

Министерство образования Республики Беларусь



Белорусский национальный технический университет



Механико-технологический факультет

**Сборник научных работ
II Международной научно–
практической интернет конференции
студентов и магистрантов**

ЛИТЬЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ 2019

Посвящается 50-летию
кафедры «Металлургия чёрных и цветных
сплавов» и 65-летию кафедры «Машины и
технологии литейного производства»



16 –17 октября 2019 года

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Белорусский национальный технический университет

Механико-технологический факультет

ЛИТЬЁ И МЕТАЛЛУРГИЯ 2019

Сборник научных работ
II Международной научно–практической интернет конференции
студентов и магистрантов

16–17 октября 2019 года

Минск
БНТУ
2019

ОРГКОМИТЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ:

Иванов И.А., декан механико-технологического факультета, д.т.н., профессор

ЧЛЕНЫ ОРГКОМИТЕТА:

Пантелеенко Ф.И., член-корр. НАНБ, Заслуженный деятель науки РБ, д.т.н., профессор;
Adel Nofal, professor of Metal Casting, Department of Central Metallurgical Research and Development Institute (CMRDI), President of Egyptian Foundryman Society;

Константинов В.М., д.т.н., профессор;

Лазаренков А.М., д.т.н., профессор;

Немененок Б.М., д.т.н., профессор;

Бердиев Д.М., д.т.н., профессор, зав.каф. ОМД, ТашГТУ, Ташкент, Республика Узбекистан;

Тураходжаев Н.Д., д.т.н., профессор, зав.каф. ЛТ, ТашГТУ, Ташкент, Республика Узбекистан;

Ровин С.Л., д.т.н., доцент;

Томило В.А., д.т.н., профессор;

Трусова И.А., д.т.н., профессор;

Арабей А.В., к.т.н., доцент;

Бежок А.П., к.т.н., доцент;

РАБОЧАЯ ГРУППА:

Гольцова М.В., д.т.н., доцент;

Любимов В.И., к.т.н., доцент;

Науменко А.М., к.т.н., доцент;

Одиночко В.Ф., к.т.н., доцент;

Слуцкий А.Г., к.т.н., доцент;

Вейник В.А., старший преподаватель.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

Бежок А.П., к.т.н., доцент;

СЕКРЕТАРИАТ: **Лешок В.А.**, студент гр. 10401116,

Русевич О.А., студент гр. 10404115

РЕДАКТОРЫ: **Бежок А.П., Иванов И.А.**

В настоящий сборник включены материалы докладов II Международной научно-практической интернет конференции студентов и магистрантов «Литьё и металлургия 2019», участники которой выступали по следующим направлениям: «Вакуумные технологии и техника в литейно-металлургическом и машиностроительном производствах», «Современные проблемы материаловедения и новые материалы», «Машины и технология литейного производства», «Обработка металлов давлением. Теория, технология, оснастка и оборудование», «Металлургические процессы и промышленная экология», «Порошковые и композиционные материалы, покрытия и сварка», «Охрана труда и промышленная безопасность».

**Машины и
технология литейного
производства**

Ультрадисперсный модификатор для жидкостекляного связующего материала

Студент группы 10404115 Русевич О.А.

Студенты группы 10404128 Мацинов С.А., Пацовский Н.В.

Научный руководитель - Гуминский Ю.Ю.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Разработка и внедрение высококачественных экологически чистых связующих материалов для формовочных и стержневых смесей – является важнейшей задачей в литейном производстве. В этой связи особое значение приобретают исследования, направленные на совершенствование связующих на базе жидкого стекла [1].

Широкое применение жидкостекляных формовочных и стержневых смесей сдерживается следующими факторами: плохая выбиваемость, склонность к пригару, относительно низкая живучесть, повышенная гигроскопичность и плохая регенерируемость.

Одним из наиболее эффективных способов улучшения выбиваемости жидкостекляных смесей является автоклавное модифицирование жидкого стекла ультрадисперсными материалами. Среди последних, особый интерес представляют углеродосодержащие природные материалы.

Исследования показали, что применение ультрадисперсного углеродсодержащего модификатора позволяет добиться снижения работы выбивки почти на 40%, при этом сохраняя экологические преимущества жидкостекляного связующего.

На рисунке 1 представлены ИК спектрограммы исходного жидкого стекла, модификатора и модифицированного им связующего.

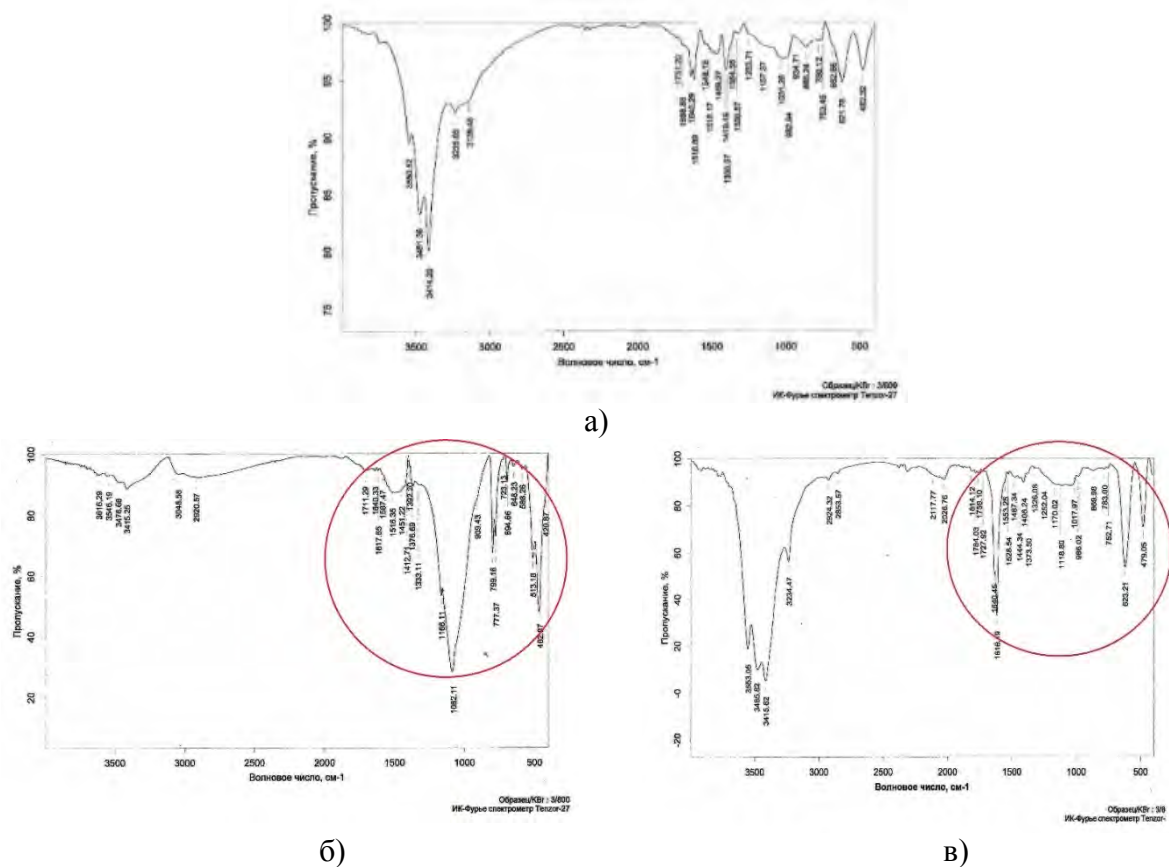


Рисунок 1 - ИК спектрограммы: а – немодифицированного жидкого стекла; б – модифицированного жидкого стекла, в - модификатора

Из ИК спектрограмм видно, что модифицированное жидкое стекло не имеет характерных для модификатора пиков в области повышенной интенсивности $800\text{--}1200\text{ см}^{-1}$, но, в тоже время, в отличие от обычного жидкого стекла появляются пики в зонах $450\text{--}650$ и $\sim 1840\text{ см}^{-1}$. Следовательно, можно говорить, что частицы модификатора встраиваются в структуру силикагеля и образуют химическое соединение, а не присутствуют как механическая смесь в коллоидном растворе связующего [1].

Главное отличие ультрадисперсного модификатора в том, что, благодаря его размеру, он встраивается внутрь структуры глобулы силикагеля не нарушая прочность смеси, в тоже время, при температуре $800\text{ }^{\circ}\text{C}$, когда происходит термическая деструкция модификатора, сама глобула силикагеля разрушается и, тем самым обеспечивает уменьшение остаточной прочности жидкостекольной смеси.

Выводы

1. Проведенные исследования позволили определить механизм влияния ультрадисперсного модификатора на структуру и свойства жидкостекольного связующего, а также установить взаимосвязь между структурой модифицированного силикатного связующего, его свойствами и качеством жидкостекольных смесей.

2. Выявлено, что ультрадисперсный модификатор улучшает выбиваемость жидкостекольных смесей, отверждаемых по CO_2 -процессу, за счет его термической деструкции внутри глобулы силикагеля, вследствие чего происходит разупрочнение смеси при температуре заливки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуминский Ю. Ю. Экологически чистое модифицированное ультрадисперсными материалами жидко-стекольное связующее / Ю. Ю. Гуминский, С. Л. Ровин // Литье и металлургия. 2019. № 3. С. 41–45.

Теплообмен в процессе сушки песчаных форм

Студент гр. 10404116 Прищепчик Н.И.

Научный руководитель - Калининченко В.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Сушкой называют термический процесс удаления влаги из твердых материалов путем ее испарения. Процесс сушки изделий и материалов сопровождается изменением объема, которое называют усадкой. При изменении объема (усадке) материал деформируется, возможны коробление и растрескивание изделий. Процесс тепловой сушки может быть естественным и искусственным. По физической сущности сушка является сложным диффузионным процессом. Его скорость определяется скоростью диффузии влаги из глубинных частей материала к поверхности, а затем в окружающую среду. Удаление влаги при сушке включает не только перенос материала, но и перенос тепла, таким образом является теплообменным и массообменными процессами. По способу подвода тепла к высушиваемому материалу сушку делят на:

- 1) контактную - путём передачи тепла от теплоносителя к материалу через разделительную стенку;
- 2) конвективную - путём непосредственного соприкосновения высушиваемого материала с сушильным агентом. В качестве которого используют: подогретый воздух, топочные газы либо топочные газы с воздухом;
- 3) путём излучения - передачи тепла инфракрасным излучением;
- 4) диэлектрическую - в поле токов высокой частоты;
- 5) сублимационную - в замороженном состоянии в вакууме.

Операция сушки увеличивает продолжительность технологического цикла изготовления отливок, поэтому стремятся вести сушку стержней и форм с максимальной скоростью. Скорость сушки определяется температурой нагрева. Чем выше температура сушки, тем больше скорость испарения влаги с поверхности форм и стержней, тем быстрее идут процессы отвердевания связующих и тем меньше продолжительность сушки. Однако, для предупреждения разрушения связующих температуру сушки нельзя повышать беспрестанно. Температура сушки форм должна быть ниже температуры, при которой глина теряет связующую способность, т.е. ниже 400 °С. На практике температура сушки форм редко превышает 350 °С. Температура сушки стержней определяется природой связующего. Минимальную температуру сушки имеют стержни, изготовленные на патоке или канифоли; максимальную - на глине. Длительность сушки зависит от толщины стенок формы и стержня, влажности смеси и газовой среды, а также от степени уплотнения формы. Чем толще стенки форм и массивнее стержни, тем продолжительнее сушка при постоянной температуре. Например, сушка форм в камерных печах длится от 6 до 40 ч, а стержней - от 1 до 10 ч. С увеличением влажности смеси продолжительность сушки возрастает. Уменьшение плотности формы незначительно снижает скорость сушки. Состав же смеси и ее газопроницаемость практически не влияют на длительность сушки.

Формы и стержни сушат в три этапа. В первый этап сушки осуществляют медленный осторожный прогрев всей толщи формы (стержня) до 100 °С. Поскольку влажная смесь обладает большей теплопроводностью, чем сухая, то стремятся удержать влагу в стержне (форме). Для этого сохраняют в печи влажный нагретый воздух, уменьшая его циркуляцию. Наличие влаги в поверхностном слое предотвращает растрескивание его под действием интенсивного парообразования во внутренних частях формы.

Второй этап сушки состоит в быстром подъеме температуры формы (стержня) до максимального уровня и выдержке при данной температуре в течение необходимого времени. Влажный воздух в этот период удаляется из сушила и поверхность форм (стержней) обдувается горячими сухими газами. По мере испарения влаги температура стержня (формы)

повышается до температуры печных газов; в связующих происходят необходимые изменения (окисление, плавление, обезвоживание), повышающие прочность форм и стержней.

Третий этап сушки заключается в относительно медленном охлаждении сухих форм (стержней) до температуры 50-70°C, при которой они извлекаются из печи. Уменьшение скорости охлаждения позволяет предупредить растрескивание поверхностных слоев стержня и их осыпание, но увеличивает продолжительность процесса.

В некоторых случаях нет необходимости производить сплошную сушку форм. Высокое качество отливок обеспечивается и тогда, когда формы прослушиваются только на глубину 10-40 мм от поверхности соприкосновения с металлом, т.е. когда производится поверхностная подсушка. Поверхностную подсушку форм используют в литейных цехах мелкосерийного производства. Длительность этой операции составляет всего 25-30 мин. Поверхностную подсушку форм осуществляют с помощью переносных сушил. Еще более рациональна поверхностная подсушка с помощью инфракрасных лучей. При соответствующем подборе мощности установки с инфракрасными лучами могут успешно конкурировать с переносными сушилами. Подсушка форм инфракрасными лучами успешно применяется в крупносерийном производстве.

Прогрессивным способом является сушка форм под повышенным давлением. Сущность этого способа состоит в том, что в герметично закрытую литейную форму через полость прибыли нагнетают горячий воздух под давлением. Проходя через слой уплотненной формовочной смеси, горячий воздух высушивает форму. Этот способ в 3-5 раз более производительен, чем сушка в печах периодического действия, требует меньшего расхода энергии, исключает перегрев поверхности формы и делает ненужным наблюдение за сушкой.

Сушку стержней осуществляют в камерных печах периодического действия или в конвейерных печах непрерывного действия. Камерные печи применяют в цехах единичного и мелкосерийного производства, а конвейерные - в крупносерийном и массовом производствах. Используют два вида конвейерных печей - вертикальные и горизонтальные. Вертикальные конвейерные сушилки применяют для некрупных стержней; производительность их 1-2 т/ч средних стержней. Производительность горизонтальных сушил от 5 до 10 т/ч стержней; они пригодны для сушки крупных стержней. Вертикальные и горизонтальные конвейерные сушилки являются печами с принудительной циркуляцией газов. Сушка стержней в них осуществляется с применением плоских и фасонных плит.

В промышленность внедрена механизированная сушка стержней токами высокой частоты. Этот способ пригоден для сушки плоских стержней, изготовленных из безмаслянных смесей. Равномерность прогрева стержня, сокращение цикла сушки, уменьшение расхода энергии, улучшение условий труда – таковы основные достоинства этого способа сушки перед другими.

