

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

Технология изготовления отливки «Вилка».

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К КУРСОВОЙ РАБОТЕ  
по дисциплине  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

ЮУрГУ-150400.2017.399.00.ПЗ КР

Нормоконтролер  
Ердаков И.Н.

«\_\_»\_\_\_\_\_2017г.

Руководитель проекта  
Ердаков И.Н.

«\_\_»\_\_\_\_\_2017г.

Автор проекта  
студент группы  
П-437

Д.С. Лаврентьев

«\_\_»\_\_\_\_\_2017г.

Проект защищен с оценкой

\_\_\_\_\_2017г.  
«\_\_»\_\_\_\_\_

## АННОТАЦИЯ

Лаврентьев Д.С., Литейные технологии производства стальной отливки «Вилка» из стали 25Л. Челябинск, ЮУрГУ. П-437, 2017г, 47 с., 4 чертежа ф. А1, 1 плакат, библиографический список – 6 наименований.

В дипломном проекте разработан технологический процесс изготовления отливки «Вилка» из стали 25Л ГОСТ 977-88 в соответствии с техническими требованиями на литую деталь. После анализа технологичности отливки предложено изготовление отливки «Вилка» в разовую песчаную форму. Формы изготавливают по технологии безопочной формовки из холоднотвердеющих смесей.

Для изготовления стержней используется Cold-box-amin процесс. Процесс основан на использовании в качестве связующих материалов синтетических смол, способных отверждаться при комнатной температуре за счет продувки метилформиатом.

Разработаны и рассчитаны элементы литейной формы, выбран состав формовочных и стержневых смесей, определен состав шихты и технология плавки стали. Особое внимание уделено расчету литниково-питающей системы.

Также дипломный проект содержит главу безопасность жизнедеятельности.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220302.2017.401.00.ПЗ

Лист

2

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ .....	5
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ .....	13
2.1 ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАССМАТРИВАЕМОЙ ДЕТАЛИ ....	13
2.2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ .....	14
2.3 ВЫБОР СПОСОБА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ.....	14
2.4 ВЫБОР ПОЛОЖЕНИЯ ОТЛИВКИ В ФОРМЕ В ПЕРИОД ЗАЛИВКИ. ....	15
2.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ РАЗЪЕМА ФОРМЫ.....	15
2.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ .....	16
2.7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМОВОЧНЫХ УКЛОНОВ И РАДИУСОВ ЗАКРУГЛЕНИЯ .....	17
2.8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ СТЕРЖНЕВЫХ ЗНАКОВ.....	17
2.9 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИБЫЛИ .....	18
2.10 ВЫБОР ТИПОРАЗМЕРА ОПОК .....	19
2.11 РАСЧЕТ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ .....	19
2.12 ВЫБОР СОСТАВА ФОРМОВОЧНЫХ И СТЕРЖНЕВЫХ СМЕСЕЙ.....	22
2.13 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И ЗАЛИВКИ ФОРМ.....	25
2.14 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАБАРИТОВ ОПОК И РАСЧЕТ МАССЫ ГРУЗА.....	26
2.15 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБРУБКИ, ОЧИСТКИ И ОКРАСКИ ОТЛИВОК.....	26
2.16 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВА ОТЛИВКИ .....	27
3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	28
3.1 СТРУКТУРА ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА.....	28
3.2 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В СМЕСЕПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЯХ .....	30
3.3 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В ФОРМОВОЧНЫХ И СТЕРЖНЕВЫХ ОТДЕЛЕНИЯХ. ....	31
3.4 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В ПЛАВИЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЯХ.....	32
3.5 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В ОТДЕЛЕНИЯХ ЗАЛИВКИ ФОРМ .....	34
3.6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА НА УЧАСТКАХ ОХЛАЖДЕНИЯ, ВЫБИВКИ, ОБРУБКИ И ОЧИСТКИ ОТЛИВОК .....	34
3.7 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ .....	35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	36
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	37
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ А. РАСЧЕТ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	38

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## ВВЕДЕНИЕ

Под литейным производством понимают способ изготовления отливок, заключающийся в приготовлении расплава требуемого химического состава, и его заливке в заранее подготовленную форму, имеющую полость, формирующую внешнюю и внутреннюю поверхность будущего изделия.

В настоящее время существует большое количество способов литья. Выбор способа изготовления отливки зависит от многих факторов: вида сплава, массы отливки, объемов производства, конфигурации отливки и др. Каждый способ литья имеет свои ограничительные технические возможности, поэтому необходимо, исходя из заданных параметров производства отливки, выбирать наиболее подходящий способ.

В данной работе представлена технология изготовления отливки «Вилка». Она выполняется из стали 25Л по ГОСТ 977-88, имеющей хорошие литейные свойства (хорошая жидкотекучесть). Преобладающее количество отливок из стали изготавливают в песчаных формах, с применением прибылей. На структуру и механические свойства стали влияют её химический состав и скорость охлаждения отливки в форме, а также проведенная после затвердевания термообработка. Например, сера оказывает вредное влияние на пластичность, ударную вязкость, свариваемость и качество поверхности сталей, а также повышенное содержание серы приводит к красноломкости, с увеличением содержания фосфора в сталях их пластичность и ударная вязкость снижается и повышается склонность к хладноломкости, но повышается прочность.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

# 1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Литейное производство является одним из основных видов заготовительной базы машиностроения, его развитие зависит от уровня машиностроительного комплекса в целом и наоборот, качество и стоимость продукции литейного производства во многом определяет конкурентоспособность отечественного машиностроения на международном рынке. Общее количество предприятий, входящих в машиностроительный комплекс России, составляет около 7500 единиц. Доля машиностроения в общем промышленном выпуске продукции составляет величину, порядка 20 %. Проблемам машиностроительного комплекса России посвящено большое количество публикаций в различных изданиях. За последние десять-пятнадцать лет масштабы и темпы технического и технологического переоснащения (модернизации) машиностроительных мощностей были недопустимо низкими. Это касается практически всех отраслей машиностроения. По данным Счётной палаты РФ износ основных фондов российской промышленности составляет 80 % («Известия», №231 (28246), 9 декабря 2010 года). В результате конкурентоспособность продукции на международном рынке неуклонно падает из-за низкого качества изделий и машин. Даже внутренний спрос на комплектующие изделия удовлетворяется с большим процентом брака, из-за чего значительно возрастают производственные издержки и цена конечной продукции машиностроения. Литейное производство страны многие годы находилось и находится в настоящее время в сложных экономических условиях: в стране остро проявляется кризис государственной промышленной политики и инвестиционной системы. Значительные глубина и продолжительность кризиса привели к тяжёлым, а в ряде случаев к катастрофическим последствиям для целых научно-технических направлений, отраслевых исследовательских и проектных институтов, больших и малых предприятий этой важной отрасли.

В таких условиях консолидация научных сил, бизнеса и финансовых структур, использование производственного потенциала, формирование инновационной политики, решение проблемы подготовки кадров стали насущной задачей экономической и промышленной политики государства и производственных предприятий, заботой учёных и специалистов, научных организаций и учебных заведений. Можно сказать, что в настоящее время стоит задача возрождения литейного производства как отрасли промышленности на современном мировом уровне с использованием новейшего оборудования и передовых технологий. Проблемы литейного производства регулярно и глубоко анализируются, и обсуждаются на съездах литейщиков России, различных форумах и в периодической печати[1].

Понимая возможные последствия тяжёлого положения литейного производства, научное и промышленное сообщество страны пытается разработать и организовать комплекс мероприятий по созданию современных технологий и оборудования для возрождения литейного производства. Например, для отечественного станкостроения, которое в настоящее время утратило своё положение и значение как самостоятельная отрасль машиностроения (в качестве производства средств производства), руководители Российской Ассоциации «Станкоинстру-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

мент» и компания ЗАО «Литаформ», г. Москва, подготовили и пытаются реализовать предложение на инновационный комплекс работ по решению научно-технической проблемы: «Разработка новых гибких технологий и создание автоматического оборудования и линий нового третьего поколения для производства точных, сложных и экономичных отливок с повышенными эксплуатационными свойствами по современным и перспективным требованиям машиностроения». Во многом усилиями этих двух организаций, а также сообщества станкостроителей России Правительством страны принята Федеральная целевая программа, согласно которой 23 миллиарда рублей будет выделено на поддержку отечественного станкостроения. Однако отсутствие должного внимания и организационной помощи со стороны государства реализация Программы встречает серьезные трудности.

Важной проблемой в экономике страны является отсутствие внятной, системной, последовательной и всесторонне обеспеченной промышленной политики государства. Первоочередной задачей государства и всего промышленного сообщества должно стать восстановление взаимного доверия и организация эффективного взаимодействия государственных органов власти, промышленного сообщества и бизнеса. Необходимо отметить, что в нашей стране никто не занимается решением проблем стратегических отраслей промышленности и машиностроения на системном уровне. А без организации и реализации такого подхода со стороны государства, без инициативы с его стороны и без его системной поддержки сдвинуть с мёртвой точки процесс возрождения промышленности, то есть направить его в русло модернизации и внедрения инноваций, не получится. Именно государство должно взять на себя бремя организации возрождения промышленного потенциала страны, потому что оно в течение 20 последних лет допускало его деградацию, уповая на силу рыночных механизмов. Рынок сам ничего не сможет отрегулировать, особенно у нас в России в условиях слабости институтов гражданского общества и активного противодействия чиновничьего аппарата всех уровней выполнению законов, указов президента, постановлений правительства. Либеральная экономика в виде западной её модели без учёта особенностей российских условий, менталитета нашего общества, не может быть эффективной. Отметим также низкую активность и ограниченные возможности владельцев и руководителей промышленных предприятий в деле модернизации производственного и технологического потенциала, своих заводов, конструкторских и технологических подразделений, служб маркетинга, закупок и продаж, подбора и подготовки кадров. До настоящего времени на предприятиях недостаточно уделяется внимания внедрению и постоянной поддержке современных систем менеджмента качества. Современное литейное производство (как и любой вид металлообработки для изготовления и поставки, комплектующих в машиностроительные сборочные цеха или предприятия) характеризуется следующими качественными признаками:

- все отрасли машиностроения в своём технологическом процессе изготовления конечной продукции обязательно имеют литьё в качестве комплектующих изделий;
- каждая отрасль машиностроения и их виды продукции предъявляют свои, различные, а зачастую противоположные, требования по оборудованию и виду

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

технологии литья, необходимой для производства тех или иных комплектующих изделий. Количество современных технологий точного фасонного литья (сложных по конструкции и тонкостенных деталей), не требующего последующей механической обработки, и соответствующего оборудования весьма велико;

- количество литья, не требующего высокой точности изготовления деталей, также достаточно велико. При этом обязательно применение механической обработки литых заготовок;
- современный мировой уровень литейного производства основан на применении автоматизированного процесса подготовки и реализации той или иной технологии литья (особенно для массового производства деталей). Широко применяются 3-D моделирование, прототипирование, обрабатывающие центры для изготовления оснастки без участия человека, роботизированные линии и другое оборудование;
- наряду с использованием новейшего оборудования, внедрение и постоянная поддержка современных систем менеджмента качества должны обеспечить низкий процент брака, снизить потребление энергии и минимизировать стоимость изготовления литейной продукции.

