностью до 300 кг				
	Изготавливать литейные формы для простых отливок на формовочных машинах грузоподъемностью до 300 кг в соответствии с конструкторской и технологической документацией				
	Читать конструкторскую документацию				
	Читать технологическую документацию				
	Оценивать качество литейной формы для простых отливок визуально				
Необходимые знания	Устройство и принцип работы обслуживаемых однотипных формовочных машин грузоподъемностью до 300 кг				
	Способы изготовления литейных форм для простых отливок на формовочных машинах грузоподъемностью до 300 кг				
	Режим работы формовочных машин грузоподъемностью до 300 кг				
	Основные причины брака отливок из-за неправильной формовки и меры их предотвращения				
	Требования охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности				
	Требования к модельно-опочной оснастке и формовочному инструменту для машинной формовки литейных форм для простых отливок				

Окончание таблицы 52

1	2
	Технологические инструкции по изготовлению литейных форм для простых отливок
	Правила чтения конструкторской документации
	Правила чтения технологической документации
	Назначение и правила эксплуатации контрольно-измерительных устройств
Другие характеристики	-

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки Формовщик машинной формовки в центре УПК.

Данное обучение будет проводиться для переподготовки кадров, прошедших подготовку по смежным специальностям литейного производства, а также обучающий курс будет направлен на обучение персонала, на базе основного общего образования, т.к. на предприятии закупается и устанавливается новое автоматизированное оборудование, не хватает молодых специалистов по машинной формовке.

6.2. Условия обучения

Центре УПК, расположенный в г. Екатеринбурге, ул. Сибирский тракт 8д. работает на рынке образовательных услуг более 10 лет. Имеет лицензию на право ведения образовательной деятельности №17017 от 21 февраля 2013 года, выданную Министерством общего и профессионального образования Свердловской области.

В центре УПК ведется подготовка по профессиям литейного производства:

- Наладчик литейного оборудования;
- Формовщик машинной формовки;
- Сталеплавильщик.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

Обучение (первичное, переподготовка, повышение квалификации) по профессии «Формовщика машинной формовки».

Характеристика работ. Проверка состояния модельно-опочной оснастки и формовочного инструмента для машинной формовки литейных форм для простых отливок. Проверка работоспособности формовочной машины грузоподъемностью до 300 кг. Подготовка формовочной машины грузоподъемностью до 300 кг к работе. Изготовление литейных форм для простых отливок при помощи машинной формовки. Визуальный контроль качества литейной формы для простых отливок.

Сроки обучения:

Теория – 1,5 месяц, практика – 3,5 месяца (для лиц имеющих профессию сроки могут быть сокращены).

По окончании курса обучения выдаются свидетельство об окончании, удостоверения установленного образца.

По заявкам предприятий обучение может проводиться на базе самих предприятий с выездом преподавателей на место обучения.

После прохождения теоретического обучения слушатели могут проходить практику на своем предприятии.

Стоимость теоретического обучения - 9000 рублей. Стоимость практики для физических лиц оплачивается отдельно. При необходимости Центр УПК предоставляет возможность прохождения практики на предприятиях города.

В учреждении имеются три учебных аудитории, в том числе компьютерный класс. В каждой аудитории имеются мультимедийные проекторы.

Имеется тренажеры для подготовки наладчика литейного оборудования, формовщика машинной формовки. В наличии плакаты, наглядные пособия, раздаточный материал, библиотека.

Таким образом, в Центре УПК имеются достаточно обеспеченные материально условия для подготовки по профессии «Формовщик машинной формовки» с учетом того, что производственное обучение ведется непосредственно на предприятиях.

									Лист
									106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

6.3. Разработка учебного плана повышения квалификации

Настоящая программа предназначена для профессиональной подготовки и повышения квалификации рабочих по профессии «Формовщик машинной формовки».

В неё включены: квалификационная характеристика, учебный план, тематические планы и программы по специальной технологии и производственному обучению для подготовки рабочих на 2-ой разряд.