Теплообмен в плавильных печах

Студент гр. 10404116 Телешова Е.В.

Научный руководитель - Калиниченко В.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Тепловыделение в печах представляет собой процесс превращения какого-либо вида энергии в тепловую энергию. Источниками получения тепла являются: а) химическая энергия топлива (топливные печи); б) химическая энергия жидкого металла или шихты; в) электрическая энергия.

Превращение химической энергии топлива в тепловую происходит в результате сгорания топлива в так называемых топливных печах. В металлургии к таким печам относятся пламенные печи и печи, работающие по слоевому режиму. Рабочее пространство пламенных печей только в очень малой степени заполнено обрабатываемым материалом, который обычно располагается на поду. Основная часть рабочего пространства заполнена пламенем и раскаленными дымовыми газами, передающими тепло материалу. Подобные печи работают на газообразном и жидком топливах.

Кроме пламенных, сжигание топлива осуществляется в печах, работающих по слоевому режиму, который обычно применяют при обработке кускового материала. Чаще всего это происходит в вертикальных (шахтных) печах, где материал либо распределяется по всему объему и раскаленные газы проходят между его кусками, либо частицы его распределены в газообразном теплоносителе. Для слоевого режима работы печей характерно тесное переплетение всех трех видов теплопередачи (тепловое излучение, конвекция, теплопроводность). Разделить их часто не представляется возможным.

Известны три разновидности слоевого режима: с плотным, кипящим и со взвешенным слоем обрабатываемого материала.

В печах с плотным (фильтрующим) слоем шихта, в состав которой входит и твердое кусковое топливо, расположена плотным слоем по всему объему печи и медленно продвигается вниз. Раскаленные газы — продукты сгорания топлива проходят через слой между отдельными его кусками. Это наиболее распространенный режим работы слоевых печей. Он характерен для шахтных печей, широко распространенных в металлургии.

В печах с взвешенным слоем слой под динамическим действием газов находится в разуплотненном состоянии и энергично перемешивается. В таких печах может выгорать как размельченное топливо, так и горючие компоненты, содержащиеся в обрабатываемой шихте. Иногда вместе с воздухом подают газообразное топливо. Широкое использование печи с кипящим слоем получили в цветной металлургии для обжига сульфидных концентратов различных металлов, для сушки и кальцинации глинозема.

В печах, работающих со взвешенным слоем, обрабатывают материалы, доведенные до пылевидного состояния. «При этом мелкие частицы материала отделены друг от друга газовой прослойкой и, будучи «взвешены», движутся вместе с ним. В качестве топлива может использоваться размолотое твердое и газообразное топливо. В печах цветной металлургии широко используется тепло горения серы при плавке сульфидов цветных металлов. Как в черной, так и в цветной металлургии широко распространены печные агрегаты, в которых источником получения тепловой энергии является процесс выгорания элементов, заключенных в обрабатываемом металле или в проплавляемой шихте. В черной металлургии таким основным элементом является углерод, который выжигается из чугуна при производстве стали в конвертерах. Во всех этих агрегатах процесс теплогенерации происходит непосредственно в материале или в объеме, заполненном размельченной шихтой и поэтому органически «сочетается с принятой технологией, причем выделяющееся тепло равномерно распределяется по всей массе обрабатываемого материала.

Существуют и такие печи, в которых тепловыделение обусловлено и химической энергией топлива, и химической энергией жидкого металла. К таким печам, занимающим промежуточное положение между топливными печами и конвертерами, относятся мартеновские печи. В этих печах топливо сгорает над ванной металла, пламя и раскаленные газы также находятся над ванной металла, т. е. идут процессы, присущие пламенным печам. Вместе с тем в металлической ванне происходит выгорание примесей, сопровождаемое выделением тепла, причем очень существенным, вплоть до того, что в некоторые периоды плавки теплогенерация за счет химической энергии жидкого металла может иметь решающее значение.

В основе работы электрических печей лежит генерация тепла за счет электроэнергии.

1.2 Классификация печей по технологическим и конструктивным признакам

По технологическому назначению металлургические печи делят на плавильные и нагревательные.

Плавильные печи предназначены для получения металлов из руд и переплавки металла с целью придания ему необходимых свойств. В плавильных печах материалы меняют свое агрегатное состояние.

Нагревательные печи применяют для нагрева материалов с целью обжига и сушки, а также для придания металлу пластических свойств перед обработкой давлением. Значительное число нагревательных печей применяют для термической обработки, чтобы изменить внутреннее строение и структуру металла. В нагревательных печах металлы и материалы не меняют своего агрегатного состояния.

Топливные печи подразделяют по виду применяемого топлива. Так, сталеплавильные мартеновские печи могут быть газовые и мазутные. В соответствии с методами утилизации тепла отходящих дымовых газов печи подразделяют на регенеративные и рекуперативные.

Электрические печи классифицируют по способу превращения электрической энергии в тепловую: дуговые электрические печи, печи сопротивления и индукционные печи.

Современные печи представляют собой сложные тепловые агрегаты, состоящие из собственно печи и вспомогательного оборудования. Собственно печь включает в себя рабочее пространство и устройства для получения тепловой энергии: горелки, форсунки в топливных печах и электроды, резисторы в электрических печах. В состав вспомогательного оборудования входят устройства для утилизации тепла отходящих дымовых газов, вентиляторы и дымососы, дымовые трубы, различные клапаны, задвижки и др.

В рабочем пространстве печи осуществляются те технологические операции, для которых предназначена печь. Все остальные элементы печи служат для обеспечения наиболее эффективного проведения главной технологической операции. Заключение

Работа каждой печи характеризуется рядом показателей, наиболее важными из которых являются температурный и тепловой режим, коэффициент полезного теплоиспользования и производительность.

Температура печи — важный теплотехнический показатель работы печи, хотя термин «температура печи» имеет несколько условный характер. Дело в том, что в топливных печах в состоянии взаимного теплообмена находятся пламя (раскаленные газы), металл, кладка, температура которых различная. Причем, температура всей печи не может определяться ни одним из этих значений температуры, а представляет собой какую-то осредненную величину, применительно к которой обычно и применяют термин «температура печи».

Тепловой режим. Работа печи в значительной мере определяется тем, какое количество тепла поступает в нее. Количество тепла, которое подают в печь в каждый данный момент времени, называется тепловой нагрузкой. То наибольшее количество тепла, которое печь может нормально (без недожога топлива в рабочем пространстве) усвоить, называется тепловой мощностью.

Особенности теплообмена в установках рекуперативного типа

Студентка гр. 10404116 Дудинская Ю.В.

Научный руководитель - Калининченко В.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Теплообменный аппарат (теплообменник) — это устройство, в котором осуществляется теплообмен между двумя или несколькими средами. Устройства, в которых между средами происходит массообмен, называют массообменными аппаратами. Аппараты, в которых одновременно протекают тепло- и массообмен, называют тепломассообменными. Движущиеся среды, обменивающиеся теплотой или применяемые для передачи теплоты от более нагретых тел и веществ к менее нагретым, называют теплоносителями.

Наибольшее распространение в тепломассообменных и теплотехнологических установках получили следующие процессы: нагревание, охлаждение, конденсация, выпаривание, сушка, дистилляция, плавление, кристаллизация, затвердевание. По потенциалу теплоносителя теплотехническое оборудование можно разделить на низкотемпературное, среднетемпературное и высокотемпературное. К высокотемпературным установкам относятся промышленные печи, им соответствуют рабочие температуры в пределах 400...2000°C. Низко- и среднетемпературное оборудование представляет собой теплообменные аппараты, установки для тепловлажностной обработки и сушки материалов и изделий, установки утилизации тепла и пр. Рабочий диапазон среднетемпературных процессов и установок находится, как правило, в пределах 150...700°C. Процессы с более низкими температурами, до -150°C, называют криогенными.

Изучение тепло- и массообменных процессов и установок дает возможность правильно осуществлять выбор теплоиспользующего оборудования для решения вопросов по экономии энергоресурсов на промышленных объектах, а это является одной из задач в работе инженера-энергетика.

Теплообменные аппараты различают по назначению, принципу действия, фазовому состоянию теплоносителей, конструктивным и другим знакам.

1. По назначению теплообменные аппараты делятся на подогреватели, испарители, конденсаторы, холодильники и т. д.
2. По принципу действия теплообменные аппараты могут быть разделены на рекуперативные, регенеративные и смешительные.

Рекуперативными называются такие аппараты, в которых тепло от горячего теплоносителя к холодному передается через разделяющую их стенку. Примером таких аппаратов являются паровые котлы, подогреватели, конденсаторы и др.

Паровой котёл - устройство для производства водяного пара высокой температуры. При этом давление воды, находящейся внутри котла в газообразном состоянии, значительно превышает атмосферное. Нагревание воды происходит в результате выделения тепловой энергии за счет сжигания какого-либо топлива.

Например, по виду топлива, используемого для их работы, различают котлы:

- жидкотопливные;
- газовые;
- угольные;
- электрические;
- газомазутные.

При использовании водоводяных подогревателей теплоносителем является вода, нагретая до определённой температуры, которая поступает от магистралей ТЭЦ, либо от местных котельных станций. Подогреватель представляет собой, по сути, теплообменник, в качестве поверхности которого применяют трубки, выполненные из латуни. В некоторых случаях, трубные системы теплообменника изготавливают из других сплавов.

Рекуперативные теплообменные аппараты — это установки, работающие в периодическом или в стационарном тепловом режиме. Аппараты периодического действия обычно представляют собой сосуды большой вместимости, которые через определенные промежутки времени заполняют обрабатываемым материалом или одним из теплоносителей, нагревают или охлаждают его, а затем удаляют. В стационарном режиме работают, как правило, аппараты непрерывного действия. Конструкции современных рекуперативных теплообменных аппаратов весьма разнообразны и предназначены для работы с теплоносителями типов жидкость-жидкость, пар-жидкость, газ-жидкость.

Значительно чаще используются теплообменные аппараты непрерывного действия, среди которых наибольшее распространение получили кожухотрубчатые теплообменники. Кожухотрубные теплообменники представляют собой аппараты, выполненные из пучков труб, скрепленных при помощи трубных решеток и ограниченных кожухами и крышками. Трубное и межтрубное пространства в аппарате разобщены, а каждое из них разделено перегородками на несколько ходов.

Тепловые особенности при сушке форм и стержней

Студентка гр. 10404116 Шарснева Д.В.

Научный руководитель - Калининченко В.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Основной целью процесса сушки является удаление влаги из форм и стержней для придания им повышенной прочности и газопроницаемости, а также для уменьшения газотворной способности. Процесс сушки зачастую удлиняет производственный цикл изготовления форм и стержней, повышает его энергоемкость. В связи с этим сушку следует применять только в тех случаях, когда без этого не обеспечивается высокое качество отливок. В настоящее время для изготовления форм и стержней широко применяют химически твердеющие смеси. При этом отпадает необходимость в операциях сушки, а применяется лишь поверхностная подсушка слоя, покрытого противопопригарной краской.

В литейном производстве под сушкой понимают тепловую обработку форм и стержней, при которой наряду с удалением влаги происходят и физико-химические процессы, которые условно можно разделить на два периода.

В начальный период преобладают процессы испарения влаги с поверхности высушиваемого материала; диффузия влаги к поверхности материала в этот период незначительна. Во второй период скорость удаления материала определяется в основном скоростью диффузии влаги из глубинных слоев высушиваемого материала к поверхности. Относительная продолжительность каждого из периодов зависит от начальной влажности материала. Для материалов влажностью 4-8 % продолжительность первого периода практически равна нулю.

Испарение влаги с поверхности стержней и форм зависит от следующих факторов: 1) влажности газовой среды, окружающей стержень или форму; 2) температуры этой среды; 3) скорости движения газов над поверхностью стержня; 4) барометрического давления. Чем ниже влажность, выше температура, больше скорость движения газов и меньше и меньше давление, тем интенсивнее идет процесс испарения.

Диффузия влаги из глубинных слоев стержня и форм зависит от зернового состава смеси и содержания влаги в исходном материале. Процесс сушки нельзя ускорить только улучшением условий для испарения влаги с поверхности материала, так как влага из глубинных слоев из-за незначительной скорости диффузии не успевает поступать к поверхности испарения. На поверхности стержня или формы может образоваться корочка сухого материала, в котором под действием усадки возникают трещины.

Стержни и формы в сушилах нагревают передачей тепла от теплоносителей - газов или излучающих элементов - нагревателей путем конвекции или радиации. Чаще всего применяют сушила, в которых тепло передается конвекцией. Процесс сушки стержней и форм делится на три периода: 1 - период прогрева; стержни или формы; 2 - период постоянной скорости сушки - стержней; 3 - период охлаждения стержней и форм после сушки протекает при низкой скорости охлаждения для устранения образования поверхностных трещин; чтобы влага из атмосферы не поглощалась стержнем и формой, их необходимо извлекать при низкой температуре.

Удаление влаги, содержащейся в стержневой или формовочной смеси, происходит за счет нагрева их газами, получаемыми при сгорании топлива, до температуры парообразования. Пар проходит сквозь поры форм или стержней и удаляется вместе с топочными газами и воздухом. В начале процесса сушки влажность в наружных и внутренних слоях смеси практически одинакова и испарение влаги происходит из поверхностных слоев. Затем влага из внутренних слоев форм или стержней перемещается наружным слоям и вновь испаряется с их поверхности. Так протекает процесс испарения влаги до окончания сушки стержней или форм. Процесс удаления влаги ускоряется с повышением температуры сушки. Однако слишком большое и быстрое увеличение температуры сушки, особенно в ее начальный пе-

риод, приводит образованию на поверхности форм и стержней плотной сухой корки препятствующей испарению влаги. Кроме того, под действием давления пара, образующегося внутри форм и стержней корка растрескивается и, следовательно, ухудшает качество высушиваемой поверхности.

Появление трещин может быть вызвано также неравномерным прогревом массивных стержней. Для качественной сушки стержней необходимо, чтобы процессы испарения, удаления влаги и поглощения водяных паров топочными газами протекали непрерывно. Теплообмен между газами и высушиваемыми стержнями зависит от поверхности, омываемой газами, от температуры, скорости движения газов и времени сушки, для увеличения поверхности сушки стержней, используют сушильные плиты их изготавливают с отверстиями.

В зависимости от способа нагрева и передачи тепла формам и стержням различают контактный, радиационный и конвекционный способы сушки. При контактной сушке нагретая поверхность непосредственно соприкасается с высушиваемой поверхностью и тепло передается за счет теплопроводности. При сушке таким способом тепло стержням передается от нагретой металлической плиты через сушильную плиту, что обуславливает неравномерность прогрева стержней и ухудшение качества сушки. Такой способ сушки стержней применяют очень редко. При радиационной сушке тепло формам и стержням, находящимся на некотором расстоянии от источника, передается теплоизлучением. В качестве источников тепла используются электроспираль, электролампы, газовые горелки, керамические панели и др. При этом способе сушки хорошо прогреваются лишь открытые поверхности форм и стержней; радиационную сушку в основном применяют для поверхностной подсушки форм и стержней после их отделки и окраски. Конвекционный способ нагрева является наиболее предпочтительным способом сушки форм и стержней. Топочный или горячий воздух, обтекающая поверхность форм и стержней, быстро нагревает их, в результате чего происходит интенсивное испарение влаги и равномерное высушивание. При этом способе допускается достаточно высокая температура топочных газов. Для улучшения теплопередачи в сушиле повышают скорость движения газов.

