

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

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

Современное литейное производство литьем по выплавляемым
моделям по номенклатуре ООО "ЧТЗ-Уралтрак" на годовой выпуск
1800 тонн отливок из углеродистой стали

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-22.04.02.2019.242.00.00 ПЗ ВКР

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

Руководитель проекта
проф., д.т.н.
Л.Г. Знаменский
«__»_____2019г.

Автор проекта
студент группы
П-242
Д.С. Лаврентьев
«__»_____2019г.

Челябинск 2019

АННОТАЦИЯ

Лаврентьев Д.С. Современное литейное производство по номенклатуре ООО «ЧТЗ-Уралтрак» на годовой выпуск литьем по выплавляемым моделям 1800 тонн отливок из углеродистой стали. – Челябинск: ЮУрГУ, МиМТ; 2019г, 91 с. 2ил., библиогр. список – 14 наим., 2 прил., 6 листов чертежей ф. А1, 3 листа плакатов ф. А1

В выпускной квалификационной работе приведено проектирование литейного цеха по номенклатуре ООО «ЧТЗ-Уралтрак» на годовой выпуск 1800 тонн отливок из углеродистой стали 20Л. В соответствии с производственной программой выбрано и рассчитано оборудование модельного отделения, отделения изготовления оболочек форм, прокалочно-заливочного и термообрубного отделений, с помощью которых можно достичь заданной производительности цеха.

Дано описание технологических процессов выплавки стали, изготовления форм, а также термообработки отливок. Проведены расчеты шихтовых материалов, требуемого количества оборудования, площадей складов для хранения нормативного запаса шихтовых и формовочных материалов.

Так же был разработан технологический процесс изготовления отливки-представителя из стали 20Л в соответствии с техническими требованиями на литую деталь. Отливка изготавливается методом литья по выплавляемым моделям.

Разработаны и рассчитаны элементы литейной формы, выбран состав

модельной массы, определена технология плавки стали. Особое внимание

22.04.02.2019.141.00.00 ПЗ

уделено расчету литейной питающей системы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Лаврентьев				Современное литейное производство по номенклатуре ООО «ЧТЗ-Уралтрак» на годовой выпуск литьем по выплавляемым моделям 1800 тонн отливок из углеродистой	Д	4	91
Пров.	Знаменский					ЮУрГУ Кафедра ЛП		
Н.контр.	Карпинский							
Утв.	Кулаков							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ И МИРОВОГО УРОВНЯ	8
2 ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	
2.1 Структура цеха литья по выплавляемым моделям	21
2.2 Производственная программа	21
2.3 Режим работы и фонды времени	23
2.4 Расчет производственных отделений цеха	25
2.4.1 Модельное отделение	30
2.4.2 Отделение изготовления оболочек	41
2.4.3 Прокалочное-заливочное отделение	45
2.4.4 Термообрубное отделение	51
2.4.5 Склад формовочных материалов с участком взвешивания шихты	56
2.4.6 Вспомогательные отделения и участки цеха	59
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ	
3.1 Анализ конструкции детали и условий ее эксплуатации. Конструирование отливки	61
3.2 Обоснование выбора способа изготовления отливки	61
3.3 Выбор и обоснование места и уровня подвода металла	62
3.4 Выбор и обоснование конструкции ЛПС	62
3.5 Расчет ЛПС	64
3.6 Разработка конструкции пресс-формы, определение разъема и положения отливки	66
3.7 Выбор модельного состава	68
3.8 Изготовление моделей	68
3.9 Разработка технологии изготовления оболочковой формы	
3.9.1 Подбор исходных формовочных материалов	69
3.9.2 Приготовление суспензии	70
3.10 Изготовление литейных керамических форм	70

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

3.11	Прокалка, заливка и охлаждение форм	72
3.12	Очистка, термообработка и обрубка отливок	75
3.13	Организация контроля.....	75
4	ХИМИЧЕСКОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЖИДКОСТЕКОВЫХ СЛОЕВ КЕРАМИЧЕСКИХ ФОРМОБОЛОЧЕК	77
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
5.1	Общая характеристика литейного цеха.....	81
5.2	Анализ производственных и экологических опасностей	82
5.3	Требования к помещениям.....	82
5.4	Безопасность труда в плавильно-заливочном отделении	82
5.5	Безопасность труда в обрубном отделении	83
5.6	Электробезопасность.....	83
5.7	Защита от вибрации.....	84
5.8	Защита от шума	84
5.9	Запыленность, загазованность	85
5.10	Вентиляция	87
5.11	Пожарная безопасность.....	87
5.12	Охрана окружающей среды	89
5.12.1	Загрязнение биосферы.	89
5.12.2	Очистка сточных вод.....	90
5.13	Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации	90
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	93
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	94
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	96
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Расчет шихты для стали 20Л на ЭВМ	96_Тос12230165
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Схема линии 6Б60	97

ВВЕДЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование цеха точного литья, с последующим испытанием его применением технологии изготовления отливки, а также внедрение прогрессивного метода отверждения керамических оболочек раствором АБФК. Выполнение данной работы позволит повысить рентабельность производства и повысить конкурентоспособность производства.

В рамках данной работы было решено спроектировать цех точного литья с использованием прогрессивных технологий и автоматизированных линий, и оборудования, что должно привести к улучшению не только условий труда, но и к повышению качества изготавливаемой продукции, а, следовательно, и рентабельности производства.

Так же на примере отливки-представителя планируется наглядно показать технологический процесс изготовления изделий в спроектированном цехе. Для данной отливки рассчитывается ЛПС, выбирается модельная масса, подготавливаются формовочные материалы, готовится суспензия и проводятся другие операции, описанные в работе.

Вдобавок ко всему немаловажным фактором является безопасность жизнедеятельности рабочих и охрана труда. В данной работе был проведен анализ вредных факторов производства, влияние на окружающую среду, условия работы для рабочих цеха и т.д.

Одним из способов улучшения экологичности процесса и улучшения условий труда был выбран прогрессивный способ закрепления формооболочек, что позволило вдобавок ко всему сократить время отверждения слоев формооболочки. О данном способе подробнее написано в пункте 4 и наглядно изображено на плакатах.

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						7
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ И МИРОВОГО УРОВНЯ

В данной главе проведен анализ технологий, применяемых на производстве ООО «ЧТЗ-Уралтрак», в цехе точного литья по методу литья по выплавляемым моделям, который был освоен и взят за основу при проектировании нового цеха с учетом имеющихся преимуществ и недостатков, а также приведены мировые тенденции развития и примеры прогрессивных технологий в литье по выплавляемым моделям, применяемых в передовом мировом производстве.

Производственный потенциал завода хоть и обеспечивает полный технологический цикл создания инженерных машин, включая сборку и испытания, но не идет в ногу со временем. Технологии устарели как физически, так и морально, производство практически не автоматизировано, максимум полуавтоматизировано, в любом случае на производстве решающую роль играет человек, без которого там мало того, что не будут выполняться технологические задачи, так еще и большая часть оборудования просто не будет работать без постоянного оператора.

ЧТЗ – это огромное по занимаемой площади предприятие, которое включает в себя следующие заводы:

- литейный;
- кузнечный;
- прессово-сварочный;
- механосборочный и другие заводы.

Общая производственная площадь ЧТЗ составляет 1,2 млн. м², что могло бы позволить разместить передовые технологии и современное оборудование в стенах предприятия. Общая численность работающих составляет 6000 человек, а общее количество единиц технологического оборудования – около 18000 штук.

К сожалению производство на ЧТЗ практически стоит, возможно это вина руководства, возможно отсутствие заказов, но наиболее вероятный вариант – это

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

отсутствие современного оборудования, линий, а соответственно невозможность внедрения технологами передовых технологий производства для изготовления более качественной продукции, экономии энергоресурсов, а также материальных и человеческих ресурсов.

Исходя из всего вышесказанного было принято решение о проектировании нового цеха для литья по выплавляемым моделям с использованием автоматических линий, нового, современного оборудования и с усовершенствованным технологическим процессом.

При проектировании нового цеха по сравнению с уже имеющимся цехом ЧТЗ произошли следующие изменения:

- в модельном отделении установлены более производительные установки для приготовления модельной массы и установки для изготовления модельных звеньев;
- в отделении изготовления оболочек установлена передовая автоматическая линия 6Б60, на которой автоматически выполняются сразу все операции по изготовлению керамических формооболочек (нанесение суспензии, обсыпка, сушка, вытопка моделей);
- внедрена прогрессивная технология химического закрепления жидкостекольных слоев форм, с помощью раствора АБФК;
- в прокально-заливочном отделении изменена технология прокалки и заливки форм, за счет установки, включающей в себя автоматическое выполнение всех операций по заливке металла (прокалка, заливка, охлаждение);
- вместо использовавшихся опок, внедрена технология заливки форм в опорном наполнителе, что позволяет экономить время на изготовление опок, их проектирование, а также упрощает сам процесс заливки, уменьшает трудоемкость и повышает производительность всего цеха в целом;
- в термообрубном отделении цеха установлены более мощные и производительные установки для проведения финишных операций;

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

– весь технологический процесс происходит по оптимальному маршруту, с минимумом передвижений и перемещений, осуществляемых в промежутки между операциями;

– процесс практически полностью автоматизирован, ручной труд сведен к минимуму, общая производительность цеха повышена.

Подробнее все процессы в каждом отделении рассмотрены в главе 2, прогрессивная технология химического закрепления форм рассмотрена в главе 4.

Несмотря на многие достоинства введенных изменений, промышленность РФ все равно на данный момент отстает от мировой промышленности в области литейного производства. Одни из сильнейших оппонентов на этом рынке: Япония и Германия. Эти два «литейных гиганта» конкурируют между собой из года в год, разрабатывают новые технологии, совершенствуют уже имеющиеся, улучшают оборудование и разрабатывают новое. Мировым лидером по-прежнему остается Китай, который выпускает 44 % всех отливок.

Таблица 1.1 – Сравнение между основными структурными и производственными показателями литейной промышленности Японии и Германии

Параметр	Германия	Япония
Количество литейных заводов в 2003 г.	651	1708
Количество литейных заводов в 2013 г.	595	2085
Годовой выпуск отливок в 2003 г. (в млн. тонн)	4,72	6,38
Годовой выпуск отливок в 2013 г. (в млн. тонн)	5,19	5,54
Доля чугуновых (алюминиевых) отливок Автомобильного назначения – по состоянию на 2013 г.	56 % (77 %)	62 % (85 %)
Капиталооборот в результате сбыта отливок, (в млрд. долларов США) – по состоянию на 2013 г.	15,48	19,37
Количество занятых в литейной промышленности людей – по состоянию на 2013 г.	< = 78800	< = 59000

Доли выпуска литейной продукции примерно одинаковы, а также если обе страны являются импортерами сырья, возникает вопрос об отличительных

особенностях производственных возможностей в литейной промышленности обеих стран.

Анализируя данные из таблицы 1.1 можно сделать следующие выводы:

- количество литейных заводов в Японии в 3 раза выше, чем в Германии. При этом тренды изменения числа заводов и соответственно объемов производства разнонаправленны;
- за период 2003 – 2013 гг. динамика изменения количества литейных заводов в Японии положительная (+22 %), а в Германии – отрицательная (-10 %);
- за период 2003 – 2013 гг. динамика изменения производства отливок в Японии отрицательная (-13 %), а в Германии – положительная (+10 %);
- основной заказчик отливок в обеих странах – автомобильная промышленность;
- основная доля среди сплавов в общем выпуске отливок приходится на чугун и алюминий, то есть классические конструкционные материалы для двигателестроения, а также для множества других комплектующих в легковых и грузовых машинах;
- рентабельность литейного производства в Японии в 2013 г. составляла 94 т и соответственно 328.305 US-\$ на человека. В Германии эти показатели были соответственно 66 т и 196.447 US-\$;
- в литейной промышленности Японии заняты на 25 % меньше людей, нежели в Германии. Независимо от этого Япония значительно превосходит Германию по рентабельности литейного производства (+42 % по выпуску продукции на человека и соответственно +67 % по капиталообороту на человека). Единственное объяснение для подобного явления, учитывая сравнимый высокий уровень технологичности на литейных заводах обеих стран – значительно более высокий уровень автоматизации и роботизации на японских литейных заводах [14].

Уровень автоматизации, особенно по технологии литья по выплавляемым моделям соответствует самым высоким мировым показателям. Применяются безотходные технологии, т.е. 95 % всех отходов от керамических форм измельчаются и продаются керамическим заводам Японии.

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

На сталелитейный завод Daido Precision Parts фирма Laempe поставила в 2003 г. восемь стержневых центров на базе пескострельного автомата LL20 в комплекте со смесителями и газогенераторами по Coldbox-Амин-процессу. Все они производят стержни для стальных отливок турбокомпрессоров.

В начале 2016 г. Daido Steel разместила на фирме Laempe заказ на поставку трех стержневых центров на базе пескострельного автомата LFB50, а также четырех пескострельных автоматов типа LL20. Стержневое оборудование предназначено для производства стержней для получения стальных отливок – комплектующих для газовых турбин. Все стержневые автоматы будут оснащены с газогенераторами и смесителями по Coldbox-Амин-процессу. Замена комплектов стержневой оснастки на пескострельных автоматах LFB50 вполне автоматизирована и будет осуществляться по сигналу от оператора.

Уровень автоматизации съема и зачистки заусенцев на стержнях – максимальный, для этой цели будут применяться роботы Fanuc.

Немецкая и японская литейная промышленность продолжают стабильно развиваться, а сотрудничество Laempe с ведущими литейными концернами Германии и Японии сохраняет свою традиционную динамику развития [14].

Много лет Китай сохраняет первенство в области производства и потребления стали. В 2013 году производство стали в Китае составило свыше 750 млн. тонн. В стране имеется большой спрос на огнеупорную продукцию, столь необходимую для металлургической промышленности. Китай также является крупнейшим производителем литья. Чтобы вывести страну на лидирующие позиции мировой промышленности, китайское правительство выдвинуло ряд стратегий, нацеленных на ускорение промышленных преобразований и содействие инновациям. Политическая поддержка открыла для китайской металлургической промышленности, в частности в области металлургии, литейного производства и горячей обработки металлов, широкий спектр новых возможностей.

За последние 13 лет среднегодовой темп роста производства литья в Китае составил 11 %. Общий объем производства в 2012 году достиг 42,5 млн тонн, что

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

составляет более 40 % от общего объема производства в мире. В Китае насчитывается около 30 000 литейных производств, которые расположены, главным образом, на востоке, северо-востоке и севере страны. Но нужно отметить, что речь идёт, в основном, о малых и средних предприятиях со средним объёмом производства ок. 1417 т. В литейной отрасли Китая задействовано около 2 млн. человек со средней выработкой 21 т на человека.

Значительно снизился общий процент брака отливок. Некоторые из ведущих предприятий перешли к применению автоматизации и интеллектуальных систем. Быстро растёт применение роботов. Целый ряд предприятий вышел на мировой уровень в том, что касается соблюдения таких параметров качества отливок, как размерная точность, шероховатость поверхности, механические свойства материала, жаропрочность, коррозионная стойкость и износоустойчивость, благодаря чему стало возможным производство высокотехнологичных отливок сложной конфигурации, например, для турбин большой мощности, паровых и газовых турбин, ветроэнергетических установок, атомных и тепловых электростанций, цилиндров двигателей внутреннего сгорания и т.п. в строгом соответствии с технологическими стандартами и на высоком уровне качества. Заметно повысилось качество и разнообразие экспортируемых отливок, кроме того, было локализовано производство некоторых литых деталей, зависящих от импорта.

Применение инновационных технологий привело к повышению качества литейного оборудования и к снижению зависимости от экспорта. Набирает рост производство отливок по выплавляемым моделям, возникают новые центры литейного производства, например, в Нинбо (провинция Чжэцзян), Уси (провинция Цзянсу), или Ботоу (провинция Хэбэй).