Санкт-Петербург до настоящего времени остаётся одним из главных промышленных центров России. Традиционно сильным регионом город представлен многими машиностроительными отраслями: транспортной, энергетической (в том числе, атомной), судостроительной, космической, авиационной и другими. К сожалению, в последнее десятилетие город утрачивает ранее завоеванные позиции. Удельный вес занятых в обрабатывающей промышленности снизился с 20 % в 2000 году до 14 % в 2010 году, это около 350 тыс. человек. Начиная с 2000 года, постоянно сокращается численность работников, выполняющих научные исследования и разработки – с 98 тыс. в 2000 году до 80 тысяч в 2010 году. Сократилась доля Петербурга в общероссийской численности кандидатов наук с 15,5 % в начале 90-х годов до 11 %, а докторов наук с 15 % до 12,5 % в настоящее время. Уменьшается доля высокотехнологичной и наукоемкой продукции. Модернизация и инновационное развитие в городе не стало приоритетом развития его промышленности. Об этом говорит соотношение экспорта и импорта высокотехнологичной и наукоемкой продукции в машиностроении. Экспорт – 1,3 млрд. долларов, импорт – в 10 раз больше – 13,8 млрд. Падает инвестиционный потенциал. По оперативным данным статистики в 2011 году темп роста инвестиций составил 82 %, а для решения стратегических задач модернизационного развития ученые и специалисты считают, что ежегодный темп роста инвестиций должен быть на уровне 115...120%.

Как было сказано выше, литейное производство непосредственно зависит от состояния машиностроительного комплекса в стране и в городе. В настоящее время оно характеризуется слабым темпом модернизации, внедрения современных эффективных оборудования и технологий литья, систем менеджмента качества и разработки стандартов и технических регламентов. Остро стоит проблема кадрового обеспечения, нет достаточного пополнения молодыми литейщиками, станочниками, слесарями-инструментальщиками, инженерами – конструкторами и технологами.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжается процесс закрытия литейных производств, например, на Машиностроительном заводе «Арсенал», в трудном положении находится литейное производство ОАО «Петросталь» (Холдинговая компания «Кировский завод»). Кроме сказанного, отметим, что литейное производство в городе обеспечивает потребности в выполнении мелкосерийных и единичных заказов (такова в городе структура машиностроительных отраслей промышленности), объём которых явно недостаточен для загрузки имеющихся мощностей.

К сожалению, в городе не существуют литейные предприятия, способные выполнять заказы по крупносерийному и массовому производству комплектующих изделий. Такая задача снова (после советского периода массового производства тракторов на Кировском заводе) стала актуальной в последние годы в связи с необходимостью реализации новой стратегии развития отечественного автомобилестроения. В соответствии с этой стратегией действующие сборочные производства зарубежных марок автомобилей (в городе работают пять заводов и три новые строятся) обязаны обеспечить полный производственный цикл выпуска готовых автомобилей. Полный цикл требует локализации производства комплектующих изделий не менее 60 % стоимости автомобиля.

В перечне комплектующих изделий для локализации их изготовления на отечественных заводах – поставщиках достойное место могут занять высококачественные изделия, требующие литейных технологий изготовления. Таковых деталей в составе автомобиля насчитывается порядка 35 % от веса автомобиля (детали двигателя, ходовой части и др.). Отметим также, что в настоящее время к нам поступает достаточное количество заказов от зарубежных партнёров на изготовление литья для грузовых автомобилей. Однако разместить эти заказы на доступных нам отечественных литейно-механических заводах не представляется возможным из-за неприемлемого соотношения цена-качество на предлагаемые виды продукции. Кроме указанных потребителей литья для автомобильной отрасли существует весьма ёмкий вторичный рынок запасных частей для эксплуатируемого парка автомобилей. На основании сказанного можно утверждать, что существует настоятельная потребность в развитии сети современных небольших заводов – поставщиков литья для автомобильных отечественных и зарубежных производств, а также для вторичного рынка.

В качестве положительного примера развития литейно-механического производства можно привести ОАО «Армалит-1» (основной вид продукции – судовая арматура), в котором введён в строй действующих новый современный цех механической обработки металлов, обладающей высокой эффективностью и качеством изготовления деталей. Необходимо сказать, что ОАО «Армалит-1» нуждается в серьёзной модернизации своих литейных мощностей, а возможно, в создании нового современного высокоэффективного литейного цеха. По имеющимся данным владельцы и руководители этого предприятия планируют осуществить масштабную модернизацию литейного производства.

Другой положительный пример – ООО «ОМЗ – Литейное производство», где произведена частичная модернизация мощностей и продолжается перевооружение основных литейных комплексов. Этот завод выполняет заказы по изготовлению крупных стальных отливок, в том числе, международные, например, для мощных грузовых автомобилей марки «БЕЛАЗ». Однако оба наших завода нуж-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



даются в стабильных и объёмных заказах, которые смогли бы обеспечить высокую экономическую эффективность своей работы. Перспективы развития литейного производства целесообразно, по нашему мнению, реализовать в следующих направлениях:

- в настоящее время существует ряд Федеральных и Региональных целевых программ развития промышленного потенциала России, в том числе, машиностроения. Создать специальную всеобъемлющую программу развития литейного производства на этом уровне, скорее всего, не представляется возможным. Поэтому целесообразно предусматривать возможность модернизации литейных заводов и цехов;
- в нашей стране работают несколько государственных корпораций (машиностроения, судостроения, авиастроения и др.), в рамках которых возможна разработка и реализация программ и подпрограмм развития соответствующих литейных производств, увязанных с потребностями той или иной выпускаемой продукции;
- в 1990-е годы в России получило развитие движение по созданию сети технопарков (в том числе, индустриальных) как базы для осуществления модернизации промышленного потенциала и инновационного его развития. Многие годы — это движение не получало должной реализации, как это было обеспечено во многих зарубежных странах. Основной причиной такого положения дел было отсутствие необходимой инфраструктуры — не было бизнес-инкубаторов, организаций бизнес-ангелов (инвестиционные компании), инвестиционных фондов, консалтинговых и инжиниринговых компаний, а также профильных специалистов. Кроме того, органы государственной власти не осуществляли необходимой координирующей деятельности в этом направлении, а предприятия и предприниматели — возможные клиенты подобной инфраструктуры не проявляли необходимой активности в реализации своих инновационных разработок. В настоящее время все элементы такой инфраструктуры созданы и развиваются в нашей стране. Поэтому можно утверждать, что имеется возможность строить сеть литейных производств, на основе технопарков с базовым заводом и рядом обеспечивающих служб;
- в последние годы в стране активно развиваются новые для нашей экономики формы кооперации промышленных предприятий, а именно отраслевые кластеры, которые широко представлены во многих зарубежных странах. Формирование отраслевых кластеров призвано осуществить взаимопомощь в реализации поддержки и развитии производственного потенциала членов кластера. В Санкт-Петербурге уже создано семь кластерных отраслевых объединений (машиностроения и металлообработки, фармацевтический, судостроения, авиакосмического приборостроения и другие). Суть взаимопомощи можно пояснить на примере кластера машиностроения и металлообработки, который выступил (совместно с Союзом промышленников и предпринимателей СПб) инициатором создания Центра коллективного доступа — промышленной площадки, обеспеченной новейшими видами станков и оборудования, где возможно выполнять заказы по качественной механической обработке деталей и по доступной цене. Центр создан на базе ОАО «Звезда» с организационной и финансовой помощью Правительства города. Конечно, многие организационные и юридические вопросы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

взаимодействия Центром и клиентами должны быть решены в процессе повседневной деятельности заинтересованных участников. Во всяком случае, подобный подход к делу необходимо рассматривать в качестве положительного прецедента в поиске новых форм развития институтов гражданского общества в промышленном сообществе и бизнесе;

- в последние годы многие зарубежные различных стран компании проявляют значительный интерес к российскому промышленному и машиностроительному рынку, в том числе, в области создания у нас совместных предприятий по производству комплектующих изделий. Например, корейская компания “Hyundai”, открывшая в городе сборочное производство своих автомобилей, сразу же строит для него ряд своих производств – поставщиков комплектующих изделий. Хорошими примерами развития отечественной промышленности можно считать создание двух совместных производств, а именно:

- завод «Оптоган» по выпуску современных энергосберегающих осветительных приборов;

- завод по обработке листового металла, созданный совместными усилиями зарубежной компании «Магна» и Магнитогорского металлургического комбината на базе петербургской компании «Интеркос-IV».

Определённый интерес к возможности создания совместных предприятий проявляют бизнесмены Финляндии, Германии, Прибалтийских стран и других. Хочется надеяться, что отечественные промышленники и предприниматели проявят заинтересованность и активность в этом перспективном направлении развития бизнеса.

- переоснащение литейных мощностей на предприятиях страны (в том числе, оборонных отраслей промышленности) происходит и должен происходить также за счёт собственных и привлечённых инвестиций отдельных компаний. Однако этот процесс не стал массовым, способным существенным образом повлиять на перевооружение и выведение машиностроения страны на стратегический конкурентный уровень отечественного машиностроения для завоевания значительной доли мирового рынка. Тем более что переоснащение заводов происходит, в основном, за счёт закупки зарубежного оборудования, что не стимулирует развитие собственной конструкторской и технологической базы научных и проектных институтов России.