Продолжительность обучения новых рабочих установлена 5 месяцев, в соответствии с действующим Перечнем профессий профессиональной подготовки рабочих кадров (Приказ Минобразования Н 3477 от 29.10.01 г.). Продолжительность обучения при повышении квалификации рабочих определяется с учетом сложности изучаемого материала и уровня квалификации обучаемых.

Содержание труда рабочих, а также требования к знаниям и умениям при повышении квалификации, являются дополнением к аналогичным материалам предшествующего уровня квалификации обучаемых.

Производственное обучение проводится на рабочих местах литейного производства.

Мастер (инструктор) производственного обучения должен обучать рабочих эффективной и безопасной организации труда, использованию новой техники и передовых технологий на каждом рабочем месте и участке, детально рассматривать с ними пути повышения производительности труда и меры экономии материалов и энергии, обращать внимание на требования, предъявляемые к качеству выпускаемой продукции и выполняемых работ.

В процессе обучения особое внимание должно быть обращено на необходимость прочного усвоения и выполнения всех требований безопасности труда. В этих целях преподаватель теоретического и мастер (инструктор) производственного обучения, помимо изучения общих требований безопасности труда, предусмотренных действующими правилами, должны значи-

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

тельное внимание уделять требованиям безопасности труда, которые необходимо соблюдать в каждом конкретном случае.

К концу обучения каждый обучаемый должен уметь самостоятельно выполнять все работы, предусмотренные квалификационной характеристикой, техническими условиями и нормами.

К самостоятельному выполнению работ обучающиеся допускаются после обучения и проверки знаний по безопасным методам и приемам выполнения работ на своем рабочем месте в объеме требований технологических инструкций, инструкций по охране труда и других нормативных документов.

Квалификационные экзамены проводятся в соответствии с действующими положениями.

Количество часов, отводимое на изучение отдельных тем программы, последовательность их изучения в случае необходимости разрешается изменять при условии, что программы будут выполнены полностью по содержанию и общему количеству часов.

Таблица 53 - Учебный план для профессиональной подготовки рабочих по профессии «Формовщик машинной формовки» на 2-й разряд. Срок обучения — 5 месяцев

№ п/п	Курс. Предмет	Кол-во часов
1	2	3
1	Теоретическое обучение.	254
1.1	Экономический курс.	4
1.1.1	Основы экономических знаний, организации и стимулирования труда рабочих	2
1.1.2	Система менеджмента качества (СМК).	2
1.2	Общетехнический курс.	78
1.2.1	Электротехника.	18
1.2.2	Материаловедение.	22
1.2.3	Чтение чертежей и схем.	14
1.2.4	Допуски, посадки и технические измерения.	9
1.2.5	Общие сведения о технической механике.	9
1.2.6	Охрана труда, пожарная безопасность, в том числе: оказание первой медицинской помощи, гигиена труда, медицинские осмотры.	6

Окончание таблицы 53

1	2	3
1.3	Специальный курс:	168
1.3.1	Требования охраны труда при ведении работ.	2
1.3.2	Общие сведения о промышленной безопасности опасных производственных объектов.	14
1.3.3	Организация надзора за безопасной эксплуатацией литейного оборудования	4
1.3.4	Оборудование и технология выполнения работ по профессии.	150
	Производственное обучение.	
1.3.5	Производственное обучение.	558
2	Консультации.	10
2.1	Квалификационный экзамен.	8
	Итого:	830

Для дальнейшей разработки выберем курс «Допуски, посадки и технические измерения»

Цели изучения темы «Допуски, посадки и технические измерения»

знания:

- сформировать систему знаний и умений по определению допусков размеров, формы и расположения поверхностей, а также посадок;

- сформировать систему знаний о видах и причинах погрешностей при обработке, нормировании точности при изготовлении изделий, видах и обозначении на чертежах соединений, о средствах контроля и измерений готовой продукции в машиностроении.

умения:

- способствовать развитию умений и приобретению навыков при определении годности изделий, проведению контрольно-измерительных операций.

- способствовать формированию умений творческого подхода к решению профессиональных задач.