За последние 12 лет литейная промышленность Китая пережила стремительное развитие. Для дальнейшего стабильного роста и перехода к ориентированной на качество и прибыль модели необходима более стабильная и рентабельная основа. В ближайшие пять лет ожидается 6 %-е повышение

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

выпуска отливок. К концу 2015 года объем производства достигнет 50 млн. тонн, а доход от продаж – 750 млрд. юаней (119 млрд. долл. США).

Китайская ассоциация литейщиков (CFA), будучи единственной национальной отраслевой ассоциацией, является главной организацией литейной промышленности Китая. Организация активно работает над тем, чтобы способствовать дальнейшему развитию отрасли, расширению контактов и углублению сотрудничества с другими странами.

В Китае литейная промышленность не стоит на месте. Благодаря существованию фьючерсного рынка, покупатели имеют возможность провести физическую поставку таких металлов как медь, свинец, цинк и алюминий, также в Китае работает торгово-сырьевая биржа, которая изменила и форсировала строительство современной рыночной системы, открыв новые возможности торговли.

Роль товарно-сырьевой биржи заключается в следующем:

- сырьевые товары могут равноправно и открыто продаваться на платформе интернет-коммерции, что обеспечивает снижение или ликвидацию региональной разницы в ценах;
- предприятия получают доступ к более ценной продукции лучшего качества и могут снизить ее стоимость;
- производители-поставщики получают больше экспортных возможностей;
- литейные материалы могут приобретаться и продаваться по всей стране и по всему миру, что помогает поддерживать стабильность качества, а также способствует инновационному развитию, что содействует модернизации производителей-поставщиков.

Китай являясь самым крупным производителем литья не собирается останавливаться на достигнутом и в ближайшее время планирует разработать и внедрить:

- эффективное, энергосберегающее, автоматизированное и высокотехнологичное литейное оборудование, передовые технологии литья и материалы, технологии

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

производства отливок со стержнями для основного технологического оборудования;

– ультрасовременную крупномасштабную технологию литейного производства легких сплавов алюминия, магния, титана и технологию получения высокотемпературных монокристаллических отливок методом направленной кристаллизации;

– технологию очистки отходов и технологию пооперационного контроля;

– незагрязняющие или более экологически чистые литейные материалы;

– крупнотоннажные вагранки (>20 т/ч) с повышенным сроком службы и мощное эффективное индукционное плавильное оборудование (>8000 кВт), полужесткие литейные формы, оборудование для кристаллизации технически чистого металла, оборудование для получения высокотемпературных монокристаллических отливок методом направленной кристаллизации, литьевую машину статического давления, автоматическую систему формования стержня, специализированное оборудование для очистки и дробеструйной обработки;

– литейных роботов, оборудование операционного контроля, промышленные компьютерные томографы и другое.

Экономический кризис 2008-09 годов принес как руководству государств, так и широкими слоями населения явное понимание необходимости поддержания и развития собственного производства для стабильного функционирования экономики страны. Это хорошо просматривается на примере США, где на государственном уровне, в финансовых и бизнес кругах проводятся многочисленные исследования, направленные на поиски решений, способствующих стабилизации экономики страны. Для отработки консолидированных решений проводятся на разных уровнях многочисленные конференции и семинары, а результаты публикуются в СМИ в виде простых, общепонятных выводов.

Недавно были опубликованы результаты исследования влияния дисбаланса торгового баланса США на занятость населения, где в частности отмечается, что

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

только увеличение отрицательного сальдо в торговом балансе между США и Китаем за последние три года привело к снижению рабочих мест на 260000 чел.

Некоторые факты деятельности:

- в литейном производстве США работает более 200000 человек;
- США является мировым лидером в области литья и занимает второе место в литейном производстве;
- США производит 12 млн. тонн отливок в год на сумму более 30 миллиардов долларов;
- литейное производство является важным аспектом американского производства, поскольку существовало до подписания Декларации Независимости;
- некоторые литейные производства были перенесены за границу начиная с конца 90-х годов, но, похоже, в 2007 году обстановка стабилизировалась, и с тех пор импорт литья остается относительно стабильным – на уровне около 22 %.

Литейное производство Индии известно далеко за ее пределами. Годовой объем производимого литья составляет 9,99 млн. т, в соответствии с международными стандартами. По объему выпуска литья Индия занимает третье место в мире. Предприятия отрасли производят отливки из стали, серого и высокопрочного чугуна, цветных сплавов, которые используют в автомобилестроении, вагоностроении, производстве насосов, компрессоров, дизельных двигателей, цемента, санитарных труб, фитингов, текстильного оборудования, электроэнергетике и т.д. При этом, основную долю – 68 % от общего объема производства, составляют отливки из серого чугуна.

В Индии насчитывается приблизительно 4500 литейных производств, из которых 85 % составляют – малые предприятия, 10 % – предприятия средней величины и 5 % – крупные современные предприятия. Около 800 предприятий имеют международную аккредитацию качества. Несколько крупных современных, конкурентоспособных на мировом рынке литейных предприятий работают практически на полную мощность полную мощность.

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

Экспорт литья составляет 25...30 % от годового производства и имеет положительную тенденцию к возрастанию. В отрасли занято 5 млн. человек, плюс косвенно в производстве литья участвуют 1,5 млн. человек. На малых предприятиях в основном используется ручной труд, на средних – полу и механизированные участки, крупное производство оснащено современным автоматизированным оборудованием мирового класса.

Из 4500 литейных заводов, большая часть предприятий группируется в кластеры по сферам производимого литья, к примеру: кластер Coimbatore славится насосным литьем, кластеры Колхапур и Belgaum – литьем для автомобилестроения, кластер Раджкотом – отливками для дизельных двигателей.

Украина. Литейное производство Украины в XXI веке переживает не лучшие времена. Распад Союза и последующая приватизация нанесли нокаутирующий удар по машиностроению страны. Для воссоздания украинского литейного производства на качественно новом технологическом уровне с учетом концепции «Промышленность 4.0» 15 считаем целесообразным не только разработать программу развития машиностроения Украины, но и программы импортозамещения и экспортной поддержки украинских литейных компаний.

Кроме того, для подготовки современных специалистов-металлургов/литейщиков следует стимулировать техническое перевооружение соответствующих кафедр университетов и научных центров.

Пока вышеизложенные предложения остаются на уровне идей. Производство отливок по данным Держстата Украины в 2016 г составило 44,3 тыс. т. Если исходить из этих данных, то в мировом рейтинге стран-производителей отливок – 2016, Украина уступает Бельгии (52,3 тыс. т) и Сербии (58,9 тыс. т).

Следует отметить, что структура сплавов, применяемых для производства отливок в Украине, продолжает оставаться в «плену» советского наследия. На первом месте – сталь, далее – чугун серый и ковкий. Хотя следует отметить, что за период с 2012 по 2016 г. произошли некоторые положительные сдвиги. В

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

частности, доля стали уменьшилась с 76,4 до 44,3 % за счет увеличения доли чугуна серого с 16,3 до 36,9 %, чугуна ковкого – с 3,2 до 4,4 % и ВЧШГ – с 1,5 до 4,4 %.

В таком состоянии литейного производства Украины есть своя логика. Если сопоставить индексы производства в Украине машиностроительной продукции и производства отливок, то имеем четкую взаимосвязь: коэффициент корреляции между ними составляет 0,92. Чем ниже объем производства машиностроения Украины, тем меньше производится отливок, и тем меньше внедряется новых литейных технологий и сплавов, тем меньше спрос на специалистов-литейщиков.

Одновременно следует отметить, что и объем торговли Украины продукцией машиностроения, а именно, машинами, оборудованием и транспортом, зеркально отражает ситуацию в украинском машиностроении.

После «пикового» 2012 г. украинский экспорт/импорт машиностроительной продукции вплоть до 2015 г. характеризуется трендом понижения. В последующие годы экспорт стабилизировался на уровне 4,2...4,6 млрд. USD. В тоже время неудовлетворенный спрос потребляющих отраслей начал удовлетворяться за счет импорта машиностроительной продукции. Расчетная стоимость экспорта украинской машиностроительной продукции в 2017 г. составит, примерно, 4,6 млрд. USD.

При этом Украина импортирует машиностроительной продукции на сумму, примерно, 13,4 млрд. USD. Таким образом, импорт Украиной машиностроительной продукции в 2017 г. в стоимостном измерении, по оценкам, в 2,9 раза превысит экспорт. Конечно, детальный анализ торговли по товарным группам позволил бы выявить более точную картину украинского рынка машиностроительной продукции, но это тема отдельного исследования.

Наряду с быстрым развитием информационных технологий и интернета, базовыми отраслями промышленности остаются отрасли, связанные с производством металлопродукции. При этом основным потребителем отливок является машиностроение, как ведущая отрасль мировой промышленности,

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

занимающая первое место среди всех отраслей по числу занятых и стоимости продукции. Литейную продукцию потребляют как производители компьютеров, так и сельскохозяйственной продукции, а также от металлургов и энергетиков до кондитеров и хлебопеков.

Экономика Китая показала, как одним рывком за 30 лет можно достичь того, к чему США шли столетие, демонстрируя четкую корреляцию объемов выпуска продукции машиностроения и литых заготовок, одновременно неуклонно наращивая объемы литья и приближая его к половине мирового производства. Сегодня экономика Китая замедлила свой рост, что выглядит как переход к технологической экономике, требующей больше квалифицированных людских ресурсов и меньше сырья. При этом компании Китая и в последнее время Европы (особенно в связи с безвизовым режимом Украины с ЕС) ценят украинских специалистов металлургического профиля и приглашают их к себе на работу.

Наряду с потребностью в росте квалификации специалистов, эти новости безрадостны для продавцов сырья, но обнадеживают инвесторов в технологии. Человечество пока не придумало чего-то кардинально нового, на что можно тратить новое сырье. И станок, и самолет, и автомобиль, и корабль уже есть. Все, что происходит сейчас в машиностроении – это лишь апгрейд и цифровизацию существующего. К тому же бурный период роста экономики не мог не отразиться на экологии планеты, мотивируя стремление к природоподобной технологии и возобновляемой энергетике.

Очевидно, что развитие основных отраслей отечественной промышленности невозможно без модернизации машиностроения, заготовительной базой которого остается литейное производство, которое, хотя и значительно сократило свой производственный потенциал, но еще не растеряло кадровый и научно-технологический.

В совокупности, получается так, что в крупных странах мира развивается литейная промышленность, что в целом оказывает положительное влияние на экономику. Это связано с тем, что на производстве по сравнению с РФ лучше

условия труда рабочих, выше экологичность процессов, выше уровень оплаты труда, а главным фактором их успеха является целенаправленность на развитие промышленности путем ее модернизации и автоматизации. В России же немногие могут себе такого позволить, отсутствие заказов, низкие зарплаты и т.д., все это очень негативно влияет на развитие и перспективы литейной промышленности.

Для развития литейного производства необходимо принять следующие меры:

- повысить уровень оплаты труда рабочих во всех производственных зонах;
- привлечение высококвалифицированных специалистов и проведение обучений по повышению квалификации собственных кадров;
- повышение качества продукции, путем внедрения прогрессивных технологий;
- повышение степени автоматизации и механизации цехов и предприятий, путем реконструкции или технического перевооружения;
- подбор компетентных руководителей и директоров;
- партнерство и обмен опытом с успешными иностранными компаниями;
- разработка, испытания и внедрение новых технологий с помощью НИИ;
- улучшение экологии.

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						20
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

2 ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

2.1 Структура цеха литья по выплавляемым моделям

Цехи литья по выплавляемым моделям различают по виду сплава, массе отливок, объему производства, серийности, степени механизации и сложности отливок.

Проектируемый цех позиционируется как цех стального среднего литья массового производства со средним выпуском, комплексно-автоматизированный простого литья.

В состав цехов входят производственные отделения, вспомогательные отделения и склады.

Цех состоит из следующих отделений:

- модельного, для модельного состава, модельных звеньев и сборки их в блоки;
- изготовления оболочек форм, для изготовления суспензии, оболочек и вытопки моделей;
- прокалочного-заливочного, для операций прокалики, заливки, охлаждения и выбивки отливок, а также расплавления металла;
- термообрубного, для очистки отливок от остатков керамики, отделения ЛПС, т/о и зачистки питателей.

К вспомогательным относят следующие отделения:

- подготовки формовочных материалов и шихты;
- ремонта пресс-форм и другой технологической оснастки;
- мастерские механика и энергетика;
- вентиляционные и пылеочистные установки;
- КДП.

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

2.2 Производственная программа

В соответствии с темой выпускной квалификационной работы была разработана точная производственная программа на годовой выпуск 1800 т

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

отливок из углеродистой стали 20Л (таблица 2.1). Данная программа предусматривает разработку технологических данных для каждой отливки и применяется при проектировании цехов крупносерийного и массового производства с устойчивой и ограниченной номенклатурой отливок.

Таблица 2.1 – Производственная программа цеха

Наименование отливки	Марка сплава	Масса отливки, кг	Годовая программа, шт.	Масса отливок на годовую программу, т
1	2	3	4	5
Рычаг №1	20Л	0,243	477366	115,99
Рычаг №2	20Л	0,236	379237	89,49
Рычаг №3	20Л	0,26	403846	104,99
Рычаг №4	20Л	0,26	263077	68,4
Рычаг №5	20Л	0,2	258500	51,7
Рычаг №6	20Л	0,5	99000	49,5
Рычаг №7	20Л	0,34	257353	87,5
Рычаг №8	20Л	0,14	662857	92,79
Корпус №1	20Л	0,18	529444	95,29
Корпус №2	20Л	0,18	467778	84,2
Рычаг №9	20Л	0,23	439130	100,99
Рычаг №10	20Л	0,34	266177	90,5
Проушина	20Л	0,14	800000	112
Рычаг №11	20Л	0,57	165087	94,09
Замок	20Л	0,206	490291	100,99
Хомут	20Л	0,235	459575	108
Бонка	20Л	0,43	214419	92,2
Штуцер	20Л	0,26	274231	71,3
Корпус клапана	20Л	0,55	179273	98,6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

22

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
Стакан	20Л	0,21	440000	92,4
Итого				1800,92

2.3 Режим работы и фонды времени

По организации работ различают последовательный, параллельный и комбинированный режимы работы.

В связи с тем, что проектируемый цех имеет массовый характер производства, наиболее оптимальным режимом работы будет параллельный режим для выполнения всех операций тех. процесса одновременно, так как занимаемые для этого площади невелики и компактно умещаются в самом цеху.

По количеству смен цехи бывают:

- 1-сменные;
- 2-сменные;
- 3-сменные.

Для данного цеха выбран двухсменный режим работы с ночной подготовительной сменой.

Согласно выбранному режиму работы был установлен фонд времени работы

Ф

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

$$\Phi = 4036 \frac{\text{ч}}{\text{год}}$$

времени. при двусменном режиме. Фонд действительный (эффективный) работы оборудования является расчетным и определяется путем исключения из номинального фонда времени неизбежных потерь. Они связаны с возможными ремонтами оборудования и его плановым обслуживанием. Расчет

действительного фонда времени для оборудования различных отделений представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Действительный годовой фонд времени работы оборудования

Оборудование	Число смен	Ф	Потери	Ф
Оборудование для приготовления модельного состава и суспензии, изготовления моделей и форм, выплавления моделей, формовки и выбивки отливок, обрубки и очистки	2	4036	4	3875
Автоматическое оборудование и автоматические		4036	12	3552

линии				
Индукционные печи		4036	6	3794
Печи для т/о отливок	3	6054	11	5388

2.4 Расчет производственных отделений цеха

Проектирование отделений цеха основывается на выборе типа и расчета необходимого количества технологического оборудования. Главным условием для выбора типа оборудования является его способность обеспечить выполнение заданной технологии изготовления продукции с учетом таких факторов как: условия эксплуатации, общая производительность, экономическая целесообразность и надежность. После расчета требуемого количества разнопланового оборудования были определены площади и была выполнена компоновка отделений цеха.