В процессе сушки под воздействием температуры преобразуется и связующий материал формовочной и стержневой смеси. Для каждого связующего в зависимости от его природы имеется вполне определенная температура нагрева, при которой достигаются наилучшие физико-механические свойства форм и стержней. В связи с этим для каждого типа формовочной и стержневой смеси, а также в зависимости от габаритов, массы и сложности форм и стержней устанавливают вполне определенный режим сушки. Режим сушки зависит также от способа с характеристиками сушильного агрегата. Температуру сушки выбирают в зависимости от применяемых связующих. Так, стержни и формы, содержащие каолиновую глину, сушат при температуре 300-400°C, а при использовании бентонитовых глин - 200-250°C. Смеси на СП, СБ, КО, СДБ сушат при 250-300 °С, а с различными маслами - при 180-230°C. Длительность сушки зависит от размеров форм и стержней: чем они больше, тем больше времени нужно, чтобы они полностью прогрелись. Температура и длительность сушки связаны между собой: чем выше температура, тем быстрее сушится изделие. Температура в рабочем пространстве сушильных печей распределяется по высоте неравномерно. Вверху обычно температура на 25-30°C больше, чем внизу. В крупных печах эта разница достигает 100°C. Скорость нагрева изделий, подвергающихся сушке, зависит от интенсивности движения печных газов (конвекции). Чем интенсивнее конвекция, тем лучше передается изделиям теплота выделяемая при горении топлива, быстрее протекает процесс сушки, снижается температурный перепад внутри печи. Кроме того, движущиеся газы увлекают с собой испаряющуюся влагу и в камере не создается перенасыщения парами.

Применение биологически активных веществ в литейном производстве для упрочнения формовочной смеси

Студенты гр.57-16 Тураходжаева Ф.Н., гр. 72-18 Турахужаева А.Н.

Научный руководитель Ахунов А.Ю.

Ташкентский государственный технический университет

г. Ташкент

В настоящее время разработке технологий изготовления материалов на основе биологически активных веществ уделяется большое внимание. Это экологически чистый и эффективный способ придания материалам тех или иных свойств. Данная технология основана на укреплении материалов с помощью живых микроорганизмов, которую разработала группа ученых из Калифорнийского университета под руководством профессора Джейсона Дейона (Jason DeJong). Согласно проведенным исследованиям, бактерия *Bacillus pasteurii*, добавленная во влажную землю, способствует слипанию содержащихся в ней твердых частиц. В результате почва становится похожа на породу, состоящую из плотно сцементированных зерен кварца. Подобному грунту не страшны ни оползни, ни землетрясения. Метод получения материала и его состав влияют на их механические свойства [1]. Целостность изделия и однородность материала также сказывается на прочностные свойства изделий. Образование микротрещин ослабляет механические свойства бетона и облегчает перенос влаги и химических веществ через матрицу, ускоряя разрушение бетона. Например, сульфат-ионы проникают через микротрещины и вызывают внутреннее расширение пор из-за образования этtringита, известного как сульфатная атака, а хлорид-ионы окисляют сталь, ускоряя коррозию стальных стержней, встроенных в бетон.

В различных направлениях исследований биологических веществ проводились различные методы исследований. Например, ученые obtained from the Korean Collection for Type Cultures, Jeongeup, South Korea проводили исследования с бактериями в среде кварцевого песка. В ходе экспериментов исследователи заселяли бактериями 200-литровые ящики, наполненные стерильным кварцевым песком с некоторым количеством воды и питательных веществ. При этом ученые тщательно отслеживали разнообразные параметры, по которым можно судить о жизненной активности микроорганизмов: содержание кислорода и углекислого газа, количество питательных веществ, химический состав почвы и т. д. В конечном итоге это позволило точно описать процесс, который приводит к увеличению прочности грунта.

Bacillus pasteurii обладают способностью повышать щелочность воды, в результате чего она начинает активно растворять кальций и карбонаты, соли угольной кислоты. В растворе они реагируют друг с другом, образуя кристаллы карбоната кальция: именно это вещество является цементом, который связывает частицы природного песчаника и строительного бетона — кристаллы карбоната кальция заполняют промежутки между песчинками и заставляют их слипаться друг с другом. Профессор Карлос Сантамарина (Carlos Santamarina) из Технологического института Джорджии определил, что в каждом кубическом метре почвы содержится порядка 1000 триллионов живых микроорганизмов.

В настоящее время исследователи из Ташкентского государственного технического университета работают над получением органического вещества из биологической среды. Эти вещества реагируют и создают кристаллы кальцита, которые прочно связывают частицы глины или песка. Первичные результаты научно-исследовательских работ, проведенных в лабораторных условиях Ташкентского государственного технического университета по применению бактерий показали, что он связывает песок и глину, образуя защитный клеевой слой [2]. Он служит связующим элементом между биологической средой, растворимой нетоксичной молекулой и кальцием, которые наносятся сверху. Бактерии и капсулы с лактатом кальция добавляют в смесь в качестве ингредиента. Смесь активизируется водой: при появлении трещин бактерии поглощают воду, образуя кальцит, который, в свою очередь, заполняет

пробелы. Бактерия разрушает молекулы биологической среды, выделяя соль углекислоты, которая связывается с кальцием и образует кристаллы кальцита. Они прикрепляются к материалу и увеличиваются в размерах и количестве - в некоторых случаях они достигают нескольких сотен микрометров в диаметре. Фермент, который также выделяется бактериями, ускоряет этот процесс в тысячи раз. На рисунке 1 приведена полученная форма с песком и глиной, связанная биологическим веществом, в количестве 3 - 5 % от объема формы.

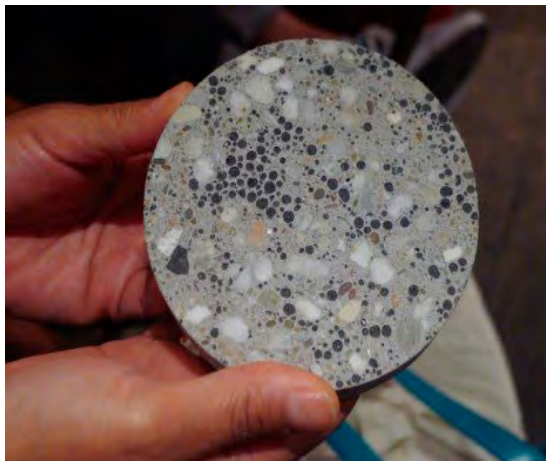


Рисунок 1 - Образцы формы с применением биологически активных веществ

На рисунке 2 приведены образцы отливок, залитых в формы с применением биологически активных веществ в количестве 3, 5, 7, 10 и 15 %.

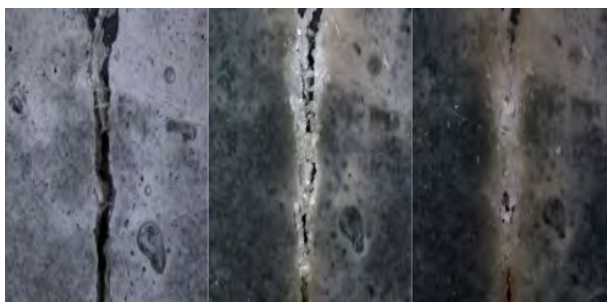


Рисунок 2 - Образцы отливок, залитых в формы с применением биологически активных веществ

По результатам исследований следует сделать вывод о целесообразности проведения научно-исследовательских работ по применению биологически активных веществ в качестве связующих в разовых песчано-глинистых формах.

Список используемой литературы

1. Benboudjema F., Meftah F., Torrenti J.M. Interaction between drying, shrinkage, creep and cracking phenomena in concrete. Eng. Struct. 2005;27:239–250. doi: 10.1016/j.engstruct.2004.09.012.
2. Тураходжаева Ф.Н. Эффективность биоцемента в качестве связующего в формовочных смесях. // Литье и металлургия 2018. Международная конференция Минск, С.134-137.

Применение 3D технологий для изготовления литейных моделей при литье изделий из алюминиевых сплавов

Соискатели Абдурахмонов Х.З., Камалов Ж.С., Турахужаева Ш.Н., Турсунов Т.Х.
Научный руководитель д.т.н., проф. Тураходжаев Н.Д.

Узбекско-Японский инновационный центр молодёжи при Ташкентском государственном техническом университете
г. Ташкент

В настоящее время применение 3D технологий для изготовления машиностроительных деталей является актуальной и перспективной задачей. Ещё в 2010 году канадский инженер Джим Кор официально представил легковой автомобиль Urbee, корпус которого полностью выполнен на 3D-принтере. Учёные из Великобритании первыми показали 3D-принтер, на котором можно было напечатать любую фигурку из шоколада или простую шоколадную плитку. Ученый Италии робототехник Энрико Дини создал принтер D-Shape, который может напечатать макет двухэтажного здания, включая комнаты, лестницы, трубы и перегородки. Он использует только песок и неорганический компаунд. Прочность полученного материала ученые сопоставляют с железобетоном. Учёные Германии разработали селективное лазерное спекание полимерных порошков (Karel Haynz, Martin Kaz). Учёными стран СНГ проведены исследования ресурсосбережению при изготовлении машиностроительных деталей методом 3D печати (Купряков Ю.П., Чахотин В.С., Приходько Ю.И.). Они усовершенствовали конструкцию 3D принтера обеспечив ускоренную подачу расходного материала [1].

Как правило, для 3D-принтеров применяется филаментный (нитевидный) термопластик типа ABS или PLA. Что выбрать для печати - смотрите в статье: Выбор пластика для печати на 3D принтере. Впрочем, иногда применяют и более экзотичные пластики, например можно печатать нейлоном на 3D принтере, фактически используется дешевая леска для триммеров.

Не смотря на разнообразие 3D принтеров, их печатающие головки сделаны по одному принципу и не сильно отличаются друг от друга. К примеру, небольшая 3D ручка Murgwell - это фактически полноценный экструдер заключенный в корпус который удобно держать в руке.

Исследователями Узбекистана ведутся научно-исследовательские работы по применению 3D технологий в литейном производстве. Совместно с исследователями Навоинского горно-металлургического комбината научно-исследовательская группа Узбекско-Японского центра инноваций молодёжи при Ташкентском государственном техническом университете проводили экспериментальные заливки алюминиевых сплавов в формы, изготавливаемые при помощи 3D печати.

Несмотря на большие достижения исследований в области получения отливок аддитивными технологиями, существует немало нерешенных проблем. Например, не разработана технология получения литых заготовок с применением литейной модели, полученной 3D печатью, что снижает расход материала в 1,2-1,3 раза. По результатам исследовательских работ были установлены оптимальные параметры.

Методом 3D печати изготавливали модель отливки, которую формовали с помощью песчанно-глинистых смесей в разовые формы. Заливку расплавленного сплава производили в неразъёмную форму, не вынимая модель. Выбивку отливки производили методом встряхивания вручную. Контроль качества получаемых отливок производили визуально и замером основных геометрических параметров [2].

Полученные результаты и их обсуждение.

По первому варианту исследований, при котором расплав металла заливался непосредственно в форму содержащий модель, 8 из 10 отливок получились с браком по недоливу. Остальные 2 из 10 получились с большим количеством неметаллических включений. Литая заготовка хоть и имела полную конфигурацию модели, имела низкие

показатели по механическим свойствам. Это видимо, связано с образованием большого количества газов при выгорании полимерной модели [3]. Применение дополнительных отверстий и литниковой системы не дали ожидаемого эффекта. Во второй стадии эксперимента получаемая на принтере модель заливалась материалом формы, из которой затем выжигалась в прокалочной печи. При выжигании выделялись горючие газы, которые необходимо было нейтрализовать. Так как существует опасность засорения формы золой выгоревшей модели, материал для изготовления формы подбирали с малой зольностью. В таблице 1 приведены результаты исследований по определению эффективности применения 3Д печати для изготовления моделей. Следует отметить, что температура обработки в прокалочной печи влияет и на прочность формы. Так, например, при выдержке формы в прокалочной печи для выжигания в течение 1 часа, прочность песчанно-глинистой формы увеличилась на 10-12 %, а при выдержке в печи в течение 2 часов, прочность формы увеличилась на 30-35 %. Это, видимо связано со спеканием формовочной смеси как с поверхностной стороны и образованием на внутренней поверхности формы облицовочной корки.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы и рекомендации:

1. Выявлено, что наиболее эффективным методом изготовления моделей и промоделей для изготовления литых заготовок является метод 3Д печати.
2. Выявлено, что при выдержке формы в прокалочной печи для выжигания модели в течение 1 часа, прочность песчанно-глинистой формы увеличивается на 10-12 %, а при выдержке в печи в течение 2 часов, прочность формы увеличивается на 30-35 %
3. Выявлено, что применение прокалочного режима выведения модели из песчанно-линистой формы свыше 2 часов приводит к образованию шероховатости на поверхности отливки за счет механического смешивания продуктов химической реакции между расплавом и полимерной коркой.
4. Выявлено, что для моделей, изготавливаемых на основе 3Д печати применение в качестве материала PLA является наиболее эффективным.

Приведённые выводы могут быть использованы при разработке технологии изготовления литых заготовок по газифицируемым моделям.

Список использованной литературы

1. Материалы II-ой Международной конференции «Аддитивные технологии и 3D-печать: в поисках новых сфер применения» и ознакомиться с передовым опытом мировых лидеров отрасли. Москва, 2017.- С. 34-56.
2. Материалы третьей ежегодной Международной конференции по цифровому производству - выставка-конференция 3D-технологий «Тор 3D Expo» «Цифровое производство 2018». Москва, 2018. - С.17-45.
3. Тураходжаев Н.Д., Абдурахманов Х.З., Турсунов Т.Х., Якубов Л.Э. Математическая модель теплообменного процесса в песчанно-глинистой форме. //Сборник научных статей Международной научно–практической конференции «Современные наукоёмкие технологии: приоритеты развития и подготовка кадров». – Набережные Челны, 2018. - С. 44-49.

Литье по выплавляемым моделям

Студент гр. 10404115 Ярошевич А. И.

Научный руководитель Иванов И. А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Литьё по выплавляемым моделям применяется при производстве отливок из драгоценных металлов для использования в ювелирных изделиях, зубных вставках.

Основными техническими задачами, которые надо обеспечить при реализации метода, являются: создание литниковой системы, в которой расплавленный металл доводится до оптимальных температур; сохранение расплавленного металла незагрязненным и сохранение заданного стехиометрического состава в сплаве без изменений; управление прочностью керамической формы в «сыром» и прокаленном состояниях.