Одним из основных направлений развития литейного производства является реконструкция литейных цехов и заводов на базе новых технологических процессов и материалов, перспективного оборудования. Основной целью реконструкции является расширение объемов производства, повышение качества продукции, отвечающего современным требованиям заказчика, улучшение экологической ситуации и условий труда. При проведении реконструкции; требуется глубокое изучение рынка сбыта продукции, анализ современных технологических процессов, оборудования и материалов, разработка оптимальной технологической планировки и расстановки оборудования, разработка рабочего проекта. По технологическому и рабочему проектированию нужны квалифицированные специалисты. К сожалению, сегодня в России ограниченное количество организаций, способных полностью взять на себя технологическое и рабочее проекти-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

рование цеха или участка. Поэтому создаются творческие группы специалистов и организации, выполняющих данного рода работы.

В настоящее время в России имеется три завода, которые производят литейное оборудование: ОАО «Сиблитмаш», ОАО «Амурлитмаш», ОАО «Литмашприбор», г. Усмань. В ближайшие 5 лет не планируется создание новых заводов для производства оборудования для литейного производства. Упомянутые 3 завода расширили номенклатуру выпускаемого оборудования. Однако они не удовлетворяют потребности литейных цехов и заводов. В России не производится следующее оборудование:

- автоматические и механизированные линии для изготовления без опочных форм из песчано-глинистых и холоднотвердеющих смесей;
- машины для изготовления литейных стержней по горячей и холодной оснастке;
- оборудование для покраски литейных форм;
- кокильные машины;
- машины для литья под низким давлением;
- машины для центробежного литья;
- индукционные печи средней частоты емкостью более 6 тонн для выплавки чугуна и стали;
- смесители периодического и непрерывного действия для приготовления холоднотвердеющих смесей производительностью более 10 т/ч;
- оборудование для регенерации холоднотвердеющих смесей.

Формовочные машины в России изготавливает ОАО «Сиблитмаш», ОАО «Литмашприбор», г. Усмань, в Беларуси - институт «БЕЛНИИЛИТ». Зарубежное формовочное оборудование закупается у фирм: «Диса» (Дания), «ХВС», «Кюн-кель Вагнер» (Германия), «Савели» (Италия) и др. [2]

Прогрессивным является технологический процесс изготовления опочных и без опочных форм и стержней на базе холоднотвердеющих смесей.

В настоящее время эти процессы развиваются в следующих направлениях: Колд-бокс-амин-процесс на базе фенольно-изоцианатного связующего с продувкой триэтиламином, триметиламином, диметилэтиламином; Резол-СО<sub>2</sub>-процесс на базе фенольной смолы типа «Экофен» с продувкой углекислым газом; Альфа-сет- процесс на базе щелочной смолы фенольного класса отвердителей на основе смеси органических эфиров; Бета-сет-процесс на базе фенольной щелочной смолы и продувкой газообразным метилформиатом.

Для освоения технологии изготовления форм и стержней из ХТС требуется следующее оборудование: смесители, вибростолы, кантователи, протяжные устройства, оборудование для покраски и сушки, газогенераторы, нейтрализаторы, оборудование для выбивки форм и очистки отливок. После выбивки смеси целесообразно регенерировать с применением механических, термических или смешанных методов регенерации с возвратом в производство до 90 % песка.

Большинство из перечисленного оборудования закупается у зарубежных фирм: IMF (Италия), «LAEMPE» (Германия), «Лораменди» (Испания), «Омега» (Англия).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Из всего вышесказанного следует, что российские предприятия по выпуску литейного оборудования и материалов в настоящее время активно развиваются; ведется множество научно-технических разработок.

В заключение отметим, что эффективное развитие промышленного потенциала страны как основы её экономики возможно только на путях реализации активного и взаимоувязанного системного процесса взаимодействия государства и бизнеса, координации деятельности и всестороннего её обеспечения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

### 2.1 Основные технологические условия рассматриваемой детали

Основные технологические условия для рассматриваемой отливки «Вилка»:

- 1) Точность отливки 11т — 11 — 5 — 9т ГОСТ 26545-35.
- 2) Формовочные уклоны не более 3°.
- 3) Неуказанные литейные радиусы не более 5 мм.
- 4) Литейная усадка 2%.

В таблице 1 приведены требования по хим. составу к марке стали 25Л.

Таблица 1 — Химический состав стали 25Л ГОСТ 977-88

Массовая доля, %					
C	Si	Mn	S	P	Fe
0,22...0,3	0,2...0,52	0,35...0,9	До 0,045	До 0,04	~97

К отливке не предъявляются высокие требования по качеству, поэтому для изготовления вполне подходит способ литья в песчаные формы. Сущность данного метода заключается в изготовлении отливок свободной заливкой расплава в разовую разъемную литейную форму. Внутреннюю поверхность отливки формируют стержни, установленные в полости формы. Для надежной фиксации стержней назначаются знаки стержня и знаки формы[3].

Отливка «Вилка», является составной частью механизма управления сцеплением автогрейдера ДЗ 98.

На рисунке 1 позицию 3 занимает деталь «Вилка». Данная иллюстрация показывает, что изготавливаемая отливка после обработки является частью сложной системы, поэтому необходимо строгое выполнение технологических инструкций и соблюдение технологического процесса изготовления отливки представленного в данной работе.

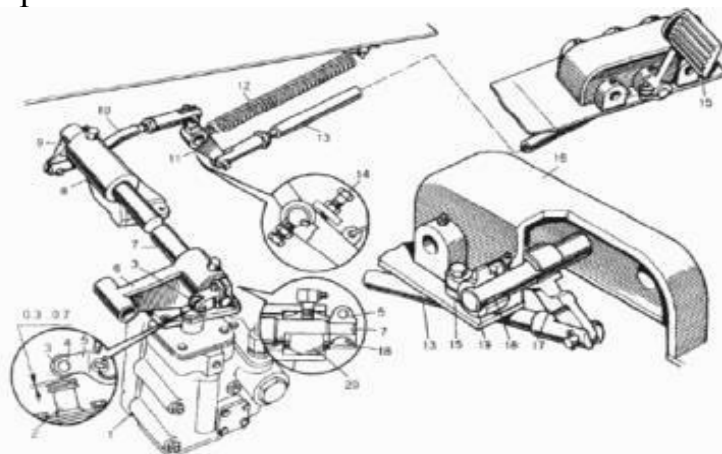


Рисунок 1 — Механизм управления сцеплением автогрейдера

Чертеж детали «Вилка» с нанесенными элементами литейной формы и чертеж литейной формы в сборе, выполненный в соответствии с ГОСТ приведен в графической части курсового проекта.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 2.2 Анализ технологичности изготовления отливки

Деталь «Вилка» не испытывает значительных механических нагрузок и имеет достаточно несложную конфигурацию. По назначению отливку относят к первой группе «отливки общего назначения», т.к. конфигурация и размеры детали определяются только конструктивными и технологическими соображениями.

Конструкция детали достаточно технологична для изготовления литьем. Она имеет простую геометрическую форму внешних поверхностей, не имеет резких переходов толщин стенок, поднутрений и обратных уклонов, ребра жесткости легко оформляются при формовке. Присоединительные отверстия диаметром 45 мм высверливаются. Конструкция отливки обеспечивает ее изготовление в двух полуформах. Толщина необрабатываемых стенок задана интервалом от 6 до 20 мм.

Анализируя технические условия, можно сделать вывод о том, что все они выполнимы при изготовлении отливок из стали 25Л ГОСТ 977-88, т.к. этот материал наиболее целесообразен с экономической и технологической точек зрения.

В целом конструкция детали удовлетворяет требованиям технологии литейного производства[3].

## 2.3 Выбор способа изготовления отливки.

При выборе способа изготовления отливки необходимо учитывать серийность производства, технические требования, предъявляемые к отливке, а также марку сплава. С экономической точки зрения наиболее выгодным является литье в песчано-глинистую форму, но данный способ не обеспечивает высокого уровня точности готовых изделий. К отливке «Вилка» не предъявляются высокие технологические требования, поэтому литье в песчано-глинистую форму удовлетворяет требованиям технологии литейного производства.

Производство данной отливки является серийным. Для производства рекомендуются современные способы формовки. Формообразование обеспечивает автоматическая формовочная линия фирмы HWS(Германия), модель EFA — S4,5. Размеры опок в свету 740x740x250 мм(длина\*ширина\*высота). Данные габариты обеспечивают изготовление до 4 отливок в одной литейной форме. Внешние габариты опок 740x750x250мм. Формообразование обеспечивает Seiatsu процесс, который основан на уплотнении формовочной смеси воздушным потоком с последующей подпрессовкой. Данный способ имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным методом встряхивания с подпрессовкой: оптимальный уровень уплотнения формовочной смеси по всему объему формы, более высокий уровень автоматизации, более плотное расположение моделей на подмодельной плите, более высокая размерная точность.

Принципиальная схема Seiatsu процесса представлена на рисунке 2.

- 1- Заполнение опоки песчано-глинистой смесью из бункера-дозатора;
- 2- Уплотнение формовочной смеси воздушным потоком;
- 3- Уплотнение многоплунжерной головкой;
- 4- Протяжка моделей и готовых полуформ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

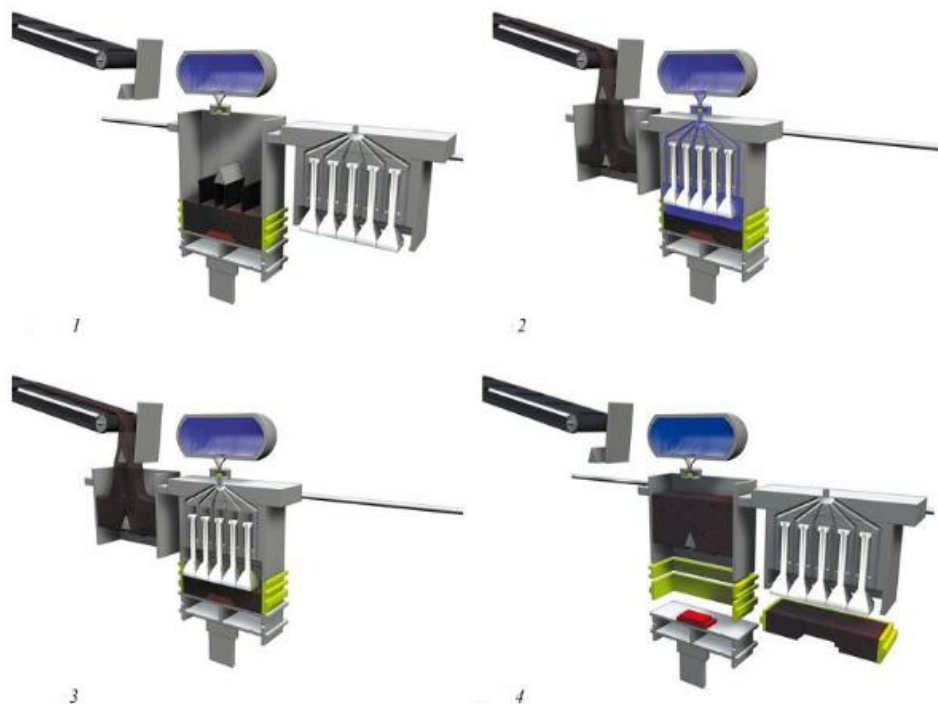


Рисунок 2 — Принципиальная схема Seiatu процесса

#### 2.4 Выбор положения отливки в форме в период заливки.

При выборе оптимального положения отливки в форме необходимо учитывать ряд условий:

- 1) Тонкие части отливок располагать внизу, а более массивные вверху. Это обеспечивает лучшую заполняемость тонких сечений и направленность затвердевания.
- 2) Выбранное положение отливки должно обеспечивать простую и рациональную конструкцию литниковой системы.
- 3) Надежная фиксация стержней.
- 4) Количество стержней должно быть минимальным
- 5) Тела вращения следует располагать вертикально.