Интенсивность использования оборудования в проектных расчетах

К

регламентируется коэффициентом загрузки – , который должен быть в пределах 0,7...0,85 для большинства видов оборудования. При установке 1 – 3 единиц неавтоматического оборудования допускается в отдельных случаях

К

снижение до 0,5.

Для расчетов оборудования цеха используется ведомость расхода металла на залитые формы (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Ведомость расхода металла на залитые формы

Наименование отливки	Масса отливки, кг	Марка сплава	Годовая программа		Брак по вине литейного цеха			
			Шт.	т	%	Шт.	т	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

25

1	2	3	4	5	6	7	8
Рычаг №1	0,243	20Л	477366	115,99	3	14764	3,59
Рычаг №2	0,236	20Л	379237	89,49	3	11729	2,77
Рычаг №3	0,26	20Л	403846	104,99	3	12490	3,25
Рычаг №4	0,26	20Л	263077	68,4	3	8136	2,12
Рычаг №5	0,2	20Л	258500	51,7	3	7995	1,60
Рычаг №6	0,5	20Л	99000	49,5	3	3062	1,53
Рычаг №7	0,34	20Л	257353	87,5	3	7959	2,71

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Рычаг №8	0,14	20Л	662857	92,79	3	20501	2,87
Корпус №1	0,18	20Л	529444	95,29	3	16375	2,95
Корпус №2	0,18	20Л	467778	84,2	3	14467	2,60
Рычаг №9	0,23	20Л	439130	100,99	3	13581	3,12
Рычаг №10	0,34	20Л	266177	90,5	3	8232	2,80
Проушина	0,14	20Л	800000	112	3	24742	3,46
Рычаг №11	0,57	20Л	165087	94,09	3	5106	2,91
Замок	0,206	20Л	490291	100,99	3	15164	3,12

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

26

Хомут	0,235	20Л	459575	108	3	14214	3,34
Бонка	0,43	20Л	214419	92,2	3	6632	2,85
Штуцер	0,26	20Л	274231	71,3	3	8481	2,21
Корпус клапана	0,55	20Л	179273	98,6	3	5545	3,05
Стакан	0,21	20Л	440000	92,4	3	13608	2,86
Итого			7526641	1800,92			55,70

Продолжение таблицы 2.3

Наименование отливки	Отливается в год		Масса на одну отл- ку, кг		Расход металла в год, т	
			Литников	Отл. с лит-ми	На литники	всего
	Шт.	т				
1	9	10	11	12	13	14
Рычаг №1	492130	119,58	0,199	0,442	97,84	217,42
Рычаг №2	390966	92,26	0,193	0,429	75,49	167,75
Рычаг №3	416336	108,24	0,213	0,473	88,57	196,80
Рычаг №4	271213	70,52	0,213	0,473	57,69	128,21
Рычаг №5	266495	53,30	0,164	0,364	43,61	96,91
Рычаг №6	102062	51,03	0,409	0,909	41,75	92,78
Рычаг №7	265312	90,21	0,278	0,618	73,81	164,01
Рычаг №8	683358	95,66	0,115	0,255	78,28	173,94
Корпус №1	545819	98,24	0,147	0,327	80,38	178,62

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

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

27

Корпус №2	482245	86,80	0,147	0,327	71,02	157,83
Рычаг №9	452711	104,11	0,188	0,418	85,19	189,31
Рычаг №10	274409	93,30	0,278	0,618	76,34	169,63
Проушина	824742	115,46	0,115	0,255	94,47	209,93
Рычаг №11	170193	97,00	0,466	1,036	79,37	176,37
Замок	505455	104,11	0,169	0,375	85,19	189,31
Хомут	473789	111,34	0,192	0,427	91,10	202,44
Бонка	221051	95,05	0,352	0,782	77,77	172,82
Штуцер	282712	73,51	0,213	0,473	60,14	133,65
1	9	10	11	12	13	14
Корпус клапана	184818	101,65	0,450	1,000	83,17	184,82
Стакан	453608	95,26	0,172	0,382	77,94	173,20
Итого	7759424	1856,62			1519,12	3375,74

Расчетное количество оборудования остальных отделений цеха P_1 находится по формуле:

В

где — годовое количество потребляемого жидкого металла, блоков, моделей и т.д, т;

Ψ

– действительный фонд времени устанавливаемого оборудования,

ч/год;

$\frac{N_{расч}}{K}$ – производительность оборудования;

K

– коэффициент неравномерности потребления и производства

$K = 1,0$

().

Число единиц оборудования, принимаемое к установке в цехе, определяется по формуле:

K

где – коэффициент загрузки оборудования (величина должна быть в пределах 0,7-0,85):

Полученное значение $\frac{P_2}{K}$ округляем до целой величины и проверяем K

фактическую величину . Фактическая величина оборудования во всех

отделениях цеха должна быть меньше фактического коэффициента загрузки основного формовочного оборудования, т.е. должно выполняться условие

к

к

\leq

2.4.1 Модельное отделение

В модельном отделении выполняются следующие операции: приготовление модельной массы и подготовка ее для запрессовки в пресс-формах, запрессовка состава в пресс-формы, охлаждение полученных моделей и извлечение их из пресс-форм, изготовление ЛПС и сборка звеньев в блоки на каркас.

Выбранная модельная масса имеет подходящие свойства и характеристики для использования ее в данном технологическом процессе. Для изготовления отливок применяют мочевино-восковой состав МВС15 (парафин – 60 %, синтетический церезин – 25 %, полиэтиленовый воск ПВ-200 – 15 %):

- температура плавления 77,5 °С;
- теплоустойчивость ≥ 40 °С;
- температура состава в пастообразном состоянии 62-64 °С;
- свободная линейная усадка 1,25 %;
- предел прочности при статическом изгибе при 18...20°С – 5,2 МПа;
- кинематическая вязкость при 100 °С – 7,84 мм;
- зольность 0,02 % по массе;
- коксуюемость 0,02 %.

В период подготовки используемой модельной массы применяют около 80 % возврата, собранного при вытопке моделей из форм.

Установка 651 для приготовления модельного состава (таблица 2.4) предназначена для непрерывного приготовления модельного состава и подачи его к автоматам изготовления моделей.

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Таблица 2.4 – Технические характеристики установки для приготовления модельного состава 651

Наибольшая производительность, л/ч	63
Наибольшее давление в мазепроводе, МПа	1

Продолжение таблицы 2.4

Температура модельной пасты на выходе, °С	40...60
Содержание воздуха в модельной пасте, %	0...20
Температура воды в насосно-нагревательной станции, °С	40...90
Давление пара, МПа	0,11...0,14
Температура пара, °С	100...110
Расход:	
пара, кг/ч	25
сжатого воздуха, м³/ч	0,5
воды, м³/ч	1
Мощность нагревателей, кВт	24
Установленная мощность общая, кВт	34,1
Габаритные размеры, мм:	
длина	7600
ширина	2700
высота	1850

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

31

Масса, кг	4900
-----------	------

Установка работает в автоматической линии в комплекте с двумя карусельными автоматами модели 653. Исходные материалы (возврат и свежие добавки) загружаются в плавильный агрегат, состоящий из верхнего и нижнего баков. При попадании на днище верхнего бака, куски свежих добавок расплавляются. Баки подогреваются циркулирующим паром с температурой в интервале 80...90 °С. Из плавильного агрегата расплав модельного состава перекачивается центробежным насосом в емкостный бак. Необходимое для замешивания в модельный состав количество воздуха поступает либо за счет подсоса из атмосферы при заполнении смесителя расплавом через открытую воронку. Приготовленный модельный состав поступает в обогреваемый пастосборник, откуда пневматическими насосами по трубопроводу транспортируется при заданном давлении к запрессовочному устройству автоматов для изготовления моделей.

Количество модельной массы Q на годовую программу определяется по формуле:

M

где M – годовая потребность в жидком металле, кг;

ρ – плотность модельной массы, кг/м³ ;

ρ_1 – плотность металла, кг/м³ ;

K – коэффициент использования возврата модельной массы, равный 0,6-0,8.

По формуле (4) рассчитаем нужное количество модельной массы Q на годовую программу:

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

По формулам (1) и (2) рассчитаем количество установок для приготовления модельной массы:

$$P = \frac{421548,25 \cdot 1}{3875 \cdot 63} = 1,73,$$

Принимаем $\frac{P_2}{3}$ равным 3, проверяем коэффициент загрузки по формуле (3):

Так как при установке 1 – 3 единиц недорогого оборудования допускается

снижение до 0,5, поэтому считаем полученный коэффициент загрузки приемлемым.

Необходимую годовую потребность в модельных звеньях и блоках рассчитывается с учетом брака моделей и форм.

Все результаты расчетов приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Ведомость годовой потребности в модельных звеньях и блоках

Название отливки	Годовая программа с учетом брака, шт.	Кол-во моделей в звене, шт	Кол-во звеньев в блоке, шт.	Кол-во моделей на блоке, шт.	Требуемое кол-во в блоках, шт.	Потери блоков при обмазке	
						%	шт.
1	2	3	4	5	6	7	8

Рычаг №1	492130	3	7	21	23435	7	1764
Рычаг №2	390966	3	5	15	26064	7	1764
Рычаг №3	416336	3	8	24	17347	7	1962
Рычаг №4	271213	3	5	15	18081	7	1306
Рычаг №5	266495	3	6	18	14805	7	1361
Рычаг №6	102062	3	7	21	4860	7	1114
Рычаг №7	265312	3	8	24	11055	7	366
Рычаг №8	683358	3	7	21	32541	7	832
Корпус №1	545819	3	5	15	36388	7	2449

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Корпус №2	482245	3	6	18	26791	7	2739
Рычаг №9	452711	3	5	15	30181	7	2017
Рычаг №10	274409	3	8	24	11434	7	2272
Проушин а	824742	3	7	21	39273	7	861

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

34

Рычаг №11	170193	3	6	18	9455	7	2956
Замок	505455	3	6	18	28081	7	712
Хомут	473789	3	5	15	31586	7	2114
Бонка	221051	3	8	24	9210	7	2377
Штуцер	282712	3	7	21	13462	7	693
Корпус клапана	184818	3	5	15	12321	7	1013
Стакан	453608	3	6	18	25200	7	927
Итого					421578		

Продолжение таблицы 2.5

Наименование отливки	Потери блоков при вытопке		Потери блоков при прокалке и заливке форм		Кол-во блоков на годовую программу , шт.	Требуемо е кол-во звеньев, шт.	Потери звеньев при запрессовк е и сборке		Кол-во мод-х зв. на год-ю программу, шт.
	%	шт.	%	шт.			%	шт.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

35

1	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Рычаг №1	9	2318	3	725	28241	197688	10	21965	219654
Рычаг №2	9	2318	3	806	30952	154761	10	17196	171956
Рычаг №3	9	2578	3	537	22423	179388	10	19932	199320
Рычаг №4	9	1716	3	559	21661	108307	10	12034	120342
Рычаг №5	9	1788	3	458	18412	110474	10	12275	122749
Рычаг №6	9	1464	3	150	7589	53123	10	5903	59026
Рычаг №7	9	481	3	342	12243	97944	10	10883	108827
Рычаг №8	9	1093	3	1006	35473	248309	10	27590	275898

Продолжение таблицы 2.5

Корпус №1	9	3218	3	1125	43181	215905	10	23989	239894
Корпус №2	9	3599	3	829	33958	203746	10	22638	226385
Рычаг №9	9	2650	3	933	35780	178902	10	19878	198780

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

36

Рычаг №10	9	2985	3	354	17044	136351	10	15150	151502
Проушина	9	1131	3	1215	42479	297356	10	33040	330396
Рычаг №11	9	3884	3	292	16588	99527	10	11059	110586
Замок	9	935	3	868	30596	183577	10	20397	203974
Хомут	9	2777	3	977	37454	187268	10	20808	208076
Бонка	9	3124	3	285	14997	119973	10	13330	133303
Штуцер	9	911	3	416	15483	108381	10	12042	120424
Корпус клапана	9	1331	3	381	15047	75235	10	8359	83594

1	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Стакан	9	1219	3	779	28126	168755	10	18751	187506
Итого					507728				3472190

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

37

Сборка модельных звеньев в блоки осуществляется путем насаживания на металлический каркас, образуя стояк. Модельный блок подвешивается на конвейер для транспортировки на последующие операции. Так же учтено изготовление литниковых чаш и колпачков, ввиду массового характера производства отливок.

Результаты расчетов приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Ведомость годовой потребности в литниковых чашах и колпачках

Наименование отливки	Количество блоков на годовую программу	Потребность, шт		Количество моделей в звене, шт	
		в чашах	в колпачках	чаш	колпачков
1	2	3	4	5	6
Рычаг №1	28241	28241	28241	3	3
Рычаг №2	30952	30952	30952	3	3
Рычаг №3	22423	22423	22423	3	3
Рычаг №4	21661	21661	21661	3	3
Рычаг №5	18412	18412	18412	3	3
Рычаг №6	7589	7589	7589	3	3
Рычаг №7	12243	12243	12243	3	3
Рычаг №8	35473	35473	35473	3	3

Продолжение таблицы 2.6

Корпус №1	43181	43181	43181	3	3
Корпус №2	33958	33958	33958	3	3
Рычаг №9	35780	35780	35780	3	3

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

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

38

Рычаг №10	17044	17044	17044	3	3
Проушина	42479	42479	42479	3	3
Рычаг №11	16588	16588	16588	3	3
Замок	30596	30596	30596	3	3
Хомут	37454	37454	37454	3	3
Бонка	14997	14997	14997	3	3
Штуцер	15483	15483	15483	3	3
Корпус клапана	15047	15047	15047	3	3
Стакан	28126	28126	28126	3	3

Продолжение таблицы 2.6

Наименование отливки	Потребность в звеньях, шт		Брак при запрессовке				Количество модельных звеньев на годовую программу, шт	
	чаш	колпачков	чаш		колпачков		чаш	колпачков
			%	шт.	%	шт.		
1	7	8	9	10	11	12	13	14
Рычаг №1	9414	9414	10	1046	10	1046	10460	10460
Рычаг №2	10317	10317	10	1146	10	1146	11464	11464
Рычаг №3	7474	7474	10	830	10	830	8305	8305
Рычаг №4	7220	7220	10	802	10	802	8023	8023
Рычаг №5	6137	6137	10	682	10	682	6819	6819
Рычаг №6	2530	2530	10	281	10	281	2811	2811
Рычаг №7	4081	4081	10	453	10	453	4534	4534

Продолжение таблицы 2.6

Рычаг №8	11824	11824	10	1314	10	1314	13138	13138
Корпус №1	14394	14394	10	1599	10	1599	15993	15993
Корпус №2	11319	11319	10	1258	10	1258	12577	12577

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

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

39

Рычаг №9	11927	11927	10	1325	10	1325	13252	13252
Рычаг №10	5681	5681	10	631	10	631	6313	6313
Проушина	14160	14160	10	1573	10	1573	15733	15733
Рычаг №11	5529	5529	10	614	10	614	6144	6144
Замок	10199	10199	10	1133	10	1133	11332	11332
Хомут	12485	12485	10	1387	10	1387	13872	13872
Бонка	4999	4999	10	555	10	555	5554	5554
Штуцер	5161	5161	10	573	10	573	5734	5734
Корпус клапана	5016	5016	10	557	10	557	5573	5573
Стакан	9375	9375	10	1042	10	1042	10417	10417
Итого							188047	188047

При расчете количества модельных автоматов использовались данные строки «Итого» из столбиков 17 таблицы 2.5 и 13,14 таблицы 2.6.