Патент США 3712364 - устройство для литья по выплавляемым моделям, содержащее изолированный кожух с нагревательными средствами для нагрева его внутренней части до высокой температуры. Металлический нагревательный тигель установлен в верхней части кожуха, и не препятствует выходу расплавленного металла из тигля в форму под ним. Плавленый тигель заключен в инертную атмосферу, чтобы избежать какой-либо возможности загрязнения расплавленной шихты. Таким образом, достигается сохранение расплавленного металла незагрязненным, сохранение любого элемента в сплаве без его окисления.

Патент RU 2674273 - способ изготовления формы для литья по выплавляемым моделям, включающий послойное нанесение на выплавляемую модель суспензии на основе водного связующего и огнеупорного пылевидного наполнителя в виде микропорошка электрокорунда с обсыпкой поверхности каждого слоя и сушку нанесенного слоя, отличающийся тем, что между керамическими слоями наносят сетчатый материал с температурой выгорания менее 1000°C, который устанавливают после каждого слоя или после заданного количества слоев. Керамическая форма формируется при окунании модели в эту суспензию. В такой керамической форме, нанесенный между слоями керамики сетчатый материал, повышает прочность формы в «сыром» состоянии (до прокаливания), что позволяет избежать растрескивания формы при удалении модели.

Патент RU 2674363 предложен способ для изготовления зубных протезов. Средство содержит растворитель, нитрид бора и поверхностно-активное вещество (ПАВ), причем содержание нитрида бора больше или равно 0,1 мас. % и меньше или равно 10 мас. %, а содержание ПАВ больше или равно 0,1 мас. % и меньше или равно 5 мас. %. Способ содержит этап нанесения средства для обработки поверхности восковой модели, при этом наносят средство, упомянутое выше. Этап введения восковой модели в формовочный материал, этап выжигания, на котором после схватывания формовочного материала нагревают формовочный материал, включающий в себя восковую модель, и выжигают восковую модель с образованием литейной формы, и этап формования, на котором отливают керамический блок в литейной форме. Технический результат - подавление образования шероховатости на поверхности керамики при придании формы керамическому блоку с помощью литейной формы.

Работа выполнена в рамках учебных занятий по дисциплине «Основы научной и инновационной деятельности» на кафедре «Машины и технология литейного производства» Белорусского национального технического университета.

Разделительные и противопригарные покрытия для пресс-форм литья под давлением

Студент гр. 10404115 Русевич О. А.
Научный руководитель - Иванов И. А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Разработка новых составов разделительных покрытий для пресс-форм может привести к снижению вероятности образования дефектов характерных для процесса литья под давлением. В данной работе анализируются подходы к выбору таких покрытий.

Патент RU2604163С1 предлагает состав противопригарного покрытия на основе мелкодисперсных материалов, разработанный состав повышает качество поверхности тонкостенных отливок из алюминиевого сплава, получаемых литьем под низким давлением.

Достигается это тем, что в разделительном покрытии для литейных пресс-форм, содержащем в качестве наполнителя двуокись титана, воду, а в качестве связующего - жидкое стекло, согласно изобретению, в качестве наполнителя содержит двуокись титана (3...6%) с размером частиц до 1 мкм, тальк (1...4%) с размером частиц до 25 мкм, пылевидный кварц (0,5...2%) с размером частиц до 10 мкм, сульфат бария (0,5...3%) с размером частиц до 6 мкм, при следующем соотношении компонентов, мас. %, жидкое стекло (6-11%) и вода.

Покрытие этого состава обладает хорошей кроющей способностью, химической и термической стойкостью благодаря высокому содержанию TiO_2 и пылевидного кварца. Строение талька придает облегчает изъятие отливки из формы. Покрытие имеет повышенную прочность за счет использования жидкого стекла как связующего.

В Патенте ВУ 11508 С1 2009.02.28 предложена смазка для пресс-форм литья под давлением, содержащая смазывающее вещество, поверхностно-активное вещество и воду, в качестве смазывающего вещества содержит полиметилсилоксановую жидкость ПМС300 и дополнительно содержит соапсток (т.е, осадок, образующийся в процессе щелочной нейтрализации растительного масла и состоящий из натриевых солей жирных кислот, нейтрализованного масла, фосфатидов или продуктов их омыления, неомыляемых веществ, пигментов и влаги) растительных масел при следующем соотношении компонентов: полиметилсилоксановая жидкость (ПМС300) 20...22%, поверхностно-активное вещество (ПАВ) 3,0...3,5%, соапсток растительных масел 5,0...5,5% и вода.

ПМС300 представляет из себя прозрачное масло с кинематической вязкостью 385-415 Ст при 20 °С, плотностью 960 кг/м³ при той же температуре и температурой вспышки не ниже 315 °С, что существенно выше аналогичного показателя для гидрофобизатора калийного (ГФК-1). Более высокая температура вспышки и предопределяет более высокую термическую устойчивость разработанной смазки. Соапсток из растительных масел -представляет собой водный раствор натриевых солей жирных кислот. В качестве ПАВ использовали неонол АФ 9-12.

Наличие соапстока в составе смазки в соотношении 1:4 с содержанием ПМС является необходимым условием получения устойчивой эмульсии. Реализация изобретения позволит повысить качество получаемых отливок, а также позволит увеличить стойкость пресс-форм.

Работа выполнена в рамках учебных занятий по дисциплине «Основы научной и инновационной деятельности» на кафедре «Машины и технология литейного производства» Белорусского национального технического университета.

Получение состава смазки для литья под давлением алюминиевых сплавов с высокой седиментационной устойчивостью

Студент гр. ТЛ-171 Ермак О.К., магистрант Тишкова Я.И.

Научный руководитель - Пивоварчик А.А.

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
г. Гродно

Неотъемлемой частью технологии изготовления отливок из алюминиевых сплавов методом литья под давлением является использование смазок, которые существенно снижают действие сил адгезии между отливкой и пресс-формой в процессе удаления отливки [1, 2] и как следствие уменьшают величину адгезии расплава к технологической оснастке. Смазка после нанесения на пресс-форму образует равномерную пленку, которая позволяет производить беззадирное удаление отливки, сохраняя геометрию отливки. Известно, что в качестве основы водоземulsionных смазок целесообразно использовать силиконы, вазелин технический, глицерин, минеральные масла на основе нефтепродуктов, карбоновые кислоты и др. [1–4]. Водоземulsionные смазки наряду с жировыми смазками имеют ряд преимуществ: позволяют механизировать процесс нанесения смазки на поверхность пресс-формы, снижают пористость в отливках, снижают количество вредных веществ выделяющихся при деструкции продуктов смазки. Однако получить водную эмульсию при использовании вышеназванных компонентов основы смазки довольно проблематично, ввиду гидрофобных свойств основных компонентов. Известно [1–4], что на величину седиментационной устойчивости смазки оказывают влияние не только гидрофобно-гидрофильные свойства материалов основы смазки, температура подогрева исходных компонентов перед перемешиванием и вид ПАВ, а также скорость перемешивания компонентов.

Целью настоящей работы является исследование влияния частоты перемешивания исходных компонентов, используемых при разработке состава смазки для литья под давлением алюминиевых сплавов с высокой седиментационной устойчивостью.

При разработке состава смазки в качестве перспективных материалов была принята полиметилсилоксановая жидкость марки ПМС 100, фуз (побочная маслянно-жировая фракция, образующаяся при хранении сырья, используемого при изготовлении подсолнечного масла и маргарина), реализуемый по ТУ РБ 190239501.034–2002. В качестве поверхностно-активного вещества выступал неионогенный и анионный ПАВ. Воду использовали в качестве разбавителя. Выбор данных материалов обусловлен их достаточно высокой смазывающей и разделяющей способностью, относительно невысокой вязкостью и высокой экологичностью.

Технология получения состава смазки заключалась в следующем: точное дозирование компонентов для приготовления составов смазки осуществляли с использованием цилиндра 3-250-2 ГОСТ 1770–74, перемешивание компонентов проводили в мензурке 250 ГОСТ 1770–74, с использованием закрепленного на штативе диспергатора модели Basic T18 Ultra-Turrax. Использование указанного диспергатора позволило изменять частоту перемешивания исходных компонентов от 3 500 до 24 000 мин⁻¹. Температура подогрева исходных компонентов перед перемешиванием, контролировалась при помощи термометра и составляла 85 °С. Время перемешивания исходных компонентов, при приготовлении состава смазки составляло 10 мин.

Следует также отметить, что предварительно были проведены исследования по определению степени влияния вида и количества ПАВ, температуры подогрева исходных компонентов, частоты и времени перемешивания на седиментационную устойчивость разрабатываемого состава смазки для литья под давлением алюминиевых сплавов. Исследования показали, что оптимальный состав смазки может быть следующий: полиметилсилоксановая жидкость марки ПМС 100 – 20 %; фуз – 10 %; ПАВ – 2,5 %; вода – 67,5 %. Оптимальная температура подогрева компонентов варьировалась в интервале от 75 до 90 °С. Первоначально перемешивание исходных компонентов, проводили, используя лабораторный смеси-

тель с рабочей частотой 1 300 мин⁻¹. Время перемешивания компонентов не менее 5 мин. Седиментационная устойчивость водозмульсионной смазки, приготовленной при вышеуказанных технологических параметрах, не превышала 10 суток.

В таблице 1 представлены результаты исследования влияния частоты перемешивания исходных компонентов, на седиментационную устойчивость водозмульсионной смазки для литья алюминиевых сплавов под давлением.

Таблица 1 – Результаты исследования влияния частоты перемешивания исходных компонентов, на седиментационную устойчивость водозмульсионной смазки для литья алюминиевых сплавов под давлением

Седиментационная устойчивость полученной водозмульсионной смазки, суток	Частота перемешивания исходных компонентов, используемых при разработке водозмульсионного состава смазки, мин ⁻¹					
	4 000	8 000	12 000	16 000	20 000	24 000
	26	30	31	65	84	126

Можно видеть (таблица 1), что значение седиментационной устойчивости возрастает при увеличении частоты перемешивания исходных компонентов. При этом возрастание значения седиментационной устойчивости более чем в 2,1–2,8 раза наблюдается при частоте перемешивания компонентов от 4 000 мин⁻¹ 12 000 мин⁻¹ и составляет 65 суток. Дальнейшее увеличение частоты перемешивания компонентов от 16 000 до 24 000 мин⁻¹ приводит к повышению значения седиментационной устойчивости до 126 суток.

В результате проведения исследований установлено, что значительное влияние на седиментационную устойчивость смазки оказывает частота перемешивания исходных компонентов. При частоте перемешивания 24 000 мин⁻¹ седиментационная устойчивость разрабатываемого состава смазки превысила 4 месяца.

Список литературы

1. Михальцов, А.М. Разработка комплексного компонента на основе кремнийорганических полимеров для пресс-форм литья под давлением / А.М. Михальцов, А.А. Пивоварчик, Л.М. Слепнева // Литье и металлургия. – 2008. – № 1. – С. 129–133.
2. Михальцов, А.М. Разделительные покрытия на основе кремнийорганических полимеров для литья под давлением алюминиевых сплавов / А.М. Михальцов, А.А. Пивоварчик // Металлургия: респ. межвед. сб. науч. тр. – 2006. – № 30. – С. 130–140.
3. Пивоварчик, А.А. Разработка разделительных покрытий на основе кремнийорганических материалов для пресс-форм литья под давлением / А.А. Пивоварчик, Л.М. Слепнева, В.А. Розум // Литейщик России. – 2007. – № 1. – С. 36–40.
4. Михальцов, А.М. Разработка водозмульсионного состава разделительного покрытия для пресс-форм литья алюминиевых сплавов под давлением / А.М. Михальцов, А.А. Пивоварчик // Литейщик России. – 2012. – № 4. – С. 33–36.

Система автоматизированного проектирования SolidWorks

Студент гр. 96-19 Аскарлов С.Б.

Научный руководитель - Курбанова К.Э.

Ташкентский государственный технический университет
г. Ташкент

Системы автоматизированного проектирования **CAD** (Computer-Aided Design) обычно используются совместно с системами автоматизации инженерных расчетов и анализа **CAE** (Computer-aided engineering). Данные из CAD-систем передаются в **CAM** (Computer-aided manufacturing) - систему автоматизированной разработки программ обработки деталей для станков с ЧПУ. К числу мировых лидеров в области CAD/CAM/CAE-систем относятся системы Unigraphics (компания EDS), CATIA (Dessault Systemes), Pro/Engineer (PTC), Autodesk, Solid Works Corporation, Beantly, Top Системы, Аскон, Интермех, Вее-Pitron и некоторые другие.

Все эти системы имеют подсистемы: конструкторско-чертежную 2D, твердотельного 3D-моделирования, технологического проектирования, управления проектными данными, ряд подсистем инженерного анализа и расчета отдельных видов машиностроительных изделий, а также библиотеки типовых конструктивных решений.

SolidWorks относится к системе твердотельного параметрического моделирования механических конструкций и предназначена для систем автоматизированного проектирования, инженерного анализа и подготовки производства изделий любой сложности и назначения. Основным продуктом SolidWorks включает инструменты для трехмерного моделирования, создания сборок, чертежей, работы с листовым металлом, сварными конструкциям и поверхностями произвольной формы.

В SolidWorks при помощи профессиональных инструментов можно смоделировать трехмерные модели сложных деталей, также пользоваться уже готовыми базовыми заготовками и деталями, поддерживает обоюдный файлообмен с другими приложениями на платформе Windows.

При помощи этой программы на этапе конструкторской подготовки производства можно решить такие задачи как:

- 3D проектирование изделий (деталей и сборок) любой степени сложности с учетом специфики изготовления (базовые конфигурации SolidWorks).
 - Создание конструкторской документации в строгом соответствии с ГОСТ (базовые конфигурации SolidWorks, DraftSight, SWR-Спецификация).
 - Дизайн (базовые конфигурации SolidWorks).
 - Реверсивный инжиниринг (SolidWorks Premium).
 - Проектирование коммуникаций (электрожгуты и объемный монтаж - SolidWorks Premium, SWR-Электрика; трубопроводы - SolidWorks Premium, SolidWorks Routing, Smart 3D).
 - Инженерный анализ (прочность, устойчивость, теплопередача, частотный анализ, линейное и нелинейное приближение - SolidWorks Simulation; динамика механизмов - SolidWorks Motion; газо/гидродинамика - SolidWorks Flow Simulation; оптика и светотехника - OpticsWorks).
 - Анализ размерных цепей (SolidWorks Premium, CETOL 6).
 - Подготовка данных для ИЭТР (базовые конфигурации SolidWorks, 3DVIA).
- На этапе технологической подготовки производства решаются задачи:
- Анализ технологичности конструкции изделия (базовые конфигурации SolidWorks, DFMXpress/DFMProfessional).
 - Анализ технологичности процессов изготовления (литье пластмасс - SimpleWorks, анализ процессов штамповки - BlankWorks/FastForm).
 - Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ (фрезерная, токарная, токарно-фрезерная и электроэрозионная обработка - CAMWorks; лазерная, плазменная и гидроабра-

живная резка, вырубные штампы - cncKad; координатно-измерительные машины - CMMWorks).

С помощью программы SolidWorks можно увидеть будущее изделие со всех сторон в объеме и придать ему реалистичное отображение в соответствии с выбранным материалом для предварительной оценки дизайна.

