

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 «Литейное производство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой.
д. т. н. профессор
/Б. А. Кулаков
«__»_____2018г.

Литейные технологии производства стальной отливки
"Гайка самоконтрящаяся"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-22.03.02.2018.437.00.00 ПЗ ВКР

Нормоконтролер
доцент, к.т.н.
О.М. Заславская
«__»_____2018г.

Руководитель проекта
профессор, д.т.н.
В.К. Дубровин
«__»_____2018г.

Автор проекта
студент группы
П-437
М.А. Фролов
«__»_____2018г.

АННОТАЦИЯ

Фролов М.А. Литейные технологии производства стальной отливки «Гайка самоконтрящаяся» методом литья по выплавляемым моделям – Челябинск: ЮУрГУ, П-437, 2018. – 78с. Библиографический список – 11 наименований, 4 листов чертежа ф. А2, 3 листа ф. А1.

В выпускной квалификационной работе разработана технология производства стальной отливки «Гайка самоконтрящаяся» методом литья по выплавляемым моделям из углеродистой стали.

В соответствии с выбранной технологией изготовления детали обоснованы и рассчитаны следующие показатели, конструкция и расчет литниково-питающей системы, конструкция пресс-формы, определение разъема и положения отливки в форме, выбраны все необходимые материалы для изготовления отливки.

Описаны технологические процессы изготовления оболочковой форм, выплавки стали, заливка, охлаждение, выбивка форм и финишные операции. Проведены расчеты, литниково-питающей системы, разработаны чертежи отливок и пресс-формы.

Рассмотрены преимущества и недостатки использования кремнезоль в литье по выплавляемым моделям, целесообразность их использования, а так же причины указывающее на дальнейшее развитие данной технологии.

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>		
		<i>№ докум.</i>	<i>По</i>				
<i>Разраб</i>	Фролов			<i>Литейные технологии производства стальной отливки «Гайка</i>	<i>Л</i>	<i>Л</i>	<i>Листо</i>
<i>Пров.</i>	Дубровин					3	74
<i>Н.кон</i>	Заславска						
<i>Утв.</i>	Кулаков						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	5
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ.....	13
2.1 Анализ технологичности изготовления отливки «Гайка самоконтря- щаяся.....	13
2.2 Выбор положения отливки в пресс-форме и определение поверхности разъема.....	13
2.3 Разработка конструкции и расчет литниково-питающей системы.....	14
2.4 Разработка конструкции пресс-формы, определение разъема и положения отливки в форме.....	17
2.5 Приготовление модельного состава.....	20
2.6 Изготовление моделей.....	22
2.7 Приготовление суспензии. Изготовление литейных керамических форм.....	23
2.8 Технология плавки стали.....	29
2.9 Разработка технологий заливки форм, охлаждения, очистки, термообра-ботки и обрубки отливок.....	31
2.10 Контроль технологического процесса и качества отливок.....	33
2.11 Возможные дефекты отливок.....	34
3 ПРИМЕНЕНИЕ КРЕМНЕЗОЛЕЙ В ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ	36
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	56
4.1 Общая характеристика литейного цеха.....	56
4.2 Анализ производственных и экологических опасностей.....	57
4.3 Техника безопасности.....	57

4.3.1	Безопасность веществ и материалов.....	57
4.3.2	Безопасность производственных процессов и оборудования.....	60
4.4	Электробезопасность.....	63
4.5	Пожаробезопасность.....	65
4.6	Санитария литейного производства.....	66
4.7	Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации.....	67
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	69

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ВВЕДЕНИЕ

Метод литья по выплавляемым моделям, благодаря преимуществам по сравнению с другими способами изготовления отливок, получил значительное распространение в машиностроении и приборостроении.

Промышленное применение этого метода обеспечивает получение из любых литейных сплавов сложных по форме отливок массой от нескольких граммов до десятков килограммов со стенками, толщина которых в ряде случаев менее 1 мм, и повышенной точностью размеров.

Указанные возможности метода позволяют максимально приблизить отливки к готовой детали, а в ряде случаев получить литую деталь, дополнительная обработка которой перед сборкой не требуется. Вследствие этого резко снижаются трудоёмкость и стоимость изготовления изделий, уменьшается расход металла и инструмента, экономятся энергетические ресурсы, сокращается потребность в рабочих высокой квалификации, в оборудовании, приспособлениях, производственных площадях.

Одной из главных задач получения данных преимуществ является выбор связующего для изготовления керамических форм, которое будет легко в изготовлении, а так же не создавать высоких затрат при массовом производстве. Актуальным на сегодняшний день является применение кремнезоль, которые могут заменить широко применяемые элсиликатные связующие.

Положительной особенностью данного способа литья является также возможность высокой степени автоматизации и комплексной механизации производства.

Целью выпускной квалификационной работы является, выбор способа изготовления отливки, разработка технологии литья, произведены необходимые расчеты и представлено графическое обоснование работы максимально используя современные достижения науки и техники.

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Развитие машиностроения, совершенство и качество современных машин в решающей мере зависят от совершенства и качества литых изделий.

Принципиальное преимущество литых заготовок (разнообразие сплавов, размеров, конфигурации, массы, близость к размерам готовых изделий, высокие эксплуатационные свойства и т.п.) гарантируют сохранение их доминирующей роли и в будущем, высокий и стабильный спрос на отливки и прочные рыночные позиции литейных производств. Технологическая революция и автоматизация основных литейных производств (последняя четверть XX в.) обеспечила:

- значительное повышение прочностных и эксплуатационных свойств литых деталей (высокопрочные чугуны, усовершенствованные стали и др.);
- повышение точности отливок – сокращение допусков и припусков (до двух раз);
- снижение толщин стенок и массы отливок (до 20%);
- возможности изготовления отливок более дешевыми методами, например изготовление алюминиевых отливок в песчано-бентонитовых формах вместо кокиля.

На долю литых деталей приходится от 30 до 50 % массы машин(рисунок1).

Растущие требования машиностроения к качеству и количеству отливок в сочетании с техническим прогрессом в их производстве стали стимулом и базой для непрерывного развития мирового литейного производства, достигшего в 2014 г. объемов потребления отливок более 100 млн т/год (в том числе в Западной Европе – до 10 млн т, в США – 10 млн т, остальное – Азия, Южная Америка и др.). Следует особо отметить, что страны БРИКС производят 65 млн т, при ежегодном росте ~ в 5%. Из них 46 млн т (70 %) изготавливается в Китае, который от незначительных объёмов в 80-х гг. прошлого века перешёл к гигантской индустрии с более чем 30 тыс. предприятий литейной отрасли.

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Экспортируя до 10 % от общего объёма производимого литья (на сумму более 5 млрд долл. в год), Китай в режиме самокупаемости интенсивно проводит техперевооружение литейных производств.

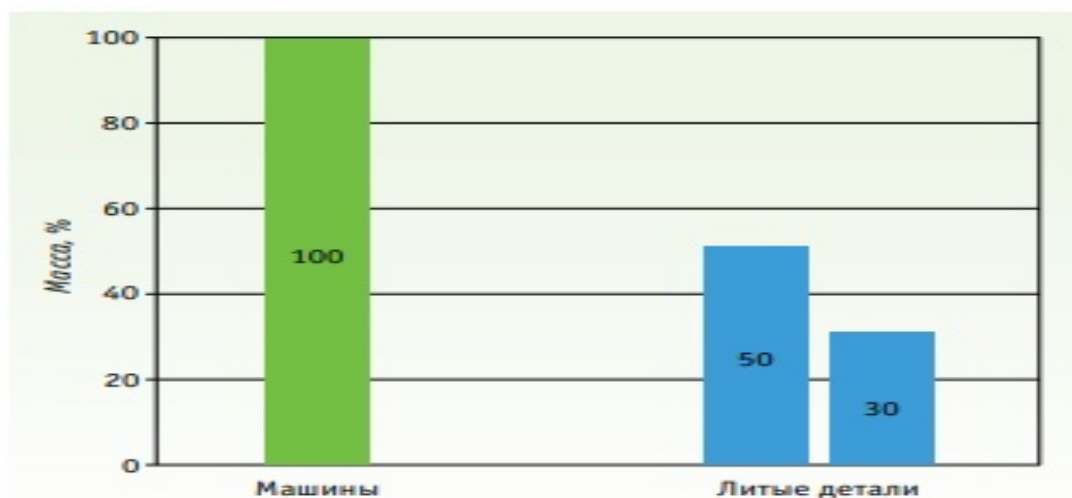


Рисунок 1 – Литые детали в машиностроении

Прямо противоположная картина в Российской Федерации: с конца 80-х гг. прошлого века значимого развития отечественных литейных производств не происходило, в результате, несмотря на существенно большие объёмы природных рудных ресурсов и наличие промышленно-значимых запасов металлического лома, выпуск отливок в РФ снизился более чем в пять раз: с 18,5 млн т в 1985 г. – до 3,8 млн т в 2014 г., число литейных цехов сократилось почти в три раза – 3,3 тыс. до менее чем 1,2 тыс. Физический и моральный износ основных фондов составляет от 65 до 75%. Количество работников сократилось приблизительно до 300 тыс. чел., а научный кадровый потенциал литейной отрасли близок к исчезновению, снизившись с 8 до 0,2 % от общей численности ученых машиностроителей.

Основные пути развития отечественных литейных производств

Глубокое переоснащение отечественной литейной промышленности с задачей обеспечения ее конкурентоспособности возможно на базе:

– лучших зарубежных практик – материалов, технологий, оборудования, проектов;

– отечественной техники, материалов, проектов.

Основная масса отливок производится в сырых разовых формах. Однако для этих процессов в настоящее время современные автоматические литейные линии (АЛЛ) в России не производятся, в связи с чем практика вынужденно идет по первому пути. Так, например, закупки российскими предприятиями импортного литейного оборудования (в основном в Германии, Италии и США), запасных частей, расходных и технологических материалов составляли в последние годы до 1 млрд долл. в год. Однако, как показывает опыт, обеспечить при этом реальную конкурентоспособность создаваемых литейных производств в абсолютном большинстве случаев не удастся (качество отливок ниже, а себестоимость - выше зарубежных аналогов).

Анализ показывает, что сложившееся положение является следствием фундаментальных закономерностей и особенностей технического развития литейной техники и производств.

Анализ опыта эксплуатации в СССР более 300 АЛЛ (данные за 1989 г. — последний год полноценной работы промышленности СССР) показывает (рисунок 2), что:

– реальная производительность (средний выпуск форм по годным отливкам в единицу времени) зарубежных АЛЛ в СССР была значительно (в среднем в три раза) ниже, чем в США и Западной Европе; более высокие результаты показывали отдельные заводы (ВАЗ и др.) и лучшие отечественные линии;

– производительность устаревших механизированных линий в СССР была наивысшей в мире и значительно (более чем приблизительно в три раза) превосходила среднюю производительность зарубежных АЛЛ в нашей стране.

Литейные линии и производства имели характерные особенности:

– механизированные – технологическая и кинематическая гибкость, пластичность, помехоустойчивость; высокая приспособленность к отечественным

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

условиям эксплуатации и персоналу; высокая системная надежность, однако низкое качество и высокая трудоемкость отливок;

– автоматические зарубежные – высокое качество и низкая трудоемкость отливок, однако высокая технологическая и кинематическая жесткость, высокая чувствительность к случайным помехам и разнообразным отклонениям, крайне высокие требования и низкая приспособленность к российским условиям эксплуатации и социально-психологическим особенностям (менталитету) персонала; низкая системная надежность;

– лучшие отечественные автоматические 1989 г. – сохранение в конструкциях элементов гибкости, однако недостаточное качество отливок и устарелость технологических и конструктивных решений для XXI в.

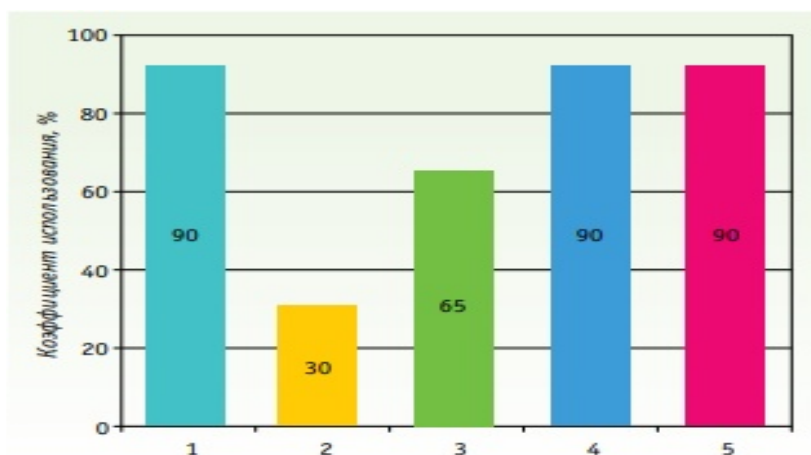


Рисунок 2 – Коэффициент использования автоматических и механизированных литейных линий (средний по выпуску годного литья):

1 – США, Западная Европа (АЛЛ); 2 – СССР в 1989 г. (АЛЛ); 3 – лучшие отечественные АЛЛ конструкций НИИТракторсельхозмаша, НИИТавтопрома, Горьковского автозавода в 1989 г.; 4 – механизированные линии в СССР в 1989 г.; 5 – гибкие литейные линии – Россия (прогноз)

Выводы:

– одна из основных причин фактической неконкурентоспособности абсолютного большинства отечественных автоматизированных литейных

производств – «отторжение» в отечественной практике современных зарубежных «жестких» автоматических литейных линий (линий поколения);

– задача – создание гибких автоматических литейных линий и производств нового III поколения, сочетающих особенности автоматических (малолюдность, производительность, качество отливок) и механизированных линий (гибкость, помехоустойчивость, приспособленность к отечественным условиям эксплуатации, высокая системная надежность);

– дальнейшее повышение точности и качества отливок должны обеспечиваться гибкостью техпроцессов — оптимизацией технологических режимов изготовления каждой отдельной отливки с учетом ее индивидуальных особенностей (рисунок 3).