Для изготовления модельных звеньев используют карусельный автомат модели 653. Характеристики: производительность 190 – 360 звеньев/час, размеры поверхностей для крепления пресс-форм 250x250 мм, наименьшее расстояние между плитами для крепления пресс-форм 250 мм, темп работы стола 10 – 14 – 29 с, число устанавливаемых пресс-форм 10 шт, ход подвижной плиты не менее 160

мм, расход воздуха не более 50 , расход воды 3...4 , давление сжатого воздуха не менее 0,5 МПа, усилие смыкания 10 кН, габаритные размеры 3700x2900x1400 мм.

По формулам (1) и (2) рассчитаем количество установок для изготовления модельных звеньев:

Принимаем _____, проверяем коэффициент загрузки по формуле (3)

Сборка модельных звеньев в блоки осуществляется методом механического скрепления на металлический каркас с зажимом, исключая относительное перемещение собранных звеньев. Данный вид сборки имеет ряд преимуществ по отношению к припаиванию:

- в 10 – 20 раз большая производительность;
- обеспечение полной повторяемости конструкции блока;
- исключается возможность смещения моделей;
- исключается искажение размера питателя в результате его оплавления.

Модельные блоки собирают вручную, на движущемся конвейере модели 697 их отправляют в отделение изготовления оболочек форм.

2.4.2 Отделение изготовления оболочек

В данном отделении производят операции по приготовлению суспензий, нанесение слоев суспензии на блоки, сушка покрытий, извлечение каркасов и вытопка модельной массы.

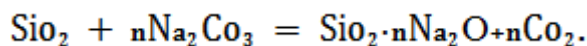
					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Подготовка связующих растворов – приготовление гидролизованного раствора этилсиликата и жидкого стекла в гидролизаторах.

Этилсиликат (ЭТС) – прозрачная или слабоокрашенная жидкость с запахом эфира. Это продукт реакции этилового спирта с четыреххлористым кремнием при непрерывном их смешивании и охлаждении в гидролизере.

Приготовление связующего раствора осуществляют гидролизом ЭТС.

Жидкое стекло относят к основным связующим, так как его водная вытяжка после прокаливания оболочки – щелочная; его получают растворением в горячей воде при повышенном давлении раздробленной силикат глыбы. Последнюю изготавливают наиболее часто сплавлением кремнезема с содой:



В цех жидкое стекло поступает готовым.

Применяется жидкое стекло на основе натрия, ввиду того, что оно сравнительно с калиевым недорогое и доступное. Содержание SiO_2 – 32 %, плотность – 1,05...1,07 г/см³.

Компоненты суспензии:

- связующее (гидролизированный раствор этилсиликата или жидкое стекло);
- огнеупорный наполнитель.

В качестве огнеупорного наполнителя используют пылевидный кварц. Его свойства следующие:

- огнеупорность 1650 – 1710 °С;
- плотность 2650 кг/м³.

Приготовление огнеупорной суспензии на основе этилсиликатного связующего:

- вливают в бак расчетное количество смеси ЭТС-40 и спирта. Смесь ЭТС-40 и спирта готовят в специально отведенных копильниках;
- добавляют серной кислоты в объеме согласно рецептуре;
- отмеряют необходимое количество воды и соляной кислоты, вливают кислоту в воду и добавляют в гидролизер, температура гидролиза 25 – 35 °С;

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

- после этого добавляют расчетное количество пылевидного кварца и серной кислоты для нейтрализации железа и его окислов;
- суспензию перемешивают в течение 40 – 60 минут при скорости вращения крыльчатки мешалки 2800 об/мин. Затем суспензию выдерживают в спокойном состоянии 20 – 30 минут;
- измеряют условную вязкость по вискозиметру ВЗ-4. Оптимальная вязкость полученной суспензии 60 – 75 с;
- за 5 – 7 мин до окончания перемешивания вводят антииспаритель. В суспензию для первого слоя за 5 – 10 минут до конца перемешивания вливают 0,5 л глицерина, для увеличения времени его подсыхания [2].

Приготовление суспензии на основе жидкостекольного связующего:

- подготовленное жидкое стекло заливают в установку для приготовления суспензии;
- затем засыпают ВГДП и включают мешалку на 12 мин;
- затем засыпают пылевидный кварц и включают мешалку на 10 – 15 мин до получения однородной суспензии;
- суспензию выдерживают в спокойном состоянии 20 – 30 минут и измеряют условную вязкость по вискозиметру ВЗ-4. Оптимальная вязкость полученной суспензии 32 – 40 с.

Далее на блок наносят четыре слоя огнеупорного покрытия: первые два слоя на основе этилсиликатного связующего, остальные два – на основе жидкостекольного связующего. Блок погружается в суспензию при этом поворачиваясь строго по часовой стрелке в одном направлении. Затем модельный блок присыпается песком в установках «кипящего слоя». После нанесения последнего слоя оболочки обсыпка не требуется. Для обсыпки облицовочного

(контактного) слоя применяют кварцевый песок марки

ГОСТ

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

213891, а для последующих – более крупные, например,
213891.

ГОСТ

Укрупнено принимаем расход суспензии 400 кг на 1 т. Рассчитаем необходимое количество установок модели 662А для приготовления 720,36 т суспензии по формулам (1) и (2):

Принимаем $\frac{P_2}{\square}$ равным 3, проверяем коэффициент загрузки по формуле (3):

Для послойного нанесения суспензии на модельные блоки и обсыпки их в кипящем слое песка используют автоматическую линию модели 6Б60 (включает в себя автоматы изготовления оболочки модели 6А67, камеру сушки модели 6А82, и ванну выплавления моделей модели 672). На линии осуществляется окунание блока в суспензию и обсыпка в кипящем слое. Блок моделей собирается на металлическом стояке. Для сушки слоев оболочки служит воздушно-аммиачная камера модели 6А82. После нанесения оболочки конвейер подает блоки в ванну выплавления моделей, где выплавление происходит в горячей воде или

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

модельном составе. Схема линии 6Б60 представлена в приложении Б. Рассчитаем необходимое количество установок 6Б60 по формулам (1) и (2):

Принимаем $\frac{P_2}{Q}$ равным 1, проверяем коэффициент загрузки по формуле (3):

2.4.3 Прокалочно-заливочное отделение

На данном этапе тех. процесса осуществляют прокалку готовых форм, далее заливку производят в опорном наполнителе, после чего происходит охлаждение и выбивка отливок. На последнем этапе ключевую роль играет внедренная технология отверждения ЖСС раствором АБФК, которая упрощает выбивку.

В данном отделении установлена комплексная механизированная поточная линия прокаливания, формовки, заливки оболочек форм, выбивки охлаждения отливок модели 675А. Она состоит из печи прокаливания, заливочной карусели и камеры охлаждения, объединенных конвейером. Керамические оболочки устанавливают на подвески конвейера промышленным манипулятором модели 5102, литниковые чаши для предохранения полости оболочки от засоров при формовке закрывают колпачком. Цепной конвейер транспортирует оболочки через газовую печь обжига; обожженные оболочки у выхода из печи пневматическим лифтом погружаются в желоб заливочной карусели, заполненный горячим песком, приводимым в псевдооживленное состояние

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

продувкой снизу горячими газами. При дальнейшем движении конвейера оболочки выходят из зоны «кипящего слоя» заформованными, колпачки с них снимают, производят заливку. При движении к камере охлаждения блоки отдают тепло опорному слою песка. У входа в камеру охлаждения подвески с залитыми оболочками извлекаются из песка пневматическим лифтом. Охлаждение производится водяным душем. При выходе из камеры охлаждения отливки снимают с подвесок при помощи промышленного манипулятора мод.5102 и отправляют электропогрузчиком в термообрубное отделение.

Производительность линии модели 675А 100 – 180 блоков/ч, наибольшая масса металла в блоке 20 кг. Режим обжига: температура – 900 °С, время – 30 мин, температура блока при заливке – 750 °С. Конвейер имеет скорость – 0,6 м/мин, шаг подвесок – 400 мм, мощность электропривода – 2,2 кВт. Время охлаждения – 10 минут, температура охлажденной отливки – 150-200 °С. Расход природного газа – 290 м³/ч, воды 3,5 м³/ч. Скребковый конвейер имеет скорость – 4,2 м/мин. Установленная мощность – 3,3кВт. Габаритные размеры – 20940х6180х5350 мм, диаметр заливочной карусели – 4170 мм.

Рассчитаем необходимое количество установок модели 675А по формулам (1) и (2):

$$\frac{P_1}{507728} = 1,43, \\ = \frac{3552 \cdot 100}{}$$

Принимаем $\frac{P_2}{}$ равным 2, проверяем коэффициент загрузки по формуле (3):

Для выплавки стали используют печь ИСТ-0,16/0,25-ИЗ. Характеристики: преобразователь типа ТПЧ-250-2,4 – мощностью 250 кВт, частота тока – 2400 Гц, потребляемая мощность – 250 кВт, номинальная вместимость – 0,16 т, скорость

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

плавки max – 0,35 т/ч, расход охлаждающей воды – 8 м³/ч, расход электроэнергии 850...900 кВт·ч/т

Электропечь работает по принципу трансформатора, у которого первичной обмоткой является водоохлаждаемый индуктор, вторичной и одновременно нагрузкой – находящийся в тигле металл. Нагрев и расплавление металла происходят за счет протекающих в нем токов, которые возникают под действием электромагнитного поля, создаваемого индуктором. Электропечь индукционная конструктивно выполнена в виде опорной рамы с двумя стойками сварной конструкции, узла "индуктор в сборе" и двух гидравлических плунжеров. Каркас узла "индуктор в сборе" изготовлен из алюминиевого проката.

Гидравлические плунжеры обеспечивают наклон печи для слива металла на угол до 90° за время 20 с. Электропечь питается от сети через машинный преобразователь частоты ППЧВ-250-2,4, который преобразует трехфазный ток частотой в 50 Гц в однофазный ток повышенной частоты. Мощность электропечи в ходе плавки автоматически регулируется со шкафа управления ЩДД 9712-357В УХЛ4 путем изменения напряжения на выходе преобразователя. Для компенсации реактивной мощности индуктора электропечь снабжена батареей конденсаторов. Управление наклоном печи осуществляется при помощи ручного гидрораспределителя, смонтированного на боковой стойке печи. Контроль состояния футеровки тигля производится визуально, а также периодическими замерами внутреннего диаметра тигля. В качестве дополнительного устройства для этой цели электропечь оборудована сигнализатором состояния футеровки типа СФИД. Контроль за работой электропечи производится с помощью приборов и аппаратов, расположенных на лицевых панелях шкафа управления и шкафа управления ЩДД.

Для расчета количества электропечей воспользуемся балансом металла (таблица 2.7)

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Таблица 2.7 – Баланс металла

Наименование статей	Расход по маркам сплава	
	20Л	
	%	т
1. Годные отливки	50,63	1800,90
2. Литники и прибыли	42,71	1519,12
3. Брак отливок	1,57	55,70
4. Технологические пробы и опытные образцы	0,10	3,56
5. Сливы и всплески	2,00	71,14
Итого жидкого металла	97,00	3450,42
6. Угар и безвозвратные потери	3,00	106,71
Металлозавалка	100,00	3557,13

Согласно балансу металла, производится расчет шихты, результаты которого представлены в таблице 2.8 и приложении А.

Таблица 2.8 - Ведомость расхода шихтовых материалов

Наименование материалов	Расход материалов по маркам сплава	
	Марка	
	%	т
Металлическая шихта		
а) Возврат 20Л ГОСТ 977-88	46,37	1649,450
б) Железо чистое карбонильное ЖЧК-7 ГОСТ 11036-75	15,13	538,197
в) Лом стальной 2А ГОСТ 2787-75	38	1351,717

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

48

г) Марганец металлический Мн95 ГОСТ 6008-90	0,4	14,229
д) Ферросилиций ФС75 ГОСТ 1415-93	0,1	3,557
Итого	100	3557,15

Рассчитаем необходимое количество печей ИСТ-0,16/0,25-ИЗ по формулам (1) и (2):

Принимаем $\frac{P_2}{\eta}$ равным 5, проверяем коэффициент загрузки по формуле (3):

Заливка форм ведется из ковша. При ЛВМ для заливки форм применяют ковши емкостью, не более 100 кг. Для заливки стали 20Л используют стальной футерованный ковш объемом 100 кг. Перед подачей разливочного ковша под слив стали из печи ковш подогревается на стенде обогрева ковшей до покраснения футеровки. Температура выпуска металла должна превышать температуру заливки примерно на 50 – 70 °С. Ковши снабжены винтовыми заливочными устройствами, перемещающимися по монорельсовому пути.

При расчете количества ковшей учитываются:

- время ожидания ковша у печи, наполнение металлом;
- продолжительность модифицирования;
- время доставки ковша на участок разливки;
- время раздачи металла из ковша;

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

- время возврата пустого ковша;
- время выдержки ковша до остывания металла до нужной температуры.

Периоды работы и ремонта ковшей (разливочных и раздаточных):

- непрерывная работа 3...4 ч;
- остывание до ремонта 0,5...0,7 ч;
- текущий ремонт 0,5...1,0 ч;
- установка под желоб, выпуск металла 0,5 ч;
- капитальный ремонт и подогрев 2...3 ч;
- сушка и разогрев после капитального ремонта 2...3 ч.

Для расчета количества ковшей, находящихся в работе, используется формула (5):

где G_k – потребность в металле для заполнения форм из ковша, кг;

$\tau_{ц.к}$ – средний цикл оборота ковша, ч; $\tau_{ц.к} = 1$ ч;

G_k – емкость ковша, кг;

$\frac{n_k}{k}$ – количество одновременно работающих ковшей, шт;

k_n – коэффициент неравномерности потребления жидкого металла под заливку ($k_n = 1,3 \dots 1,7$).

Для определения потребности в металле для заполнения форм из ковша, проведем расчет по формуле:

Количество ковшей, находящихся в работе:

Принимаем количество ковшей на заливку равным 12.

Полное количество ковшей с учетом запаса рассчитывается по формуле (7):

$$N=N_1 \cdot 1,2, \quad (7)$$

$$N=12 \cdot 1,2=14,4 \text{ шт.}$$

Принимаем общее количество ковшей с учетом запаса равным 15 штук.

2.4.4 Термообрубное отделение

На данном участке цеха происходит очистка отливок от остатков керамики, отделение отливок от ЛПС, т/о и зачистка мест подвода питателей.

Для отделения отливок от ЛПС установлен гидравлический пресс модели 6А93. Производительность пресса – 100 блоков/ч, наибольшее усилие, развиваемое верхним цилиндром – 630 кН, подпора – 50 кН, скорость среза отливок – 40 мм/с, скорость выталкивания стояка – 80 мм/с, установленная мощность – 30 кВт, габариты 2150x1000x2900 мм.

Пресс состоит из С-образной станины, верхнего рабочего цилиндра и нижнего цилиндра подпора, гидрооборудования и механизма управления. На станине имеется фильера для среза отливок и склиз, примыкающий к лотку для удаления срезанных отливок.

Блок отливок устанавливается нижней частью стояка в фильеру, после чего зажимается между штоками верхнего и нижнего цилиндров. Верхним цилиндром блок продавливается через фильеру, режущие кромки которой отделяют отливки,

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

после чего нижний цилиндр возвращает стояк и шток верхнего цилиндра в исходные положения, где стояк разжимается и удаляется.

Наибольшее давление, обеспечиваемое гидросистемой, в верхнем цилиндре – 32 МПа, в цилиндре подпора – 6,5 МПа. Цилиндр подпора – одностороннего действия, зажим осуществляется при давлении 1 МПа, которое поддерживается отдельным напорным золотником. Это давление подается во все полости цилиндров, после чего блок зажимается за счет разности площадей поршневой и штоковой полостей верхнего цилиндра.