Трехмерная деталь SolidWorks получается в результате комбинации трехмерных примитивов. Большинство элементов основаны на плоском эскизе, по которому создается базовый трехмерный объект. Последовательное наращивание 3D объектов и позволяет в итоге получить желаемый результат.

Двухнаправленные ассоциативные взаимосвязи между деталями, сборками и их чертежами SolidWorks гарантируют соответствие модели и чертежа, так как все изменения сделанные в детали автоматически передаются связанную с ней сборку и чертеж.

В основе чертежа лежит трехмерная модель детали. Деталь и чертеж имеют взаимосвязи автоматически обновляющие чертеж при изменениях детали, это обеспечивает постоянное соответствие модели и чертежа.

SolidWorks включает в себя большое количество трансляторов, как нейтральных: IGES (*.iges); ACIS (*.sat); STL (*.stl); STEP (*.step, .stp); VDAFS (*.vda); VRML (*.wrl); Parasolid (*.x_t, *.x_b, *.xmt_txt, *.xmt_bin), так для прямого импорта данных из популярных CAD-систем: AutoCad (*.dxf, *.dwg) и др.

Подводя итоги, можно сказать, что программа SolidWorks заслуженно считается одной из самых популярных систем автоматизированного проектирования, полностью удовлетворяющей потребности разнообразных промышленных организаций. Это мощный инструмент для комплексного проектирования изделий и компонентов любой сложности, в том числе и для промышленного дизайна. В среде 3D печати SolidWorks остается наиболее распространенным приложением для создания технических компонентов и твердотельного моделирования в целом.

Список источников и используемой литературы:

1. АСКОН – комплексные решения для автоматизации инженерной деятельности и управления производством. CAD/AEC/PLM. <http://ascon.ru/>.
2. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. – СПб. : Питер, 2004. – 560 с.
3. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования :учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.
4. FEA.RU|CompMechLab – О системе SolidWorks. <http://www.fea.ru/education/cad/solidworks/>.
5. SolidWorks.: <http://www.solidworks.com/sw/products/details.htm?productid=514>.
6. Курицына В. В. Системы автоматизированного проектирования. Конспект лекций: Учебное пособие. – М.: МАТИ, кафедра ТПДЛА, 2011. – 72 с

Способы очистки изделий

Студент гр. 10404115 Сидорик Е. Ю.

Научный руководитель - Иванов И. А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Поиск патентов на тему способы очистки поверхности изделий проводился в патентных базах различных стран. Из изученных патентов можно выделить следующие подходы к проектированию способов очистки. Первый подход заключается в том, что обработка в потоках жидкостно-газовой смеси (ЖГС) изделий со сложно профильными поверхностями позволяет улучшить процесс отделения загрязнений. Пузырьки газа выполняют функцию "ерша", а придание потоку ЖГС вращательного движения позволяет усилить его турбулизацию и способствовать гидродинамической кавитации. Изменение величины и направления векторов поступательного и вращательного движений потока придают ему пульсацию, что усиливает отделение загрязнений, прикрепленных к поверхности.

При очистке изделий со сложно профильными поверхностями во втором способе изделие заливают моющим раствором, в который подают газ, обеспечивают циркуляцию раствора, ополаскивают жидкостью, производят сушку газом. При этом обработку моющим раствором, споласкивание ведут в непрерывных потоках жидкогазовых смесей, в которых газ распределен в виде пузырьков, а в процессе обработки изменяют концентрацию газа, размеры пузырьков, концентрацию пузырьков газа в различных фракциях, причем во всех случаях используют только очищенный газ. Способ обеспечивает повышение качества очистки и ее скорости, а также исключает промывку токсичными растворителями.

Недостатком способа является его низкая эффективность при очистке изделий, имеющих полости, карманы, щели, которые располагаются под углом к оси потока.

Очистка деталей электрохимическим способом обеспечивает уменьшение стоимости химических реагентов, упрощение и удешевление операций и конструкции установки. Способ заключается в том, что деталь погружают в воду анодной части электролизера, в воду вносят 1...30 г/л порошка цеолита, 1...30 г/л кислотных водорастворимых солей, подают на детали сжатый газ под давлением 5...30 атм. и положительный относительно катодной части электролизера электрический потенциал $U = 5...35$ В. По истечении 0.5...10 минут отключают подачу сжатого газа и электрического напряжения, переносят детали в катодную часть электролизера, повторяют все те же операции, что и в анодной части. Ёмкость для обработки (электролизер) разделяется на две зоны диэлектрической токопроводящей перегородкой. В обеих частях электролизера имеются электроды, в воде содержится порошок цеолита в количестве 1...30 г/л, кислотные водорастворимые соли концентрацией 1...30 г/л, под детали подведен воздуховод от устройства, подающего сжатый газ под требуемым давлением. Деталь имеет электрический контакт с источником прямого электрического тока и выполнена с возможностью погружения последовательно в обе части электролизера и возможностью переключения полярности подаваемого на деталь электрического потенциала.

Работа выполнена в рамках учебных занятий по дисциплине «Основы научной и инновационной деятельности» на кафедре «Машины и технология литейного производства» Белорусского национального технического университета.

Шликерное литье

Студент гр. 10404115 Цыганков А. А.

Научный руководитель - Иванов И. А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Поиск патентов на тему шликерное литье проводился в патентных базах различных стран. Из изученных патентов можно выделить следующее. Патент РФ №B28B126 - формовании фасонных изделий из керамических материалов литьем из шликера под давлением. В этом способе величину избыточного давления на зеркало шликера сохраняют постоянной в течение перемещения порциями всего объема шликера в баке. Поддержание необходимого избыточного давления на зеркало шликера осуществляют путем заполнения объема вытесненной порции шликера соответствующим количеством сжатого воздуха. При каждом цикле перемещения шликера объем сжатого воздуха над шликером увеличивается на одну и ту же величину, равную объему шликера в форме. Поэтому дополнительный объем воздуха, поступающий в емкость небольшой и не влияет на температурный режим шликера в емкости и в питающей трубе, так как он может быстро нагреться, если даже воздух не подогрет. Температуру шликера сохраняют постоянной в баке и питающей трубе. Обогреваемая емкость шликерного бака снабжена клапаном, установленным на дне емкости под питающей трубой и перекрывающим полностью входное отверстие трубы.

Одной из наиболее важных задач в технологии приготовления литейного керамического шликера является обеспечение достаточной подвижности шликера при минимальной его влажности. Это достигается путем введения различных разжижающих добавок. Шликер для производства санитарно-керамических изделий, содержащий комплексную разжижающую добавку, состоящую из триполифосфата натрия и суперпластификатора на основе флороглуцина и фурфурола не дает достаточной подвижности шликера при уменьшении его влажности.

В патенте РБ №2049758 шликер содержит керамический порошок, поливинилбутираль, этиловый и бутиловый спирты, олигоэфирактинат или дибутилсебацинат и тетраэтоксисилан или жидкость полиэтилсилоксановую ПЭС-5 при требуемом соотношении компонентов. При этом предварительно керамический порошок в зависимости от его удельных поверхностей и веса смешивают с 0,5-1% вводимого количества поливинилбутирала по отношению к количеству порошка, с 45-50% вводимого количества этилового и бутилового спиртов и со всем количеством остальных компонентов шликеров и после гомогенизации суспензии вводят оставшиеся количества поливинилбутирала и спиртов и вновь перемешивают при 50-70°C до гомогенного состояния, при этом общее количество поливинилбутирала рассчитывают в зависимости от значений удельных поверхностей и веса керамического порошка и составляет 5-10,5% по отношению вводимого количества порошка. Это дает повышение выхода годных шликера, пленок и изделий и облегчение съема пластичных пленок толщиной менее 25 мкм с технологической подложки.

Работа выполнена в рамках учебных занятий по дисциплине «Основы научной и инновационной деятельности» на кафедре «Машины и технология литейного производства» Белорусского национального технического университета.

Исследовать процесс подготовки алюминиевой стружки к переплаву

Студенты гр.10404116 Горбань И.Н, гр. 10404119 Новацкий Д.Д.

Научные руководители - Садоха М.А, Одиночко В.Ф.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Мировая тенденция роста потребления вторичных сплавов, в том числе и алюминиевых, в общем объеме потребляемого металла выдвигает повышенные требования к качеству переработки вторичного сырья и соответственно к качеству самого сырья.

Среди прочих видов вторичного сырья, используемых при приготовлении алюминиевых сплавов, стружка занимает около 40% по массе. Соответственно состояние этого вида вторичного сырья существенно влияет на качество выплавляемых сплавов. Поэтому процессам хранения, подготовки стружки и ее плавки плавкой уделяется особое внимание. Окись алюминия, образующаяся в процессе хранения и подготовки стружки к переплаву, не восстанавливается и теряется безвозвратно. Определение содержания окиси алюминия в стружке производится по ГОСТ 28053-89 и ГОСТ 28192-89.

Анализ состояния алюминиевой стружки, поступающей из механических цехов предприятий, выявил её засорённость маслом, смазочно-охлаждающей жидкостью (СОЖ), влагой и магнитосодержащими механическими примесями. Степень загрязненности может достигать до 40%, а в некоторых случаях и выше. Среднее содержание металла в стружке составляет 70–80%. В отдельных партиях, если стружка находилась на воздухе долгое время, содержание металла может быть менее 40–50%.

С увеличением в стружке масла, влаги, механических примесей железа и других посторонних материалов, значительно снижается выход годного при переплаве. Данный параметр зависит также и от фракционного состава стружки, т.е. от суммарной площади поверхности контакта стружки с атмосферой на единицу массы стружки. Даже незначительный остаток влаги или масла в стружке (а при прочих равных условиях он зависит от суммарной площади поверхности стружки на единицу массы) способен существенно снизить выход годного при переплаве. Однозначно установлено, что высушенная, просеянная стружка, не содержащая мелких частиц, обеспечивает максимальный выход годного при плавке.

Среди других процессов очистки стружки от влаги и масла наибольшее распространение получила технология сушка стружки. Установлено, что наиболее целесообразно использовать технологическую схему, основанную на противотоке, то есть поток стружки движется навстречу потоку горячих газов. В этом случае наиболее подходящая зона барабанного сушила для удаления трудноиспаряемых органических компонентов – зона выгрузки стружки из барабана, где в него входят наиболее горячие газы от газовой или иной горелки, и присутствует значительное количество кислорода за счет подсоса атмосферного воздуха, а стружка уже очищена от легкоиспаряемых органических веществ.

В общем случае производительность сушильной установки алюминиевой стружки на базе сушильного барабана можно представить в виде следующей зависимости:

$$P = f(q_1, q_2, q_3, L, D, \omega, \alpha, Q) \quad (1)$$

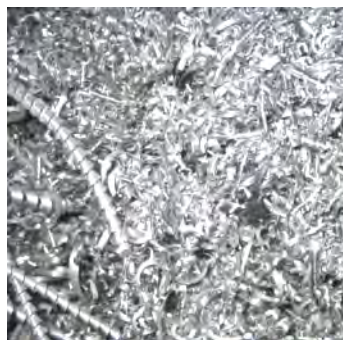
где q_1 – засорённость стружки легкоиспаряемыми органическими веществами; q_2 – засоренность стружки «тяжелыми» органическими веществами; q_3 – засоренность стружки водой; L – длина барабана; D – диаметр барабана; ω – скорость вращения барабана; α – угол наклона барабана; Q – мощность горелочного устройства.

Эффективность работы сушки на основе барабанного сушила подтверждается результатами, полученными при сушке сильно засорённой алюминиевой стружки (табл. 1).

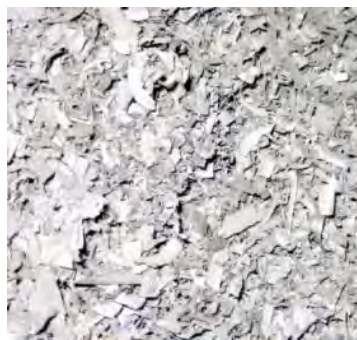
Таблица 1. Результаты сушки стружки на установке мод. 46178

№ п/п	Показатель	До сушки	После сушки
1	Содержание воды, %	0,8 – 2,0	0,2
2	Содержание масла, %	7,6 – 15,0	0,6
3	Содержание железосодержащих элементов, %	7,0 – 20,5	0,8
4	Выход сухой стружки, %	84,6 – 62,5	–

Внешний вид стружки до и после сушки представлен на рис. 1.



а



б



в

Рисунок 1 – Внешний вид стружки

а – до сушки; б – после сушки; в – магнитосодержащий отсев

Применение послойной 3D печати в литейном производстве

Студенты гр. 10404118 Дикун А.О., Янкович С.В.
Студентки гр. 10404116 Дудинская Ю.В., Телешова Е.В.
Научный руководитель - Гуминский Ю.Ю.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Литейное производство является основной заготовительной базой современного машиностроения. Сегодня трудно представить отрасли, где отсутствовала бы необходимость в литых изделиях из различных сплавов. Поэтому неудивительно, что в данной отрасли доля литых изделий составляет до 80%.

Из всего объёма отливок более 85% изготавливается в так называемых разовых формах, для получения которых тратится огромное количество самых разнообразных формовочных материалов, влияющих в конечном итоге на качество отливок.

Основными проблемами современного литейного производства является: большое время изготовления, высокая трудоёмкость и себестоимость изготовления сложных и ответственных отливок, а также невозможность получения некоторых отливок особо сложной конфигурации.

Решением этих вопросов может являться применение аддитивных технологий 3D печати для изготовления литейных форм, стержней и модельной оснастки.

Основными преимуществами данной технологии является:

- производство деталей с любой геометрией;
- гибкость дизайна и продукции, без применения оснастки;
- экономия времени производственных циклов;
- экономное производство прототипов моделей.

Суть процесса послойной печати литейных стержней (рис. 1) заключается в послойном нанесении тонких слоёв связующего материала и наполнителя с постепенным движением стержня вниз. После завершения печати с объекта сжатым воздухом удаляются излишки смеси.

В отличие от лазерного спекания – процесс послойного склеивания (3D печать на химической основе) предназначен для особенно быстрого и крупногабаритного построения деталей.