В данном случае отливка расположена горизонтально, в нижней полуформе.

#### 2.5 Определение поверхности разъема формы

При выборе поверхности разъема формы необходимо стремиться к соблюдению ряда принципов:

- 1) Располагать отливку в одной полуформе, если это возможно.
- 2) Модель должна свободно извлекаться из формы после формовки.
- 3) Число разъемов формы должно быть минимальным. Изготавливать отливку в двух полуформах.
- 4) Необходимо использовать все возможности для сокращения количества стержней.
- 5) Поверхность разъема по возможности должна быть плоской, должна обеспечивать наименьшее количество заливок и брака по перекосам.
- 6) Модель отливки не должна иметь отъемных частей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

7) поверхность разъема должны способствовать тому, чтобы общая высота формы была наименьшей, а обе полуформы были примерно одинаковы по высоте[3].

Таким образом, отливка располагается в нижней полуформе, имея одну поверхность разъема, в технологии изготовления участвует один стержень. При выбранном разъеме обеспечивается удобство изготовления и сборки формы.

## 2.6 Определение припусков на механическую обработку

Припуск на механическую обработку необходим для получения размеров и шероховатостей, соответствующих чертежу детали. Припуски на механическую обработку назначаются на обрабатываемые поверхности отливки. Величина припуска зависит от номинального размера поверхности отливки, на которой предусмотрена механическая обработка, способа литья, положения отливки в форме, вида сплава. Припуски на механическую обработку назначаются по ГОСТ Р 53464-2009[3].

Для определения припусков на механическую обработку необходимо придерживаться следующей последовательности:

- 1) Определить общий допуск на размер. Включая допуск размера (зависит от размера и класса точности) и дополнительный допуск (зависит от степени коробления).
- 2) Определить ряд припуска на механическую обработку (зависит от степени точности поверхности).
- 3) Определить вид обработки (в зависимости от шероховатости).
- 4) Определить допуск на механическую обработку.

В технических условиях чертежа заданы:

- 1) Класс размерной точности 11т.
- 2) Степень коробления 5. (табл. Б.1 приложения Б ГОСТ Р 53464-2009).
- 3) Степень точности поверхности 11. (табл. В.1 приложения В ГОСТ Р 53464-2009).
- 4) Точность массы 9т. Общий допуск определяется путем сложения основного допуска (допуска размера), определяемого из табл. 1 ГОСТ Р 53464-2009, и дополнительного допуска, определяемого из табл. 2 ГОСТ Р 53464-2009, а также допуска неровностей поверхности в зависимости от степени точности из табл. 3 ГОСТ Р 53464-2009. После чего необходимо учесть рекомендации табл. И.1 приложения И ГОСТ Р 53464-2009.

В зависимости от степени точности поверхности определяется ряд припуска на механическую обработку по табл. Е.1 приложения Е ГОСТ Р 53464-2009.

Вид механической обработки определяем, учитывая шероховатость обрабатываемой поверхности табл. 6 ГОСТ Р 53464-2009.

По табл. 6 ГОСТ Р 53464-2009. Определяем припуск на механическую обработку на сторону.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Назначенные припуски приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Припуски на механическую обработку

Класс размерной точности	11г		
Номинальный размер, мм	35	115	105
Общий допуск на размер, мм	3,12	4,0	4,0
Шероховатость (Ra)	20	20	20
Вид окончательной механической обработки	черновая	черновая	черновая
Степень точности поверхности	11	11	11
Ряд припусков на обработку	4	4	4
Припуск на сторону, мм	2,3	2,7	2,7

### 2.7 Определение формовочных уклонов и радиусов закругления

Формовочные уклоны назначаются на поверхности отливки перпендикулярной поверхности разъема формы для облегчения извлечения модели из формы после формовки, а также для предотвращения разрушения поверхности стенок формы. Формовочные уклоны, придаются рабочим поверхностям литейных моделей для обеспечения свободного извлечения их из форм или освобождения стержневых ящиков от стержней без разрушения в том случае, если конструкция детали не предусматривает конструктивные уклоны[3].

Величина формовочных уклонов назначается по ГОСТ 3212-92 и получается не более 3°.

### 2.8 Определение размеров стержневых знаков

Функционально стержень состоит из двух частей:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- 1) Тело стержня, которое формирует поверхность отливки.
- 2) Знаки стержня, служащие для фиксации в форме.

Стержни должны иметь достаточную прочность для того, чтобы противостоять воздействию металла. Также выполняются газоотводные каналы, для выхода газов из тела через знаковые части. Грамотно организованный газоотвод снижает риск образования газовых раковин.

Точность установки стержней обеспечивается конфигурацией и размерами знаковых частей. Зазоры между знаковыми поверхностями формы и стержня назначаются для правильной установки стержня в форму. Размеры зазоров должны быть оптимальными, так как при их отсутствии невозможно собрать форму без ее разрушения, а при слишком больших зазорах появляются заливы металла, нарушается газоотвод, что приводит к браку[3].

Размеры и конфигурация стержня определяются чертежом отливки, а размеры и конфигурация знаков регламентируются по ГОСТ 3212-92. В случае изготовления отливки «Вилка» используем один стержень для формирования внутренних поверхностей отливки.

Для горизонтального стержня с половиной периметра сечения 329 мм и длиной 248 мм длина знаковой части составит 75 мм, зазоры  $S_1=0,5$  мм,  $S_3=0,75$  мм. Уклоны на знаках  $7^\circ$ .

## 2.9 Проектирование прибыли

Для определения объема прибыли применим методику Й. Пржибыла. Объем прибыли согласно этой методике вычисляется по формуле [4]:

$$V_{\text{п}} = \frac{\beta * \epsilon_v}{1 - \beta * \epsilon_v} * V_0 \quad (1)$$

где  $\beta$  — отношение объема прибыли к объему усадочной раковины, для закрытой прибыли работающей под давлением меньше атмосферного = 11;

$\epsilon_v$  — часть объемной усадки, участвующей в образовании усадочной раковины, для углеродистой стали равен 0,045;

$V_0$  — объем питаемого узла.

При определении объема питаемого узла учтем только узел стенки. Объем данного узла равен:

$$V_0 = 1,82 * 0,35 * 1,125 = 0,716625 \text{ см}^3.$$

Объем прибыли для данного узла составляет  $0,7024 \text{ см}^3$ . Рассчитаем технологический выход годного металла (ТВГ):

$$\text{ТВГ} = V_0 / ((1 - \epsilon_v) * (V_0 + V_{\text{п}})), \quad (2)$$

где  $V_0$  — объем отливки;

$V_{\text{п}}$  — объем прибыли;

$\epsilon_v$  — часть объемной усадки, участвующей в образовании усадочной раковины.

$$\text{ТВГ} = 0,716625 / ((1 - 0,045) * (0,716625 + 0,7024)) = 53 \text{ \%}.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Для мелких стальных отливок массой до 100 кг рекомендуемое значение ТВГ составляет 52...58%. Полученный ТВГ в данной технологии можно считать оптимальным.

Определим размеры прибыли принимаем площадь основания прибыли равной площади питаемого узла:

$$\begin{aligned}F_{\text{y}} &= F_{\text{п}} = 182 \cdot 35 = 6370 \text{ мм}^2, \\d_{\text{п}} &= \sqrt{(4F_{\text{п}}/\pi)} = 90 \text{ мм}, \\H_{\text{п}} &= 1,5d_{\text{п}} = 1,5 \cdot 90 = 135 \text{ мм}, \\L &= V_{\text{п}}/(H_{\text{п}} \cdot d_{\text{п}}) = 0,7024/(0,9 \cdot 1,35) = 0,6 \text{ см} = 60 \text{ мм}.\end{aligned}$$

## 2.10 Выбор типоразмера опок

При выборе размеров опок необходимо руководствоваться рядом положений:

- 1) Максимально использовать объем литейной формы.
- 2) Обеспечивать прочность формы для обеспечения формирования отливок.
- 3) Подводить металл к каждой отливке в одни места, для обеспечения одинаковых условий формирования отливок.

Наименьшие допустимые расстояния между моделями и элементами формы определяются в зависимости от массы отливки[3].

Для отливки массой 14 кг:

- 1) Между верхней поверхностью модели и верхней поверхностью формы – 250мм.
- 2) Между нижней поверхностью модели и нижней поверхностью формы – 110мм.
- 3) Между моделью и стенкой опоки – 50 мм.
- 4) Между стояком и стенкой опоки – 100 мм.
- 5) Между моделями – 50 мм.
- 6) Между моделью и шлакоуловителем – 30 мм.

Размеры опок для производства отливок «Вилка» в свету 740x740x250 мм.

## 2.11 Расчет литниковой системы

Наиболее простым и экономичным способом подвода металла в полость является подвод металла по разъему. Применительно к данной отливке и выбранному положению ее при заливке подвод металла по разъему способствует созданию условий для направленного затвердевания отливки.