Рассчитаем необходимое количество прессов 6А93 по формулам (1) и (2):

Принимаем $\frac{P_2}{P_1}$ равным 2, проверяем коэффициент загрузки по формуле (3):

Далее отливки подвергаются химико-термической очистке от остатков оболочки на автомате выщелачивания модели 6Б95. Автомат выщелачивания остатков керамики модели 6Б95 предназначен для очистки от остатков керамики поверхности отливок сложной конфигурации общемашиностроительного и ответственного назначения при крупносерийном и массовом производстве точного стального литья по выплавляемым моделям.

Автомат модели 6Б95 обеспечивает разделение партий литья по отдельным плавкам, что исключает необходимость сортировки литья с использованием специального манипулятора или вручную.

В автомате выполняются следующие технологические операции:

- подача отливок цеховым механизмом через загрузочный лоток в отсек выщелачивания барабана;
- нагрев раствора щелочи в отсеке выщелачивания до температуры кипения с помощью газовых горелок;
- выщелачивание остатков керамики в отсеке выщелачивания;
- непрерывное удаление шлама, отделенного с поверхности отливок в шламособорник;
- периодическое удаление шлама из шламособорника в цеховую тару;
- механизированная перегрузка отливок из отсека выщелачивания в отсек водяной промывки;
- предварительная и окончательная промывка отливок теплой водой душевым устройством;
- механизированная выгрузка отливок в цеховую тару.

Основные параметры и характеристики указаны в таблице 2.9

Таблица 2.9 – Основные параметры и характеристики установки для выщелачивания 6Б95

Наименование параметров и характеристик	Значения
Наибольшие габаритные размеры обрабатываемых отливок, мм:	
– длина	140
– ширина	140
– высота	140
Наибольшая производительность (для отливок средней	250

сложности), кг/ч	
Частота вращения барабана, об/мин	0,7
Полное время обработки партии отливок (при массе партии отливок не более 80 кг), ч	от 2,5 до 5
Расход щелочи на очистку 1 т отливок, кг	140
Наибольшая температура щелочного раствора, °С	150
Расход воды на технологические цели, м ³ /ч	2
Расход газа, при давлении 831,5 Па, м ³ /ч	27
Установленная мощность, кВт	3,2
Габаритные размеры, мм:	
– длина	5800
– ширина	2500
– высота	2800
Масса, кг	10550

Рассчитаем необходимое количество установок 6Б95 по формулам (1) и (2):

Принимаем $\frac{P_2}{\eta}$ равным 3, проверяем коэффициент загрузки по формуле (3):

Очищенные и промытые отливки через промежуточные бункера выдаются на конвейеры газовых печей для нормализации отливок в защитной среде. Защитный газ для печей вырабатывается в газогенераторах.

Рассчитаем необходимое количество печей для т/о по формулам (1) и (2):

Принимаем $\frac{P_2}{Q}$ равным 2, проверяем коэффициент загрузки по формуле (3):

После т/о отливки попадают на сортировку, а затем их развозят по прессам для зачистки питателей.

После отделения отливок от ЛПС на них остаются выступы от питателей. Их удаляют на специальном обрубном прессе К-1430. Технические характеристики пресса К-1430 следующие: производительность, отливок/час – 700, номинальное усилие, кН – 1000, ход ползуна, мм – 130, расстояние между столом и ползуном, мм – 560, мощность главного двигателя кВт – 14,5, размер стола – ширина/длина, мм – 560/850, Габаритные размеры станка, мм – 1430x1850x2935, Вес, кг – 88000.

Рассчитаем необходимое количество прессов К-1430 по формулам (1) и (2):

Принимаем $\frac{P_2}{2}$ равным 4, проверяем коэффициент загрузки по формуле (3):

2.4.5 Склад формовочных материалов с участком взвешивания шихты

На складах осуществляется приемка, складирование, подготовка шихтовых и формовочных материалов, огнеупорных изделий и т.д.

При определении площади закровов используются данные расчетов плавильного и смесеприготовительного отделений. Расход вспомогательных материалов принимается по данным базового предприятия.

Количество хранящихся на складе материалов определяется нормативным запасом по каждому виду и суточной потребностью. Площади хранилищ нормативного запаса материалов на цеховых складах сведены в таблицу 2.10.

Площадь, занимаемую материалом на месте хранения, рассчитывают по формуле (8):

где Q – масса соответствующего материала, хранимого на складе, т;

H – высота хранения материала, м;

γ – насыпная масса материала, т/м³ ;

k – коэффициент использования емкости склада (не более 0,8).

Расчетные площади хранения округляются в соответствии с удобством механизированной загрузки и разгрузки материала.

Таблица 2.10 – Ведомость расчета площади складов

Наименование материала	Годовое количество, т	Насыпная масса, т/м ³	Нормативный запас хранения, сут.
1	2	3	4
Склад шихтовых материалов			
Шихтовые материалы:			
а) Возврат 20Л ГОСТ 977-88	1649,450	1,5	10

Продолжение таблицы 2.10

1	2	3	4
в) Лом стальной 2А ГОСТ 2787-75	1351,717	2,0	30
г) Марганец металлический Мн95 ГОСТ 6008-90	14,229	1,5	30
д) Ферросилиций ФС75 ГОСТ 1415-93	3,557	2,0	30
Итого	3557,150		
Склад формовочных материалов			
Формовочные			

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

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

57

материалы:			
1. Жидкое стекло ГОСТ 13078-81	360,180	0,4	30
2. Кварц пылевидный ГОСТ 9077-22	1440,720	1,8	40
3. Мочевинно-восковой состав МВС-15 ТУ 38.1011044-85	421,549	0,4	30
4. Этилсиликат ЭТС-40 ГОСТ 26371-84	360,180	0,4	30
Итого	2582,629		

Продолжение таблицы 2.10

Наименование материала	Количество материала на складе		Высота хранения , м	Площадь хранилища, м ²	
	т	м ³		расчетна я	округленная
1	5	6	7	8	9
Склад шихтовых материалов					
Шихтовые материалы:					
а) Возврат 20Л ГОСТ 977-88	45,190	30,127	4,0	9,41	10,0
б) Железо чистое карбонильное Жчк-7	44,235	29,490	4,0	9,22	10,0

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

58

ГОСТ 11036-75					
в) Лом стальной 2А ГОСТ 2787-75	111,100	55,550	4,0	17,36	18,0
г) Марганец металлический Мн95 ГОСТ 6008-90	1,169	0,780	4,0	0,24	1,0
д) Ферросилиций ФС75 ГОСТ 1415-93	0,292	0,146	2,0	0,09	1,0
Итого	201,988	116,093			
Склад шихтовых материалов					
Формовочные материалы:					
1. Жидкое стекло ГОСТ 13078-81	29,604	74,010	4,0	23,13	24,0
2. Кварц пылевидный ГОСТ 9077-22	157,887	87,715	2,0	54,82	55,0

Продолжение таблицы 2.10

1	5	6	7	8	9
3. Мочевинно-восковой состав МВС-15 ТУ 38.1011044-85	34,648	86,620	4,0	27,07	28,0
4. Этилсиликат ЭТС-40 ГОСТ 26371-84	29,604	74,010	4,0	23,13	24,0
Итого	251,743	322,354			171,0

2.4.6 Вспомогательные отделения и участки цеха

В отделении подготовки шихты осуществляется дробление, сортировка и грохочение для придания нужных размеров и очистки поверхности от примесей.

На данном используют газовые резаки.

Навески шихты на электрокарах доставляются в плавильное отделение через сквозной проезд.

Песок перед доставкой в цех просушивают. Сыпучие материалы доставляют посредством пневмотранспорта к местам потребления.

Жидкие химикаты хранятся в баках и системой трубопроводов подаются к местам использования.

В лабораториях осуществляется контроль материалов, доставляемых в цех извне, контроль изготовленных изделий и тех. процессов.

Для обеспечения непрерывной работы оборудования предусмотрено ремонтно-слесарное отделение, задачи которого состоят в том, чтобы обеспечивать текущие и профилактические мероприятия по ремонту оборудования, в соответствии с плановым графиком ремонта и обслуживания оборудования.

Также для обеспечения бесперебойной работы цеха в нем расположены служба механика, наладчика и другие.

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

3.1 Анализ конструкции детали и условий ее эксплуатации. Конструирование отливки

Для наглядного представления технологии изготовления отливок в спроектированном цехе, будет взята отдельная отливка и представлен соответствующее ей описание тех. процесса.

Отливка-представитель «Рычаг» имеет габаритные размеры: 92,5x22x26 мм, масса 0,243 кг.

Отливка изготавливается из стали 20Л. Допускается замена материала на сталь 25Л ГОСТ 977-88. В зависимости от назначения и требований к качеству по ГОСТ 977-88 отливка «Рычаг» относится к первой группе. Данные отливки не воспринимают большие нагрузки, их конфигурация и размеры определяются конструктивными и технологическими соображениями. Осуществление контроля готовой отливки происходит по двум параметрам: внешний вид, геометрические размеры.

Отливка относится к 9 классу точности по ГОСТ Р 53464-2009. Механическая обработка осуществляется по ГОСТ Р 53464-2009.

Шероховатость отливки складывается из шероховатости поверхности модельной оснастки; размеров частиц формообразующих материалов, а именно первого облицовочного слоя; способности суспензии смачивать поверхность модельного блока; смачиваемости расплава поверхности литейной формы. На данной отливке шероховатость Rz40.

Для извлечения модели из полости пресс-формы на поверхности выполняются уклоны, для наружных поверхностей 40' (0,5 мм), для внутренних 1°30' по ГОСТ 3212-92. Радиусы скруглений принимаем 1 мм.

3.2 Обоснование выбора способа изготовления отливки

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

Литье по выплавляемым моделям – метод получения отливок в неразъемных разовых формах, преимущественно оболочковых, обладающих повышенной точностью ГОСТ Р 53464-2009.

В процессе получения отливки по ЛВМ, весьма вероятно изготовить ее приближенную по форме и размерам к готовой детали, а иногда и деталь, которую не нужно механически обрабатывать. Благодаря этому понижается трудозатраты, стоимость, расход материалов для изготовления готовых деталей, а также появляется возможность сократить количество рабочих, путем автоматизации процессов. ЛВМ дает возможность получать сложные тонкостенные изделия. Еще одним из преимуществ является отсутствие стержней при изготовлении отверстий не более 10 мм.

Применение высокоогнеупорных и термостойких материалов для изготовления оболочковых форм, позволяет эффективно использовать методы направленной кристаллизации, получать высокогерметичные отливки.

3.3 Выбор и обоснование места и уровня подвода металла

Место подвода металла определено по следующим критериям:

- обеспечен подвод металла в места отливки, разогрев которых усиливает процесс направленного затвердевания;
- металл подведен так, чтобы уменьшались температурные перепады в различных частях отливки;
- создается одностороннее движение металла в форме и исключается встречное движение потоков металла;
- металл поступает в массивную часть отливки, ЛПС выполняет роль прибыли;
- форма заполняется наиболее оптимальным путем.

Металл подводится в отливку через один питатель.

3.4 Выбор и обоснование конструкции ЛПС

ЛПС при ЛВМ выполняются из традиционных элементов: литниковых воронок, стояков, зумпфов и литниковых ходов, прибылей и коллекторов.

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		62

Благодаря неразъемной форме конструктивные элементы удается расположить наиболее эффективно, максимально используя объем формы.

Для отливки «Рычаг» используется ЛПС 1-го типа, где питающий элемент – центральный стояк. ЛПС этого типа представляет собой стояк компактного сечения, непосредственно к которому с разных сторон присоединяются небольшие отливки с индивидуальным питателем. Центральный стояк является одновременно и литниковым ходом, и коллективной прибылью, а питатели выполняют и роль шеек прибылей. Сечение стояка имеет круглую форму.

Центральное расположение стояка способствует направленному затвердеванию периферийно расположенных отливок [1].

Применение унифицированного металлического каркаса (рисунок 1), в качестве несущей конструкции, обеспечивает удобство звеньевой сборки модельного блока и его высокую прочность при изготовлении оболочковой формы. Уже в отлитом блоке центральный стояк надежно закрепляется в приспособлениях станков при очистке и отрезке отливок.

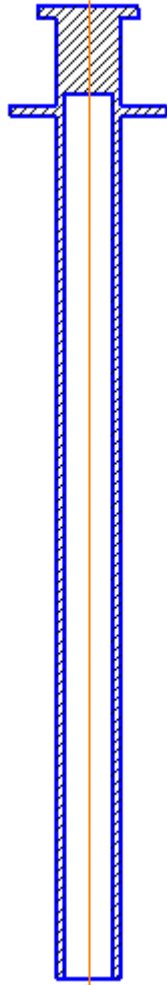


Рисунок 1 – Металлический каркас

3.5 Расчет ЛПС

Для определения параметров ЛПС типа 1 применяется принцип непрерывного увеличения приведенной толщины от удаленных тонкостенных участков отливки к прибыли.

Тепловой узел отливки представляет собой брус прямоугольного сечения. Находим приведенную толщину узла по формуле [3]:

$$R_y = \frac{V_y}{S_y} = \frac{a \cdot b \cdot l}{2 \cdot (a \cdot b + b \cdot l + a \cdot l)},$$

(9)

где a – толщина, мм;

b – ширина, мм;

l – длина, мм.

$$R_y = \frac{22 \cdot 26 \cdot 23}{2 \cdot (22 \cdot 26 + 26 \cdot 23 + 22 \cdot 23)} = 3,92 \text{ мм.}$$

Принимая $l_{\text{п}} = 8$ мм и диаметр стояка $d_c = 41$ мм, находим приведенную толщину сечения стояка по формуле (10) [3]:

$$R_c = \frac{F_c}{P_c} = \frac{d_c}{4}, \quad (10)$$

где d_c – диаметр стояка, мм.

$$R_c = \frac{41}{4} = 10,25 \text{ мм.}$$

Далее находим по уравнению (11) приведенную толщину сечения питателя [3]:

$$R_{\text{п}} = 11^4 \sqrt{R_y^3 \cdot m_0} \cdot \sqrt[3]{l_{\text{п}}} / R_c, \quad (11)$$

где $R_{\text{п}}$ – приведенная толщина сечения питателя, мм;

k – коэффициент пропорциональности, приближенно принимают $k = 11$;

R_y – приведенная толщина теплового узла отливки, мм;

m

– масса отливки, кг;

$l_{\text{п}}$ – длина питателя, мм, 5...12.

$$R_{\text{п}} = 11^4 \sqrt{3,92^3 \cdot 0,243} \cdot \sqrt[3]{8} / 10,25 = 4,19 \text{ мм.}$$

Принимая прямоугольное сечение питателя толщиной $a_{\text{п}} = 15$ мм, находим его ширину $b_{\text{п}}$ по формуле (12) [3]:

$$R_{\text{п}} = \frac{F_{\text{п}}}{P_{\text{п}}} = \frac{ab}{2 \cdot (a + b)},$$

(12)

$$b_{\text{п}} = \frac{2 \cdot a_{\text{п}} \cdot R_{\text{п}}}{a_{\text{п}} - 2 \cdot R_{\text{п}}},$$

(13)

$$b_{\text{п}} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 4,19}{15 - 2 \cdot 4,19} = 19 \text{ мм.}$$

Из конструкторских особенностей отливки в месте подвода металла, размеры питателя принимаем 8x19 мм.

Условие направленного затвердевания предполагает $R_y < R_{п} < R_c$. Это условие соблюдено, $3,92 < 4,19 < 10,25$, следовательно, расчет проведен верно.