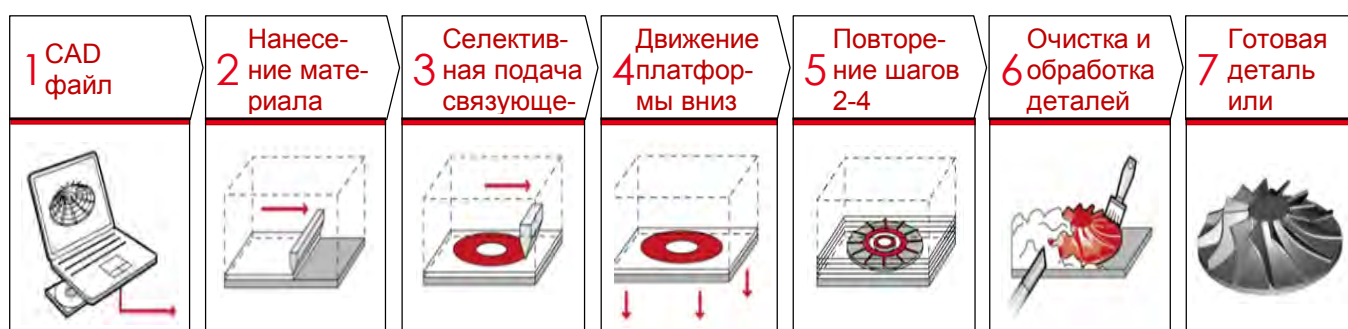
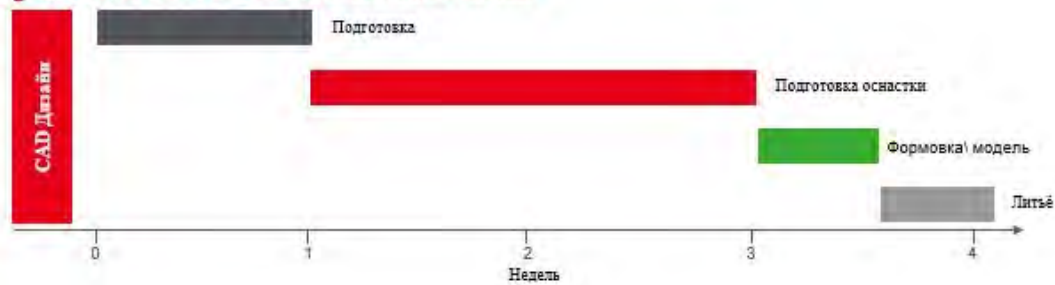


Рисунок 1- Схема процесса 3D-печати литейных стержней

Благодаря применению аддитивных технологий в литейном производстве возможно существенное сокращение времени на изготовление стержней, форм, моделей и т.д. Наибольшая экономия времени наблюдается в период подготовки технологической оснастки (изготовление стержневых ящиков, моделей и т.д.). Сравнение времени затрачиваемое на изготовление отливки по традиционной технологии литья и при помощи аддитивных технологий представлено на рис. 2.

Традиционное литьё из металла



Литьё с аддитивными технологиями



- > 50 % экономии времени
- Модификация дизайна в реальном времени
- Экономия расходов

Рисунок 2 – Сравнение технологий изготовления отливок

Таким образом, наиболее эффективное применение аддитивных технологий в литейном производстве может быть достигнуто совместно с САПР при доработке технологии изготовления отливки во время производственного опробования вариантов технологических процессов и экспериментальных исследованиях.

Интенсификация теплообмена при литье в кокиль

Студент гр. 10404116 Горбань И.Н.

Научный руководитель Калининченко А.С.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Литье в кокиль отличается от литья в песчаные формы более высоким качеством отливки, в частности, точностью. Использование кокилей позволяет повысить производительность труда благодаря исключению таких операций, как изготовление формовочных смесей и их рециклинг, очистка отливок от следов формы и т.д. Кроме того, возможно уменьшение припусков на механическую обработку. Процесс литья в кокиль легко автоматизируется, повышая безопасность условий труда.

К недостатком кокильного литья относится высокая стоимость формы и оснастки, ограниченная стойкость. Тепловые процессы, имеющиеся быть при литье в кокиль, определяют во многом структуры отливок. Управляя тепловыми режимами затвердевания можно обеспечить формирование плотной мелкозернистой структуры, которая обеспечивает высокие физико-механические свойства.

Одним из важных факторов, оказывающих влияние на качество получаемых отливок, является размерная стабильность кокильной оснастки. Несмотря на применение защитных обмазок, в кокиле возникают значительные термические напряжения, которые могут вызвать его коробление и выход из строя. Чаще всего кокиль изготавливается из серого чугуна СЧ20. Хотя более предпочтительным является ферритный чугун с вермикулярной формой графита, поскольку он обладает меньшую склонность к окислению и короблению при повышенной температуре. Установлено, что вермикулярная форма графита обеспечивает повышение сопротивления термической усталости на 25-40% по сравнению с перлитным графитом. Возникающие напряжения в кокиле с вермикулярным графитом на 100 МПа ниже, чем для чугуна с пластинчатой формой графита.

Проанализируем влияние системы охлаждения на величины тепловых потоков в процессе литья. Рассмотрим кокиль для получения отливки из алюминиевого сплава. Кокиль снабжен пробкой, формирующей внутреннюю полость.

Масса кокиля с пробкой составляет 57 кг. Масса расплава – 2,7 кг. Среднюю температуру кокиля с пробкой t_p определим из уравнения теплового баланса:

$$r \cdot m_p + c_p m_p (t_{01} - t_p) = c_T m_T (t_p - t_{02}).$$

Подставляя исходные данные из справочников для температуры окружающей среды $t_{02} = 20$ °С, получаем $t_p = 111$ °С. В действительности в начальный период заливки сплава температура будет выше.

Количество подводимого тепла кокилю при принятой температуре окружающей среды будет равно $Q_p = 3,14 \cdot 10^6$ Дж. Примем время заполнения кокиля расплавом равным 30 – 60 с. Тогда тепловой поток будет находиться в интервале $q = 52.3 - 105$ кВт.

Общая наружная поверхность кокиля и пробки составляет $F_{\text{тп}} = 0,106$ м². Для данной площади средняя плотность теплового потока будет лежать в интервале $q' = 0.493 - 0.991$ кВт/м².

При заливке алюминиевого сплава в кокиль значение коэффициента теплоотдачи α_m и плотности теплового потока q' выбираются согласно рекомендациям справочников равные:

$$\alpha_m = 10 - 20 \text{ кВт}/(\text{м}^2\text{К}) \text{ и } q' = 1,2 - 2,5 \text{ кВт}/\text{м}^2.$$

С целью повышения производительности процесса изготовим пробку по принципу работы тепловой трубы. В качестве теплоносителя выбираем вещество, характеризующееся значением коэффициента теплоотдачи при испарении и конденсации равным $\alpha_{\text{и}} = \alpha_{\text{кн}} = 10 - 20$ кВт/(м²К) при температуре 120 – 150 °С. Температуру металла принимает равной 660 °С.

Толщина стенки пробки в зоне нагрева составляет $\delta_1 = 12 \cdot 10^{-3}$ м, а коэффициент теплопроводности примем $\lambda_1 = 36$ Вт/(м·К).

В зоне охлаждения применяем медную трубку со следующими параметрами: $\delta_2 = 2,5 \cdot 10^{-3}$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_2 = 300 - 350$ Вт/(м·К), $l = 0,15$ м, $d_n = 18 \cdot 10^{-3}$ м, площадь наружной оребренной поверхности $F_o = 25,43 \cdot 10^{-3}$ м² при $\varepsilon = 3$.

Примем температуру окружающей среды равной 30 °С. Отвод теплоты от устройства осуществляется воздухом со скоростью $w = 3$ м/с.

Теплообмен на наружной поверхности трубки описывается критериальным уравнением:

$$Nu = 0,25Re^{0,6}Pr^{0,38}(Pr/Pr_c)^{0,25}$$

Параметры воздуха при 30 °С составляют:

$\rho = 1,127$ кг/м³, $C = 1000$ Дж/(кг·К), $\lambda = 2,65 \cdot 10^{-2}$ Вт/(м·К), $\mu = 18,68 \cdot 10^{-6}$ Па·с, $\nu = 16,58 \cdot 10^{-6}$ м²/с, $Pr = 0,71$.

После подстановки в вышеприведенное выражение исходных данных получаем:

$$Re = 3260, Nu = 2,82 \text{ и } \alpha = 4,15 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}.$$

Применение оребрения позволяет увеличить коэффициент теплоотдачи с поверхности пробки примерно на 15% (без оребрения коэффициент теплоотдачи равен $\alpha = 3,55$ Вт/(м²К)).

Таким образом, кокильное литье имеет ряд преимуществ перед литьем в песчаные формы, обеспечивая высокое качество и точность отливок. Применение многопозиционных кокильных машин позволяет повысить производительность, снизить себестоимость и повысить конкурентоспособность продукции. Наиболее успешно литье в кокиль применяется при получении отливок из алюминиевых сплавов и других с невысокой температурой затвердевания. Литье в кокиль дорого применять для литья высокотемпературных сплавов из-за низкой их стойкости при высокой стоимости форм и оснастки.

Совершенствование конструкции систем охлаждения элементов кокиля, формирующих внутреннюю поверхность отливки, позволяет интенсифицировать тепловые процессы литья в металлические формы, снижая себестоимость отливок при сохранении всех преимуществ литья в кокиль.

Использование программного обеспечения для решения производственных и научных задач

Студент группы 10404115 Русевич О.А.,
Студенты группы 10404128 Мацинов С.А., Пацовский Н.В.
Научный руководитель - Гуминский Ю.Ю.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Современное производство неразрывно связано с информационными технологиями. Они позволяют решать сложные, трудозатратные задачи, в короткие сроки, что значительно повышает эффективность работы производственного персонала. В связи с этим существует необходимость разработки и внедрения различного программного обеспечения (ПО), которое помогает их пользователю облегчить выполнение монотонных задач, такие как расчеты, или обработка экспериментальных данных.

Для решения этих задач были разработаны: программа для расчета геометрических параметров литниковых систем («ЛитНик») и программа для расчета уравнений регрессии («Уравнение регрессии»).

В качестве исходных данных программа «ЛитНик» принимает геометрические параметры отливки и формы, материал отливки, плотность металла, влажность формы и т.д.

На рисунке 1 представлены рабочие окна ввода исходных данных.

The image shows two overlapping windows from the 'ЛитНик' software. The left window, titled 'Расчет литниковой системы', has a sub-header 'Как пользоваться? Об авторе' and a section 'Параметры отливки'. It contains input fields for 'Масса отливки m, кг:' (6.5), 'Плотность металла ρ, кг/м3:' (7300), 'Преобладающая толщина стенки отливки S, мм:' (10), and a dropdown for 'Материал:' (Сталь). A 'Параметры формы' button is highlighted. The right window, titled 'Параметры формы', has a section 'Габаритные размеры отливки, мм:' with fields for 'Длина:' (160), 'Ширина:' (80), 'Высота:' (80), and 'Диаметр:'. It also has a section 'Толщины различных слоев формовочной смеси на различных участках опоки, мм:' with a checked option 'Использовать минимальные размеры' and several fields for layer thicknesses (30, 40, 30, 50, 60). There are also dropdowns for 'Влажность формы:' (Влажная) and 'Вид литниковой чаши:' (Воронка). Buttons for 'Применить', 'Рассчитать', and 'Hide' are at the bottom.

Рисунок 1 – Рабочие окна ввода данных программы «ЛитНик»

Результатом работы программы являются посчитанные площади поперечного сечения основных элементов литниково-питающей системы и некоторые дополнительные параметры.

Программа «Уравнение регрессии» принимает в качестве исходных данных результаты проведенных экспериментов, затем, согласно математической модели полного факторного эксперимента проводит расчет коэффициентов.

Рабочее окно программы представлено на рисунке 2.

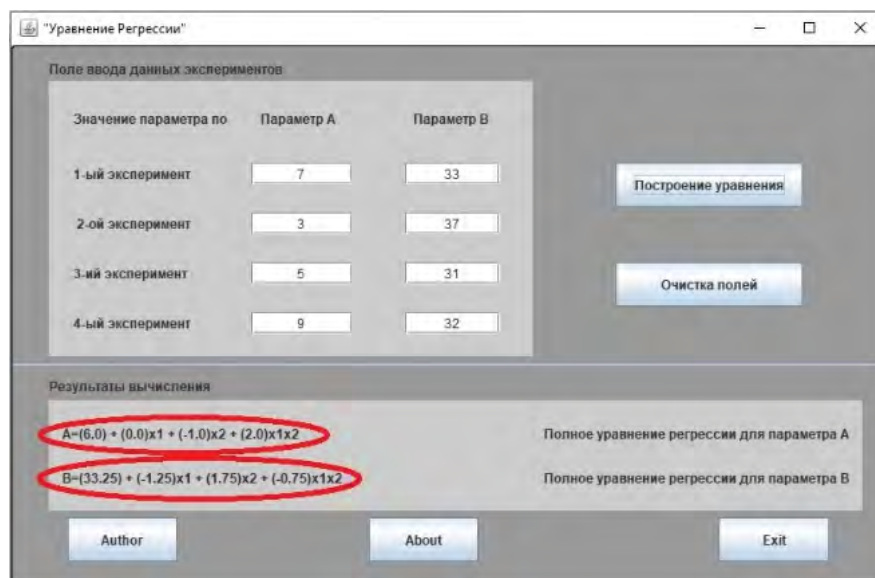


Рисунок 2 – Рабочее окно программы «Уравнение регрессии»

В результате работы программы выводятся уравнения регрессии, при помощи которых можно проводить анализ экспериментальных данных.

Представленное выше программное обеспечение может применяться в образовательном процессе, а также в профессиональной деятельности научных работников.

В настоящее время проводится работа по объединению программ в единый модуль.

В будущем планируется расширение функционала программ:

- Дополнение перечня рассчитываемых типов литниковых систем, создание базы данных материалов, создание возможности взаимодействия с CAD системами.
- Увеличение количества рассчитываемых параметров уравнений, определение погрешностей экспериментов (критерий Фишера и др.) и т.д.
- Также рассматривается возможность создание дополнительного программного обеспечения для упрощения работы с техническими стандартами, расчета металлозавалки и т.д.

Термодинамическое моделирование процессов фазообразования литого сплава, полученного за счет объемного легирования бором в многокомпонентных системах

Студенты гр. 10404129 Коршак В.Е., гр. 10404117 Пономаренко И.В.

Научный руководитель - Фасевич Ю.Н.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Термодинамическое моделирование получило широкое распространение в современном материаловедении. Его целью является определение равновесного фазового состава многокомпонентной многофазной системы при заданном исходном элементном составе и термодинамическом режиме процесса [3], в тоже время позволяет уменьшить объем экспериментальных исследований, определить пути достижения оптимального состава и свойств системы, а также оценить степень отклонения сложных процессов фазообразования в многокомпонентных системах от равновесия.

Высоколегированные сплавы, из-за наличия крупных карбидов, имеют низкую пластичность и поэтому ограничены в условиях, связанных с ударными нагрузками. При производстве деталей, подвергаемых интенсивному абразивному и кавитационному воздействиям для получения однородного расплава в качестве легирующих элементов могут использоваться CrB_2 , MoB , WB , Ni_4B_3 [1].

В настоящей работе термодинамическое моделирование используется для разработки методов для получения различных соединений равновесного состава литого сплава, полученного за счет объемного легирования бором. Работа выполнена с использованием программы с термодинамической БД [2, 3]. С целью подтверждения термодинамических расчетов и возможности получения боридной эвтектики были исследованы закономерности структурообразования и свойства железобористых литых материалов с использованием в составе шихты порошкообразных компонентов ферробора ФБ и карбида бора B_4C в зависимости от содержания бора и углерода, температуры и скорости последующего охлаждения. Для получаемого материала содержащего железо источниками бора являлись FeB и Fe_2B (см. табл.1).