Для определения размеров каналов литниковых систем воспользуемся методикой расчета при заливке форм из чайникового ковша.

Оптимальную продолжительность заливки формы определим по формуле:

**Ошибка! Источник ссылки не найден. ,**

где  $T_{\text{опт}}$ -оптимальная продолжительность заливки, с;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

S1-коэффициент продолжительности заливки, зависящий от температуры заливки, рода сплава, места подвода, материала формы и ряда других факторов;

$\delta$  - преобладающая толщина стенки отливки, мм;

G - масса жидкого металла, приходящегося на одну отливку в форме, кг.

Вычислим массу жидкого металла:

$$G = G_{\text{отл}} + G_{\text{пр}} + G_{\text{л.с.}}, \quad (3)$$

где  $G_{\text{отл}}$  - масса отливки;

$G_{\text{пр}}$  - масса прибыли;

$G_{\text{л.с.}}$  - масса литниковой системы.

$$G_{\text{пр}} = G_{\text{пр}} * \rho_{\text{Me}} = 7380 * 0,000726625 = 5,61 \text{ кг},$$

$$G_{\text{отл}} = G_{\text{отл}} * \rho_{\text{Me}} = 7380 * 0,0007024 = 5,5 \text{ кг}.$$

Массу литниковой системы примем 8% от массы отливки.

$$G = 5,5 + 5,61 + 5,61 * 0,08 = 11,56 \text{ кг}.$$

Вычислим оптимальное время заливки:

$$\tau_{\text{опт}} = 1,5 * (100 * 11,56)^{1/3} = 15 \text{ с}.$$

Определим среднюю скорость подъема уровня металла в форме в процессе заливки  $V_{\text{ср}}$  по формуле:

$$V_{\text{ср}} = \tau_{\text{опт}} \leq V_{\text{доп}}, \quad (4)$$

где C - высота отливки над питателями;

$V_{\text{доп}}$  - минимально допустимая скорость подъема уровня металла в форме.

(для  $\delta=100\text{мм}$ ,  $V_{\text{доп}}=7\dots 10 \text{ мм/с}$ )

Высота отливки с прибылью  $C=125\text{мм}$ .

По формуле (4):

$$V_{\text{ср}} = 125/15 = 8,33 \text{ мм/с}.$$

Полученное значение  $V_{\text{ср}}$  удовлетворяет допустимому интервалу скорости  $V_{\text{доп}}$ , т.е. вычисленное нами время заливки удовлетворяет требованиям.

Следующий этап - расчёт узкого места.

Суммарная площадь самого узкого сечения литниковой системы находится по формуле:

$$F_{\text{уз.ф}} = G / (\tau_{\text{опт}} * \rho * \mu_{\text{ф}} * \sqrt{2 * g * H_{\text{ср}}}), \quad (5)$$

где  $F_{\text{уз.ф}}$  - суммарная площадь узкого сечения литниковой системы на одну отливку,  $\text{м}^2$ ;

$\mu_{\text{ф}}$  - общий гидравлический коэффициент сопротивления формы, для сырых форм с большим сопротивлением 0,32;

$H_{\text{ср}}$  - средний металлостатический напор в форме, вычисляется по формуле:

$$H_{\text{ср}} = H - (C)^2 / 2P, \quad (6)$$

где H - высота от воронки до питателей;

P - высота отливки над питателями;

C - высота отливки по положению в форме.

$$H_{\text{ср}} = 0,25 - 0 = 0,25 \text{ м}.$$

Рассчитаем самое узкое сечение литниковой системы по формуле (5):

$$F_{\text{уз.ф}} = 11,56 / (15 * 7830 * 0,32 * \sqrt{2 * 9,8 * 0,25}) = 1,4 \text{ см}^2.$$

В производстве мелких (до 100 кг) отливок из стали применяют сужающиеся (заполненные) литниковые системы. Для сужающихся литниковых систем  $F_{\text{уз.ф}}$  является суммарным сечением питателей для отливки. При подводе металла к отливке через один питатель его площадь равна площади узкого места. Так как в

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

форме будет располагаться четыре отливки, то суммарная площадь питателей составит:

$$\sum F_{\text{пит}} = 4 * F_{\text{уз.ф}} = 5,6 \text{ см}^2.$$

Для заполненных литниковых систем при производстве мелких стальных отливок:

$$\sum F_{\text{пит}} : \sum F_{\text{шл}} : \sum F_{\text{ст}} = 1 : 1,1 : 1,2, \quad (7)$$

где  $\sum F_{\text{пит}}$  — суммарная площадь питателей;

$\sum F_{\text{шл}}$  — площадь шлакоуловителя;

$\sum F_{\text{ст}}$  — площадь сечения стояка.

Соотношение (7) должно выполняться для всей формы. Тогда площадь шлакоуловителя и стояка:

$$\sum F_{\text{шл}} = 1,1 * 5,6 = 6,16 \text{ см}^2.$$

$$\sum F_{\text{ст}} = 1,2 * 5,6 = 6,72 \text{ см}^2.$$

Зададимся сечениями питателей, шлакоуловителя и стояка.

Выберем нормальный тип питателя в сечении трапецевидной формы.

Площадь трапеции найдем по формуле:

$$F = ((a+b) * h) / 2 = a + 0,8a^2 * a = 0,9a^2,$$

отсюда:

$$a = \sqrt{(F_{\text{пит}} / 0,9)} = 12,5 \text{ мм},$$

тогда

$$b = 0,8 * a = 10 \text{ мм},$$

$$h = a = 12,5 \text{ мм}.$$

Эскиз сечения питателя представлен на рисунке 3.

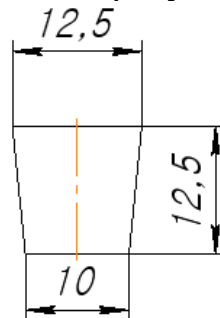


Рисунок 3 — Эскиз сечения питателя

Сечение шлакоуловителя представляет трапецию и его площадь определяется по той же формуле, что и для питателя:

$$F_{\text{шл}} = 0,9a^2,$$

отсюда:

$$a = \sqrt{(F_{\text{шл}} / 0,9)} = \sqrt{(6,16 / 0,9)} = 26,2 \text{ мм},$$

тогда:

$$b = 0,8 * a = 21 \text{ мм},$$

$$h = a = 26,2 \text{ мм}.$$

Эскиз сечения шлакоуловителя представлен на рисунке 4.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

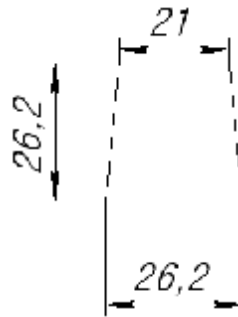


Рисунок 4 — Эскиз сечения шлакоуловителя

Площадь сечения стояка определим по формуле:

$$F_{ст} = \pi * r^2 \rightarrow r = \sqrt{F_{ст} / \pi} = 29 \text{ мм.}$$

Эскиз сечения стояка представлен на рисунке 5.

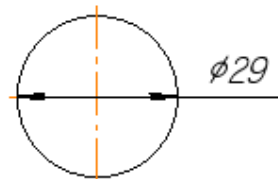


Рисунок 5 — Эскиз сечения стояка

## 2.12 Выбор состава формовочных и стержневых смесей

Качество и стоимость отливок в значительной степени зависят от правильного выбора состава и технологических свойств формовочной смеси.

Состав смеси определяется размерами и конфигурацией форм и стержней, серийностью производства, видом сплава и температурой его заливки, требованиями к качеству отливки, экономическими, экологическими факторами.

Выбираем способ изготовления отливок литьём в сырые песчано-глинистые формы.

Выбор обуславливается низкой стоимостью формовочных материалов, возможностью многократного использования оборотной смеси, и простотой получения форм.

Изготовление данной отливки происходит в песчано-глинистой форме, форма изготавливается по SEATSU-процессу. Для стальных отливок при подобном методе формообразования рекомендуется следующий состав формовочной смеси (в массовых %):

1. Обратная смесь: 92...95 % масс;
2. песок ГОСТ 2138-91 5...8 %;
3. бентонитовая глина ГОСТ 28177-89: 1,2...2,0 %;
4. крахмальная добавка: 0,05...0,1 %;

Свойства формовочной смеси:

1. прочность при сжатии: 0,16...0,21 МПа;
2. влагосодержание: 3,1...3,3 %;
3. газопроницаемость, не менее: 100 ед.;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4. общее содержание мелочи: 11...13 %;
5. содержание активного бентонита: 7...8 %.

Практика производства формовочных смесей на основе бентонитовых глин показывает, что есть два способа введения глины в формовочную смесь: в виде порошка и в виде водной суспензии. Причем, исходя из технологических особенностей SEATSU-процесса, применение бентонитов суспензий весьма затруднено: данная формовочная смесь характеризуется высокими прочностными характеристиками, что связано с использованием высококонцентрированных бентонитов суспензий, однако суспензии таких бентонитов уже при содержании 10...12 масс. % твердой фазы образуют высоковязкие структуры, что не позволяет перекачивать их по трубам. Поэтому в рамках данного технологического процесса будет использоваться введение бентонита в виде порошка.

Для такого способа приготовления формовочной смеси целесообразно использовать турбинный смеситель SAM-3 фирмы GEORG FISCHER-DISA. Принцип его работы заключается в следующем: в емкости смесителя вращается турбина, к которой прикреплен приводимый во вращение индивидуальным электродвигателем венец в виде набора звездочек с четырьмя зубьями.

Технические характеристики смесителя SAM-3:

1. производительность- 30 т/час;
2. объем однократной загрузки- 750 кг;
3. время смешения- 90с;
4. мощность привода ротора- 45квт/час.

Порядок подачи компонентов в смеситель:

1. обратная смесь;
2. песок кварцевый;
3. бентонит;
4. крахмалит.

Порядок приготовления смеси: сухие компоненты (обратная смесь и песок кварцевый) перемешать в течении 20...30 секунд, затем засыпается бентонит, потом подается вода. Общая продолжительность перемешивания- не менее 90 с.

При недостаточной прочности смеси увеличить время перемешивания. При недостаточной газопроницаемости- увеличить освежение песком. При избыточной прочности уменьшить содержание глины в суспензии.

Для изготовления стержней выбран Cold-box-amin процесс.