3.6 Разработка конструкции пресс-формы, определение разъема и положения отливки

Пресс-форма служит для изготовления модельного звена. От точности модели зависит точность размеров полости формы и соответственно размеров отливки. Поэтому главное требование к пресс-форме заключается в том, чтобы в ней можно было получить модели отливки с заданной точностью размеров и шероховатостью поверхности. Точность размеров модели и качество воспроизведения ее конфигурации зависят от точности размеров полости пресс-формы и ее конструкции. Конструкция пресс-формы выполнена так, чтобы модель можно было легко и быстро, без деформаций и повреждений извлечь из рабочей полости пресс-формы. Для данной отливки модель проста по конфигурации, и сравнительно небольшая по габаритным размерам. Исходя из вышесказанного, пресс-форму изготавливают с тремя рабочими полостями. На рисунке 2 показана схема пресс-формы в сборе.

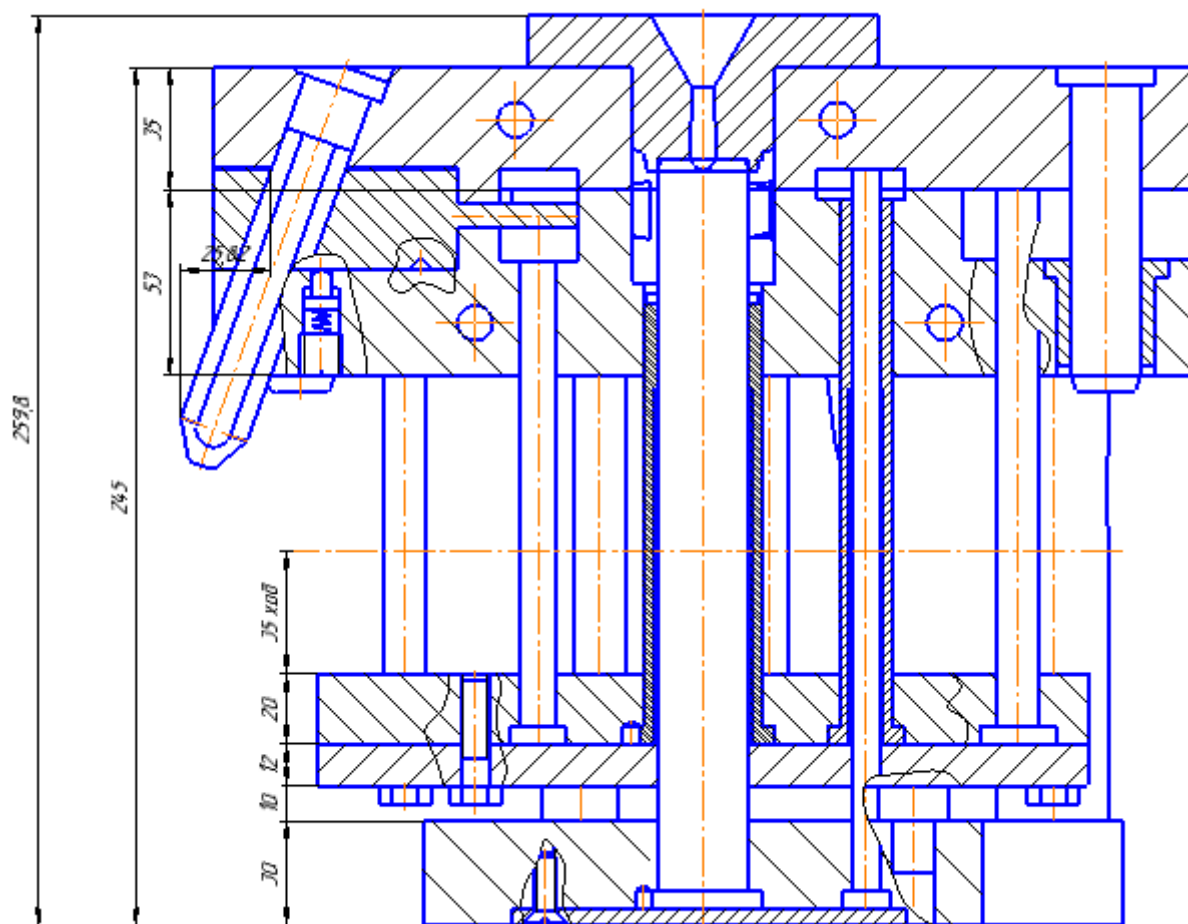


Рисунок 2 – Схема пресс-формы в сборе

Автоматическая пресс-форма состоит из следующих основных частей:

- фиксатор для запрессовки;
- матрица подвижная;
- матрица неподвижная;
- плита толкательная;
- плита прижимная;
- основание;
- направляющие и выталкиватели;
- система охлаждения модельного звена.

Пресс-форма изготавливается из стали. Для получения по одной пресс-форме достаточного количества качественных моделей она должна обладать необходимой долговечностью.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

67

3.7 Выбор модельного состава

Выбор модельного состава, его свойства и компоненты описаны в пункте 2.4.1.

В расплавленном состоянии модельный состав должен обладать хорошей жидкотекучестью для четкого воспроизведения конфигурации модели при заполнении полости пресс-формы и легкого и полного удаления из оболочковой формы. Усадка состава при охлаждении и его расширение при нагреве должны быть минимальными и стабильными, чтобы точность моделей и соответственно отливок была высокой. Модельный состав не должен прилипать к поверхности пресс-формы; химическое взаимодействие его с материалом пресс-формы недопустимо. После затвердевания в пресс-форме модельный состав должен обладать прочностью и твердостью, чтобы модели не деформировались и не ломались на последующих операциях тех. процесса.

3.8 Изготовление моделей

Процесс изготовления моделей включает подготовку пресс-формы; заполнение пресс-формы модельным составом; выдержку для затвердевания и охлаждения модели; открытие пресс-формы и извлечение модели; выдержку модели в ванне охлаждения.

Подготовка пресс-формы к работе состоит в очистке, обдувке и смазки ее внутренних полостей. Полостей пресс-формы от остатков модельного состава очищается ножом, обдувается сжатым воздухом и смазывается керосином.

Смазка пресс-формы производится через 4 – 6 запрессовок. Трущиеся рабочие части смазываются трансформаторным маслом.

Температура пресс-формы имеет важное значение:

- если пресс-форма теплая, то будет усадка на моделях, модельное звено будет оставаться в пресс-форме;
- если пресс-форма холодная, то на моделях будет модельная трещина, модели будут отламываться от кольца по питателю, недопрессовка.

Изготовление модельных звеньев осуществляется путем запрессовки пастообразного модельного состава шприцголовой в полость пресс-формы под давлением 1,5...3,0 атм. для предотвращения дефекта моделей – недопрессовки.

Тонкие, ажурные и легковесные модели охлаждаются быстро, поэтому скорость автомата находится в пределах 2...3 минут. Система охлаждения в пресс-форме необходима для того, чтобы можно было вытолкнуть модельное звено из полости пресс-формы.

После выталкивания модельного звена из пресс-формы оно поступает в ванну охлаждения (ванна охлаждения моделей заполняется пожарно-питьевой водой с температурой 12 – 15 °С), для предотвращения вздутия модели и как следствие брака по геометрии. Время выдержки в ванне охлаждения 5 мин. После получения модельных звеньев их собирают в блоки на механизированный стоек на столе сборки. Все стойки имеют одинаковые геометрические размеры, что учитывается при проектировании модельных звеньев. Блок вешается на конвейер формообразования.

3.9 Разработка технологии изготовления оболочковой формы

3.9.1 Подбор исходных формовочных материалов

Оболочковая форма должна отвечать следующим требованиям:

- обладать достаточной прочностью, выдерживать динамический и статический напор расплава, не деформироваться при заливке, затвердевании и охлаждении отливки;
- быть огнеупорной;
- иметь газопроницаемые стенки, чтобы в полостях формы не возникало противодействия воздуха;
- быть химически инертной к модельному составу и металлу отливки;
- иметь достаточную податливость, чтобы не препятствовать усадке сплава;
- обеспечивать получение отливок с поверхностью требуемой шероховатости и высокой точностью размеров, массы и конфигурации.

Для обсыпки слоя суспензии применяется кварцевый песок с размером зерен 200...400 мкм.

3.9.2 Приготовление суспензии

Для использования этилсиликата в качестве связующего его необходимо подвергнуть гидролизу, т.е. произвести замещение в эфирах этоксильных групп

гидроксильными ОН.

В гидролизере проводят гидролиз этилсиликата, воды, спирта путем перемешивания, реакция идет с выделением тепла. Температура гидролиза должна быть примерно 25–35 °С, при достижении температуры 35 °С открывается кран подачи воды для охлаждения, температура суспензии доводится до 18 – 20 °С. Для ускорения реакции добавляется соляная кислота и перемешивается в течение 45 минут.

Количество компонентов гидролиза на один литр ЭТС-40:

- этилсиликат ГОСТ 26371-84 – 1000 мл;
- вода дистиллированная ГОСТ 6709-72 – 125 мл;
- спирт этиловый ГОСТ 17299-85 – 2190 мл;
- кислота соляная ГОСТ 3118-77 – 12 мл;
- всего – 3327 мл.

После этого добавляется расчетное количество пылевидного кварца, и вводится серная кислота для нейтрализации железа и его окислов, опять перемешивают до однородности 30 минут. Вязкость раствора измеряют в секундах и проверяют вискозиметром ВЗ-4.

3.10 Изготовление литейных керамических форм

Формооболочка изготавливается по традиционной технологии – послойное нанесение суспензии на модельный блок с последующей обсыпкой и сушкой каждого слоя и включает в себя два слоя на основе этилсиликатного связующего (ЭТС-40) и два слоя жидкостекольной суспензии.

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

Собранный блок по конвейеру поступает в ванну 1-го слоя, после этого по контуру поступает в пескосып, где в кипящем слое обсыпается измельченным кварцевым песком (кипение за счет подаваемого сухого воздуха в коллектор пескосыпа). Время нахождения блока в ванне первого слоя – 20 секунд, время прохождения блока в пескосыпе первого слоя – 10 секунд. После этого блоки поступают в камеру сушки.

Во время сушки в оболочке происходят процессы:

- сушка – перенос растворителя из глубинных слоев на поверхность, испарение;
- гидролиз и поликонденсация – в пленках покрытия продолжается процесс гидролиза кремнийорганических полимеров влагой воздуха и протекают процессы поликонденсации полимеров по схеме: золь – студень – гель.

Происходит необратимое отверждение. Процесс длится примерно 3 часа при определенной температуре, влажности воздуха в камере сушки. Параметры процесса изготовления формооболочки представлены в таблице 3.1 [4].

Таблица 3.1 – Технологические параметры огнеупорных суспензий и воздушной среды в камерах сушки

Суспензия	Слой	Вязкость суспензии, сек	Температура суспензии	Параметры воздушной среды в камерах сушки	
				Температура	Относительная
Этилсиликатная суспензия	1	70 – 90	16 – 22	20 – 25	60 – 80
	2	45 – 60	16 – 22	20 – 25	60 – 80
Жидкостекольная суспензия	3	32 – 40	12 – 20	25 – 33	50
	4	32 – 40	12 – 20	25 – 33	50

После формообразования, модельный блок поступает в отделение вытопки модельного состава.

В качестве среды вытопки используется водный раствор хлористого кальция (на 1 м³ воды необходимо 100 кг хлористого кальция). Плотность раствора

должна соответствовать 120 – 140 г/л основного вещества. Температура раствора 100 °С. Время вытопки не менее 20 минут.

Блок воронкой вниз нанизывается на специальную подвеску движущегося конвейера и поступает в ванну вытопки, после расплавления модельного состава блок на этой же подвеске поступает в промывочный отсек, для промывки внутренних полостей формы используется вода, время промывки 1 - 2 минуты. Конечным продуктом является пустотелая разовая огнеупорная формооболочка с холодной прочностью 35 – 50 кг/см.

3.11 Прокалка, заливка и охлаждение форм

Керамические оболочки устанавливаются вручную на подвески конвейера; литниковые чаши оболочек для предохранения полости оболочки от засоров при формовке закрываются колпачком. Цепной конвейер транспортирует оболочки через газовую печь обжига. Прокалка при температуре 950 °С, в течении 20 – 25 минут, предназначена для удаления из формооболочек остатков модельного состава, влаги и всех веществ, которые при заливке металла могут сгореть и образовать в отливке газовые раковины.

Обожженные оболочки у выхода из печи пневматическим лифтом погружаются в желоб заливочной карусели, заполненный горячим песком, приводимым в псевдооживленное состояние продувкой снизу горячими газами. Потери песка возмещаются досыпанием его в желоб карусели из бункера.

Хорошо прокаленная оболочка имеет белый или розовый цвет. Внешний признак плохо прокаленной формы – темный от черного до серого в изломе из-за наличия в капиллярах формы сажистого углерода. Залитая, такая форма, дает отливки с раковинами на поверхности ввиду низкой газопроницаемости оболочки.

Температура форм контролируется термопреобразователем соединенным с потенциометром. Температура должна быть 600 – 750 °С, чем выше рабочая температура формы перед заливкой, тем меньший температурный удар она

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		72

испытывает и тем меньше вероятность ее разрушения. С другой стороны, происходит увеличение газоусадочных процессов.

Формы заливаются сразу после прокалки – в горячие формы, что способствует улучшению структуры отливок.

Для выплавки стали 20Л, примем печи ИСТ-0,16/0,25-ИЗ.

Главной частью индукционной печи является индуктор, выполненный в виде многовитковой спирали, изготовленной из медной водоохлаждаемой трубки. Состав для обмазки индуктора представлен в таблице 2.

Таблица 3.2 – Состав для обмазки индуктора

Компонент	Масса, кг	Объем, л
Глина огнеупорная НУ-1; НУ-2 ГОСТ 3594.0-93	5	3
К о		
Песок Кичигинский 5 03 ГОСТ 2138-91	20	13
Цемент глиноземистый ГЦ 40; ГЦ 50 ГОСТ 969-91	10	4

Всю плавку можно разделить на два периода: расплавление и доводка, причем продолжительность последнего обычно не превышает 30 мин.

При производстве стали 20Л применяются печи с кислой футеровкой. Для набивки тиглей печей используют материалы, представленные в таблице 3.3. В первые 5 – 6 минут мощность печи увеличивают постепенно. Затем мощность поднимают до максимальной, что способствует быстрому расплавления шихты. Шлак подобран таким образом, что он не смешивается с расплавленным металлом. Нагрев шлака в печи происходит от металла [2].

Таблица 3.3 – Состав футеровочной массы для набивки тиглей печей

Компонент	Массовая доля, %	Масса, кг	Объем, л
Жидкое стекло марки Б ГОСТ 13078-93	7,3	9,8	7
Маршалит марки Б ГОСТ 9077-82	35	37,5	25

К 0				
Песок Кичигинский 5	03	65	97,5	65
ГОСТ 2138-91				

Шлак наводится на протяжении всей плавки в соответствии с технологией, густой шлак удаляется, и зеркало металла присыпается шлакообразующей смесью (95 % кварцевого песка + 5 % борной кислоты). В печах вместимостью до 1 т. процесс идет очень быстро, поэтому окисляемость шихты низкая.

В кислых печах плавку ведут форсированно. Шихтовыми материалами служат возврат производства, электродный бой, стальной лом, ферросплавы.

После полного расплавления шихты снимается шлак и производится раскисление металла. Раскисляют сначала марганцем (Mn95), затем ферросилицием (ФС75). Температура металла замеряется вольфрамомолибденовой термопарой с потенциометром КСП-3, и должна быть 1580 – 1620 °С. Разливка осуществляется ковшом с кислой футеровкой и прокаленным в стенде при температуре 1000 °С автоматически. С каждой плавки заливается проба, для определения химического состава марки стали.