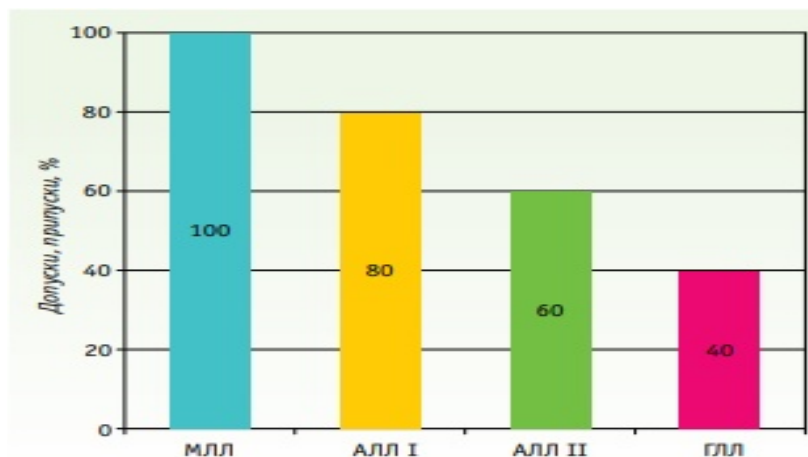


Рисунок 3 – Точность отливок: МЛЛ — механизированные литейные линии; АЛЛ — автоматические литейные линии; I, II поколения (АЛЛ I, АЛЛ II); ГЛЛ — гибкие литейные линии; (АЛЛ III поколения)

За последние 5 лет объемы производства стальных отливок увеличились на 14,2% отливок из цветных сплавов – на 15%, а чугунных уменьшилось на 24%. В перспективе предполагается (по экспертной оценке) его рост к 2020 г. до 5 млн. тонн за счет импортозамещения производства отливок: автокомпонентов, стальных отливок для арматуростроения и нефтегазовой промышленности, ж/д транспорта, увеличение объемов производства отечественного оборудования и

сопутствующих материалов. В настоящее время производство отливок по технологическим процессам (по экспертной оценке) распределяется следующим образом (рисунок 4).

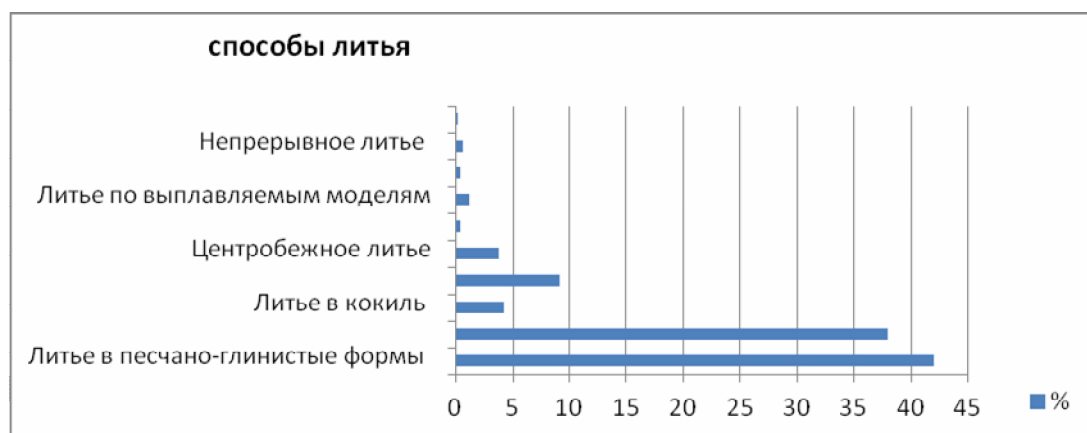


Рисунок 4 – Производство отливок по технологическим процессам

Степень механизации и автоматизации литейного производства России оценивается производством отливок на различном оборудовании (рисунок 5).

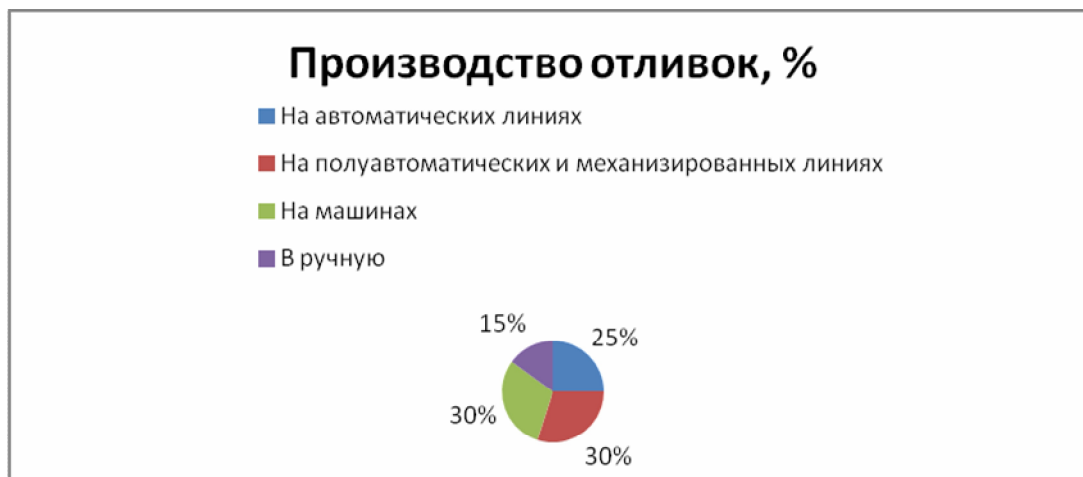


Рисунок 5 – Производство отливок по степени механизации

Отечественное литейное оборудование в основном производится на следующих предприятиях: ОАО «Сиблитмаш», ОАО «Литмашприбор», АО «Дальэнергомаш» - «Амурлитмаш», ООО «Униреп-сервис», «Завод АКС», ООО «Толедо», ООО СКБ «Сибэлектротерм», ООО «НПФ Комтерм», ЗАО

«НакалПромышленные печи», ООО «Электротехнология», ООО «Курай» и др. Однако они не удовлетворяют потребности литейных цехов и заводов. Поэтому около 65% литейного оборудования закупается за рубежом в таких странах как Германия, Китай, Италия, Япония, Чехия и др. Одним из 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 проектирование цеха или участка. Поэтому создаются творческие группы специалистов и организации, выполняющих данного рода работы. Реконструкция литейных цехов осуществляется на базе новых экологически технологических процессов и материалов, прогрессивного оборудования, обеспечивающих получение высококачественных отливок, отвечающих мировым стандартам. В реконструированных цехах около 70% установлено импортное оборудование. Плавка и выпечная обработка литейных сплавов является первичным и ответственным технологическим переделом, который обеспечивает литейные, прочностные и эксплуатационные характеристики сплава. В последние годы наблюдается рост производства отливок из алюминиевых и магниевых сплавов, которые в ряде случаев заменяют чугунные и стальные отливки.

Применяя современные методы обработки (рафинирование, модифицирование, микролегирование, дегазацию) и новые технологические

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

процессы (тикс- и реолитные, непрерывные способы литья с магнитодинамическими способами перемешивания кристаллизующихся расплавов, совмещающая способы литья и прокатки и др.), можно получать высокие прочностные характеристики металла на уровне 450–500 МПа. Производство фасонных отливок в России из алюминиевых сплавов различными методами представлено в рисунке 6.



Рисунок 6 – Производство фасонных отливок из алюминиевых сплавов

Аналогичное развитие – от жестких систем к гибким – получают и технологии, машины и линии для специальных методов литья: по выплавляемым и выжигаемым моделям, под высоким и низким давлением и др.

Создаваемые гибкие литейные линии (ГЛЛ) оснащаются средствами автоматической смены номенклатуры изготавливаемых отливок (смена оснастки и технологических режимов) и рассчитаны на разносерийный характер производства, что особенно важно для литейных цехов ВПК.

Важнейшей неотъемлемой частью гибких литейных производств, обеспечивающих их рыночную мобильность, являются гибкие системы подготовки производства отливок, включающих комплекс систем и оборудования по оперативному проектированию и изготовлению модельно-стержневой оснастки на базе САПР «Отливка», систем компьютерного моделирования процессов литья, аддитивных технологий и средств прототипирования (3D-принтеров) и станков с ЧПУ.

Планируется создание гибких автоматических литейных линий для крупных цехов и гибких компактных автоматических машин и линий для мелких цехов (предназначено малому и среднему бизнесу). Создаваемые гибкие литейные машины, линии и производства соответствуют самым жестким перспективным экологическим требованиям.

Создаваемое гибкое литейное оборудование нового третьего поколения дешевле и существенно превосходит импортные аналоги второго поколения по техническим характеристикам и эффективности. Значительно выше эффективность при производстве сложных ответственных высокотехнологичных отливок и деталей. Значительная дополнительная экономия возникает в процессах механической обработки точных отливок с уменьшенными припусками.

Переход к новому технологическому укладу – гибким литейным технологиям, оборудованию и производствам – позволит сделать следующий шаг в повышении качества, эксплуатационных свойств, точности и сложности отливок, увеличить реальный выпуск отливок, снизить себестоимость отливок и литых деталей и обеспечить импортозамещение, импортнезависимость и реальную конкурентоспособность отечественных литейных производств. Тем самым будут созданы предпосылки и пути решения задачи развития отечественного литейного машиностроения и высокотехнологичного экспорта гибкого литейного оборудования и высококачественных точных отливок [3].

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ «ГАЙКА САМОКОНТРЯЩАЯСЯ»

2.1 Анализ технологичности изготовления отливки «Гайка самоконтрящаяся»

При анализе технологичности литой детали изучаются свойства материала отливки, толщины стенок и их сочленений, конфигурация отверстий и полостей в отливке, технология обработки поверхностей.

Основные технологические условия для рассматриваемой отливки следующие:

- отливка первой группы ГОСТ 977 - 88
- точность отливки 9Т-0-0-7 ГОСТ Р 53464-2009
- неуказанные литейные радиусы 3...4 мм.
- допускается остаток питателя не более 3 мм
- усадка металла 2%
- литейный уклон 1...2°

Анализ чертежа детали «Гайка самоконтрящаяся» показывает, что ее конструкция достаточно технологична для изготовления литьем по выплавляемым моделям.

Отливка «Гайка самоконтрящаяся» изготавливается из стали 40ХЛ ГОСТ 977-88. Масса отливки 0,32 кг. минимальная толщина стенки отливки 8 мм, максимальная 10 мм, отверстия в данной отливке отсутствуют, что является нормой при литье по выплавляемым моделям.

Модели следует вынимать из пресс-формы без поломок и нарушения их геометрии. Поэтому необходима конусность на поверхностях, перпендикулярных к плоскости разъема пресс-формы. Для отливки «Гайка самоконтрящаяся» неуказанные литейные уклоны 1...2°.

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2 Выбор положения отливки в пресс-форме и определение поверхности разъема

Поверхность разъема пресс-формы одна и горизонтальная.

Положение отливки в форме обеспечивает ее направленное затвердевание при заливке.

Выбранное положение отливки в пресс-форме обеспечивает наиболее простое оформление литниковой системы: в одном звене располагаются четыре отливки, питатели располагаются в плоскости разъема пресс-формы и имеют протяженность 10 мм.

Таким образом, обеспечено максимальное количество требований для получения отливки литьем по выплавляемым моделям требуемого качества.

2.3 Разработка конструкции и расчет литниково-питающей системы

Благодаря характерной для литья по выплавляемым моделям неразъемной форме конструктивные элементы ЛПС удастся расположить наиболее эффективно, максимально используя объем формы. Для отливки «Гайка самоконтрящаяся» выбрана литниковая система типа – центральный стояк. ЛПС этого типа представляет собой стояк компактного сечения, непосредственно к которому присоединяются небольшие отливки с индивидуальными питателями. Центральный стояк является одновременно и литниковым ходом, и коллективной прибылью, а питатели соответственно выполняют и роль шеек прибылей. Зумпф в нижней части стояка смягчает отрицательное действие механического и теплового ударов, имеющих место в начальный момент заливки. Центральный стояк служит основой для создания комплексно-механизированного технологического процесса производства небольших отливок, массой до 1 кг.

Расчет ЛПС ведется по методу приведенных толщин.

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Для обеспечения направленного затвердевания необходимо соблюсти условие непрерывного увеличения приведенной толщины от удаленных тонкостенных участков отливки к стояку-прибыли.

1) Рассчитаем приведенную толщину теплового узла по формуле :

$$R_y = \frac{V_y}{S_y} \quad (1)$$

где V_y – объем теплового узла, мм^3 ;

S_y – площадь теплового узла, мм^2

$$R_y = \frac{1000 \cdot 1000 \cdot 1000 \cdot 0,5}{1000 \cdot 1000} = 500 \text{ мм.}$$

При определении определённой толщины теплового узла принимаем за объём теплового узла половину отливки, примыкающую к стояку. Вторая половина отливки затвердевает значительно быстрее, так как её тепловое поле находится в зоне действия края отливки.

Следовательно $R_y = R_y = 1,89 \text{ мм.}$

Далее принимаем длину питателя $L_{\text{пит.}} = 10 \text{ мм}$ с позиции удобства отделения отливок от стояка. В действующем производстве эксплуатируются стояки

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

диаметром $d_{ст} = 41\text{мм}$, исходя из рационального размещения отливок и согласно ГОСТ 19554 – 74.

2) Рассчитаем приведенную толщину сечения стояка по формуле :

$$R_{ст} = \frac{G_{отл}}{P_{ст} \cdot d_{ст}}, \quad (2)$$

где $F_{ст}$ – площадь стояка, мм^2 ;

$P_{ст}$ – периметр стояка, мм;

$d_{ст}$ – диаметр стояка, мм.

$$R_{ст} = \frac{11}{4 \cdot 41} = 10,25 \text{ мм.}$$

3) Рассчитаем приведенную толщину сечения питателя по формуле :

$$R_{пит} = \frac{G_{отл}}{a_{пит} \cdot b_{пит}}, \quad (3)$$

где $G_{отл} = 0,32$ – масса отливки, кг.

$$R_{пит} = \frac{11 \cdot \sqrt{1,89^2 \cdot 0,32} \cdot \frac{\sqrt[3]{10}}{10,25}}{16 \cdot 16} = 2,7 \text{ мм,}$$

4) Принимая прямоугольное сечение питателя толщиной $a_{пит} = 16\text{мм}$, находим его ширину $b_{пит}$ из формулы :

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$R_{\text{пит}} =$$

(4)

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

(5)

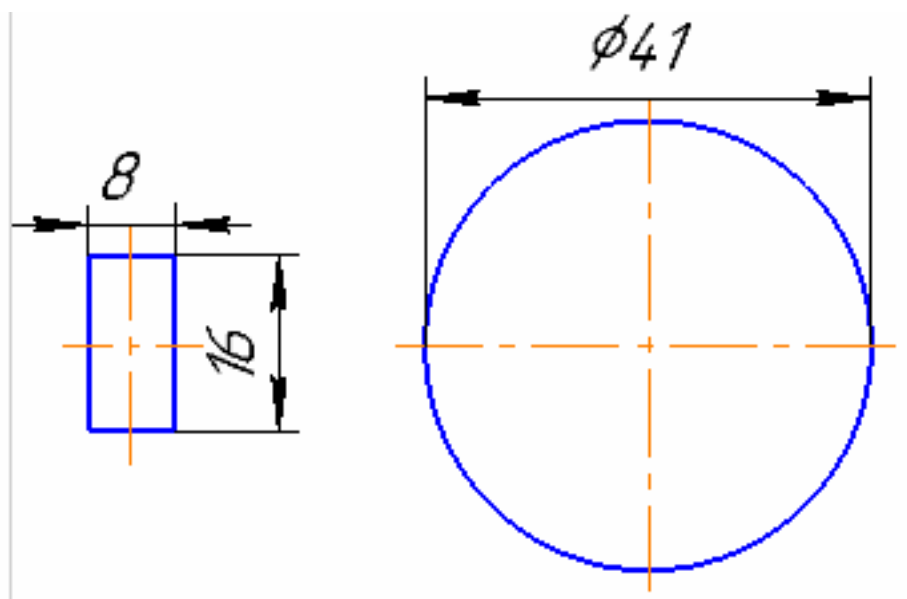
$$b_{\text{пит}} = \frac{2 \cdot 16 \cdot 2,7}{16 - 2 \cdot 2,7} = 8 \text{ мм.}$$

Исходя из конструкторских особенностей отливки в месте подвода металла, размеры питателя принимаем 16x8 мм.