Критерии и норма достижения целей:

- понимание закономерностей изучаемых явлений;

- умение соотносить между собой понятия и факты, явления и сущность процессов;

- умение обосновать изложенные понятия, явления, обобщать и делать выводы;

- умение находить взаимосвязи и взаимозависимости в изучаемом материале.

Содержание темы «Допуски, посадки, технические измерения»:

Качество продукции в машиностроении. Показатели качества продукции.

Понятие и определение основных видов размеров и отклонений: номинальный, действительный, предельные размеры; верхнее предельное отклонение, нижнее предельное отклонение, действительное отклонение. Обозначение номинальных размеров и предельных отклонений на чертежах. Условия годности размеров. Допуск. Поле допуска. Схемы расположения полей допусков.

Поверхности сопрягаемые и несопрягаемые, охватываемые и охватывающие. Понятия «отверстие» и "вал"; "посадка", "зазор", "натяг". Типы посадок: посадки с гарантированным зазором, посадки с гарантированным натягом, переходные посадки. Условия образования посадок. Параметры, характеризующие посадки. Правила расчета посадок. Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками (свободные размеры).

Основы технических измерений. Метрология как научная основа технических измерений. Основные метрологические характеристики средств измерений. Виды и методы измерений. Погрешности измерений.

Перспективно-тематический план приведен в таблице 54.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

Таблица 54 – Тематический план программы предмета «Допуски, посадки и технические измерения»

№ занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1	2	3	4	5	6
1 (3 часа)	Качество продукции. Допуски и посадки	Образовательные - сформировывать у обучающихся понятие о качестве и показателях качества продукции - сформировать у обучающихся основные понятия о размерах и допусках на размер - сформировать у обучающихся основные понятия о посадках и их видах Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная
2 (3 часа)	Технические измерения	Образовательные - сформировывать у обучающихся понятие метрологии - сформировать у обучающихся основные понятия о технических измерениях - сформировать у обучающихся основные понятия о погрешностях измерений Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии,	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная

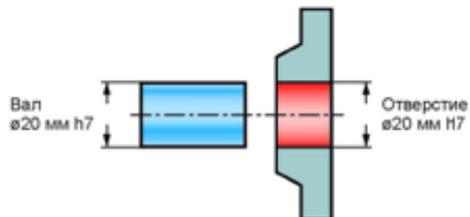
Окончание таблицы 54

1	2	3	4	5	6
		<p>профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия</p> <p>Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы</p>			
3 (3 часа)	Контроль точности	<p>Образовательные - сформировать у обучаемых умения проводить контроль качества деталей</p> <p>Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия</p> <p>Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы</p>	<p>Словесные (беседа, рассказ)</p> <p>Наглядные (демонстрация презентации, плакатов, реальных деталей и иных объектов)</p> <p>Практически – решение задач и выполнение контрольных заданий</p>	Учебная презентация, учебные плакаты, реальные детали, измерительные инструменты.	Фронтальная, индивидуальная