Таблица 1. Результаты термодинамического моделирования равновесного состава

№ шихты	Равновесное содержание, % масс.	Доля твердого раствора	Общий фазовый состав (FeB и Fe_2B)
2	$T_{\text{ад}} = 2316 \geq T(\text{FeB}) = 1923 \text{ K} \geq T(\text{Fe}) = 1809 \text{ K}$ 72,55% $\text{Fe}_{(\text{ss})}$ + 6,93 $\text{CrB}_{2(\text{s})}$ + 3,26 $\text{Ni}_4\text{B}_{3(\text{s})}$ + 17,26% $\text{FeB}_{(\text{s})}$	81,26% (Fe-Cr-Mn-C)	420
3	$T_{\text{ад}} = 2316 \geq T(\text{FeB}) = 1923 \text{ K} \geq T(\text{Fe}) = 1809 \text{ K} \geq T(\text{B}_2\text{O}_3) = 734 \geq T(\text{Ni}_4\text{B}_3) = 1400$ 75,77% $\text{Fe}_{(\text{ss})}$ + 27,24% $\text{FeB}_{(\text{s})}$ + 13,26 $\text{Ni}_4\text{B}_{3(\text{s})}$ + 16,27 $\text{CrB}_{(\text{s})}$	81,264% (Fe-Cr-Mn-C)	380
7	$T_{\text{ад}} = 2285 \geq T(\text{FeB}) = 1923 \text{ K} \geq T(\text{Fe}) = 1809 \text{ K} \geq T(\text{B}_2\text{O}_3) = 734 \geq T(\text{W}) = 1358$ 61,78% $\text{Fe}_{(\text{ss})}$ + 36,82% $\text{FeB}_{(\text{s})}$ + 1,4 $\text{WB}_{(\text{s})}$	81,264% (Fe-W-Mn-C)	240

Обработка в этих смесях приводит к формированию синтезированного литого сплава. Наибольшее влияние на структуру сплавов, судя по заметному увеличению боридной эвтектики, оказывается шихтой содержащей в качестве борсодержащего материала — ферробор.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Фасевич Ю.Н., Рудницкий Ф.И. Исследование и разработка борсодержащих композиционных сплавов с целью изготовления литых изделий, работающих в контакте с абразивной или гидроабразивной средой, сопряженной с ударными воздействиями // Литье и метал-

лургия. 2018, №3. С..

2. Ватолин Н.А., Моисеев Г.К., Трусов Б.Г. Термодинамическое моделирование металлургических процессов. М.: Металлургия. 1994.

3. [Невар Н. Ф.], Фасевич Ю. Н. Термодинамическое моделирование равновесного фазового состава литого борсодержащего сплава // Литье и металлургия. 2018, №3. С..

Разработка методологического приема выполнения алгоритма проектирования для управления процессом структурообразования отливок

Студенты гр. 10404119 Отческий С.И., гр. 10404117 Волот К.В.

Научный руководитель - Фасевич Ю.Н.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи. Во-первых, провести планирование экспериментов, во-вторых, создать базу экспериментальных данных, а также провести анализ полученных данных, оценить технологические режимы с целью определения их оптимальных значений и разработать серию регрессионных моделей для определения количественной взаимосвязи между показателями качества заготовок и переменными технологическими параметрами процесса их изготовления.

В нашем случае, на данном этапе, принципиальная особенность состоит в том, что исследования производятся в лабораторных условиях, максимально приближенных к производственным.

Для выявления количественных данных о степени влияния тех или иных переменных параметров (факторов) на качество литых заготовках быстроизнашиваемых деталей из инструментальной стали типа режущих вставок можно использовать математические методы планирования эксперимента. Существует два пути оптимизации режимов. Первый - классический регрессионный анализ, базирующийся на результатах пассивного эксперимента. Второй - дисперсионный и регрессионный анализ, основанный на планировании эксперимента [2]. В первом случае предполагают, что исследователь наблюдает за неуправляемым процессом или ставит эксперимент, основываясь на удобствах его проведения. Во втором - исследователь меняет условия опыта в соответствии с математически обоснованным прогнозом - активный эксперимент. Он позволяет при минимально возможном числе опытов получить максимальную информацию о качественном и количественном влиянии параметров наложение гидродинамического давления до начала кристаллизации отливки, на пористость, механические и другие свойства отливок.

За основу при выполнении алгоритма проектирования для управления процессом структурообразования отливок планируется использовать объектно-ориентированный язык программирования C#. Так же нам скорее всего понадобится база данных (MS SQL или MySQL), которая будет хранить наши готовые модели и визуализировать их в реальном масштабе времени с учетом теплофизического режима заполнения формы. Использование формы WPF (Windows Presentatin Foundation) или WFA (Windows From Application), поможет создать интерфейс и задавать результаты по которым будут изменяться свойства модели (размеры), но определение данных вычислительного эксперимента будет происходить в OpenGL. Понадобится технология OpenGL (Open Graphics Library), эта технология строит нам сами 3D модели, так называемый бэкенд, котором мы пропишем (связь) все формы, свойства вычислений, которые необходимы в дальнейшем для взаимодействия технологических модулей обеспечения вычислительного эксперимента. Вся структура алгоритма проектирования будет происходить по так называемому паттерну MVC (Model view controller), которая работает по следующему принципу: пользователь подает команду в интерфейсе, а затем контроллер эту команду обрабатывает и направляет на Model (где хранится сама БД с шаблонами литых заготовок, которые в процессе (графический интерфейс) можно будет изменить).

Решение этой задачи осложняется тем, что взаимосвязь и взаимовлияние аппаратных средств и программного обеспечения претерпевают постоянные изменения.

В настоящее время наибольшее распространение получил методологический прием, при котором весь цикл рассматривается как последовательность трех фаз: анализ задачи и выбор аппаратных средств системы; разработка прикладного программного обеспечения; комплексирование аппаратных средств и программного обеспечения.

Законы функционирования технологического оборудования всецело определяется

прикладной программой, иными словами, специализация системы управления осуществляется путем разработки прикладных программ, алгоритмов согласования и связи системы с датчиками и исполнительными механизмами для системы «литниковая система-отливка». Такие этапы разработки процесса, как обоснование принципиальной схемы, проектирование оснастки требуют принятия согласованных решений.

При отработке лабораторных данных [1], как показали самые первые попытки использования технологических элементов литниковой системы с теплофизическими свойствами прибылей, обеспечивающих устойчивый режим наложения гидродинамического давления до начала кристаллизации отливки на простую по конфигурации и размерам форму.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Фасевич Ю.Н., Чернявский Р.С., Прищепчик Н.И. Определение локально-эффективных значений теплофизических характеристик формовочных материалов методом заливки на основе технологического алгоритма для проектирования конструкций литниково-питающих систем. Новые материалы и технологии их обработки: сборник научных работ XX Республиканской студенческой научно-технической конференции (Минск, 17-18 апреля 2019г.) / редкол.: И.А. Иванов [и др.] – Минск: БНТУ, 2019.

2. Фасевич Ю.Н., Рудницкий Ф.И. Разработка методики экспериментальных исследований управления кристаллизацией литых заготовок путем оптимизации теплофизических свойств элементов литниковой системы // *Литье и металлургия*. 2018, №3. С. 36-42.

**Technology for producing cast bimetal metal compositions
by method of casting on gasificated models**

Master gr.136M-19 Mirzarakhimova Z.B.

Scientific supervisor Alikulov A.Kh.

Tashkent State Technical University after named Islam Karimov.

This research work is dedicated to solving one of the urgent problems of modern engineering - the creation of a reliable tool base. To solve this problem, the idea of creating cast bimetallic compositions (CBC) according to the insert - cast supporting base scheme [1-2] was used. The originality of the approach is, first of all, the development of a technological model of the composition formation process, the use of which allows laying the foundations of the technology for producing it at the design stage of a cast tool.

An indisputable achievement of the work is the use of the casting method for gasified models. This method compares favorably with the known methods of casting by the simplicity of technology, the completeness of the necessary equipment and the availability for existing tool shops.

The essence of the method lies in the fact that the model of the future casting is made of expanded polystyrene, then the model is molded with dry quartz sand and an integral form is formed [1-2].

Metal through the gate is poured directly into the mold with the model, under the influence of the melt, the polystyrene is gasified and the resulting cavity is filled with the melt. This feature of the method determines its merits [1-2].

A technological feature of the casting method for gasified models is the interaction between metal casting and gasification products of the model (90% carbon-containing products and 10% water). It is expressed in a certain saturation of the metal to be salted with carbon, the creation of excess pressure of volatile decomposition products of polystyrene in the cavity of the form with reducing properties, which helps to reduce the likelihood of gas shells, more smoothly fill the mold cavity with liquid metal, and eliminate oxide films on the surface of castings.

An important feature of this method is the use of a non-recoverable model, which determines the absence of need for special molding mixtures and the creation of a reducing atmosphere in the mold cavity for the entire crystallization period of castings [1-2]. This makes the casting method for gasified models very promising for obtaining bimetallic castings of high accuracy.

The finished tool is a combination of various materials, so the requirements do not apply separately to any material, for example, the working fluid of the composite, but to their combination in the compositions. Given this, it is necessary, first of all, to determine the number of possible options for the interaction of CBC components obtained by casting using gasified models.

In order to develop and implement CBC for various purposes, it is necessary to design and manufacture tooling that differs from the well-known foundry and other technologies. The technology for producing cast bimetallic tools by this method is described in the works. It should be noted that in the receiving operation there are a number of differences, reflecting the originality of the process and increasing the operability, reliability and durability of various types of CBC.

Given the results of the analysis of the manufacture of CBC, a sequence of the following basic technological methods was developed:

- preparation of polystyrene foam for the manufacture of foam models;
- manufacture of foam model tools;
- preparation of the work item;
- preparation of casting;
- receiving a casting tool.

Foam models were obtained from pre-foamed granular polystyrene. Thus, the obtained ПСБЖ-0.315 polystyrene underwent preliminary foaming in a water or steam bath for 4...6 min, followed by drying in a stream of warm air (30 ... 40°C).

Expanded polystyrene, pre-foamed, granular, was loaded into the mold, finally foamed in the autoclave of the installation for the manufacture of models.

Technological equipment for producing a foam model - a mold - was made of aluminum alloys [1-2].

Currently, the scientific and technological foundations for producing bimetallic castings of increased accuracy and wear resistance of cast bimetallic compositions for the manufacture of various types of metalworking and tillage tools, various working bodies, as well as for the repair of parts, the development of which is one of the tasks to be solved, have not been fully developed. In that work.

Thus, the analysis of technological methods for increasing the wear resistance of parts and tools operating under conditions of intensive wear showed that bimetallic and surface-alloyed castings have indisputable advantages in comparison with other methods according to the final results. In addition, both methods are technologically simpler and more cost-effective. The use of bimetallic and surface-alloyed castings necessitates the development of scientific and methodological foundations for producing multilayer layered compositions by casting in order to increase the wear resistance of the mating surfaces of parts and tools.

Studies of the structure and properties of the transition zone of the composition revealed the main laws of the formation of compositions between the main group instrumental materials and foundry structural steels. In conjunction with a wide range of tests that simulate and reproduce the working conditions of metalworking, drilling and tillage tools, the obtained patterns expanded and filled out the idea of the mechanism of formation of a reliable connection between the elements of compositions.

The developed technology for the production of cast metal layered tools and the heat treatment mode, aimed at revealing the potential of the composition, has been introduced with a significant economic effect at the engineering enterprises of the republic.

It should be noted the high efficiency of the developments presented in the work for energy and resource conservation in the production of metalworking, drilling and tillage tools of a wide range.

In general, this research work is a solution to an important scientific problem of great national economic importance.

Literature

1. Жуковский С. С. Современные технологии изготовления стержней и форм в литейном производстве России // 7 съезд литейщиков России: Сб. трудов. - Новосибирск, 2005. - Т.1. - С.39 - 42.

2. Норхужаев Ф.Р. Комплексное исследование, связанное с разработкой сложнопрофильных инструментов по технологии литья газифицируемых моделей // Вестник ТашГТУ, 2005. - Специальный выпуск. - С.190-193.

Автоматизация технологического процессов литья

Студент Худойбердиев С.У.

Научный руководитель Юлдашева Н.С.

Ташкентский государственный технический университет
г. Ташкент

На сегодняшний день спрос на металл велик: он используется во многих отраслях хозяйства – авиационная и автомобильная промышленность, машиностроение электротехнической промышленности и приборостроении, промышленном и гражданском строительстве, химической промышленности, производстве предметов народного потребления. Литейное производство в Узбекистане является одной из основных заготовительных баз машиностроения и обладает высоким коэффициентом использования металла.

Литейное производство — отрасль машиностроения, занимающаяся изготовлением фасонных деталей и заготовок путём заливки расплавленного металла в форму, полость которой имеет конфигурацию требуемой детали, а само литьё один из древнейших способов обработки металлов, не утративший своего значения и в наши дни.

Литейный цех в производственном объединении «Навоийский машиностроительный завод» является одним из основных производств в Узбекистане. Литье является наиболее простым и дешевым промышленным способом получения заготовок, в том числе имеющих сложную геометрическую форму. В процессе литья, при охлаждении металл в форме затвердевает и получается отливка — готовая деталь или заготовка, которая при необходимости (повышение точности размеров и снижения шероховатости поверхности) подвергается последующей механической обработке. В связи с этим перед литейным производством стоит задача получения отливок, размеры и форма которых максимально приближена к размерам и форме готовой детали. В машинах и промышленном оборудовании от 50% до 95% всех деталей изготавливают способом литья в формы. Механизация и автоматизация технологического процесса литья в кокиль обеспечивает повышение производительности труда, стабильность технологических режимов, улучшение качества отливки и рост экономической эффективности производственного процесса. На промышленных предприятиях применяются кокильные конвейеры. На тележках горизонтально-замкнутого конвейера устанавливают кокиль для одной или нескольких различных отливок, что является показателем производительности литейного оборудования. В кокиле конвейера крышка открывается автоматически, и отливки из кокиля по лотку попадают в ящик. На нижней ветви конвейера раскрытые кокиле охлаждаются воздухом из сопел, затем окрашиваются пульверизатором из бака основными операциями литья в кокиль являются раскрытие кокиля, извлечение стержней и отливки, нанесение огнеупорного покрытия, установка стержней, запирающие кокиля, заливка расплава. Все операции выполняются механизмами кокильной машины или литейного комплекса, которым управляет рабочий-оператор. При автоматизации кокильного конвейера управление механизмами осуществляется с помощью ЭВМ. При серийном и мелкосерийном производстве крупных отливок сложной конфигурации эффективным является использование автоматизированных кокильных машин. В массовом и крупносерийном производстве мелких и средних отливок — автоматических литейных комплексов и автоматических линий. В настоящее время при изготовлении отливки методом формовки применяют формовочные линии и заливочные автоматы, позволяющие изготовить большое количество форм с высокой отчётливостью при малом числе обслуживающего персонала. Для изготовления отливок в разовых песчаных формах необходима специальная литейная оснастка, от конструкции и качества которой в значительной мере зависит качество и трудоемкость производства литья. Литейная оснастка по своей роли в процессе изготовления отливок подразделяется на:

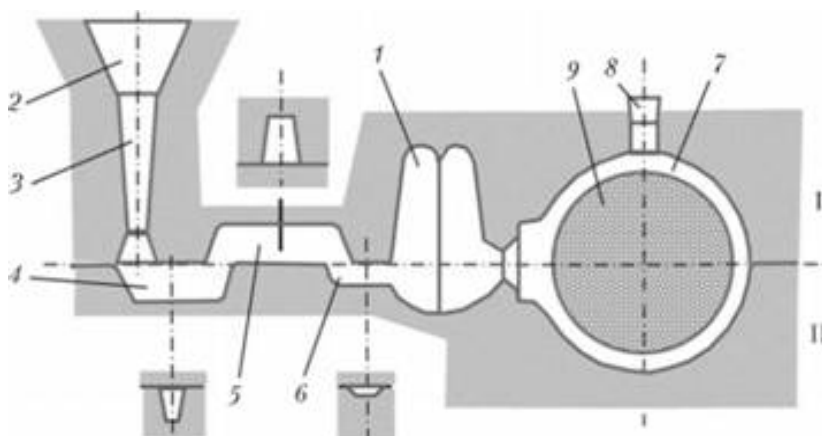
- формообразующую (основную)
- универсальную (вспомогательную).