Условие направленного затвердевания предполагает $R_y < R_{\text{пит}} < R_{\text{ст}}$. Это условие соблюдено $1,89 < 2,7 < 10,25$, следовательно, расчет верен.

Так как отливки располагаются вокруг стояка принимаем число питателей 1 штука, на одну отливку для обеспечения питания отливки и отсутствия коробления. Питатель будет иметь следующие размеры 16 мм и 8 мм.

На рисунке 7 изображены сечения элементов литейной формы.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ

Лист

$$F_{\text{пит}} = 1,28 \text{ см}^2$$

Кол. = 4 шт

$$\sum F_{\text{пит.}} = 5,12 \text{ см}^2$$

а)

$$F_{\text{ст}} = 13,2 \text{ см}^2$$

Кол. = 1 шт

$$\sum F_{\text{ст}} = 13,2 \text{ см}^2$$

б)

Рисунок 7 – Сечения элементов литейной формы: а) сечение питателя;
б) сечение стояка

Длина питателя составила 10 мм, диаметр стояка – 41мм, такие параметры литниковой системы обеспечивают принцип направленного затвердевания. Эскиз модельного звена и блока изображены на рисунке 8.

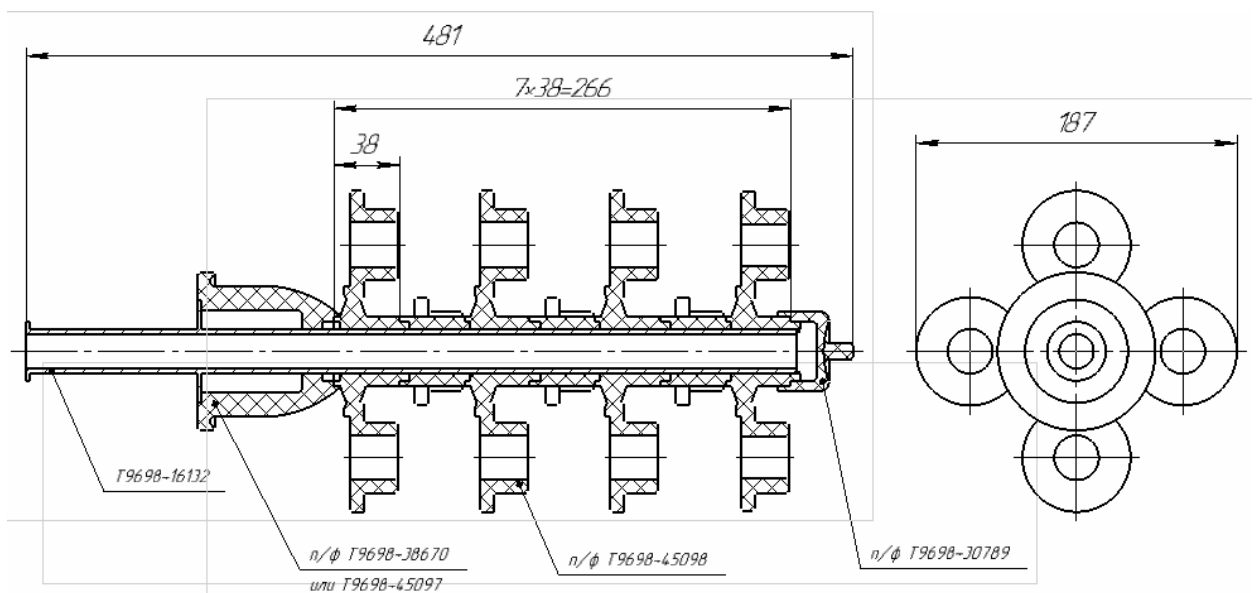


Рисунок 8 – Эскиз модельного звена и блока

2.4 Разработка конструкции пресс-формы, определение разъема и положения отливки в форме

Пресс-форма – это инструмент для изготовления, модели. 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

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ					

воспроизведения ее конфигурации зависят от точности размеров полости пресс-формы и ее конструкции. Конструкция пресс-формы должна быть такой, чтобы модель можно было легко и быстро, без деформаций и повреждений извлечь из рабочей полости пресс-формы, чем меньше разъемов имеет пресс-форма, тем выше точность моделей.

Пресс-формы должны отвечать следующим основным требованиям:

- обеспечивать получение моделей с заданной точностью и чистотой поверхности;
- иметь минимальное число разъемов при обеспечении удобного и быстрого извлечения моделей;
- иметь устройства для удаления воздуха из рабочих полостей;
- быть технологичными в изготовлении, долговечными и удобными в работе.

Выбор типа пресс-формы обусловлен в основном характером производства (опытное, серийное, массовое), а также требованиями, предъявляемыми к отливкам по точности размеров и чистоте поверхности. При массовом производстве следует применять стальные пресс-формы, изготовленные механической обработкой. В таких пресс-формах за одну запрессовку получают звено моделей с готовой частью литниковой системы. Для отливки «Гайка самоконтрящаяся» применяют пресс-форму из стали 45Х ГОСТ 4543-71 [2].

Для получения звеньев моделей на автоматических установках используют пресс-формы по ГОСТ19947-74 – ГОСТ 19999-74 с горизонтальным разъемом.

Формообразующие поверхности пресс-форм, изготавливают на металлорежущих станках, после чего пресс-форму полируют. Сопрягаемые поверхности пресс-форм (стыковые), поверхность штырей, втулок, колодок и других подвижных частей следует выполнять с шероховатостью

$R_a = 1,25 - 0,63$ мкм; поверхности, образующие литниковую систему с $R_a = 2,5 - 1,6$ мкм; остальные нерабочие части пресс-форм можно выполнять с $R_z = 40 - 10$ мкм.

В серийном и массовом производстве применяют многогнездные 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 9 показана схема пресс-формы в сборе.

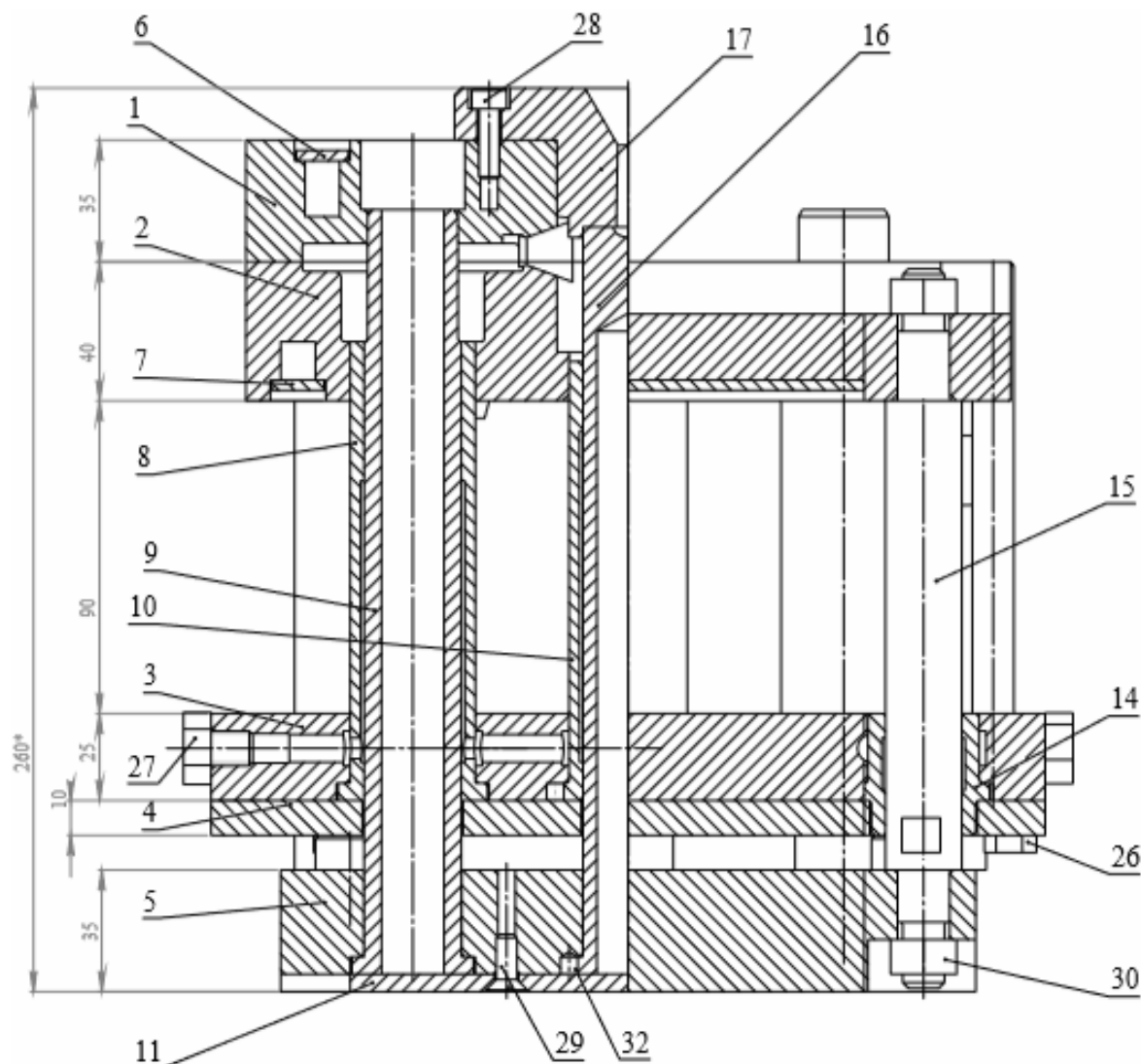


Рисунок 9 – Схема пресс-формы в сборе: 1– матрица подвижная;
 2– матрица неподвижная; 3– плита толкательная; 4 – плита прижимная;
 5 –основание; 6–планка; 7 – планка; 8 – толкатель; 9 – стержень;
 10 – толкатель; 11– пластинка; 12 – пробка; 13 – ниппель; 14 – втулка;
 15 – колонка; 16 - стержень; 17 – фиксатор; 18 – контртолкатель;
 19 – стойка; 20 – упор

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ

Лист

На рисунке 10 представлены виды чертежа детали с указанной на ней одной горизонтальной плоскостью разреза пресс-формы, которая будет проходить вдоль детали.

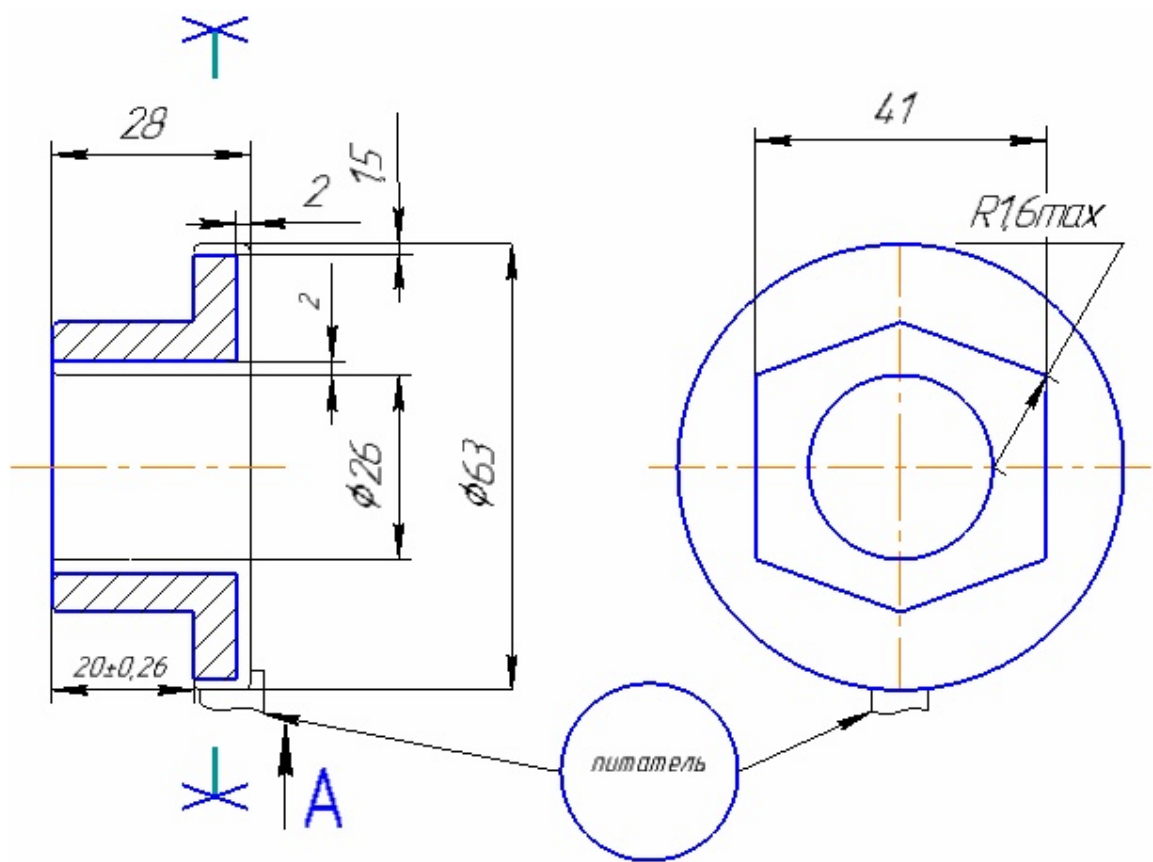


Рисунок 10 – Эскиз отливки с поверхностью разреза пресс-формы.