Межплавочный ремонт электропечей (заправка повреждённых участков футеровки на подине и стенах) и заправка их огнеупорным материалом, осуществляется вручную. Для набивки футеровки используется шаблон для футеровки и пневмомолоток с зубилом (он также используется и для удаления футеровки). Сушка и спекание кислой футеровки печи производится при нагруженной в тигель мелкой шихте (свежей или возврата).

Для футеровки ковшей используется тот же состав, что и для футеровки печей, но более увлажненный разведенным жидким стеклом: готовая масса должна после сжатия в руке не рассыпаться, но и не прилипать к ней. Набивка футеровки так же осуществляется вручную с помощью шаблона и ручной трамбовки. Операция осуществляется на участке футеровки.

Залитые формы поступают в охлаждающий конвейер для охлаждения, время охлаждения 12 минут, температура охлажденной отливки 150 – 200 °С. Если

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

химический состав соответствует нужному, то залитые блоки освобождаются, складываются в тары и электрокарой транспортируются на термообрубной участок.

3.12 Очистка, термообработка и обрубка отливок

Залитые блоки отливок передаются к электрогидравлической установке для отбивки керамики, далее отделение отливок от литниковой системы происходит на гидравлическом прессе, отливки по склизу попадают в лоток, а отходы керамики в систему утилизации.

Для остатков керамики применяется способ химической очистки в растворе едкого калия, при температуре кипения. Из барабана отливки поступают в тару, установленную под выпускным отверстием. Время очистки 1,5 часа.

Для придания металлу однородной мелкозернистой структуры и как следствие повышения его механических свойств, применяется термическая обработка – нормализация.

Нормализация на участке осуществляется в конвейерной печи с радиационным нагревом, при температуре 900 °С (+ 30 °С, – 20 °С), в качестве защитной атмосферы используется эндогаз.

Общее время нормализации составляет 2 часа 45 минут. Качество нормализации проверяется по излому свидетеля и сравниваемого с эталоном для данной марки стали, утвержденным главным металлургом. Отливки выходя из кожуха охлаждения по ленточному транспортеру, поступают в тару на контроль.

При нормализации на отливках может появиться сажистый налет или цвет побежалости, поэтому отливки необходимо подвергать пескоочистке. Для очистки литья применяется металлический песок марки СП-17 с размером зерна 0,8 мм по ГОСТ 11964-81. Очищенные отливки поступают на стол разборки, где производится сортировка по наименованиям.

3.13 Организация контроля

Организацией контроля качества отливок занимаются цеховые ОТК. Материалы проверяют ОТК склада, сверяя их с сопутствующими сертификатами.

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		75

В случае соответствия материалы допускаются в цех для использования. Если по каким-либо показателям материалы не соответствуют характеристикам, заданным в сертификате, их проверяют в лаборатории, после чего выдается заключение о возможности использования материалов в цеху.

Так же проводится периодическая проверка оснастки в лаборатории. Пресс-формы и контрольные приборы имеют свои тех. паспорта.

С помощью экспресс-лабораторий, имеющихся в цехе, проверяют хим. состав сплава перед разливкой и производят контроль на содержание вредных примесей.

Контроль качества отливок на финишных операциях осуществляют с помощью визуального контроля, так как отливки неотчетливого назначения.

При окончательном контроле отливок проверяют их размерную точность. Бракованные отливки используют в шихте в качестве возврата.

Контроль качества отливок осуществляется партиями, дабы избежать потерь времени, и сопровождаются маршрутным листом, в котором указываются основные результаты контроля, количество брака и т.д.

Процент брака определяется по общему количеству бракованных отливок, указанных в маршрутном листе.

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		76

4 ХИМИЧЕСКОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЖИДКОСТЕКОЛЬНЫХ СЛОЕВ КЕРАМИЧЕСКИХ ФОРМОБОЛОЧЕК

Этилсиликат является одним из наиболее дорогих связующих материалов, используемых в точном литье. Для снижения себестоимости изготовления формоболочек, а также экологической нагрузки в литейных цехах часто используют связующее на основе жидкого стекла, которое, к сожалению, без обработки специальными составами, ускоряющими отверждение и улучшающими свойства, не дает достаточной термостойкости и в ряде случаев является причиной брака отливок, изготавливаемых из высокотемпературных сплавов [13].

В связи с этим, наиболее перспективной представляется обработка нанесенных на выплавляемую модель жидкостекольных слоев упрочняющим раствором на основе АБФК. Водный раствор алюмоборфосфатного концентрата имеет значение водородного показателя (рН) в интервале 1...2, поэтому было решено испытать его как более качественный гелеобразователь жидкого стекла. Так как АБФК является веществом устойчивым к высоким температурам, он содействует образованию термоустойчивой керамической оболочки. Однако, при нагреве его до $T > 900^{\circ}\text{C}$ и последующем охлаждении, за счет уменьшения остаточной прочности с течением времени, что отражено на плакате 3, происходит разупрочнение связующей пленки и последующее за ним естественное разрушение формоболочки. Благодаря описанной особенности значительно упрощается очистка застывших и охлажденных отливок от остатков керамики, что в целом положительно влияет на течение всего технологического процесса, то есть ускоряет его и упрощает, что особенно актуально при использовании жидкостекольного связующего [13]. Благодаря этому свойству, можно сэкономить время на очистку отливок от остатков керамики, вследствие чего увеличится общая производительность цеха, уменьшатся расходы веществ на очистку керамики, а также повысятся экономические показатели.

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Подготовка водного раствора АБФК проста в осуществлении, не требует больших затрат времени, а сам получаемый раствор экологически безопасен и стабилен по свойствам во времени.

Из всего вышесказанного следует вывод, что закрепляющий раствор АБФК является идеально подходящим для обработки ЖСС с целью улучшения многих параметров формоболочек, однако встала необходимость, опять же с целью экономии и поиска оптимального решения, определения наиболее подходящих под технологию параметров обработки самих этих слоев ЖСС для лучшего закрепления. Для этого понадобилось провести исследование кинетики процессов гелеобразования в системе «слой суспензии – закрепляющий раствор» [13].

В целях лучшего внедрения технологии, было решено использовать модель из модельного состава МВС-15 применяемого на производстве, после чего сначала наносить два слоя этилсиликатной суспензии, с последующими операциями обсыпки и сушки, после чего наносилось ЖС покрытие с обсыпкой кварцевым песком для последующей обработки закрепляющим раствором. Перемешивали компоненты суспензии лабораторной мешалкой в течение 15...20 минут со скоростью вращения крыльчатки 3000 об/мин. Вязкость ЖС суспензии по ВЗ-4 составила 50...60 с.

Параллельно с процессом изготовления оболочки, приготовили несколько закрепляющих растворов с различным содержанием АБФК в интервале 20...50 %, смешивая его с водой.

При оценке кинетики процесса образования геля в системе «ЖСС – закрепляющий раствор», применялась установка для исследования кинетики отверждения слоев керамического покрытия. По ходу эксперименты был смоделирован тех. процесс изготовления формоболочки, после чего для лучшего отверждения жидкостекольных слоев наносились растворы с различным содержанием АБФК.

Так как процесс отверждения керамического покрытия влечет за собой изменение электрических параметров, степень отверждения нанесенного слоя определяется по формуле (14):

U

где U – начальное напряжение на резисторе, соответствующее моменту нанесения слоя;

U

– напряжение на резисторе в определенный момент времени;

U

– установившееся постоянное напряжение на резисторе, соответствующее полному затвердеванию слоя.

Значения U_n , U_t и U_p определялись на основе зависимости снимаемой на потенциометре КСП-4.

Результаты исследований представлены на плакате 1. Глядя на графики зависимостей становится ясно, что при низком содержании АБФК (менее 25 мас. %) практически не происходит изменения ускорения процесса затвердевания керамической оболочки. Однако, при слишком высокой концентрации АБФК происходит замедление процессов отверждения, за счет снижения эффективности гелеобразования ЖС. Если же обратить внимание на 2 и 3 кривые, то очевидным будет то, что при данных концентрациях АБФК достигается наименьшее время отверждения суспензии, причем сокращается в разы, по сравнению с базовой

технологией. Следовательно, концентрацию АБФК в закрепляющем растворе, равную 30...35 % следует считать оптимальной [13]. Все же следует стараться использовать концентрацию АБФК равную 35 %, так как среди всех остальных, такое содержание алюмоборфосфатного концентрата является лучшим по свойствам и характеристикам.

Для оптимизации технологического процесса проводились исследования по определению оптимального времени обработки закрепляющим раствором ($\tau_{обр}$) с концентрацией 30 % и 35 % на зависимость степени затвердевания жидкостекольных слоев от времени затвердевания (τ_z).

Так же было изучено влияние содержания АБФК на физико-механические свойства характеристики керамических оболочек. Проводились испытания на холодную и горячую прочность результаты исследований представлены на плакате 2.

Вывод: содержание АБФК 30...35 % является так же наиболее оптимальным для получения высоких горячей и холодной прочностей.

Так же на плакате 3 представлен график влияния содержания АБФК на остаточную прочность, из которого видно, что ниже остаточная прочность у образцов с обработкой АБФК, что положительно влияет на выбиваемость отливки из форм.

Так же результаты исследований на плакате 3 показывают насколько эффективнее разработанная технология относительно базовой, что безусловно положительно влияет на выбор в сторону данной технологии.

При производстве сложнопрофильных отливок разумнее изготавливать комбинированные формооболочки, то есть первые два слоя – ЭТС, другие два слоя – на жидкостекольном связующем с обработкой закрепляющим раствором АБФК.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Общая характеристика литейного цеха

Конструкция здания литейного цеха выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.00391 – ССБТ «Оборудование производственное». Реконструируемый цех представляет собой одноэтажное здание площадью в 8208 м². Здание цеха относится к каркасному типу. Несущий каркас состоит из железобетонных колонн, стоящих на фундаменте и связанных балками и фермами. Шаг наружных колонн составляет 6 м, внутренних – 18 м. Кровельное покрытие рубероидный ковер. Покрытие пола – стальные перфорированные плиты толщиной 1,53 см.

В соответствии с СНиП 118990 «Генеральные планы промышленных предприятий» с учетом их требований здание цеха расположено по отношению с ближайшими зданиями жилого комплекса и культурнобытового назначения с подветренной стороны по отношению к господствующим ветрам.

Реконструируемый цех точного литья согласно СанПиН 2.2.1/2.2.1.56796 «Санитарнозащитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» в зависимости от состава и количества выделяемых вредных веществ и условий технологического процесса относится к четвертому классу, санитарнозащитная зона 100 м.

Санитарногигиенические требования к вентиляции помещения выполняются по СНиП 2.04.0591 – «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Объем подаваемого воздуха в помещение цеха составляет не менее 60 м³/ч на одного работающего. В холодные переходные периоды года подаваемый в здание системами механической вентиляции воздух подогревается, а удаляемый местными отсосами воздух очищается перед выбросом в атмосферу.

По СНиП 210797 «Классификация зданий по степени огнестойкости, конструктивной и функциональной пожарной опасности», огнестойкость здания второй степени. Помещение проектируемого цеха по опасности поражения

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

электрическим током относится ко второму классу. В цехе установлены щиты с противопожарным инвентарем, ящики с песком, огнетушители.

Для сокращения ручного труда в цех установлены автоматические линии и промышленные манипуляторы, которые заменили человека на тяжелых, монотонных и вредных операциях.

Для транспортировки грузов предусмотрены сквозные проезды 4 м. Во всех отделениях есть проходы 2 м.

5.2 Анализ производственных и экологических опасностей

В соответствии с ГОСТ 12.0.00380 – ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы», в проектируемом цехе можно выделить следующие опасные и вредные производственные факторы, основными из которых являются: движущиеся машины и механизмы, различные подъемнотранспортные устройства, повышенная температура поверхности оборудования, пыль, выделение паров и газов, тепловой поток, избыточное выделение теплоты, повышенный уровень шума, вибрация, электромагнитные излучения, повышенное значение напряжения в электрических цепях.

5.3 Требования к помещениям

При проектировании литейного цеха была выбрана площадка на возвышенном месте. Глубина залегания грунтовых вод не менее 4...5 м. Расстояние между проектируемым цехом и другими цехами завода составляет не менее 20 м.

Объемно-планировочные решения выполнены с учетом минимальных площадей производственных помещений и в соответствии со СНиП II-90-81.

5.4 Безопасность труда в плавильно-заливочном отделении

К работам, связанным с ведением плавки металла, его разливке, а также выбивке и обрубке отливок не допускаются женщины.

Для защиты персонала отделения от тепловой и световой энергии применяется спецодежда: костюм суконный ГОСТ 12.4.045-87, очки ГОСТ Р 12.4.013-97, каска ГОСТ 12.4.091-80, ботинки кожаные ГОСТ 12.4.137-84, защитные щитки (ГОСТ

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82

12.4.011-89 ССБТ), рукавицы суконные ГОСТ 12.4.010-75 СИЗ, валенки ТВ ГОСТ 12.4.050-78 СИЗ, вачеги ГОСТ 12.4.010-75 СИЗ.

Для борьбы с тепловыми и газовыми выделениями выполнены следующие меры безопасности:

- над плавильными печами расположена приточно-вытяжная вентиляция;
- углубления перед печами для слива металла в ковши ограждены.

Газы проходят очистку и рассеиваются без превышения норм ПДК.

Так же газы высасываются в отдельные баки и используются повторно в качестве топлива при сжигании.

5.5 Безопасность труда в обрубном отделении

При проектировании технологических процессов для обеспечения безопасности предусмотрены следующие меры:

- устранение непосредственного контакта работающих с исходными материалами, заготовками, оказывающими опасное и вредное воздействие;
- комплексная механизация, автоматизация, технологических процессов и операций при наличии опасных и вредных производственных факторов;
- герметизация оборудования;
- применение средств защиты работающих.

5.6 Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. Регламентируется по ГОСТ Р 12.1.009-2009.

В качестве средств защиты от вредного воздействия тока в цехе предусмотрены:

- двойная изоляция;
- изоляция рабочего места;
- разделение электрической сети;

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		83

- защитное устройство, срабатывание которого предотвращает опасную ситуацию в условиях ненормальной работы оборудования;
- защитное экранирование.

5.7 Защита от вибрации

Выделяют следующие виды вибрации:

- общая;
- локальная.

Методы вибрационной защиты:

- методы, уменьшающие вибрацию воздействием на источник вибрации;
- методы, уменьшающие вибрацию на путях ее распространения от источника вибрации.

В проектируемом цехе выполнены следующие мероприятия по защите от вибрации, в соответствии с ГОСТ 12.4.046-78:

- установлено ограждение участка обработки отливок, высотой не менее 3 м;
- произведена установка упругих резиновых подкладок между броневыми плитами и несущими конструкциями в цехе;
- оборудование установлено на виброизоляционный фундамент;
- применяются методы активного и пассивного виброгашения.

СИЗ от вибрации для оператора:

- СИЗ рук (перчатки, вкладыши);
- СИЗ ног (обувь, наколенники);
- СИЗ тела (нагрудники, спец. костюмы).

5.8 Защита от шума

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 уровень звука в цехе не должен превышать допустимого уровня 80 дБА. Фактическое значение 60 дБА, условия труда допустимые, класс 2 по ГОСТ 2.2.2006-05.

СИЗ от шума по ГОСТ 12.4.051-87:

- противошумные наушники;

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

- противошумные вкладыши;
- противошумные шлемы.

Средства коллективной защиты от шума по ГОСТ 12.1.029-80:

- звукоизоляция;
- виброизоляция;
- виброизолирующие опоры;
- упругие прокладки;
- звукоизолирующие кабины и кожухи.

5.9 Запыленность, загазованность

На рабочего воздействуют вредные вещества. В таблице 5.1 представлены их ПДК, класс опасности и действие на организм по ГОСТ 12.1.005-88.