Стержневая смесь содержит:

- 1) Наполнитель: кварцевый песок 1K<sub>3</sub>O<sub>3</sub>025 ГОСТ 2138-91...100 % масс.
- 2) Связующие: фенольная смола и полиизоционат. «Полифам - 1» (ТУ 2257-005-29108557-96) ...1,6 % масс. От массы песка.
- 3) Отвердитель: пары аминов. Наиболее эффективен низкокипящий триметиламин (ТМА (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>N) ...3 % масс. от массы связующего, или 0,2...1,5 г/кг стержневой смеси. При использовании ТМА отмечается возрастание влагостойкости стержней.

Прочность стержневой смеси на изгиб:

- сразу после продувки ... 1,75 МПа.
- через 1 час выдержки ... 1,90 МПа.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- через 24 часа ... 2,60 МПа.

Живучесть смеси 2 ... 3 часа.

Песчаную смесь готовят в смесителях непрерывного действия или в быстроходных смесителях лопастного типа.

После уплотнения смеси пескострельным способом в стержневом ящике стержень продувается парогазовой смесью (пары амина и газ носитель, которым может быть сухой воздух, азот, или углекислый газ.) под давлением 0,03

0,30 Мпа с помощью пневмоиспарительного генератора в течение 3 секунд, после чего стержень продувают осушенным воздухом с целью очистки его от отработавшего амина. При использовании в качестве газа носителя сухого воздуха концентрация паров амина в смеси не должна превышать 1,5...2 % по соображениям пожарной безопасности, если же носитель представлен азотом или углекислым газом, то концентрацию амина можно увеличить до 10...20 %, что позволяет сокращать время продувки стержня до 1...0,2 секунд в зависимости от массы стержня. В результате продувки образуется твердый полимер-полиуретан, который обеспечивает высокую твердость стержня.

Отработавшие пары амина удаляются в нейтрализатор, где взаимодействуют с разбавленной серной кислотой с образованием водорастворимой соли сульфата аммония( $\text{NH}_3\text{SO}_4$ ). Весь тракт подачи амина полностью герметизирован, что обеспечивает безопасность процесса.

После извлечения стержня из ящика очищается сам ящик, а также его венты сжатым воздухом под давлением до 0,7 МПа.

Стержни окрашивают водными, либо самовысыхающими противопожарными покрытиями, эта операция усиливает эрозионную стойкость стержней при заливке чугуна.

В комплекс оборудования для изготовления стержней по Cold-box-amin процессу входит:

- 1) Смесеприготовительный агрегат.
- 2) Система подачи готовой смеси в бункеры над стержневыми машинами.
- 3) Пескострельный или пескодувные машины.
- 4) Система сушки и подачи сжатого воздуха для выстрела или надува стержневой смеси.
- 5) Генератор для подготовки газоаминной смеси.
- 6) Коммуникации для подачи газоаминной смеси от генератора до стержневого ящика.
- 7) Нейтрализатор газоаминной смеси после продувки.

Оборудование для изготовления стержней данным способом производится немецкой фирмой «Laetpre».

Преимущества Cold-box-amin процесса по сравнению с отверждением в горячей оснастке:

- 1) Повышение точности отливок на 1...2 класса.
- 2) Высокое качество литых поверхностей.
- 3) Возможность полной автоматизации изготовления стержней.
- 4) Снижение расхода энергии при грамотной организации производства до 10 раз.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



5) Улучшение условий труда в стержневых отделениях.

Недостатки:

1) Высокая чувствительность к качеству песка. Содержание глинистой составляющей до 0,2 %, низкая влажность.

2) Высокие требования к безопасности и соблюдению санитарно-гигиенических условий производства.

Для борьбы с прилипанием формовочной смеси к оснастке используют разделительные смазки, который позволяют предотвратить разрушение поверхности форм и износ оснастки.

Для сырых песчано-глинистых смесей рекомендуют состав разделительной смазки, приведенный в таблице 3.

Таблица 3 — Состав разделительной смазки

Компонент	Содержание, в %
Машинное масло	85...90
Графит серебристый (ГОСТ 5279-74)	10...15

### 2.13 Разработка технологии сборки и заливки форм

Формы изготавливаются по Seiatu – процессу на автоматической линии HWS с формовочной машиной модели EFA – S4,5 проходного типа производительностью по паспорту до 100 форм в час. Форма изготавливается в двух опоках 740x740x250 мм. Операции очистки и смазки модельной плиты, формообразование, съем полуформы, сборка форм автоматизированы.

Стержни изготавливаются по Cold-box-amin-процессу на стержневом автомате фирмы Laetpre.

Конструкция опок, используемых на линиях фирмы HWS, обеспечивает надежное их скрепления за счет скрепления скобами полуформ.

Выход воздуха и газов из полости формы при заливке осуществляется за счет фильтрации газов через формовочную смесь и через специальные вентиляционные наколы.

Для выплавки стали марки 25Л выбрана индукционная тигельная печь средней частоты фирмы ООО «Термолит», ИТПЭ-0,5/0,5 ТГ1 со следующими характеристиками:

1. номинальная емкость, т -0,5;
2. мощность питающего преобразователя, кВт – 500;
3. скорость расплавления и перегрева металла, т/ч – 0,65;
4. напряжение питающей сети, кВ – 0,38;
5. удельный расход электроэнергии, кВт\*час/т – 530;
6. расход воды на охлаждение, /час – 12,5;
7. тип преобразователя частоты – ТПЧ-500-1,0.

Футеровка печи кислая. В основе футеровки диоксид кремния в виде кварцевого песка (до 76 %), молотые кварциты (до 10%). Связующим является огнеупорная глина (до 12 %), вода (до 2 %), также для лучшего спекания огнеупорной массы вводят борную кислоту в количестве 1,5-2,0 % от массы огнеупорного

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

материала. Количество борной кислоты, вводимое в огнеупорную массу, зависит от температуры, при которой футеровка будет работать: чем выше температура, тем меньше кислоты вводят в смесь. В формовочную массу, предназначенную для футеровки верха печи, вводят до 2 масс. % борной кислоты, а в массу, используемую для футеровки нижней части тигля, до 1,5 масс. %.

Технология плавки:

Для получения стали 25Л обычного качества в электропечи, рекомендуется следующая технология выплавки. При появлении расплавленного

металла, в случае необходимости, дается сухой кварцевый песок для наведения шлака на поверхности металла, для предотвращения последнего от окисления. После полного расплавления шихты шлак снимается, наводится новый шлак, металл нагревается в соответствии с технологической картой отливки. Затем шлак снимается, производится раскисление FeMn. За 1...2 минуты до выпуска металла, его окончательно раскисляют алюминием, очищается образовавшийся шлак. Температура плавления стали примерно равно 1440...1480, температура расплава при выпуске из печи 1500. Разливка осуществляется на полуавтоматической заливочной машине GIMA 8 фирмы HWS с емкостью 0,5т при температуре 1460.

После заливки формы охлаждаются на охлаждающей ветви формовочной линии не менее 35 минут, далее отливки выбиваются из форм на вибрационной решетке. После выбивки отливки проходят обрубку от литниковой системы в ручную кувалдой или огневой резкой, контроль дефектов и термообработку. Желательно, чтобы на отливке перед термообработкой оставался небольшой слой формовочной смеси. Таким образом, она будет частично препятствовать окислительному воздействию атмосферы термической печи на поверхность отливки. Далее проводят очистку отливок от пригара, остатков формовочной и стержневой смеси с наружных и внутренних поверхностей отливок в дробеметном барабане мод. 42233 («Амурлитмаш»).

Окончательной операцией является зачистка, ее выполняют шлифовальными машинками. Используют подвесные обдирочно-шлифовальные станки. Зачистку поверхности проводят для проведения визуального определения дефектов отливки.

#### 2.14 Определение габаритов опок и расчет массы груза

Формы изготавливаются на автоматической линии фирмы HWS-Sinto в опоках с размерами 740x740x250 мм. Для предотвращения выхода металла по разьему полуформ во время заливки предусмотрено их скрепление скобами.

#### 2.15 Разработка технологии обрубки, очистки и окраски отливок

Отливки, не имеющие явных дефектов, подвергаются дальнейшей очистке от формовочной смеси, пригара. Для удаления литников и прибылей применяют гидравлический пресс. Для удаления остатков питателей, прибылей, заливов, засенцев, перекосов и неровностей применяют шлифовальные абразивные круги. Очистка поверхности металла осуществляется в дробеметной камере. Далее для улучшения структуры, изменению твердости, прочности и пластичности, отливка подвергается термической обработке. Для снятия внутренних напряжений и

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

измельчения структуры стальных отливок применяется нормализация при температуре 890...920 °С в течении 8 часов. Грунтовку (окраску) отливок применяют для их предохранения от коррозии при длительном хранении или транспортировке. Окраске подвергают наружные и внутренние поверхности отливок, не подлежащие механической обработке. Для грунтовки применяется нанесение краски в электростатическом поле. При применении этого способа существенно улучшаются условия труда, получается равномерный слой покрытия при значительной экономии краски. Процесс окраски в электростатическом поле легко поддается автоматизации. Заземленные отливки последовательно подаются в электростатическое поле, в это же пространство подается распыленная краска. Частицы краски, ионизируясь, движутся к отливке и оседают на ней. Процесс является саморегулирующимся, так как чем тоньше в каком-либо месте слой краски, тем активнее следуют к нему ионизированные частицы. Окрашенные отливки подвергают сушке в проходных камерах при температуре около 120 °С инфракрасными лучами. При сушке инфракрасными лучами теплота к краске поступает от металла, и просушка идет от внутренних слоев, причем краска застывает не разрываясь.

#### 2.16 Система контроля технологии и качества отливки

Контроль технологии и качества отливки является важнейшей составляющей производства отливок. Все материалы, поступающие в литейный цех должны иметь сопроводительные документы, заверенные поставщиком.

После изготовления стержней производится их визуальный осмотр на наличие поверхностных дефектов.

По окончании плавки проводится экспресс - анализ химического состава расплава, идущего на заливку.

Качество отливок должно соответствовать требованиям технических условий, поэтому после обрубки, очистки и зачистки проводится проверка на участке технического контроля, где проверяются размеры отливки при помощи измерительных приборов, геометрия при помощи шаблонов, проводится визуальный осмотр для выявления поверхностных дефектов.