2.5 Приготовление модельного состава

При массовом выпуске мелких стальных отливок и при серийном производстве сложных по конфигурации тонкостенных отливок из специальных сплавов применяют модельные составы первой группы. Поэтому для изготовления отливок применяют модельный состав МВС – 15 ТУ0258–001–51570957–2002 (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;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ

Лист

- свободная линейная усадка 1,25 %;
- предел прочности при статическом изгибе при 18–20°C –5,2 МПа;
- кинематическая вязкость при 100°C– 7,84 мм;
- зольность 0,02 % по массе;
- коксуюемость 0,02 %.

Приготовление пастообразного модельного состава происходит за счет охлаждения расплавленного модельного состава при одновременном непрерывном перемешивании. При этом в него замешивается воздух до 20 % объема. В результате снижается плотность модельного состава и его расход. В пресс-форме пастообразный модельный состав и содержащийся в нем воздух сжимаются под давлением прессования. После прекращения прессования и снятия давления с модельного состава находящийся в нем воздух стремится расширяться, что способствует более точному воспроизведению модельным составом формы и размеров полостей пресс-формы.

Модельный состав на участок поступает в таре. В плавильный бак загружается свежий модельный состав в количестве не более 400 кг (13–16 мешков), при температуре 85–90 °C расплавляется и насосом перекачивается в бак регенерации. По мере использования состава появляется его возврат, поэтому рекомендуется применять 30–20 % свежего состава и возврата 70–80 %. При приготовлении жидкого модельного состава необходимо: возврат перемешать со свежим модельным составом и дать отстояться от воды в течении 30 минут. Слить отстоявшуюся воду и перекачать состав в емкостные баки. Температура состава в ванне регенерации и в емкостных баках должна быть не более 95 °C, затем состав подается к машине с мешалкой, где состав готовится до пастообразного состояния.

При подготовке выплавляемого модельного состава используют до 80 % возврата, собранного при удалении моделей из оболочек форм и брака моделей.

2.6 Изготовление моделей

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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 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 15–20 °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 стояк на столе сборки. Все стояки имеют одинаковые

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

геометрические размеры, что учитывается при проектировании модельных звеньев. Блок вешается на конвейер формообразования.

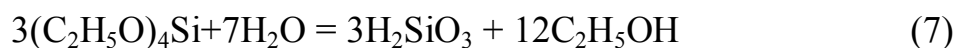
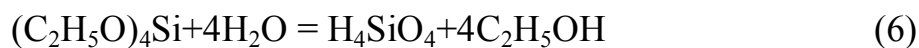
2.7 Приготовление суспензии. Изготовление литейных керамических форм

Приготовление этилсиликатной суспензии.

Этилсиликат – прозрачная или слабоокрашенная жидкость с запахом эфира. Это продукт реакции этилового спирта с четыреххлористым кремнием при непрерывном их смешивании и охлаждении, с температурой кипения 438К, пластичностью 980 – 1050 кг/м².

Сам этилсиликат не является связующим материалом, его необходимо подвергнуть гидролизу, то есть заменить этоксильные группы C₂H₅O на гидроксильные группы OH, в результате в растворе должны образоваться кремниевые кислоты: метакремниевая кислота H₂SiO₃ и ортокремниевая H₄SiO₄.

Реакции гидролиза:



По агрегатному состоянию образующиеся кремниевые кислоты являются коллоидами или долями.

Гидролиз производится водой, подкисленной соляной кислотой (без применения органического растворителя) при обязательном совмещении суспензий и связующих из ЭТС по методу В.Н. Иванова.

Количество компонентов гидролиза на один литр ЭТС–40:

этилсиликат ГОСТ 26371-84

1000 мл

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вода дистиллированная ГОСТ 6709-72	206,7 мл
спирт этиловый ГОСТ 17299-85	1960,7 мл
кислота соляная ГОСТ 3118-77	10 мл
всего	3177,4 мл

Для улучшения смачиваемости моделей, в суспензию вводится поверхностно-активное вещество – сульфонол.

Этилсиликатную суспензию готовят двумя способами – отдельным и совмещенным.

При отдельном способе предварительно готовят гидролизированный этилсиликат, затем в него вводят огнеупорную составляющую при постоянном перемешивании.

Суспензию выдерживают в течении получаса до полного удаления из нее пузырьков замешанного воздуха.

При использовании совмещенного метода в этилсиликат сначала вводят, непрерывно перемешивая, растворитель (гидролизный спирт, ацетон или изопропиловый спирт). Затем всыпают часть (0,7 – 0,8 от общего количества) огнеупорного материала и перемешивают в течении 10 – 15 мин. Далее вливают воду, подкисленную соляной или азотной кислотой, продолжая перемешивать в течении 30 – 40 мин. Наконец, добавляют оставшуюся часть огнеупорного материала и специальные добавки (глицерин, борную кислоту и др.), перемешивают еще в течении 10 – 15 мин.

Литейная форма – это система элементов, образующих рабочую полость, при заливке которой расплавленным металлом формируется отливка.

Такая форма должна быть прочной, устойчивой к давлению тепла и жидкого металла, а также проницаемой, для того, чтобы из полости могли выходить газы. Кроме того, она не должна сплавляться с металлом, который вливают в нее через специальные желоба.

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Оболочка состоит из 95 – 97 % основы (часто называемой наполнителем) и связующего, которое в виде тончайших пленок цементирует зерна основы. Линейное расширение оболочки определяет главным образом основа.

Формообразующие материалы включают в себя: основу, связующее, растворители, добавки. Основа может быть пылевидной для суспензий и зернистой для обсыпки слоев суспензий на блоках моделей.

Для обсыпки облицовочного (контактного) слоя применяют кварцевый песок марки 1К₃ О₁О16 ГОСТ 2138–91, а для последующих – более крупные, например 1К₃ О₁О2 ГОСТ 2138–91.

Для приготовления суспензии используется пылевидный кварц марки «Б» ГОСТ 9077–82.

Для приготовления суспензии на 1 литр гидролизованного этилсиликата требуется 2,3 кг пылевидного кварца.

Для первых двух слоев оболочки в качестве связующего используют раствор этилсиликата ЭТС-40 ТУ 2435–427–05763441–2004, из которого образуется в оболочке аморфная двуокись кремния. Формы с ним достаточно прочны и не образуют пригара на отливках из углеродистых сталей. Растворы этилсиликата относят к кислым связующим.

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;
- после этого добавляют расчетное количество пылевидного кварца и серной кислоты для нейтрализации железа и его окислов.

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– суспензию перемешивают в течение 40 – 60 минут при скорости вращения крыльчатки мешалки 2800 об/мин. Затем суспензию выдерживают в спокойном состоянии 20 – 30 минуты;

– измеряют условную вязкость по вискозиметру ВЗ - 4. Параметры суспензии сведены в таблицу 1.

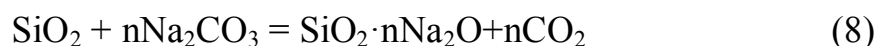
– за 5 – 7 мин до окончания перемешивания вводят антииспаритель. В суспензию для первого слоя за 5 – 10 минут до конца перемешивания вливают 0,5л глицерина, для увеличения времени его подсыхания [1].

Для последующих слоев используют связующее – натриевое жидкое стекло марки «Б» ГОСТ 13079-93 с модулем 2,8–2,9ед. и плотностью 1,22–1,25 г/см³.

Для приготовления жидкостекольной суспензии в жидкое стекло добавляют сначала огнеупорную глину (глинозем или шамот, а затем пылевидный кварц. Огнеупорные составляющие вводят при непрерывном перемешивании в течении часа. Для улучшения технологических свойств в суспензию иногда добавляют 4% веретенного масла.

Готовую суспензию выдерживают в течении 5–8 мин до удаления пузырьков воздуха.

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:



Компоненты суспензии:

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

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

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

температура плавления	1710°С
плотность	2650 кг/м ³
КЛТР	13,7·10 ⁻⁶ 1/°С

Для повышения термостойкости оболочек в жидкостекольную смесь добавляют высокоглинистый дисперсный порошок (ВГДП) ТУ-134-0-ШИ-82.

На 1 литр раствора жидкого стекла требуется 1,5кг пылевидного кварца и 0,3кг высокоглиноземистого дисперсного порошка.

Приготовление суспензии на основе жидкостекольного связующего:

– подготовленное жидкое стекло заливают в установку для приготовления суспензии;

– затем засыпают ВГДП и включают мешалку на 1–2мин;

– затем засыпают пылевидный кварц и включают мешалку на 10–15мин до получения однородной суспензии;

– суспензию выдерживают в спокойном состоянии 20 – 30 минуты и измеряют условную вязкость по вискозиметру ВЗ – 4. Параметры суспензии сведены в таблицу 1.

После нанесения суспензии на основе ЭТС блоки поступают в камеру сушки. Процесс сушки длится 3,5 часа при определенной температуре, влажности воздуха в камере сушки (таблица 1).

Свойства керамических форм:

«сырая прочность», кг/см² – 46,84 – 54,6

«горячая прочность», кг/см² – 54,05 – 63,9.

Таблица 1 – параметры суспензий и атмосфера воздушной среды в камерах сушки

Суспензия	Слой	Вязкость суспензии, с	Температура	Параметры воздушной среды в камерах сушки
-----------	------	-----------------------	-------------	---

			суспензии, °С	температура, °С	относительная влажность, %
этиллсиликатная	1	70 – 90	16 – 22	20 – 25	60 – 80
	2	45 – 50			
жидкостекольная	3	32 – 40	12 – 20	25 – 33	≤50
	4	32 – 40			

Сушка жидкостекольного слоя составляет 30мин. Наиболее важные свойства суспензии и оболочек:

– точность воспроизведения микрорельефа поверхности и конфигурации моделей.

При недостаточном смачивании суспензией модели воздух остается на ее поверхности в виде пузырьков и образует шаровидные углубления в оболочке, особенно в острых внутренних углах, что на отливках проявляется в виде шаровидных бугорков. Применение очень вязкой суспензии для первого слоя (например, 80 – 100 с) также способствует образованию этого дефекта.

– прочность.

Формооболочка изготавливается по традиционной технологии – послойное нанесение суспензии на модельный блок с последующей обсыпкой и сушкой каждого слоя и включает в себя четыре слоя на основе этилсиликатного связующего.

Собранный блок по конвейеру поступает в ванну 1-го слоя, потом по контуру поступает в пескосып, где в кипящем слое обсыпается 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:

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– 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, где происходит необратимое отверждение. Процесс длится примерно 3 часа при определенной температуре, влажности воздуха в камере сушки

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 формо-оболочка с холодной прочностью 35–50 кг/см.

2.8 Технология плавки стали

Для выплавки стали примем печи ИСТ–0,16 с терристорным преобразователем частоты ТПЧ 320.

Главной частью индукционной печи является индуктор, выполненный в виде многовитковой спирали, изготовленной из медной водоохлаждаемой трубки.

Выплавляют сталь 40ХЛ ГОСТ 977-88 следующим образом: заправляют печи смесью на основе кварцевого песка и борной кислоты. Загружают лом, возврат. В качестве шихты используются отходы кузнечного, холодноштамповочного и

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

собственного производства (брак отливок и литники). Отходы и ферроматериалы хранятся на шихтовом дворе. Размеры шихтовых материалов подбирают из условий наиболее полного заполнения тигля. Для более плотной укладки промежутки между крупными кусками шихты засыпают мелкими. Плотная укладка шихты способствует ускорению ее расплавления и снижению расхода электроэнергии. В этих же целях печь накрывают крышкой-сводом. Шихтовые материалы не следует загружать выше витков индуктора. Куски шихты по мере оплавления и опускания вниз могут свариваться между собой, образуя «мост», под которым расплав перегревается, что может привести к разрушению футеровки. Заклинившиеся куски шихты следует освобождать, поднимая их клещами вверх, осаживая в то же время освобожденные куски шихты вниз в расплав.

Нельзя загружать холодную шихту, а тем более влажную в расплавленный металл, так как это сопровождается выплеском последнего из печи. После полного расплавления шихты наводят шлак 70 % формовочной смеси, 25 % молотой извести и 5 % плавикового шпата. Шлаковый покров в индукционных печах защищает сплав от насыщения газами, снижает угар элементов и уменьшает тепловые потери.

Затем отбирают пробу на углерод и кремний и измеряют температуру расплава. В ожидании анализа снимают шлак, образовавшийся при плавлении, вводят ферромарганец, обеспечивая содержание марганца на уровне нижнего предела – 0,45 %, затем вводят ферросилиции, обеспечивающий содержание кремния в металле на уровне 0,25 %, добавляют алюминии 0,03...0,1 %, и наводят новый шлак меньшей основности 50 % SiO₂, 25 % CaO, 25 % Al₂O₃.

После получения анализа, если сплав надо науглеродить, снимают шлак и на зеркало расплава засыпают мелко дробленый электродный бой или древесный уголь, после чего наводят новый шлак. В этом случае коэффициент усвоения углерода составляет 70—80 %. Образовавшийся шлак раскисляют введением на его поверхность молотого кокса, ферросилиция, силикокальция (до 0,1 %),

						<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			

который изменяет характер включений в стали (строчечные включения он превращает в глобулярные) .

Конечное раскисление стали проводят на выпуске, обеспечивая необходимое количество кремния и марганца, а также вводят алюминий. После раскисления алюминием производится заливка форм металлом с температурой 1580 – 1620 °С.

Температура металла замеряется вольфрамомолибденовой термопарой с потенциометром КСП–3 .

2.9 Разработка технологий заливки форм, охлаждения, очистки, термообработки и обрубки отливок

Прокалка, формовка, заливка оболочек форм, выбивка и охлаждения отливок производится на автоматической линии мод.675А. При прокаливании температура составляет 950 °С, продолжительность 30 мин, температура блока при заливке 750 °С, металл заливают при температуре 1540–1580 °С. Время охлаждения залитых блоков 10 мин, температура охлажденной отливки 150 – 200 °С. 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, 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,

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

приводимым в псевдооживленное состояние продувкой снизу горячими газами. Потери песка возмещаются досыпанием его в желоб карусели из бункера.