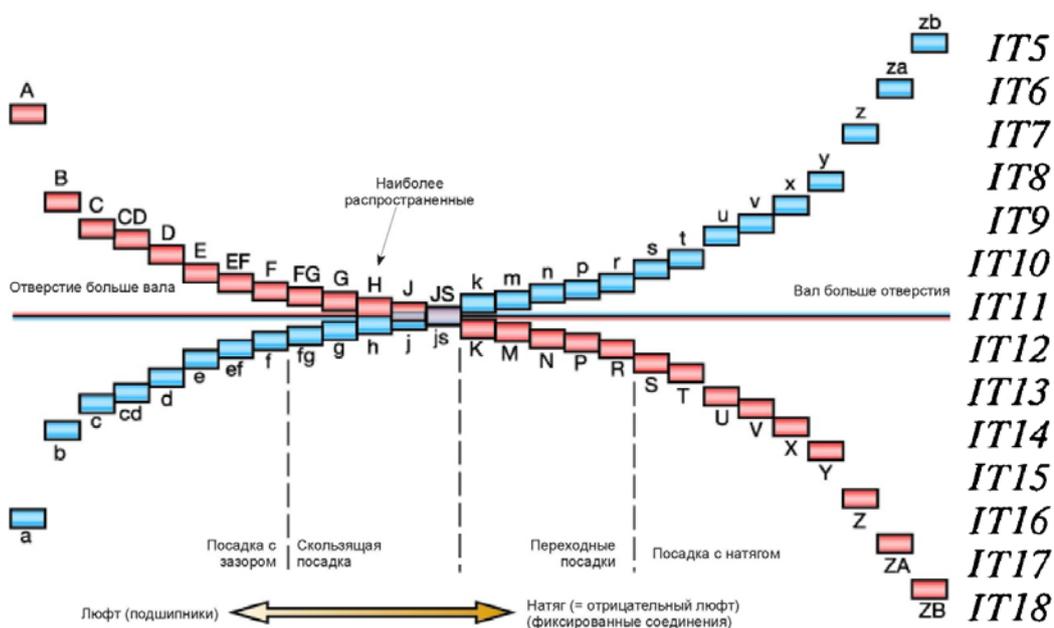
6.4. Методическое обеспечение для урока

Плакат «Допуски»

ПОЛОЖЕНИЕ ДОПУСКА ВАЛА И ОТВЕРСТИЯ

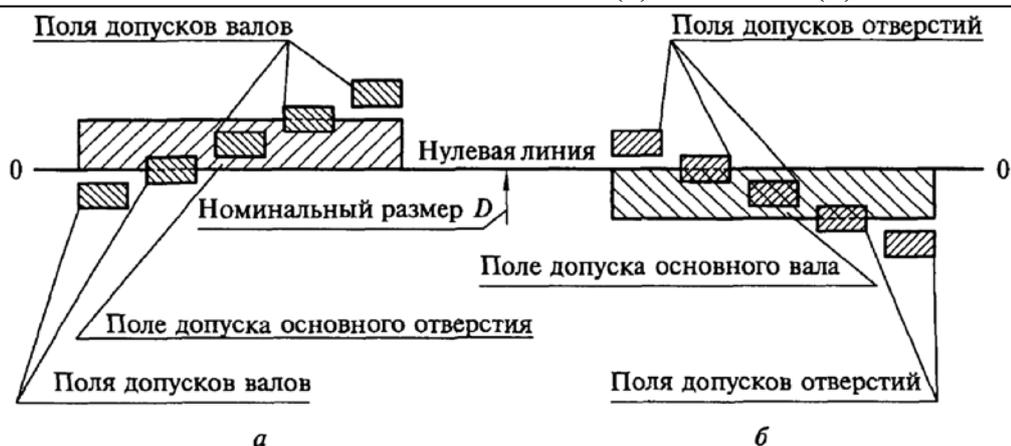


КВАЛИТЕТЫ



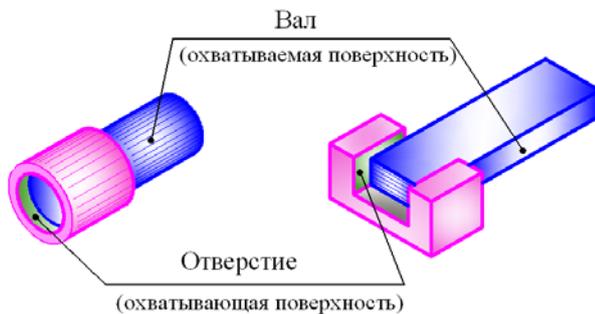
Положение допуска вала обозначается маленькими буквами, соответствующими допускам отверстий.

ПРИМЕРЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ ДЛЯ ПОСАДОК В СИСТЕМЕ ОТВЕРСТИЯ (а) И ВАЛА (б)

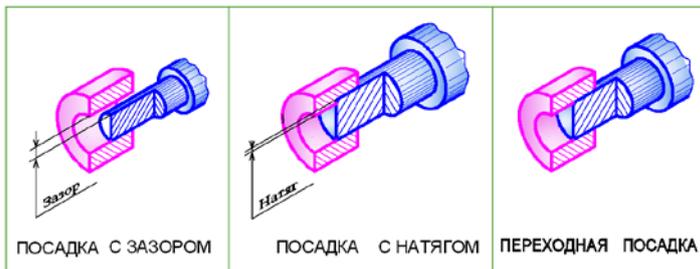


Плакат «Посадки»

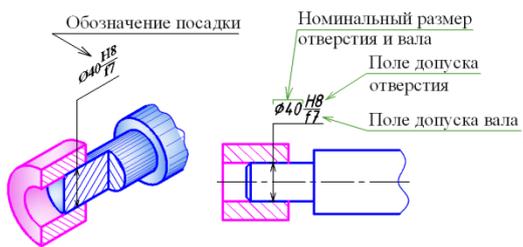
ПОНЯТИЕ «ВАЛ» И «ОТВЕРСТИЕ»