После проверки отливки взвешиваются и отправляются на склад готовой продукции. Чертеж детали с нанесенными элементами литейной формы представлен в графическом приложении.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 3.1 Структура литейного цеха

Конструкция здания литейного цеха должна быть выполнена в соответствии с СанПиН 2.2.3.1385-03 – «Требования к предприятиям металлургической промышленности». Для эффективного проветривания, цех расположен в здании сплошной застройки пролетного типа, конфигурация плана цеха в виде прямоугольника. Полы цеха выполнены из материалов с высокой прочностью, износостойкостью, стойкостью к воздействию агрессивных средств. Санитарно-гигиенические требования к вентиляции, отоплению помещения выполнены по СанПиН 2.2.4.548-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Отопление цеха осуществляется местными нагревательными приборами регистрами из гладких труб. Все трубопроводы систем отопления и теплоснабжения калориферов выполняются из стальных водогазопроводных труб. Сталелитейный цех имеют эффективную вентиляцию, обеспечивающую многократный обмен воздуха в цехе, систему местной вентиляции, предотвращающую выброс вредных выделений в атмосферу цеха; устройство воздушных душей или тепловых завес на рабочих местах. У ворот имеются воздушные тепловые завесы, пуск которых заблокирован с механизмом открывания ворот. В помещениях объем наружного воздуха составляет не менее 30 м<sup>3</sup>/ч на одного работающего. В зимнее время приточная вентиляция работает в сочетании с калориферными установками. Температура в цехе в холодный период 15...21 оС, в теплый период 16...27 оС. Предприятие относится к 1-му классу санитарной классификации по СанПиН 2.2.1.1200-2003 и СанПиН 2.1.1.1200-2003 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и других объектов. Минздрав России». Поэтому территория цеха отделена от жилого массива санитарно-защитной зоной на достаточно большом расстоянии (1000 м). В соответствии с СанПиН 2.2.3.1385-03 – «Требования к предприятиям металлургической промышленности». Расчетные нагрузки на полы и перекрытия представлены в таблице 3.1.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 3.1 – Расчетные нагрузки на полы и перекрытия (кПа), материалы полов

Отделения и участки	Максимальная масса отливки, менее 1000 кг	Рекомендуемые типы материалов для полов
Плавильное отделение	30...60	IV, V, VI
Формовочное отделение: Машинная формовка	30...60	I, II, VI
Участок заливки на конвейере	30...60	IV
Выбивное отделение	30...60	I, II, VI
Стержневое отделение	20...60	I, II, VI
Смесеприготовительное отделение	30...60	I, II, III, VI
Отделение обрубки	30...60	I, VI
Склады шихты и формовочных материалов	60	I, V
Закрома формовочных материалов	100...150	I, VI
Железнодорожный путь	60	VII

Примечания: Типы материалов полов: I – бетонные плиты с железобетонным покрытием; II – плиты из высокопрочного бетона, изготавливаемые методом прессования; III – сборные железобетонные плиты; IV – плиты из жаростойкого бетона; V – стальные рифленые плиты толщиной 8 мм с анкерами; VI – стальные перфорированные плиты толщиной 1,5...3,0 мм; VII – брусчатка. При установке оборудования в цехе необходимо учитывать, чтобы агрегаты, являющиеся источником тепловых потоков размещались вдоль продольной оси пролета. Расстояние между агрегатами устанавливается такое, чтобы тепловые потоки от них не перекрещивались.

При проведении технологического процесса в литейных цехах на всех стадиях обработки материалов возможно появление опасных и вредных производственных факторов. Вредными производственными факторами являются: пыль; выделения паров и газов; избыточное выделение теплоты; тепловой поток; повышенный уровень шума, вибрации, электромагнитных излучений. Опасными производственными факторами могут быть повышенное значение напряжения в электрических цепях; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования. Анализ опасностей, возникающих при проведении технологического процесса изготовления отливки «Вилка» приведен в таблице 3.1.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 3.2 – Негативные факторы производственной среды [5]:

Наименование технологической операции	Вредные производственные факторы	Опасные производственные факторы
1) Подготовка формовочных материалов	запыленность воздуха, вибрация, шум	движущиеся механизмы, электрический ток
2) Изготовление форм и стержней	запыленность, вибрация, шум	движущиеся части механизмов, электрический ток
3) Плавка и заливка металла в формы	загазованность, электромагнитное и тепловое излучение	повышенная температура оборудования, материалов, электрический ток
4) Охлаждение отливок	выделение паров и газов	повышенная температура материалов и оборудования
5) Отделение отливок от прибылей, стояка и питателей	запыленность, вибрация, шум	движущиеся части механизмов

### 3.2 Безопасность труда в смесеприготовительных отделениях

Операции смесеприготовительного отделения сопровождаются образованием пыли, тепла и водяных паров. Кварцевая пыль образуется при сушке песка и глины в сушильных печах, при размалывании и тонком измельчении глины и каменного угля в бегунах и мельницах, вовремя просеивании, пересыпки и транспортировки ленточными транспортерами и элеваторами выбитой из опок горелой смеси. Пыль и пары воды также выделяются при смешивании формовочных материалов. Снижение запыленности, газо- и парообразования до установленных санитарных норм осуществляется применением вентиляции, а также проведением комплекса профилактических мероприятий санитарно-технического характера. Все источники образования пыли снабжаются укрытиями и местной вытяжной вентиляцией. Выбрасываемый в атмосферу воздух проходит через пылеочистные устройства. Одновременно с этими мероприятиями в местах пересыпки формовочных материалов устанавливаются специальные пылеотсасывающие установки и в кожухах укрытий встраивают пеногенераторы.

Травмы (ушибы, ожоги, ранения рук и других частей тела) могут быть получены рабочим смесеприготовительного отделения при обслуживании технологического и транспортного оборудования, в случае зацепления или захвата спецодежды движущимися или вращающимися частями машин, на которых отсутствуют или ненадежно выполнены защитные ограждения, при случайном или самопроизвольном включении оборудования во время его наладки, осмотра, смазки, чистки и ремонта.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Травмы рабочими-смесеприготовителями могут быть нанесены также в случаях, когда они сами нарушают правила техники безопасности при выполнении ручных операций. Поэтому рабочие смесеприготовительных отделений должны хорошо знать и строго выполнять следующие правила безопасности: при работе смесителя запрещается счищать со стенок чаши налипший материал и вручную отбирать пробы смеси конусом или ложкой, отбор проб должен производиться специальным механическим устройством, запрещается также удалять отходы из механического сита во время его работы; производить отбор песка, смесей и других сыпучих материалов из закромов и штабелей разрешается уступами сверху вниз (следует иметь ввиду, что отбор снизу подкопом может завалить работающего обвалившимся материалом); ручная очистка барабанов и лент транспортеров и элеваторов от налипшей смеси во время их работы также не допускается, эта операция должна производиться автоматически действующими приспособлениями; спуск рабочих в бункера и закрома с сыпучими материалами допускается только с разрешения и в присутствии старшего по смене и только при условии применения предохранительного пояса с надежно закрепленным тросом. Спуск должен осуществляться только по специальным лестницам с поручнями и площадками.

### 3.3 Безопасность труда в формовочных и стержневых отделениях.

Производственный шум в формовочных и стержневых отделениях литейного цеха обусловлен ударами металлических деталей машин. На участках окраски и сборки форм в воздух рабочих зон выделяется пыль, образующаяся при размоле бракованных стержней.

Для снижения запыленности в формовочных отделениях так же, как и в стержневых, применяют механическую приточную вентиляцию, которая сочетается с естественной, осуществляемой через фрамуги фонарей и оконные проемы. Общий механический приток воздуха сосредотачивают на участках формовки и сборки форм. На смежных участках заливки и выбивки форм устраивают местную механическую вытяжную вентиляцию и воздушное душирование.

Источники образования пыли и теплоты оборудуются защитными кожухами с местной вытяжной механической вентиляцией. Позиции засыпки смеси в опоки и стержневые ящики снабжены патрубками для подключения оборудования к цеховой вентиляции, предназначенной для удаления газов.

Для обеспечения безопасности труда рабочие формовочных отделений должны соблюдать основные требования: каждый рабочий должен твердо знать содержание производимых им операций и строго соблюдать:

- установленную последовательность их выполнения;
- нельзя использовать модельные плиты с изогнутыми направляющими штырями, без наличия исправных цапф или других элементов, обеспечивающих надежность зацепления плит чалочными средствами;
- переходить напольные тележечные конвейеры разрешается только по специальным мостикам, для подхода к которым вдоль конвейера должны быть установлены проходные галереи шириной не менее 1 м;
- опоки необходимо складывать в штабеля высотой не более 1,5 м, при этом площадь пола должна быть горизонтальной, ровной и утрамбованной, а ширина проходов между штабелями должна быть не менее 1,6 м;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



- при сборке форм необходимо применять только хорошо высушенные стержни с открытыми вентиляционными каналами, что предупреждает выброс расплава из формы во время ее заливки;
- во избежание утечки расплава по разъему при заливке необходимо надежно скреплять части формы грузом.

Характерные для стерженщиков правила техники безопасности и требования технологических инструкций следующие:

- стержневые ящики необходимо укладывать устойчиво в штабеля высотой не более 1,5 м на твердой и ровной площадке в стороне от проходов и проездов;
- кантовка (переворот) крупных стержневых плит (массой более 6 кг) должна производиться не вручную, а только с помощью специальных устройств – кантователей;
- удаление из стержневого ящика пыли и остатков сухой смеси должно производиться щетками или пылесосами, очистка ящиков струей сжатого воздуха категорически запрещается;
- изготовление стержней из быстротвердеющих смесей в холодных ящиках должно производиться только при наличии у рабочих средств индивидуальной защиты;
- окраску стержней нужно производить кистью, либо пульверизатором в помещении, оборудованном вытяжной вентиляцией.

Устранение вибрации в формовочных и стержневых отделениях достигается путем вибродемпфирования, виброизоляции, использования гасящих оснований и средств индивидуальной защиты.

Защита от вредного действия шума достигается рациональной планировкой производственного помещения, использованием звукоизоляции и средств индивидуальной защиты.

### 3.4 Безопасность труда в плавильных отделениях

В плавильных отделениях выполняют операции, связанные с подготовкой печей к работе, плавкой в них шихты, выпуском расплавленных литейных сплавов из печей и их металлургической обработкой (дегазацией, рафинированием, модифицированием и др.). Операции плавки шихты в печах сопровождаются выделением конвекционной и лучистой теплоты, а также вредных газов.