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

После заливки отливки поступают на участок удаления керамической оболочки. Очистка отливок осуществляется на электрогидравлической установке. Сущность технологии заключается в том, что с помощью высоковольтного электрического разряда в воде происходит разрушение керамической оболочки.

Так же использование замкнутого цикла обеспечивает экологическую чистоту технологии.

Тележка вместе с контейнером, загруженным отливками, с помощью лебедки и системы тросов опускается в рабочий бак по наклонному пути. Кожух установки служит основанием для механизма перемещения электрода и других узлов, препятствует свободному доступу к зоне высоковольтного разряда и защищает обслуживающий персонал от воздействия шума.

Для отделения отливок от литниковой системы применяют так же следующие способы: отделение на прессах, отрезку на металлорежущих станках.

Для окончательной очистки отливок от керамики применяют выщелачивание. Обработка отливок в растворе щелочи позволяет удалять с них не только остатки оболочки, но и окалину.

В процессе очистки отливок протекает реакция:



Очистка происходит во вращающихся барабанах (мод.498А). Барабан разделен на два отсека. В первый отсек наливают 30–40 % -ный раствор щелочи, во второй – воду. Содержимое барабана подогревают газовыми горелками. Медленно вращаясь, барабан винтовыми спиралями перемещает отливки вдоль оси от места их загрузки к перегрузочному устройству, перебрасывающему их во второй промывочный отсек вместе со шламом. Из промывочного отсека отливки

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

и шлам разгрузочным устройством выбрасываются в перфорированную приставку, в которой шлам смывается с отливок [8].

Далее отливки подвергают термообработке – нормализации. При нормализации сталь нагревают до температуры на 30 – 50 °С выше точки Ас3. Отливки выдерживают 2 ч затем охлаждают на воздухе.

Термообработку применяют для снятия внутренних напряжений в отливках, получения необходимых механических свойств. Литая сталь до термообработки имеет грубую структуру и внутренние напряжения, которые снижают механические свойства металла и приводят к деформации отливок.

Термообработка отливок проходит в газовой печи ГТСХМ с радиационным нагревом с защитной атмосферой из эндогаза, который получают в эндогенераторах при температуре 860 – 880 °С. Используется эндогаз следующего состава: 20% – CO, 40% – H₂, до 1% – CH₄, до 1% – CO₂, остальное – N₂.

2.10 Контроль технологического процесса и качества отливок

На модельном участке проверяют модельный состав, модели, блоки моделей, на участке формовки контролируют связующий раствор, суспензию, соблюдение режимов сушки после каждого нанесенного слоя, состояние оболочки после выплавления моделей, на плавильно-заливочном участке проверяют режим прокаливании форм, качество и количество шихты, состояние форм перед заливкой, температуру металла перед заливкой, производят экспресс-анализ его химического состава. Операции выбивки отливок, очистки и обрубки их совмещают со 100 % ной визуальной проверкой залитых блоков и отделенных от ЛПС отливок.

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Оснастку проверяют периодически в мерительной лаборатории или цеховых контрольно-проверочных пунктах. Пресс-формы следует проверять периодически обмером и разметкой партий отливок [5].

Отливка «Гайка самоконтрящаяся» относится к отливкам общего назначения, расчет на прочность для них не производится. Качество таких отливок контролируется по внешнему виду, размеру, химическому составу.

Химический состав отливок определяют методами химического или спектрального анализа. Пробой на химический и спектральный анализ служит обычно прилитый к отливкам образец.

Геометрические размеры отливок контролируют с помощью специальных приспособлений. Отклонения размеров не должны превосходить допускаемых.

Структуру металла отливок устанавливают макро- или микроанализом при рассмотрении излома специально изготовленных образцов или шлифа.

2.11

Возможные дефекты отливок

Дефекты отливок условно подразделяют на поверхностные, внутренние, отклонения размеров и конфигурации, несоответствия по химическому составу, структуре и механическим свойствам.

Дефекты поверхности у отливки "Гайка самоконтрящаяся" могут возникнуть вследствие недостаточной подготовки поверхности пресс-формы, плохого качества поверхности моделей, плохого смачивания поверхности моделей суспензией, пробивания первого слоя суспензии песком при обсыпке.

К внутренним дефектам отливки относятся усадочные раковины, возникающие в результате недостаточного питания при затвердевании; газовые раковины, образующиеся вследствие недостаточной газопроницаемости оболочковой формы, повышения температуры металла при заливке в формы, неправильные конструкции или размеры литниковой системы.

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Несоответствие химического состава и структуры отливок заданным могут быть вызваны отклонениями в составе шихтовых материалов, нарушениями режимов плавки сплава и режимов охлаждения отливки в форме. Этот дефект ведет за собой последующий – несоответствие механических свойств.

Отклонения размеров и конфигурации отливки от заданных могут быть вызваны, нестабильностью усадки пастообразного модельного состава, из-за содержащегося в нем воздуха.

Заливы могут быть вызваны образованием трещин в одном или нескольких слоях оболочки вследствие нарушения режимов изготовления формы, некачественных модельных и формовочных материалов.

Засоры, возникающие в следствии поломки или выкрашивание перед заливкой и при заливке части оболочки формы выполняющей литниковую воронку, смывание струей металла керамических заусенцев в оболочке формы, образовавшихся в результате попадания суспензии в зазор между звеньями моделей при неплотном их соединении [6].

3 ПРИМЕНЕНИЕ КРЕМНЕЗОЛЕЙ В ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Кремнезоли – устойчивые коллоидные растворы наночастиц SiO_2 двуокиси аморфного кремния, как правило, в водной среде. В зависимости от типа стабилизации и модификации поверхности коллоидных частиц кремния эти растворы делятся на две группы.

К первой группе относятся кремнезоли устойчивые в области pH от 8 до 11. В качестве стабилизирующего иона для этой группы золь являются ионы Na^+ , K^+ , Li^+ , NH_4^+ и различные органические амины. Для этой группы кремнезоль характерна слабая устойчивость при pH меньше 7 и к действию электролитов. Они совмещаются в определенных количествах с водорастворимыми органическими растворителями, такими как этиловый спирт, ацетон, моноэтиленгликоль и т.п. Повышение концентрации этих органических растворителей в щелочных кремнезолях вызывает гелеобразование. Данные

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

кремнезоли совместимы со многими эмульсиями и полимерами, такими как фенольные смолы, полиакриламид, крахмал, стиролакриловый сополимер и т.д. Ко второй группе относятся кремнезоли, устойчивые в кислой области рН – от 1 до 5, поверхность которых модифицирована атомами Al^{+++} , Cr^{+++} , Fe^{+++} . В зависимости от способа модификации поверхности частиц, коллоидная частица может приобретать как отрицательный, так и положительный фиксированный заряд, что обуславливает характер поведения и свойства кремнезольей [7].

Область применения:

В металлургии:

- электроизоляционные и антикоррозионные покрытия краски и покрытия сталеразливочного оборудования;
- для производства огнеупорных изделий и компонентов высоко-температурное связующее;

Литейные технологии:

- связующий компонент в суспензиях для литья по выплавляемым моделям

Строительная промышленность:

- гидрофобные добавки при производстве бетонных изделий и конструкций;
- производство бумаги
- для полировки металлов, драгоценных камней, сапфировых стекол, подложек чипов и др.

Разработка новых видов термостойкого водно-дисперсного связующего марки армосил.

Готовые связующие на водной основе получают всё большее распространение в технологии точного литья. Они приходят на смену этилсиликатным связующим, что позволяет решить многие проблемы. Связующие на водной основе не требуют дополнительных операций по приготовлению и имеют большой срок годности по сравнению с этилсиликатными, это в свою очередь снижает трудоёмкость и затраты на сырьё. Применение водного связующего улучшает качество поверхности, исключает образование пригара, что является частым

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

дефектом при получении отливок в этилсиликатных формах. Также немаловажным аспектом является то, что при переходе на водное связующее практически не требуется вносить изменения в технологию, при этом производство становится пожаро-, взрывобезопасным и экологичным [8].

Специалистами ООО «НТЦ «Компас» накоплен немалый опыт в разработке рецептур термостойких воднодисперсионных связующих на основе кремнезоля. Связующие выпускаются под маркой Армосил.

Необходимо отметить, что западными производителями на сегодняшний день предоставлен широкий ассортимент различных видов водных связующих, в то время как на отечественном рынке в течение уже второго десятка лет реализуется две марки – Армосил А и Силиат – 20, причём оба связующих имеют схожие свойства.

В то же время технология изготовления керамических форм на каждом предприятии имеет свои особенности, которые складываются из многих факторов, таких как объёмы производства, сложность литья, тип оборудования, виды огнеупорных материалов и пр. в современных условиях развития промышленности одной марки водного связующего недостаточно, чтобы удовлетворить потребности любого отдельно взятого предприятия. Поэтому разработка новых видов связующих является актуальной задачей.

ООО «НТЦ «Компас» в конце 2010 года получено водное связующее марки Армосил К. это полностью готовый продукт, отличающийся от марки Армосил А особой технологичностью. Суспензии на основе Армосил К имеют повышенную седиментационную устойчивость и живучесть. Армосил К не взаимодействует с углекислым газом, содержащимся в атмосфере, не требует поддержания определенного уровня pH. При работе с Армосил К быстрее высыхают первые слои формы, отсутствует риск пересушивания, вследствие чего исключено перенапряжение и растрескивание оболочки.

Связующее готовится на основе кислого золя. Пониженное содержание натрия улучшает высокотемпературные характеристики – уменьшается деформация

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

формы, улучшается габаритная стабильность. В качестве плёнкообразующего материала выступает добавка водорастворимого полимера. В зависимости от количества введённого в кремнезоль полимера можно регулировать вязкость связующего.

Пониженная вязкость связующего приводит к слабой адгезии между частицами наполнителя в суспензии и между слоями оболочки, и, как следствие, происходит разупрочнение керамической формы.

Связующее с повышенной вязкостью содержит избыток полимера, который набухает при вытопке модельного состава в горячей воде. В процессе проковки полимер, как органическая добавка, выгорает, тем самым образуя пустоты в структуре керамической оболочки. Это, с одной стороны, увеличивает газопроницаемость, с другой негативно сказывается на прочности формы в момент заливки металла.

Для изучения влияния количества водорастворимого полимера в связующем Армосил К на прочность керамической формы использовали опытные образцы связующего с разной вязкостью (таблица 2).

Таблица 2 – Вязкость связующего

Связующее	Вязкость, сст	Плотность, г/см ²	Концентрация SiO ₂ , %
Связующее 1	5,72	1,170	25
Связующее 2	6,63		
Связующее 3	8,06		
Связующее 4	9,51		
Связующее 5	11,81		

На основе связующего каждого вида были изготовлены образцы для определения прочности – керамические пластинки размерами 40x20x4-5 мм. В

качество огнеупорного материала использовался маршаллит и кварцевый песок. Удаление модельного состава осуществлялось в термошкафу, в воде с разными параметрами температуры и рН. Прокалка образцов проводилась в муфельной печи при температуре 950 °С в течение 1 часа. Определяли прочность образцов на изгиб по трёхточечной схеме. Полученные данные на прочности в зависимости от вязкости связующего и условий вытопки модельного состава приведены на рисунке 11.

На основании проведённых исследований можно сделать вывод, что вне зависимости от метода удаления модельного состава из керамической формы, максимальная прочность оболочки достигается при использовании связующего Армосил К с вязкостью 6,63 сст. Водная вытопка менее предпочтительна при работе со связующим на водной основе по сравнению с термошкафом, однако при значении вязкости 6,63 сст прочность керамики в случае водной вытопки также находится на высоком уровне. Кроме того, выявлено, что в кислой среде растворимость поливинилового спирта понижается. Из этого следует, что для сохранения прочности формы необходимо поддерживать значение рН в ваннах вытопки в пределах значений от 2 до 4.

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

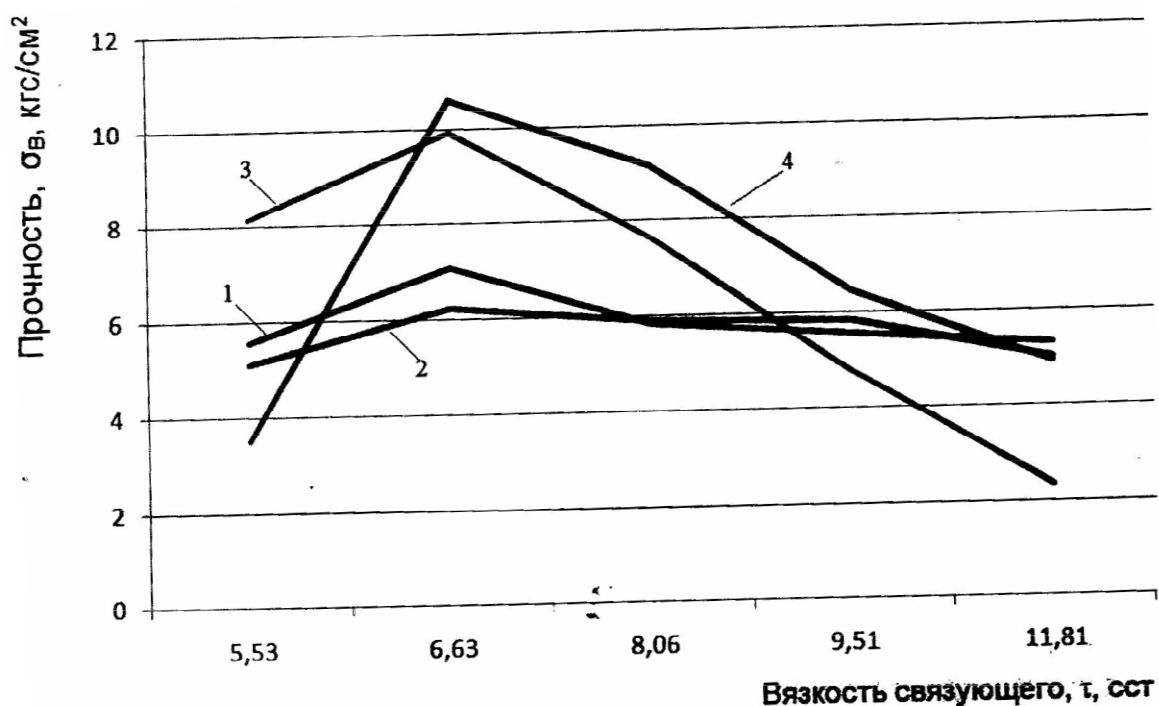


Рисунок 11 – прочность образцов на изгиб по трёхточечной схеме: 1 – в термошкафу при температуре 130 °С; 2– в воде при температуре 95 °С, рН 6,5; 3– в кипящей воде при температуре 100 °С, рН 6,5; 4 – в воде при температуре 95 °С, рН 2.