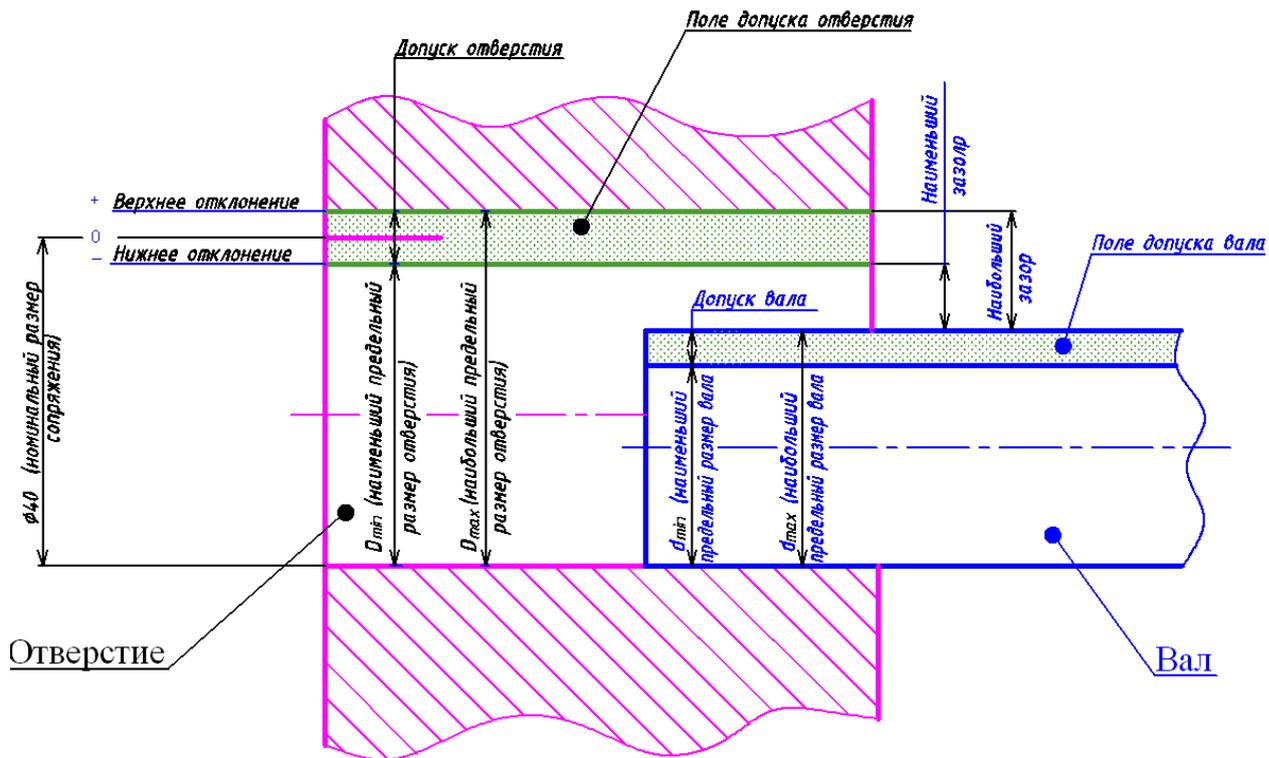
ПОСАДКИ



ОБОЗНАЧЕНИЕ ПОСАДОК



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

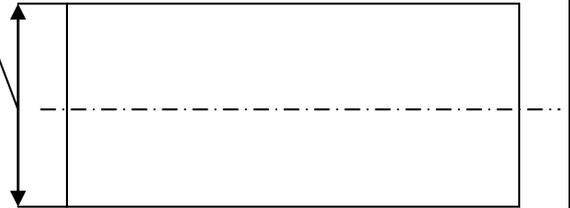


Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Задание 3. Определите годность детали:



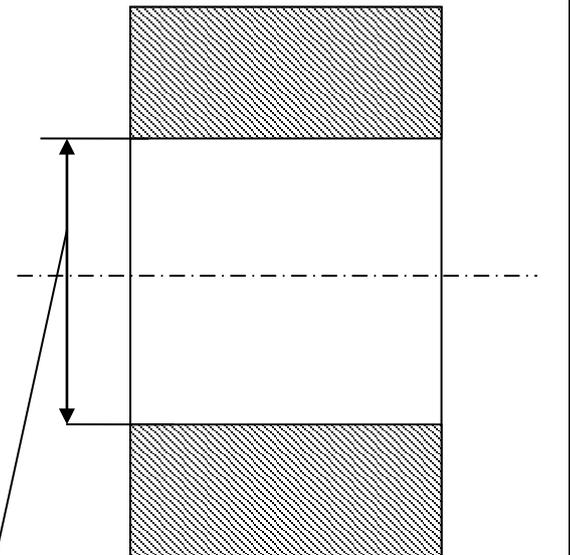
$\varnothing 10^{+0,05}_{-0,1}$



Деталь годная/негодная (ненужное вычеркнуть)



$\varnothing 15^{+0,45}_{+0,35}$



Деталь годная/негодная (ненужное вычеркнуть)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04 ПЗ

Лист

116

6.5. Вывод о проделанной работе

В методической части дипломного проекта приведено описание нормативной, программной и учебной документации и разработка средств наглядности для обучения на курсах повышения квалификации рабочих по профессии «Формовщик машинной формовки».

Решены следующие задачи:

- Приведено описание Профессионального стандарта по профессии «Формовщик машинной формовки»;
- Приведено описание условий обучения рабочих по профессии «Формовщик машинной формовки» в центре УПК;
- Представлен учебный план повышения квалификации по профессии «Формовщик машинной формовки»;
- Разработано методическое обеспечение учебного занятия по теме «Качество продукции. Допуски и посадки» в форме плаката «Допуски и посадки».

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте был разработан цех чугунного литья производительностью 19 000 тонн в год. Проведен расчет технологического оборудования, стержневых и формовочных материалов, а так же расчет шихты. По результатам проведенных вычислений было выбрано оборудование и технологические материалы, обеспечивающие качественный результат. Современное оборудование и технологии позволили увеличить производительность, повысить качество, снизить затраты на ремонт, улучшить условия труда и сократить срок окупаемости.

Кроме этого была посчитана экономическая часть проекта, а именно проведены следующие расчеты: расчет численности рабочих, расчет заработной платы, отчисления на социальные нужды, основных производственных фондов (здания, сооружения, технологическое оборудование , транспортное оборудование. Произведен расчет калькуляции себестоимости 1 тонны годных отливок и технико-экономических показателей. Исходя из данных вычислений, можно сказать, что проектируемый литейный цех экономически эффективен.