Создание здоровых условий труда в плавильных отделениях обеспечивается устройством вентиляции и проведением комплекса следующих мероприятий.

В плавильном отделении оборудуют общеобменную вентиляцию в виде вытяжки через открывающиеся окна, у загрузочных окон плавильных печей устраивают установки воздушного душирования и индивидуальные вытяжные зоны. Установки воздушного душирования устанавливаются также на участках обслуживания печей, т.е. у желобов выдачи расплава и шлака, на участках металлургической обработки расплава. Участки сушки и подогрева разливочных ковшей снабжают системой общеобменной вентиляции, а также зонтами с механической вытяжкой теплого воздуха и газов.

Для уменьшения действия инфракрасного излучения используют:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



- экранирование источника, средства индивидуальной защиты и спецодежду;
- для уменьшения теплового излучения в плавильном отделении устанавливаются ограждения возле электропечей из защитных экранов и применением теплоизоляционных материалов. Для теплоизоляции дуговой печи применяется алюминий листовой без дополнительного слоя. Очистка отходящих печных газов печи осуществляется с помощью дымососа типа ДН 6,3м-13 и фильтра рукавного ФРИК-400.

Безопасность труда в плавильных отделениях обеспечивается правильной эксплуатацией плавильных печей и подъемно-транспортного оборудования, точным соблюдением технологических режимов шихтовки, подготовки печей к работе и плавки шихты. Нарушение этих условий может привести к серьезным авариям, взрыву и выводу из строя оборудования, стать причиной очень серьезных травм сталеплавателей и работающих рядом людей. Учитывая это, в плавильных отделениях проводят следующий комплекс мероприятий:

- чтобы обеспечить оптимальный режим плавки, плавильные установки оборудуют центральными пультами, имеющими аппаратуру контроля и корректирования параметров плавильных процессов.
- процессы шихтовки и загрузки шихты в плавильные печи выполняются специальными автоматически действующими механизмами.
- при ремонте плавильных печей температура в рабочем пространстве печи не должна превышать 50 0С, для освещения используют только низковольтные (12 В) переносные лампы с бронированным проводом и защитной сеткой, после каждого ремонта тщательно контролируют качество его выполнения и полноту просушки футеровки рабочего пространства и желобов плавильных печей.
- процессы металлургической обработки литейных расплавов должны осуществляться в точном соответствии с требованиями особой производственной инструкции.
- безопасность выдачи расплава из плавильных печей достигается тщательной подготовкой и просушкой футеровки желоба плавильных печей и разливочных ковшей.
- особое внимание обращают на состояние полов участков разлива и подготовку инструментов, так как ожоги рабочих чаще всего происходят искрами и брызгами расплава, образующимися при соприкосновении расплава с влажной пола, с влажным или ржавым инструментом.
- процессы плавки следует вести в строгом соответствии с производственной инструкцией, следить по показаниям приборов за ходом плавки, за своевременной загрузкой шихтовых и вспомогательных материалов и т.д. Обо всех нарушениях режима плавки срочно сообщать мастеру.

Особая осторожность и соблюдение правил техники безопасности требуется при выпуске расплавленного металла из печей. При выполнении этой операции необходимо очистить площадку перед желобом от посторонних предметов, удалить от желоба посторонних людей, убедиться в готовности ковшей к приемке расплава, установить ковш точно под желоб так, чтобы струя расплава не лилась мимо ковша или на его борт.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Основным мероприятием по предупреждению травматизма в плавильных отделениях является снабжение рабочих специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты.

### 3.5 Безопасность труда в отделениях заливки форм

Операции, производимые в отделениях заливки форм, связаны с выделением газов и образованием пламени. При заливке форм возможны ожоги заливщиков искрами и брызгами расплава, образующимися вследствие выброса и выплескивания расплава во время его случайного соприкосновения с водой, влажными материалами, с холодными и ржавыми инструментами.

Задача оздоровления воздушной среды рабочих зон в отделениях заливки форм решается оснащением заливочной ветви литейного конвейера наклонными боковыми панелями, снабженными вентиляционной системой.

Безопасность труда на участках заливки обеспечивается соблюдением специальных требований к конструкции разливочных ковшей и к выполнению технологических операций.

Заливку форм на литейном конвейере следует производить только с помощью подвесных ковшей, перемещаемых по монорельсу или мостовым краном, управляемым из кабины. При скорости движения конвейера более 4 м/мин заливочный участок должен быть оборудован специальной платформой для заливщика, движущейся с той же скоростью, что и конвейер.

Нельзя превышать допустимую скорость перемещения ковша, необходимо следить за надежностью закрепления ковша защелкой, предотвращающей его опрокидывание.

Разливочные ковши и их элементы (траверсы, серьги, цапфы, и др.) должны оставаться достаточно прочными и надежными при работе в условиях воздействия лучистой теплоты.

Качество выполнения футеровки и сушки разливочных ковшей должно удовлетворять требования безопасности при работе в условиях взаимодействия с литейным расплавом.

Чтобы исключить случаи травматизма, в цехе применяют дистанционное управление процессами заливки, когда пульт управления с оператором находится на значительном расстоянии от заливочного участка.

### 3.6 Безопасность труда на участках охлаждения, выбивки, обрубки и очистки отливок

Создание здоровых условий труда обеспечивается на участках охлаждения, выбивки, обрубки и очистки отливок приточно-вытяжной механической вентиляцией и естественной аэрацией, осуществляемой через фрамуги и оконные проемы здания. На участках охлаждения залитых форм предусмотрены сплошные кожухи с торцевыми проемами и патрубками для отсоса газов. Станки с наждачными кругами оборудованы защитными кожухами и пылеотстойниками.

К мероприятиям по созданию здоровых и безопасных условий труда также относятся:

- складирование требующих длительного охлаждения перед очисткой отливок на участках, оборудованных отсасывающими устройствами;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- очистка отливок в дробебетных камерах;
- оснащение дробебетных очистных камер местными вентиляционными устройствами и системой блокировки, исключающей работу этих установок при выключенной вентиляции;
- снабжение дробебетных камер ограждениями, шторами и уплотнителями, предотвращающими вылет дробы и пыли из их рабочего пространства;
- оснащение стенок дробебетных камер резиновыми прокладками, обеспечивающими максимальное снижение уровня шума.

Рабочие, занятые на очистке, зачистке, обрубке обязаны соблюдать следующие основные правила безопасности:

- перед началом работы следует убедиться в исправности инструментов, приспособлений, оборудования и защитных ограждений;
- при загрузке отливок в камеры необходимо соблюдать правила, регламентирующие использование подъемно-транспортного оборудования;
- при зачистке отливок на обдирочно-шлифовальном оборудовании запрещается работать без защитного экрана и превышать установленную окружную скорость вращения шлифовальных кругов;
- выбивщики для предотвращения травм обязаны соблюдать следующие основные правила безопасности: систематически перед рабочей сменой проверять на холостом ходу исправность основных механизмов выбивного оборудования и вспомогательных средств; не находиться самому и не допускать присутствие других людей на полотне работающей выбивной решетки; не производить выбивку форм при переполненном уборочном бункере для отливок; запрещается влезать в бункера и тоннели, находящиеся под выбивными решетками, без специального разрешения мастера, при необходимости ремонта спуск рабочего в бункер разрешается только в присутствии наблюдателя, снабженного страховочной веревкой.

Температура сходящих с конвейера отливок должна быть не выше +70°C.

### 3.7 Электробезопасность

Защитные заземления обеспечивают защиту людей в цехе от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции. Защита работающих от прикосновения к токоведущим частям электроустановок достигается ограждением токоведущих частей, расположением их на высоте, применением электротехнических средств, дистанционного управления, предупредительной сигнализации.

Для индивидуальной защиты применяются монтерские инструменты, спецодежда (резиновые перчатки, калоши), вспомогательные приспособления, указатели напряжения. Для защиты электроустановок от токов перегрузки применяются плавкие предохранители[6].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В курсовом проекте разработана технология изготовления отливки «Вилка». Работа содержит краткие сведения о выборе положении отливки в форме, выборе поверхности разъема, выбраны припуски на механическую обработку обрабатываемых поверхностей. Разработана конструкция и расположение стержней, конструкция литниковой системы. Подобраны формовочные и стержневые смеси, выбран способ изготовления отливок, выбраны машины и агрегаты необходимые при организации литейного производства отливки «Вилка».

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220302.2017.401.00.ПЗ

Лист

36

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Евсеев, В.И. Развитие и поддержка отечественной промышленности – общая забота государства и бизнеса. Журнал для собственников и топ-менеджеров высокотехнологичных компаний «Умное производство», №3(15), сентябрь 2011, с.8 – 12.

2. Журнал «Литейщик России», статья «Перспективные направления развития литейного производства России и задачи Российской ассоциации литейщиков».

3. Дубровин, В.К. Технология литейного производства. Формовочные материалы: учебное пособие / В.К. Дубровин, И.Н. Ермаков, А.В. Карпинский. – Челябинск: издательский центр ЮУрГУ, 2005. – 139 с.

4. Теория литейных процессов: учебное пособие / Л.Г. Знаменский [и др.] – Челябинск: ЮУрГУ, 1999. – 163 с.

5. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В. Белов [и др.], под общ. ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 448 с.

6. Иванов, Б. С. Охрана труда в литейном и термическом производстве / Б. С. Иванов – М.: Машиностроение, 1990. – 224 с.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.220302.2017.401.00.ПЗ

Лист

37

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ А. РАСЧЕТ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Расчет шихты в Microsoft Excel											Расчет выполнил студент гр. П- 437			
Компоненты оптимизированной шихты для выплавки стали											Лаврентьев Д.С. Дата: 6.06.17			
X1,%	X2,%	X3,%	X4,%	X5,%	X6,%	X7,%	X8,%	X9,%	X10,%	X11,%	X12,%			
52,000	45,250	0,350	0,400	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
Минимальная стоимость 1т шихты							<b>1771,30</b>	руб						
							Ограничения по хим. составу							
							min		normal		max			
							C	0,22	0,26462	0,3				
							Si	0,2	0,40317	0,52				
							Mn	0,35	0,67308	0,9				
							S	0	0,02022	0,045				
							P	0	0,02452	0,04				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				
							0	0	0	0				