Многослойные оболочковые формы могут быть изготовлены как полностью на основе водного связующего Армосил К, также его можно применять на первые слои в сочетании с этилсиликатными и жидкостекольными связующими – на последующие слои. Подобная технология внедрена в промышленных масштабах на ОАО «Камаз – Металлургия», г. Набережные Челны, получены положительные результаты испытания на ОАО «КМПО», г. Казань. Использование связующего Армосил К на первый слой вместо этилсиликата позволяет получать отливки с меньшей шероховатостью. Разбраковки контрольных партий отливок показали снижение внутреннего брака по поверхностным дефектам на 10 %, а также уменьшение доработок по приливам на 20 %.

Изготовление керамических форм для литья по выплавляемым моделям на основе связующего «Армосил»

Функции и структура керамической формы.

«Точное литье» предполагает использование восковой модели (копии будущей отливки) и изготовление на ее основе керамической оболочки (КО), путем многократного поочередного окунания восковой модели в суспензию (силикатная связка и огнеупорный порошок-наполнитель), с последующей обсыпкой огнеупорным материалом и сушкой каждого слоя покрытия. При этом работа идет последовательно с суспензиями различной вязкости и различной величиной зерна используемого огнеупорного порошка. Полученная с оптимальной толщиной КО обладает достаточной прочностью, что позволяет вытопить из нее восковую модель при помощи пара, горячей воды или методом «масса в массе». Свою предельную прочность и свойства, необходимые для заливки жидких металлов, КО получает в процессе сушки и последующего обжига. Основным компонентом процесса получения КО является высокотемпературное связующее. Высокая термостойкость КО позволяет использовать их для заливки даже тугоплавких металлов, использовать в тонкостенном и прецизионном литье. Изначально для этих целей применялся гидролизированный этилсиликат. Современные технологии точного литья широко применяют силикатный гидрозо́ль (диоксид кремния – кремнезоль). В обоих случаях связь образуется путем соединения частиц SiO_2 , которые склеиваются между собой с огнеупорными компонентами в процессе гелеобразования или конденсации. Независимо от типа связки (спиртовой или водной) каждый слой покрытия должен быть тщательно высушен. Такая сушка приводит к достаточно высокой прочности КО, но еще не готова для заливки металла из-за оставшейся минерально-связанной влаги в частицах связующего вещества. Для этого необходим обжиг керамических форм.

Механизм связывания

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Все основные связки, используемые в точном литье, основаны на соединениях SiO_2 . При различных способах осуществления данного процесса, независимо от систем связки, используется высокомолекулярный аморфный диоксид кремния. На стадии конденсации и гелеобразования аморфные частицы образуют каркас и соединяются с наполнителем - компонентом, содержащимся в огнеупорной суспензии.

При двух основных типах связующих механизм связки протекает по-разному, но в конечном итоге достигается одинаковая цель. В случае использования спиртового этилсиликата – происходит химическая реакция, а в случае водного связующего – протекает поверхностный физический процесс. На рисунке 12 изображен механизм связывания SiO_2 в водной системе, на рисунке 13 – механизм роста частиц в кремнезоле.

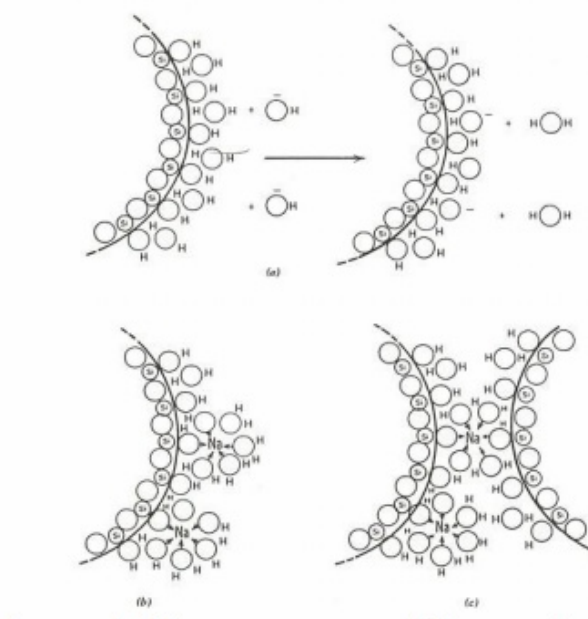


Рисунок 12 – Механизм связывания SiO_2 в водной системе

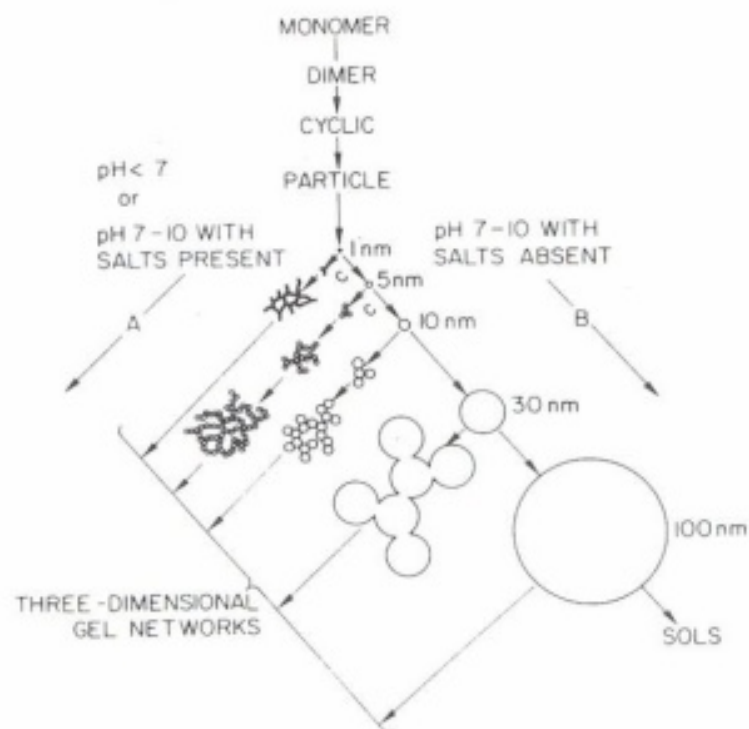


Рисунок 13 – Механизм роста частиц в кремнезоле

Находящиеся в воде аморфные частицы SiO_2 имеют сферическую форму. Для использования в качестве связки в точном литье концентрация SiO_2 должна составлять от 22% до 30%, а размер частиц от 6 до 15 нм, что выбирается в зависимости от целей применения конечной суспензии. Кремнезоль стабилизируется Na_2O , благодаря чему становится продуктом с долгим сроком хранения. Срок хранения водного связующего «АРМОСИЛ®» до 1 года, при условии соблюдения правил хранения. На рисунке 14 представлен график зависимости устойчивости исходного кремнезоля от pH и содержания солей.

Затвердевание водных связующих систем происходит путем испарения воды и прогрессивной коагуляции частиц SiO_2 . В состоянии геля они закупоривают огнеупорные частицы, находящиеся в суспензии.

Используемые материалы:

«АРМОСИЛ®» – готовые водные связующие, характеризуются высокой живучестью, стабильностью технологических свойств и отсутствием вредных

испарений. В таблице 3 представлены основные физико-химические показатели связующих «Армосил®».

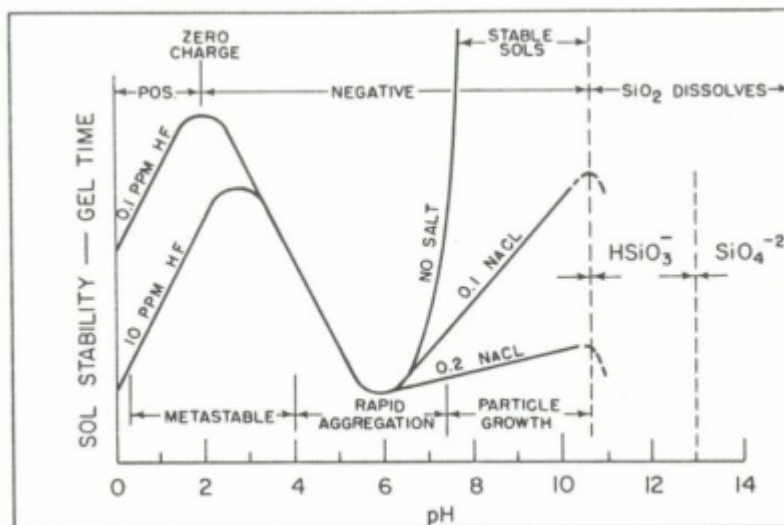


Рисунок 14 – График устойчивости кремнезоль от pH и содержания солей

Таблица 3 – Основные физико-химические показатели связующих «Армосил®»

Наименование показателей	«Армосил»					
	К	KS	AM	AM – 1	RM	SR
1. внешний вид	Жидкость слабо-желтого или серого цвета без видимых механических примесей и включений					
2. ассовая доля диоксида кремния, % масс	24 – 27	25 – 28	29 – 31	25 – 27	29 – 31	39 – 41
3. лотность, г/см ³	1,168 – 1,182	1,168 – 1,189	1,196 – 1,21	1,170 – 1,180	1,196 – 1,21	1,296 – 1,310
4. Н, ед. pH	3,3 – 4,5	3,3 – 4,5	9,5 – 10,5	9,5 – 10,5	9,5 – 10,5	10 – 11
5. инематическая вязкость, не более, сСт	10	10	10	10	10	10
6. раевой угол смачивания, не более, град	45	45	45	45	45	45

Связующие для 1-го слоя:

«АРМОСИЛ® » KS – связующее, которое обеспечивает высокий класс чистоты поверхности литья, не требует последующей ее механической обработки. Снижает вероятность образования пригара. Совместимо с алюминатом кобальта. Может использоваться для монокристаллического литья, литья с направленной и равноосной кристаллизацией. Рекомендовано для литья жаропрочных – никелевых сплавов и сплавов с повышенной химической активностью.

«АРМОСИЛ® » RM – связующее, разработанное для повышения качества поверхности отливок. Рекомендовано при финишном удалении остатков КО методом гидроструйной обработки или выщелачиванием. Финишное удаление остатков КО методом пескоструйной или дробемётной установками увеличивает шероховатость поверхности отливок, в данном случае целесообразнее использовать связующее «АРМОСИЛ® » AM.

Связующие для 1-го и последующих слоев:

«АРМОСИЛ® » K – универсальное связующее, устойчивое к попаданию в него органических растворителей, кислот, солей. Обеспечивает высокий класс чистоты поверхности литья. Не устойчиво к водной вытопке. КО на его основе обладают пониженной прочностью, что облегчает отделение КО от отливки.

«АРМОСИЛ® » AM – универсальное связующее для литья деталей общего машиностроения с возможностью нанесения как первого слоя, так и последующих слоев. КО на его основе характеризуются повышенной прочностью, устойчивостью к водной вытопке. По чистоте поверхности и прочности получаемой КО, связующее «АРМОСИЛ® » AM удовлетворяет основным требованиям предъявляемым к точному литью.

«АРМОСИЛ® » AM1 – связующее для литья деталей общего машиностроения с возможностью нанесения как первого слоя, так и последующих слоев. Формы на его основе характеризуются пониженной

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

прочностью по отношению к «АРМОСИЛ® » АМ, что облегчает отделение КО от отливки.

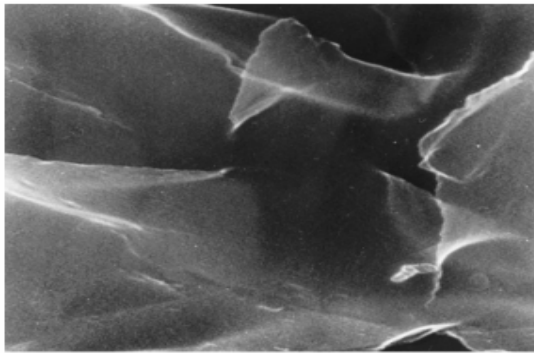
Связующее для последующих слоев:

«АРМОСИЛ® » SR – связующее, разработанное для придания высоких прочностных характеристик КО, как в сыром, так и в прокаленном виде. Обеспечивает хорошее формирование слоя на острых кромках. Суспензии на его основе обладают высокой седиментационной устойчивостью.

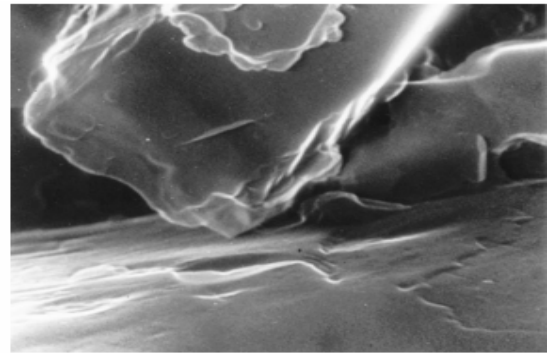
Приготовление суспензии на основе водного связующего «Армосил»

Для изготовления керамической оболочки связующее «АРМОСИЛ® » интенсивно смешивается с огнеупорными порошками до состояния суспензии. Выбранная марка «АРМОСИЛ® » и огнеупорные материалы варьируются в зависимости от слоя нанесения суспензии, а также в зависимости от металла, для которого предназначается данная форма. В бак для приготовления суспензии загружается расчетное количество связующего «АРМОСИЛ® », при включенной мешалке, порциями засыпается наполнитель, до достижения желаемой вязкости суспензии. Частицы порошка должны быть в диапазоне от 2 до 60 микрон. Для 1-го слоя вязкость суспензии должна быть в пределах от 50 – 90 секунд (по ВЗ-4). Для 2-го и последующих слоев – 30 – 45 секунд (по ВЗ-4). Желательная частота вращения крыльчатой мешалки – 900 – 1500 об/мин, время перемешивания – не менее 240 минут, при частоте вращения мешалки от 1500 – 3500 об/мин, время приготовления суспензии уменьшается до 120 минут. Готовность суспензии существенно зависит от оптимальной интенсивности и продолжительности перемешивания смеси. На рисунке 15 представлены фотографии с применением электронного микроскопа (увеличение составляет 10 000) приготовленных суспензий. На первом фото суспензия перемешивалась 4 часа – система практически гомогенная, с хорошими связями. На втором фото суспензия перемешивалась 1 час – система неоднородная, без образования прочных связей. Соответственно, перемешивание должно быть как можно более продолжительным для достижения однородной, гомогенной системы.