Таблица 5.1 – Предельно допустимые концентрации и классы опасности вредных веществ

Наименование	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественно агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
Аммиак	20	п	IV	Ф, А
СО	20	п	IV	О
Fe ₂ O ₃	6	п	III	Ф
NiO	0,05	а	I	К
SiO ₂	6	п	III	Ф, К
SO ₂	10	п	III	А

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

85

NO	5	п	III	О
NO ₂	2	п	III	О

Условные обозначения:

п – пары или газы;

а – аэрозоли;

О – вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе;

А – вещества, вызывающие аллергические реакции в производственных условиях;

К – канцерогены;

Ф – аэрозоли фиброгенного действия.

При проектировании предусмотрены следующие средства защиты:

– средства индивидуальной защиты органов дыхания(СИЗОД) в соответствии с ГОСТ 12.4.005-85;

– средства защиты работающих ГОСТ 12.4.011-89;

– респираторы ГОСТ 12.4.028-76.

Общеобменная вентиляция ГОСТ 12.4.021-75 обеспечивается вытяжкой через шахты на крыше. Приток воздуха направляется к рабочим местам в виде воздушных душей.

Для предотвращения попадания в атмосферу газа и пыли предусмотрен отсос газов во время плавки и в момент загрузки шихты в индукционную печь. Для удаления загрязненного воздуха над местом, где переливается металл из печей в раздаточные ковши, предусмотрен вытяжной зонт.

Газы SO₂, NO, NO₂ откачиваются в баки, где пропускаются через щелочной раствор КОН, после чего продукты реакций используются в сельскохозяйственной промышленности в качестве удобрений. Остальные газы возвращаются в тех процесс.

Пыль и другие твердые отходы по возможности делят на два вида: отходы, образующие безвозвратные потери и вторичные материальные ресурсы. В первом случае отходы утилизируют, делая захоронения на полигоне Полетаево. Во втором случае отходы подвергаются следующей обработке:

- сортировка;
- измельчение;
- промывка от загрязнений;
- сушка;
- смешивание со стабилизаторами и наполнителями и гранулирование;
- переработка полученного гранулята в изделия.

5.10 Вентиляция

В цехе вентиляция установлена на всех основных производственных участках. Например, для удаления паров этилсилката, над установками 662А установлены сразу две приточно-вытяжные вентиляции, которые соответствуют ГОСТу 12.4.021-75. Так же вентиляции предусмотрены над установками по выщелачиванию и термообработке, для удаления соответствующих вредных веществ.

Так же при помощи вентилирования помещений удаляются пыль и аэрозоли, отводится выделения теплоты от оборудования, снижается концентрация газов.

5.11 Пожарная безопасность

Главным документом, который определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и общие принципы обеспечения пожарной безопасности является федеральный закон ФЗ-123. Цель этого технического регламента – защита жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров.

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся:

- пламя и искры;
- тепловой поток;

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		87

- повышенная температура окружающей среды;
- повышенная концентрация токсичных продуктов горения;
- пониженная концентрация кислорода;
- снижение видимости в дыму.

Требования к способам обеспечения пожарной безопасности:

- предотвращение образования горючей среды;
- предотвращение образования источника зажигания в горючей среде.

Для выполнения вышеперечисленных требований предприняты следующие меры:

- применение изолированных отсеков, кабин;
- минимально возможное применение горючих материалов и веществ в технологии;
- механизация и автоматизация тех. процессов, связанных с обращением с горючими веществами;
- применением неискрящего инструмента при работе с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами;
- курение в цехе запрещено, для этого оборудованы специальные площадки за пределами цеха.

При проектировании данного цеха ему была присвоена категория Г – умеренная пожароопасность, исходя из СП 12.13130-2009. Пожарная безопасность обеспечивается системой пожарных кранов и щитов, что показано на чертеже 6, а также за счет нормативных разрывов между зданиями, сооружениями, сетями и коммуникациями. В случае пожара предусмотрен подъезд к цеху пожарных машин.

Для ликвидации начинающихся очагов пожара силами рабочих и служащих вся территория цеха обеспечена первичными средствами пожаротушения. Первичные средства пожаротушения: внутренние пожарные краны, ручные огнетушители, гидropульты.

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

Средства тушения загораний и пожаров: внутренние пожарные краны, огнетушители, песок.

Эвакуация производственного персонала с любого участка цеха осуществляется через выходы из помещения цеха. При нахождении работающего на высотных отметках цеха необходимо эвакуироваться на нулевой уровень по лестницам (СНиП 21.01-97 – пожарная безопасность зданий и сооружений).

Также предусмотрена автоматическая сигнализация (НПБ 110-99 Автоматизированные установки пожаротушения и сигнализация).

5.12 Охрана окружающей среды

Существует система стандартов по охране природной окружающей среды, с присвоенным номером 17. Эта система включает в себя:

- ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера;
- ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы. Атмосфера;
- ГОСТ 17.4.2.01-81 Охрана природы. Почвы и так далее.

Так же существует ФЗ-7 «Об охране окружающей среды», который регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле, в пределах территории Российской Федерации, а также на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации.

5.12.1 Загрязнение биосферы.

Основные вещества, загрязняющие атмосферу, делят на две группы: газы и твердые частицы.

Способы борьбы:

- производится очистка газов от вредных веществ (с помощью центробежных фильтров типа «циклон» или скрубберов);
- рассеиваются вредные вещества до концентрации меньше ПДК [12];

– так же в цехе применяются экологически безопасные технологии, например, использование АБФК.

5.12.2 Очистка сточных вод.

Основными загрязнителями сточных вод являются песок, окалины, пыль. Для очистки стоков применяют механические, химические и физико-химические методы. Дополнительно используются термические методы, приводящие к ликвидации сточных вод, а также методы закачки сточных вод в подземные горизонты и их захоронению. При очистке сточных вод всегда применяется сначала механический метод очистки, а затем минимум 1 – 2 физико-химических.

Методы очистки сточных вод и применяемое оборудование:

- отстаивание (горизонтальные, вертикальные, радиальные отстойники);
- очистка от грубодисперсных нерастворимых веществ (жироуловители, песколовки);
- коагуляционные и флотационные;
- мембранные;
- деминерализация.

Методы механической очистки позволяют обычно выделить частицы крупнее 10...50 мкм.

После очистки воды остается шлам. Щелочные шламовые отходы используются для получения жидкого стекла или шлакощелочных цементов, щелочные стоки используются для затворения шлакощелочного бетона, шламы возможно использовать как освежительный компонент при регенерации формовочной смеси, но для этого помимо сушки, шлам подвергают нейтрализации.

5.13 Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации

ГОСТ Р 22.0.02-2016 устанавливает термины и определения основных понятий в области безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы,

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		90

стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Обязанности организации по защите от ЧС в соответствии с ФЗ-68:

- планирование и осуществление необходимых мер по защите работников организаций и подведомственных объектов производственного назначения от ЧС;
- планирование и проведение мероприятий по увеличению устойчивости работы организации и обеспечению жизнедеятельности работников организации в ЧС;
- обеспечение создания, подготовки и поддержания в готовности к применению сил и средств предупреждения и ликвидации ЧС, осуществление подготовки работников организаций по защите от ЧС;
- создание и поддержка в постоянной готовности систем оповещения о ЧС;
- проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ на подведомственных объектах производственного и социального назначения и на прилегающих территориях в соответствии с планами действий по предупреждению и ликвидации ЧС;
- финансирование мероприятий по защите работников организаций и подведомственных объектов производственного и социального назначения от ЧС;
- создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- предоставление информации и оповещение работников организаций об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций;
- предоставление федеральному органу исполнительной власти, уполномоченному на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, участков для установки специальных технических средств оповещения и информирования населения в местах массового пребывания людей, осуществление в установленном порядке распространение информации в целях своевременного оповещения и информирования населения о

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

чрезвычайных ситуациях, подготовка работников по защите от ЧС путем предоставления и использования имеющихся у организаций технических устройств.

Руководитель организации, на территории которой может возникнуть или возникла чрезвычайная ситуация, вводит режим повышенной готовности или чрезвычайной ситуации для органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и принимает решение об установлении уровня реагирования и о введении дополнительных мер по защите от чрезвычайной ситуации работников данной организации и иных граждан, находящихся на ее территории.

Гражданская оборона – система мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера.

Мероприятия по гражданской обороне – организационные и специальные действия, осуществляемые в области гражданской обороны в соответствии с федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Организации в пределах своих полномочий:

- планируют и организуют проведение мероприятий по гражданской обороне;
- проводят мероприятия по поддержанию своего устойчивого функционирования в военное время;
- осуществляют подготовку своих работников в области гражданской обороны;
- создают и содержат в целях гражданской обороны запасы материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств.

					<i>ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		92

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении данной ВКР был спроектирован цех точного литья, на основе базового цеха ООО «ЧТЗ-Уралтрак», но отличающийся по типу, количеству и занимаемым площадям выбранного оборудования, общей компоновке цеха и имеющий ряд преимуществ относительно базового, например, большая мобильность за счет удобства расположения кранов, меньшие расстояния транспортировки во время течения тех. процесса, большая автоматизация цеха.

После проектирования цеха, на нем была испытана технология изготовления отливки-представителя «Рычаг», с пошаговым выполнением всех технологических операций, применяемых в цеху. Итогом данного испытания послужила полученная качественная отливка.

Так же с целью усовершенствования технологии производства было решено внедрить прогрессивный метод изготовления керамической оболочки и использованием закрепляющего раствора АБФК. Данный метод позволил существенно сократить время сушки модельных блоков, повысить экологичность процесса, уменьшить затраты, а также улучшить выбиваемость керамических форм, за счёт уменьшения их остаточной прочности, что показано на плакате 3.

Принятые решение в целом позволили улучшить условия труда, за счёт автоматизации производства, свести ручной труд к минимуму, уменьшить брак, сократить время некоторых операций, повысить общую скорость выполнения тех. процесса, а заодно и общую производительность цеха, что положительно скажется на экономической целесообразности и рентабельности введения данного цеха в эксплуатацию.

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектирование и реконструкция литейных цехов : учебное пособие к выполнению дипломного проекта / Б. А. Кулаков [и др.]. – Челябинск : ЮУрГУ, 2001. – 144 с., ил.
2. Шкленник, Я. И. Литье по выплавляемым моделям / Я. И. Шкленник. – М. : Машиностроение, 1984. – 408 с., ил.
3. Логинов, И.З. Проектирование литейных цехов / И. З. Логинов. – М. : Высшая школа, 1975. – 320 с., ил.
4. Рыбальченко, Н. А. Проектирования литейных цехов / Н. А. Рыбальченко. – Харьков, 1965. – 250 с., ил.
5. Сафронов, В. Я. Справочник по литейному оборудованию / В.Я. Сафронов. – М. : Машиностроение, 1985. – 320 с., ил.
6. Козлов, Л. Я. Производство стальных отливок / Л. Я. Козлов. – М. : МИСиС, 2003. – 352 с., ил.
7. Степанов, Ю.А. Технология литейного производства: специальные виды литья / Ю. А. Степанов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1983. – 287 с., ил.
8. Кулаков, Б.А. Производство отливок из сплавов цветных металлов. Специальные способы литья: учебное пособие / Б. А. Кулаков, В. К. Дубровин, О. В. Ивочкина – Челябинск : ЮУрГУ, 2000. – 105 с.
9. Специальные способы литья: справочник / В. А. Ефимов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1991. – 436 с., ил.
10. Вопросы теории и технологии литейных процессов : сб. ст. / В.М. Александрова – Челябинск : ЧГТУ, 1991 –159 с., ил.
11. Безопасность технологических процессов и производств : учебное пособие для вузов / П.П. Кукин [и др.]. – М. : Высшая школа, 2001. – 319 с., ил.
12. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В. Белов [и др.]. – М. : Высшая школа, 1999. – 448 с., ил.

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

13. Знаменский, Л. Г. Процессы ускоренного формообразования в литье по выплавляемым моделям / Л. Г. Знаменский, А. С. Варламов. – Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. – 245 с.

14. 49th Census of World Casting Production // Modern Casting. – 2015. – December.

					ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

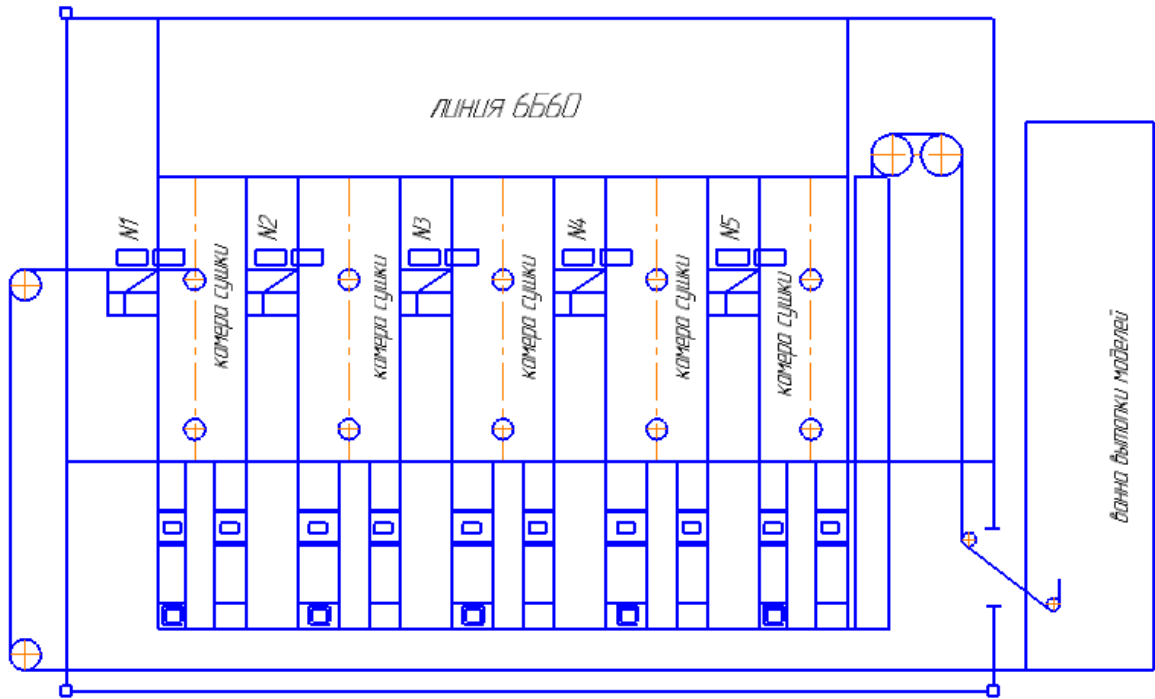
ПРИЛОЖЕНИЯ
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Расчет шихты для стали 20Л на ЭВМ

Расчет шихты в Microsoft Excel											Расчет выполнил студент гр. П- 242	
Компоненты оптимизированной шихты для выплавки чугуна											Лаврентьев Д.С. Дата: 23.04.19	
X1,%	X2,%	X3,%	X4,%	X5,%	X6,%	X7,%	X8,%	X9,%	X10,%	X11,%	X12,%	
46.370	15.130	38.000	0.400	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Минимальная стоимость 1т шихты							16160.80	руб				
										Ограничения по хим.составу		
										max	normal	min
							C	0.19	0.24283	0.28		
							Si	0.2	0.38763	0.52		
							Mn	0.4375	0.92119	1.125		
							S	0	0.02765	0.045		
							P	0	0.02771	0.04		
							O	0	0	0		
							O	0	0	0		
X1	20Л											
X2	Жчк-7											
X3	2А											
X4	Мн95											
X5	ФС75											

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Схема линии 6Б60



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220402.2019.141.00.ПЗ

Лист

97