Так же были рассмотрены вопросы по экологии, безопасности труда и безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях. В результате снижения расхода основных материалов, минимизирования вредных выбросов, получилось обезопасить окружающую среду от вредных факторов и сделать данный проект экологичным. Были разработаны мероприятия по безопасности труда рабочих и специалистов в проектируемом цехе, внедрить современные средства техники безопасности, обезопасить трудящихся от влияния на них вредных факторов, что привело к снижению травматизма и профессиональных заболеваний.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Афонькин М.Г., Магницкая М.В. Производство заготовок в машиностроении.-Л.: Машиностроение, 1987.-256 с.
2. Бодашков Н.М. Конструирование и выбор способа получения литых заготовок: Методич.пособие.-Калинин:Кал.ПИ,1973.-110 с.
3. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1985. 477 с.
4. Галдин Н.М. Отливки в точном машиностроении. -М.: Машиностроение, 1983.-176 с.
5. Гуреева М.А. Экономика машиностроения: учебник. М.: Академия, 2010. 237 с.
6. Миляев В.М., Гофман Э.Б. Проектирование литейных цехов: Учеб. Пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1994. 52 с.
7. Проектирование отливок: Учебное пособие /Ф. Ш. Шарифьянов, Р. Ф. Мамлеев; Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. -Уфа, 2002. – 225 с.
8. Технология литейного производства: Виды литья: Учебник для студ. высш. учеб. Заведений / Э.И. Гини, А.М. Зарубин, В.А. Рыбкин. М.: Академия, 2005. 352 с.
9. Технология металлов и материаловедение. Кнорзов Б.В., Усова Л.Ф., Третьяков А.В. и др. М.: Металлургия, 1987. 800 с.
10. Филиппов Г.И. Литые заготовки и способы их получения: Учебное пособие.-Л.: ЛПИ, 1980.- 87 с.
11. Чуркин Б.С., Категоренко Ю.И. Способы литья: учебник для вузов. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2010. 730 с.
12. Шуляк В.С. Литьё по газифицируемым моделям. СПб., НПО Профессионал, 2007. 408 с.
13. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Введ. 01.01.2003 М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003. 201 с.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

14. ГОСТ 3606-80. Комплекты модельные. Стержневые знаки. -М.: Издательство стандартов, 1960.-24 с.

15. ГОСТ 3212-80. Модели литейные. Уклоны формовочные.-М.:Издательство стандартов, 1980.

16. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и металлов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. Введ. 01.07.2010 М.: Изд-во стандартов, 2010. 48 с.

17. ГОСТ 3212-92. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров. Введ. 01.07.93 М.: Изд-во стандартов, 1993. 16 с.

18. ГОСТ 26358-84 Отливки из чугуна. Общие технические условия. Введ. 01.07.2002 М.: Изд-во стандартов, 2002. 48 с.

19. ГОСТ 15006-69 Опоки литейные цельнолитые чугунные круглые диаметром в свету: 800; 1000 мм, высотой от 150 до 400 мм. Конструкция и размеры. - М.: Издательство стандартов, 1981, 6 с.

20. ГОСТ Р 2.2.2006-2005. Руководство. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряжённости трудового процесса. Введ. 01.11.2005 М.: Изд-во стандартов, 2005. 103 с.

21. ГОСТ 12.4.005-85. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Метод определения величины сопротивления дыханию Введ. 18.12.85 М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1986. 16 с.

22. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Введ. 01.07.90 М.: Изд-во стандартов, 1996. 7 с.

23. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление. Введ. 01.07.82 М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987. 7 с.

24. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Введ. 01.07.92 М.: Стандартиформ, 2006. 68 с.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		120

25. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Введ. 01.01.76 М.: Изд-во стандартов, 1978. 3 с.

26. ГОСТ 1412-85 Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. Издательство стандартов, 2004, 5 с.

27. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Введ. 01.10.96 М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. 11 с.

28. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Введ. 31.10.96. 1997. 20 с.

29. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. Введ. 01.01.1996. Изд-во стандартов, 1996. 50 с.

30. Профессиональный стандарт «Формовщик машинной формовки» от 07.05.2012 N 596.

31. ЛГМ-групп: бизнес-сайт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.lgm.com.ua/foundry_equipment.aspx. Дата обращения: 04.01.2017.

					44.03.04 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		121