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



1



2

Рисунок 15 – Влияние времени перемешивания суспензии на ее качество (сравнительные фотографии); 1 – при 4-х часовом перемешивании; 2 – при перемешивании 1 час

После перемешивания, перед использованием, суспензия должна отстояться в течение 15 – 20 минут для достижения стабильной вязкости и удаления воздуха. Для поддержания однородности суспензии ее необходимо периодически перемешивать с определенной скоростью, чтобы исключить осаждение наполнителя. При использовании «Армосил» АМ, RM, SR, при необходимости увеличения прочности получаемой керамической оболочки, во время приготовления суспензии можно вводить этилсиликат (ЭС) в количестве 5 – 15% от массы связующего, порошок АСД-4.

Опыт применения кремнезольных связующих при литье турбинных лопаток.

Детали из жаропрочных сплавов на отечественных заводах, как правило, отливают в керамические оболочковые формы на основе электрокорунда.

В качестве связующих керамической суспензии чаще всего используют гидролизированный раствор этилсиликата или готовые кремнийорганические связующие типа ГС – 20. Но в последние годы на ряде заводов освоено изготовление керамических оболочек с использованием кремнезольных связующих в качестве связующего керамической суспензии.

Совместное применение современных восков для изготовления выплавляемых моделей и кремнезольных связующих для керамической суспензии позволяет

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

значительно повысить прочность керамических оболочек при более качественной и гладкой поверхности их внутренних полостей.

Но, не смотря на это, далеко не всегда удаётся значительно улучшить качество отливок и особенно крупногабаритных деталей, имеющих сложную конфигурацию и массивные замковые части. В ряде случаев керамические оболочки имели недостаточно высокие термомеханические свойства, что приводило к их деформации или прорывам при заливке металла. Одновременно с этим могли также появляться пригар и мелкие дефекты на поверхности отливок и особенно на массивных частях деталей, отлитых в вакууме.

Информационные материалы основных производителей связующих в значительной мере имеют рекламный характер. В них практически нет данных как о свойствах керамических оболочек при температурах нагрева под заливку, так и о возможных технологических приёмах, позволяющих повысить термомеханические свойства керамических оболочек, изготавливаемых с применением кремнезольей. Практически все производители, рекламируя свои кремнезольные связующие, называют их термостойкими и надёжными заменителями этилсиликата, дают мало отличающиеся друг от друга рекомендации по их применению.

Но на практике как поведение связующих в процессе работы, так и свойства керамических оболочек, полученных с их применением, могут различаться весьма значительно. Естественно, это затрудняет освоение и задерживает внедрение кремнезольей при ЛВП. Но вместе с тем кремнезоли являются экологически безопасными и могут обеспечивать высокую прочность получаемых керамических оболочек, поэтому несомненно и то, что доля их потребления при ЛВП будет неуклонно увеличиваться (так, значительная часть европейских литейных, как и литейных стран Юго-Востока, этилсиликат уже не используют). Поэтому и сегодня и завтра одной из актуальных задач технологии ЛВП будет правильный выбор типа и марки кремнезольного связующего , наиболее пригодного для каждого конкретного производства.

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ленинградский завод турбинных лопаток (в настоящее время «ЗТЛ») – один из первых отечественных заводов, на котором были освоены и уже более пятнадцати лет применяются в серийном производстве готовые кремнийорганические и кремнезольные связующие. На ЗТЛ для обеспечения оптимальных условий сушки керамических оболочек при использовании различных связующих участков изготовления керамических оболочек по выплавляемым моделям имеет два отделения:

- отделение ручного нанесения керамического покрытия на модельные блоки при использовании кремнийорганических связующих;
- роботизированное отделение для нанесения керамического покрытия при использовании кремнезольных связующих.

Литейный комплекс ЗТЛ предназначен в первую очередь для литья крупногабаритных деталей, которые, как правило, наиболее подвержены появлению дефектов даже при относительно небольшом ухудшении служебных свойств используемых керамических оболочек. Поэтому опыт литейного комплекса ЗТЛ по выбору оптимального связующего для изготовления керамических оболочек несомненно может быть полезен и для других литейных предприятий [9].

Ранее было установлено, что, несмотря на очень высокую огнеупорность и химическую стойкость электрокорунда, керамические оболочки, изготовленные на его основе, могут иметь относительно низкие термомеханические свойства. В составе электрокорунда всегда присутствует Na_2O (это обусловлено самим техпроцессом получения электрокорунда). При прокаливании и заливке металлом электрокорундовых оболочек со связующим SiO_2 на поверхности зёрен электрокорунда образуются легкоплавкие соединения (стёкла типа $\text{Na}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 4\text{SiO}_2$; $\text{Na}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 6\text{SiO}_2$), которые могут приводить к размягчению оболочек уже при температуре 1060°C . Естественно, керамические оболочки с пониженной температурой размягчения могут разрушаться или деформироваться как при прокаливании под заливку металла, так и при заливке в них металла. Из-за

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

недостаточной термопрочности на поверхности оболочки при контакте с расплавленным металлом могут также возникать дефекты, приводящие к ухудшению качества поверхности отливок.

Несмотря на это, заменить электрокорунд на другой материал было практически невозможно так как сам электрокорунд менее других огнеупоров реагирует с жаропрочными сплавами и вся дорогостоящая оснастка была изготовлена с учётом свойств корунда.

Поэтому была поставлена задача выбрать кремнезольное связующее и разработать технологию его применения, позволяющие получать крупногабаритные оболочки на основе электрокорунда, имеющие пониженную деформацию при нагреве и заливке металла. При выборе кремнезольного связующего сравнивали термомеханические свойства керамических оболочек, изготовленных с применением связующих различных типов, а также с разным по составу электрокорундом. Кроме того, выбирали или разрабатывали технологические приёмы, применение которых позволило улучшить качество и служебные свойства оболочек.

При проведении работы совместно с керамическими оболочками изготавливали брусковые образцы сечением 12,6мм x 6,3мм и 19,2мм x 6,3мм.

Прочность образцов на изгиб до прокаливания и после 8-ми часового прокаливания при 1000 °С определяли на машине МИП-10 (рисунок 16) при расстоянии между опорами 102 мм.

Термомеханические свойства полученной керамики оценивали, сравнивая величину прогиба образцов (210 x 19,2 x 6,3) под действием собственного веса после 8-ми часовой выдержки при 1000 °С на двух опорах. Расстояние между опорами 203 мм. Для сравнения свойств оболочек суспензию готовили на основе двух типов электрокорундовых микропорошков марки 24А:

- на основе смеси из классифицированных по фракциям микропорошков «М7»(F1000), «М20» (F600), «М40»(F360)
- на основе неклассифицированного порошка фракции «-50»

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Зерновую присыпку во всех случаях делали шлифпорошком N40 электрокорунда марки 25А. суспензию замешивали на связующих следующих марок: «ГС-20Э», «Ludox SM40», «Ludox SK-R», «Klebosol 30R12», «Kltbosol 30R9» и «Сиалит 20».

Огнеупорное покрытие наносили на модели из синтетического воска. После нанесения каждого слоя огнеупорного покрытия образцы сушили 4 часа при температуре (22 ± 2) °С и относительной влажности воздуха 45 – 50%. Воск выплавляли в автоклаве.

Результаты испытания керамических образцов показаны в таблице 4.

Основные показатели использованных кремнезольных связующих, влияющие на прочность и термомеханические свойства керамических оболочек приведены в таблице 5.

Таблица 4 – Результаты испытания керамических образцов

Тип электрокорунда	Смесь классифицированных микропорошков						Неклассифицированный микропорошок «-50»					
	«ГС-20»	«Ludox SM40»	«Ludox SK-R»	«Klebosol30R12»	«Klebosol130R9»	«Сиалит 20»	«ГС-20»	«Ludox SM40»	«Ludox SK-R»	«Klebosol30R12»	«Klebosol130R9»	«Сиалит 20»
Марка связующего												
$\sigma_{изг20}$ до прокаливания, МПа	28	63	48	39	55	33	26	60	46	35	49	30
$\sigma_{изг20}$ после прокаливания,	84	186	120	140	162	140	61	150	90	132	155	120

этим повышенное содержание Na_2O (до 0,3% в классифицированных порошках электрокорунда) также снижает термоустойчивость оболочек.

Поэтому для уменьшения деформации крупногабаритных керамических оболочек при ЛВП следует применять бесщелочные кремнезольные связующие совместно с огнеупорными порошками, имеющими пониженное содержание щелочных оксидов. Для изготовления малогабаритных керамических оболочек, не подвергающихся сильному разогреву при заливке металла, вполне пригодны щелочные кремнезольные связующие. На «ЗТЛ» для изготовления крупногабаритных керамических оболочек в основном применяются бесщелочные кремнезольные связующие и порошки электрокорунда с содержанием Na_2O не более 0,2 %.

Их применение совместно с применением ряда технологических приёмов, разработанных для повышения служебных свойств оболочек, позволяет успешно осваивать литьё сложных крупногабаритных лопаток для самых современных турбин.

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

бюро технического контроля, гардеробные, душевые, столовые, красные уголки, медпункт, комната гигиены женщины, санузлы.

В литейных цехах возможно воздействие на работающих следующих опасных и вредных производственных факторов: движущихся машин и механизмов; незащищенных подвижных элементов оборудования и находящихся в движении изделий; повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны; повышенной температуры заливаемого металла, отливок и оборудования; повышенной температуры воздуха рабочей зоны; повышенной подвижности воздуха; повышенного уровня шума и вибрации; напряжения силовой электрической сети; повышенного уровня статического электричества и напряженности электрического поля; повышенной влажности; недостаточной освещенности; токсичности используемых материалов.

Большое значение в создании здоровых и безопасных условий труда имеет стандартизация. В нашей стране создана Система стандартов по безопасности труда (ССБТ). Она устанавливает общие требования и нормы по видам опасных и вредных производственных факторов, требования безопасности к производственному оборудованию и процессам, требования к средствам защиты работающих, методы оценки безопасности труда.

4.2

Анализ производственных и

экологических опасностей

В соответствии с ГОСТ 12.0.003–74 в проектируемом литейном цехе можно выделить опасные и вредные производственные факторы. Основными из которых являются: движущиеся машины и механизмы; различные транспортно – подъемные устройства; повышенная температура поверхностей оборудования; пыль дезинтеграции и конденсации; выделение паров и газов; избыточное выделение теплоты; тепловой поток; повышенный уровень шума, вибрации,

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

электромагнитных излучений; повышенное значение напряжения в электрических цепях.

Вредные производственные факторы негативно воздействуют на организм рабочего персонала, приводя к различным заболеваниям и быстрой утомляемости.

Опасные же факторы влекут за собой травматизм и смертность.

4.3

Техника безопасности

4.3.1 Безопасность веществ и материалов

В литейном производстве выделяются вредные газы – окись углерода, сернистый газ и акролеин. Основными источниками выделения угарного и сернистого газов являются процессы заливки, выбивки, остывания форм и отливок, а также недостаточно остывшие шлак и зола, выгребаемые из литейных печей (вагранок и др.).

Загазованность воздуха может достигнуть значительных величин вследствие засорения дымоходов, а также неудовлетворительной работы цеховых вентиляционных установок.

Акролеин и ароматические углеводороды обладают неприятным запахом и раздражающе действуют на дыхательные пути и слизистую оболочку; они попадают в воздух литейных цехов вследствие разложения растительного масла в процессе сушки стержней и заливки форм металлом.

Для устранения вредного воздействия веществ на рабочих, население и окружающую среду предусмотрена очистка технологических выбросов.

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Институтом охраны труда рекомендуются для оборудования литейных цехов следующие пылеочистные устройства (таблица 6).

В промышленности вредные вещества находятся в газообразном, жидком и твердом состояниях. Они способны проникать в организм человека через органы дыхания, пищеварения или кожу. Вредное действие химических веществ определяется как свойствами самого вещества (химическая структура, физико-химические свойства, количество попавшего в организм – доза или концентрация – сочетание вредных веществ, находящихся в организме), так и особенностями организма человека (индивидуальная чувствительность к химическому веществу, общее состояние здоровья, возраст, условия труда).

Таблица 6 – рекомендуемые пылеочистные устройства для оборудования литейных цехов

Литейное оборудование	Рекомендуемые очистные устройства	
	первая ступень очистки	вторая ступень очистки
Обдирочные и наждачные круги, обрубные столы	матерчатый фильтр	не требуется
Очистные барабаны (обыкновенные)	пылеосадочная камера	матерчатый фильтр
Пескоструйные барабаны, столы, камеры	пылеосадочная камера	матерчатый фильтр
Дробеструйные, дробеметные барабаны, столы, камеры	–	–
Вибрационные машины для выбивки стержней	сухой циклон	–
Землеприготовительное оборудование	центробежный скруббер	не требуется

По токсическому (вредному) эффекту воздействия на организм человека химические вещества разделяют на общетоксические, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны ПДКр.з – такая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или другой продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Согласно ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» по степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

- 1) чрезвычайно опасные;
- 2) высоко опасные;
- 3) умеренно опасные;
- 4) малоопасные.

Отнесение вредного вещества к классу опасности производится по показателю таблицы 7 и таблице 8, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

Таблица 7 – Классы опасности вредных веществ

Наименование показателей	Классы опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	менее 0,1	0,1...1,0	1,0...10,0	более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг ДЛ50	» 15	15...150	151...5000	» 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу ЛД50, мг/кг	» 100	100...500	501. ...2500	»2500

Средняя смертельная концентрация ЛК50 в воздухе, мг/м ³	»500	500...5000	5001...50000	»50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	более 300	300...30	29...3	менее 3
Зона острого действия	менее 6,0	6,0...18,0	18,1...54,0	более 54,0
Зона хронического действия	более 10,0	10,0...5,0	4,9...2,5	менее 2,5

Таблица 8 – Классы опасности вредных веществ

Наименование веществ	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Оксид углерода	20,00	4
Оксид железа	0,040	3
Диоксид серы	0,050	3
Известняк	6,00	4
Оксид марганца	0,30	2

Продолжение таблицы 8

Наименование веществ	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Спирт поливиниловый	1000,00	4
Кварц	1,00	3
Едкий калий	0,50	2
Оксид азота	0,40	3
Этаноламин	1,00	2
Анилин	0,050	2

4.3.2 Безопасность производственных процессов и оборудования

Безопасность технологических процессов достигается соблюдением требований ГОСТ 12.2.003-01 – ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.002-00 – ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности», использованием средств индивидуальной защиты.

Безопасность литейного производства обеспечивается выбором техпроцессов и производственного оборудования, помещений и исходных материалов, способом их хранения, транспортирования, а также правильным размещением оборудования, установлением функций работающих, использованием средств индивидуальной защиты обеспечивает безопасность литейного производства.

Правильная организация рабочих мест предполагает учет эргономических требований, предусмотренных ГОСТ 12.2.049-01 – ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования». Расстояние между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать ОМ1П-90-03 [10].

На все поступающие в цех материалы должны быть токсикологические характеристики. На участке приготовления суспензии, изготовления блоков, плавки стали, термообработки и выщелачивания имеется приточно-вытяжная вентиляция, пожарная сигнализация и средства пожаротушения.

При заливке форм для безопасности работ используют механическое транспортирование расплавленного металла. Для предотвращения возможного воздействия опасного или вредного производственного фактора на рабочего используются оградительные устройства. Для облегчения труда рабочих и уменьшения травматизма применяется механизация и автоматизация техпроцессов.

Безопасность труда в плавильно-заливочном отделении обеспечивается правильной эксплуатацией плавильных печей, разливочных ковшей и подъемнотранспортного оборудования, точным соблюдением шихтовки, подготовки печей и ковшей к плавке шихты.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям согласно ГОСТ 12.1.005-01 – ССБТ «Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Нормирование электромагнитных излучений от печей осуществляется согласно ГОСТ 12.1.006-99 – ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» и СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях». В литейном цехе проводится следующий комплекс мероприятий. На участке приготовления суспензии, применяемый в работе поливиниловый спирт является легковоспламеняющимся веществом, поэтому наличие противопожарных средств обязательно.

В соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.007-99 – ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» тары, в которых хранятся химикаты, должны быть в исправном состоянии и иметь этикетку с названием химиката. Хранение «неизвестных» материалов не допускается. Проводится следующий комплекс мероприятий:

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- движущиеся механизмы имеют защитные ограждения;
- для удаления пыли и вредных паров установлена приточно-вытяжная вентиляция (СанПиН 41-01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Нормы проектирования»);
- по ГОСТ 12.4.016-01 – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества» рабочие снабжены специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты;
- установлены средства пожаротушения и тара с нейтрализатором кислоты;
- при наполнении кружек кислотой применяют УРАЖ (устройство для разлива агрессивных жидкостей).

Плавильно-заливочное отделение.

В плавильном отделении используются индукционные печи ИСТ – 0,16. Эти печи работают практически бесшумно. Для предотвращения сварки в системе электропитания на щитах и пусковых установках устанавливаются сигнальные лампы. Для удаления вредных примесей в виде выделений, установлены вытяжные зонты.

Безопасность труда обеспечивается правильной эксплуатацией плавильных печей, разливочных ковшей и подъемно-транспортного оборудования, точным соблюдением шихтовки, подготовки печей и ковшей к плавке шихты.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям, приведенным на рисунке 16 согласно ГОСТ 12.1.005-01 – ССБТ «Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

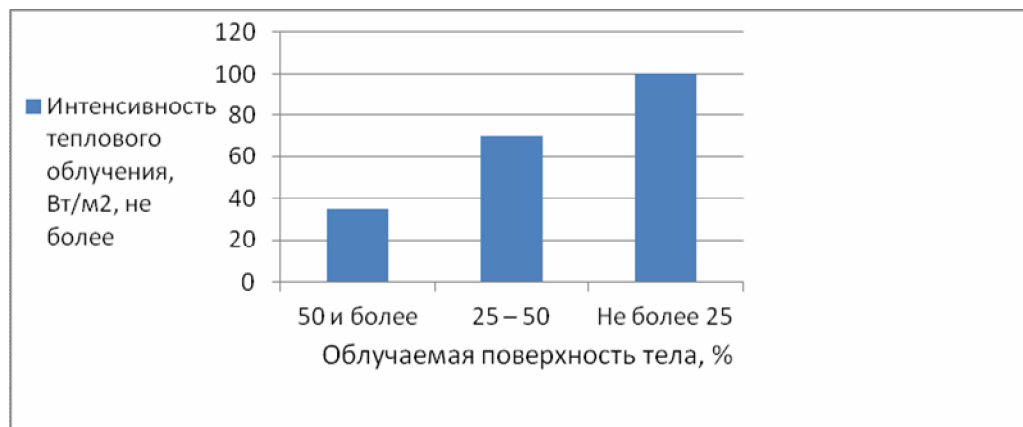


Рисунок 16 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников

Таблица 9 – Предельно-допустимые значения энергетической экспозиции за рабочий день

Диапазон частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	по электрической составляющей, (В/м²)·ч	по магнитной составляющей, (А/м²)·ч	по плотности потока энергии, (мкВт/см²)·ч
30кГц – 3МГц	20000	200,00	–
3 – 30 МГц	7000	–	–
30 – 50 МГц	800	0,72	–
50 – 300 МГц	800	–	–
300 МГц – 300ГГц	–	–	200

Нормирование электромагнитных излучений от печей осуществляется согласно ГОСТ 12.1.006-99 – ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» и СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».

Предельно-допустимые значения энергетической экспозиции за рабочий день приведены в таблице 9.

4.4 Электробезопасность

Электробезопасность в литейном цехе, его отделениях должна обеспечиваться конструкцией электроустановок, техническими требованиями и средствами защиты, организационными и техническими мероприятиями, а также контролем по ГОСТ 12.1.019-01 – ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

Цех точного литья по опасности поражения электрическим током относится ко второй категории согласно ГОСТ 12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты», характеризуется наличием химически активной среды, влажностью.

Для защиты электроустановок от перегрузки применяются плавкие предохранители. Рубильники располагаются в заземленных кожухах ГОСТ 12.1.030-01 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление». Защита от прикосновения к токоведущим частям электрических установок достигается изоляцией, ограждением и расположением в недоступных местах.

Проверка изоляции проводится раз в два месяца. Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать: напряжения 2,0 В, силы тока 0,3 мА. По ГОСТ 12.1.038-01 «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [11]. На электрощитах и питающих установках должна содержаться предупредительная надпись типа «Высокое напряжение. Опасно для жизни». Все оборудование должно быть заземлено. Питающая разводка, проходящая к оборудованию, должна быть закрыта.

Для индивидуальной защиты в цехе должны применяться монтерские инструменты, резиновые перчатки, галоши, резиновые коврики, вспомогательные

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

приспособления – ГОСТ 12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

4.5 Пожаробезопасность

Основные противопожарные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности складов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей изложены в Нормах и технических условиях проектирования складских предприятий и хозяйств для хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и СНиП II-A.5—70.

Для хранения текущих запасов растворителей и взрывоопасных порошков (сажи, алюминиевой пудры и др.) при участке приготовления быстросохнущих красок должна сооружаться огнестойкая кладовая, которая должна иметь наружный выход для приема материалов и сообщаться с помещением для приготовления красок, имеющим огнестойкую дверь.

Все материалы, поступающие в основной склад и промежуточную кладовую, должны храниться в упаковке поставщика или в резервуарах. В местах хранения растворителей и прочих материалов на каждой таре (бочке, бидоне и пр.) должны быть бирка или наклейка с точным обозначением или наименованием материала по ГОСТ или техническим условиям поставки.

Помещение для приготовления горючих быстросохнущих красок. Промежуточная кладовая и помещение для приготовления горючих быстросохнущих красок должны примыкать к наружной стене здания и отделяться от других производственных участков глухими огнестойкими стенами до перекрытия с устройством дверных проемов для сообщения с соседними помещениями. Устройство подвальных и чердачных помещений не разрешается. Высота производственного помещения должна быть не менее 4 м. Битумные композиции в качестве вяжущих материалов, на которые укладывается пол, неприемлемы. Наиболее удобными являются полы из керамической плитки.

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Стальные металлические площадки и ступеньки лестниц покрывают неснимаемыми резиновыми ковриками. Помещение для приготовления красок должно иметь самостоятельный выход наружу и в цех.

Отопление и вентиляция. Отопление помещений должно быть водяное или паровое низкого давления; температура поверхности нагревательных элементов не должна превышать 90 °С. Нагревательные приборы применяют с гладкой поверхностью, позволяющей тщательно очищать их от пыли, и предохраняют ограждениями от соприкосновения с тарой растворителей и взрывоопасными порошками. Применение электронагревательных приборов воспрещается.

Участок приготовления красок оборудуют эффективными вентиляционными устройствами для удаления паров растворителей и пыли дисперсных наполнителей и обеспечения воздушной среды в зоне пребывания работающих в соответствии с предельно допустимыми концентрациями ядовитых газов, паров и пыли в воздухе рабочих помещений, утвержденными Госсанинспекцией. Кратность обмена воздуха определяют на основании периодических обследований загрязненности воздуха на рабочих местах. По условиям существующей технологии кратность обмена может колебаться в пределах 6 – 10.

Вентиляция осуществляется механической приточной вентиляцией и естественной вытяжкой. Вытяжная естественная вентиляция должна устраиваться через вытяжные трубы с дефлекторами и располагаться в самых высоких местах, где возможно скопление горючих паров и образование взрывчатой смеси .

4.6 Санитария литейного производства

Для обеспечения хороших санитарно-гигиенических условий работы:

- все участки литейных цехов и рабочие места оборудуются мощной приточно-вытяжной вентиляцией;
- рабочим выделяется бесплатная спецодежда;

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- на вредных и тяжелых участках сокращается продолжительность рабочего дня;
- проводится максимальная механизация и автоматизация всех производственных процессов.

Основными факторами, ухудшающими санитарные условия в литейном производстве, являются засоренность воздуха пылью и газами, резкое колебание температуры воздуха в ряде отделений цеха, излучения расплавленного металла и др.

Для борьбы с запыленностью и вредными газами в литейных цехах предусматривают: переработку всех исходных материалов, при которой выделяются газ и пыль, в изолированных помещениях, оборудованных мощной приточно-вытяжной вентиляцией; выполнение всех технологических операций по изготовлению форм и их выбивке на изолированных участках; транспортировку пылевидных материалов (молотого угля, глины) в закрытых системах; замену пескоструйной очистки дробеструйной; устройство пылеулавливающих и фильтрующих систем, очищающих воздух внутри цеха и вне его.

Для борьбы с резкими колебаниями температуры в литейных цехах устраиваются регулируемые отопительные системы. На участках с повышенной температурой воздуха создается приток свежего воздуха и поддерживается постоянная температура в пределах 16 – 20°С.

Все рабочие литейных цехов обеспечиваются подсоленной питьевой газированной водой. Рабочие, работающие на горячих участках (вагранщики, заливщики и др.), обеспечиваются специальной защитной одеждой и очками.

В целях создания хорошей освещенности в дневное время на крышах литейных цехов предусматривается устройство стеклянных фонарей, кроме этого, производственные участки и рабочие места снабжаются по специально разработанным нормам искусственными источниками света.

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При сборке больших сложных форм сборщики используют переносные электрические фонари, напряжение электрического тока при этом должно быть не более 24 В. [11]

4.7 Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации

Рассматривая завод как объект гражданской обороны, следует определить, где в первую очередь в полном объеме должны приниматься меры по защите людей и оборудования от оружия массового поражения. При ядерном взрыве разрушение промышленных объектов происходит от воздействия ударной волны. Под воздействием гамма-излучения в живых организмах нарушаются биологические процессы, что приводит к тяжелым заболеваниям. Под воздействием тепловых излучений происходят пожары промышленных объектов. Исходя из этого, проектом предусмотрена система мероприятий по пожаротушению цеха. По наружному периметру здания проложен водопровод с интервалом 30 метров, предусмотрены пожарные краны. Основным способом защиты людей от поражающих факторов являются:

- рассредоточение и эвакуация;
- укрытие людей в убежищах;
- обеспечение людей индивидуальными средствами защиты;
- организация специальных служб;
- аварийная бригада и пожарная дружина.

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе разработана технология изготовления отливки «Гайка самоконтрящаяся», из стали 40ХЛ ГОСТ 977 - 88. Представленная технология позволяет получать более качественные отливки за счет улучшения их питания и снизить высокий процент брака, характерный для производства литья по выплавляемым моделям. Выбрана и рассчитана литниково-питающая система. Описаны процессы изготовления суспензии и изготовления огнеупорной керамической оболочки, а также приведен процесс выплавки стали, операции формовки, прокалки, заливки и финишные операции. Представлена технология изготовления данной детали методом литья по выплавляемым моделям. Разработаны чертежи отливок, модельного звена, и блока. Отливка «Гайка самоконтрящаяся» технологична для изготовления ее методом литья по выплавляемым моделям.

Так же описаны преимущества и недостатки применения кремнезольей, актуальность их применения, их физические свойства и технологичность.

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Материалы десятого съезда литейщиков России – Казань: изд. Вертолет, 2011г. – 25с. Дибров И.А./ с. 5 – 10.
2. Шкленник, Я. И. Литье по выплавляемым моделям / Я. И. Шкленник, В. А. Озерова — Москва: Машиностроение, 1984.– 408 с.
3. Инновационное возрождение и развитие отечественного литейного машиностроения и литейных производств / Николай Б. Анатолий В.
4. Производство стальных отливок: Учебник для вузов / Под редакцией Л. Я. Козлова. — Москва: МИСИС, 2003. — 352 с.
5. 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.
6. Специальные способы литья: Справочник / В.А.Ефимов, Г.А. Анисович, В.Н. Бабич и др.– Москва: Машиностроение, 1991. – 436с.
7. Опыт применения кремнезольных связующих при литье турбинных лопаток / Г.Я. Козлов, А.А. Поляков, Д.А. Соколов, А.В. Уткин. (ОАО «Силловые машины» филиал «ЗТЛ», СПб).
8. ООО «НТЦ «Компас»: Разработка новых видов термостойкого водно – дисперсионного связующего марки Армосил.
9. 13-й съезд литейщиков, г. Челябинск, 18-22 сентября 2017г. / Перспективы неорганических связующих на основе оксида кремния /В.К. Дубровин.
10. Кукин, П.П. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учебное пособие для вузов / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев, Н.И. Сердюк – Москва: Высшая школа, 2001.– 319с.
11. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В. Белов, под общ. ред. С.В. Белова – Москва: Высшая. школа, 1999. – 448 с.

					22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

					<i>22.03.02.2018.061.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		