Формообразующая оснастка представляет собой модельный комплект, в который входят: модели, стержневые ящики, элементы литниковой системы, модельные плиты, шаблоны для изготовления форм и стержней.

Модель - приспособление для получения внутренних рабочих поверхностей в литейной песчаной форме, которые после заполнения расплавом образуют отливку. Для изготовления отливок служит литейная форма, которая представляет собой систему элементов, образующих рабочую полость, при заливке которой расплавленным материалом формируется отливка.

Литейные формы получают как из неметаллических материалов (песчаные, деревянные, изготавливаемые по выплавляемым моделям, оболочковые) для одноразового использования, так и из металлов (кокили, изложницы для центробежного литья) для многократного использования. Устройство литейной формы схематически представлено на рис. 1 в качестве примера взята песчано-глинистая форма.

Основными элементами литейной формы являются рабочая полость и литниковая система



1 – прибыль; 2 – литниковая чаша; 3 – стояк; 4 – дроссель; 5 – шлакоуловитель; 6 – питатель; 7 – рабочая полость; 8 – выпор; 9 – стержень; I – верхняя опока; II – нижняя опока

Рисунок 1 – Основные элементы литейной формы

Литниковая система — это совокупность каналов и элементов литейной формы, предназначенных для подвода расплавленного металла в полость формы, обеспечения ее заполнения и питания отливки при затвердевании. Основными элементами литниковой системы являются из литниковой чаши (воронки), стояка, дросселя, регулирующего скорость заливки и предотвращающего подсос воздуха в стояк, шлакоуловителя, служащего для задержки неметаллических включений, питателя, подающего расплавленный металл в рабочую полость непосредственно либо, как показано на рис.1 через боковую прибыль и выпора.

Автоматизация литейного производства с использованием современных технологий и оборудования повышает уровень производительности предприятий, конкурентоспособность выпускаемой продукции и эффективность промышленности в целом.

Список источников и используемой литературы:

1. Гини, Э. Ч. Технология литейного производства. Специальные виды литья / Гини Э. Ч., Зарубин А. М., Рыбкин В. А. — 3-е изд., Москва: Академия, 2008. — 352 с.
2. Глазман, Б. С. Автоматизированное и роботизированное литье. Финишная обработка литья / Б. С. Глазман // Монография. — Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2014. — 88 с.
3. Богдан, К.С. Средства и системы автоматизации литейного производства Текст. / К.С. Богдан, В.М. Горбенко, В.М. Денисенко и др. М: Машиностроение, 2001. - 268 с.

**Технология восстановления изношенных рабочих
Поверхностей почворежущих инструментов**

Студентка МФ 47v-17 Курбонова Х.И.
Научный руководитель ст.преп. Г.Пардаева,
Ташкентский государственный технический университет
г. Ташкент

Значительно возрос интерес к композиционным материалам, имеющим высокие значения прочности, жесткости, сопротивления усталости и жаропрочности при меньшей плотности, чем у традиционных сплавов.

Развитие машиностроения требует применения материалов и технологий, обеспечивающих высокие служебные свойства изделий, а также экономию материалов и энергоресурсов.

Достижения высоких служебных свойств почворежущих инструментов при одновременном удешевлении их производства является широкое применение биметаллических композиций с одновременной разработкой новых способов термической обработки, позволяющих раскрывать потенциальные возможности композиционных материалов.

Опыт эксплуатации конструкций в различных областях техники и результаты многочисленных экспериментов показывают, что остаточные напряжения существенно влияют на надежность и долговечность техники, на технологичность и металлоемкость конструкций и нормы расхода металла на производство единицы продукции.

Композиты эффективно заменяют остродефицитные металлы-кобальт, никель, хром, молибден, ниобий, вольфрам, а также другие черные и цветные металлы и сплавы на их основе.

В достаточно полной мере перечисленным требованиям отвечает использование литого инструмента, что приводит к сокращению расходов дорогостоящих легированных сталей и повышению их стойкости.

В настоящее время в связи с возросшим дефицитом на инструментальные материалы появился интерес к способу производства инструментов литьём. Особенно это относится к созданию биметаллических инструментов, получаемых путем легирования поверхности при литье. Этот способ является наиболее универсальным и эффективным.

Существует ряд способов получения биметаллических и многослойных отливок. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Из многообразия способов получения биметаллических и многослойных изделий можно выделить четыре технологических приема:

- одновременная или последовательная заливка жидких сплавов в форму с разделительной перегородкой;
- последовательная заливка в форму двух и более жидких сплавов;
- замораживание жидкого металла на твердую заготовку;
- заливка жидкого металла на твердую заготовку, предварительно расположенную в литой форме или изложнице.

Главным условием для получения многослойных отливок является получение металлической связи между соединяемыми частями, что отличает литые биметаллы от армированных отливок с механической связью, в которых составные части практически сохраняют свойства отдельных материалов.

Указанные группы методов отличаются температурными режимами процесса, характером подготовки соединяемых материалов, составом защитных сред и покрытий, воздействием на процесс электромагнитных полей, вибрации, ультразвука и т.п. Причем в каждом конкретном случае выбор технологических режимов осуществляется с учетом химического состава и температур свариваемых пар, соотношения их толщин, удельного веса, коэффициентов теплового линейного расширения, технического назначения изделий.

В практике известно несколько способов получения отливок и заготовок одновременной или последовательной заливкой в форму жидких сплавов с разделительной перегородкой

кой. Предложено устанавливать вертикально в форму расплавляемую металлическую перегородку, по обе стороны которой заливают чугуны различного химического состава. Уровень металла при заполнении формы поддерживается одинаковым, что исключает преждевременное разрушение перегородки и предотвращает смешивание свариваемых металлов. Технология не требует специального оборудования и рекомендуется для производства валков углеразомольных установок. Аналогично решена задача изготовления рабочих колес центробежных насосов на Бобруйском машиностроительном заводе на границе между ободом колеса из чугуна ИЧХ28Н2 и ступицей из чугуна Сч20 устанавливается разделительная перегородка, которая при заполнении формы металлами расплавляется. Наличие разделительных перегородок позволяет обеспечить локализацию определенных свойств отливок в заданных объемах.

При последовательной заливке металлов вставленную в форму перегородку удаляют после частичного затвердевания первого залитого металла непосредственно перед заливкой второго.

В процессе заливки второго металла происходит частичное проплавление ранее залитого, что обеспечивает хорошую свариваемость сплавов. Оно дает возможность соединять сплавы, резко отличающиеся температурами плавления. Такая технология используется, например, при получении термически стойких биметаллов с размерами отливок 40x220x550 мм.

К этой группе относится и способ получения биметаллических заготовок на установках непрерывной разливки вертикального и горизонтального типа, с той лишь разницей, что система "Стационарная отливка – подвижная перегородка" заменена на систему "Стационарная форма – подвижная отливка". Кристаллизующийся в процессе непрерывного движения слиток перемещается вдоль перегородки и в зоне, где образуется достаточно толстая корочка, поступает в другой кристаллизатор, формирующий конфигурацию второго слоя слитка. При этом сваривание происходит в результате под плавления закристаллизовавшегося металла первого слоя слитка. Эти способы характеризуются низкой трудоемкостью, что позволяет рекомендовать подобные технологии в литейных цехах для получения биметаллических и многослойных отливок, имеющих постоянные сечения свариваемых слоев металлов, включая валки различного назначения. Последовательную заливку форм с горизонтальной разделительной или подвижной перегородкой можно применять при производстве фасонного биметаллического и многослойного литья.

Способ последовательной заливки в форму двух и более жидких сплавов разработан в Институте проблем литья.

Литература

1. Нурмуродов С., Норкулов А. Теплофизические основы структурообразования в литых биметаллических композитах. Монография. – Т.: Фан ва технология, 2010.
2. Патент №IAP 04728. 05.06.2013. Нурмуродов С.Д. и др. Способ изготовления биметаллического режущего и штампового инструмента.

Современные про- блемы материаловове- дения и новые мате- риалы

Применение термодиффузионного цинкования для стальных крепежных элементов узлов металлоконструкций

Магистрат МТФ Бачило Д.Н.

Научный руководитель - ассистент Позняк И.Г.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Одни из главных условий безопасной работы аттракционов является надежность и безотказность всех узлов и механизмов. Принимая во внимание интенсивную эксплуатацию в условиях интенсивных динамических нагрузок особенно важным является вопрос увеличения механической и коррозионной стойкости крепежных элементов.

Допустимая динамическая нагрузка становится критической для крепежных элементов с механическим и коррозионным износом, что служит причиной для разрушения конструкции аттракциона.

Задачей данного исследования является выбор способа защиты стального основания крепежных элементов обеспечивающего сохранение механических свойств.

Нанесение цинкового покрытия обеспечивает:

- формирование на поверхности металла барьера непроницаемого для влаги и кислорода;
- снижение риска развития электрохимической коррозии;
- увеличение и сохранение прочностных характеристик крепежного элемента;

Факторами обуславливающими выбор технологии нанесения цинкового покрытия являются:

- энергоэффективность;
- экологическая безопасность производственного процесса и последующей утилизации производственных отходов;
- возможность качественного покрытия элементов с резьбой;

Термодиффузионное цинкование в порошковых средах успешно сочетает вышеперечисленные факторы.

Основные значения полученные при проведении неразрушающего контроля образцов ультразвуковым и магнитопорошковым методом, грузовых испытаний с превышением рабочей нагрузки на 20%, при средней толщине диффузионного (равномерного, с хорошей адгезией) слоя на образцах порядка 20 мкм:

- твердость 29-47HRC.
- временное сопротивление разрыву образцов σ_b 513,8-783,2 МПа,
- предел текучести образцов $\sigma_{0,2}$ 310-550 МПа,

что полностью обеспечивает заявляемые при проектировании требования и позволяет использовать крепежные элементы с термодиффузионным покрытием на аттракционах.

Конструирование композиционного покрытия на углеродистых сталях термодиффузионной обработкой предварительно модифицированной поверхности

Аспирант Судников М.А., студент гр. 10405516 Миковоз М.В.
Научный руководитель – Дашкевич В.Г.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В настоящее время накоплен огромный опыт по применению различных видов химико-термической обработки (ХТО). Для увеличения срока службы деталей зачастую применяют такие виды ХТО как цементация, азотирование, борирование.

Борирование – известный и актуальный технологический процесс, который в настоящее время активно развивается у нас в стране и за рубежом. Применяется во многих областях промышленности, прежде всего, для изделий, работающих в условиях абразивного изнашивания (сельское хозяйство, производство строительных материалов, машиностроение и др.).

За долгие годы исследований сформирован огромный массив исследовательских данных по особенностям борирования различных марок сталей, который и в наше время успешно используется, а разработки - совершенствуются. Самые технологически развитые страны имеют в своем арсенале технологии борирования из-за уникального комплекса свойств образующихся слоев, которые полноценно заменить другими способами не всегда получается.

Боридный слой, как правило, состоит из двух фаз FeB и FeB₂. Обе фазы обладают высокой твердостью. Так для фазы FeB₂ она составляет 14-16ГПа и для фазы FeB 18-22ГПа. Высокая твердость боридных слоев обеспечивает повышенную износостойкость обработанных деталей. Однако у боридных слоев имеется и серьезный недостаток, не позволяющий широко использовать получаемые диффузионные слои, это их высокая хрупкость

Известно, что хрупкость боридных слоев зависит от многих факторов, в частности от фазового состава, их соотношения, дисперсности, взаимного расположения структурных составляющих слоя, напряженного состояния и прочее. Отметим, формируемая морфология диффузионного слоя это один из ключевых моментов оказывающих влияние на хрупкость.

Детальный анализ возможностей изменения морфологии позволил сформировать уже несколько вариантов комплексных обработок, которые с нашей точки зрения перспективны и заслуживают подробного исследования их возможностей, в частности, с точки зрения снижения хрупкости.

Общая идея таких вариантов это формирование гетерогенных дискретных диффузионных слоев, где наиболее твердые и хрупкие составляющие изолированы друг от друга более вязкой матрицей, т.е. идея подобна применяющемуся в материаловедении принципу Шарпи.

В общем виде реализация такой концепции выполняется несколькими вариантами, это модификация в процессе ХТО, модификация до ХТО и после.

Для формирования структур в случае предварительной модификации поверхности создаются хорошие условия по конструированию образующегося композиционного покрытия. Например, можно рассмотреть случай, когда поверхность, которая в последующем будет подвергаться ХТО, предварительно модифицируют нанесением разделительного слоя, имеющего пористое, рыхлое строение, чтобы в последующем проводить управляемую фрагментацию растущего диффузионного слоя. Такие работы по созданию комплексных технологий во многом являются пилотными, уникальными, имеющими, по нашему мнению большой исследовательский потенциал.

По результатам исследований слои полученные путём нанесения на поверхность дефектного (пористого) слоя и последующего борирования, представляют собой слой из двух зон: первая зона, состоит из обособленных друг от друга боридных игл, вторая, представляет собой сросшиеся у поверхности иглы. При соответствующем подборе параметров пористого покрытия и режимов насыщения можно получать различное строение, тем самым реализовывать управление структурой формирующегося композиционного покрытия.

Фазовые и структурные превращения при нетрадиционных режимах термической обработки конструкционных сталей

Студент группы 80-18 Юсупов Ж.К., 74-18 Муротов А.С.

Научный руководитель - Бердиев Д.М.

Ташкентский государственный технический университет. г. Ташкент

Важнейшей проблемой современного машиностроения и ремонтных предприятий следует считать снижение расхода металла и энергоресурсов. Однако срок службы металлических изделий определяется главным образом их механическими свойствами.

Основные детали машин изготавливают из углеродистых и малолегированных сталей, их упрочняют при помощи термической обработки – это закалка с отпуском.

Обычные, стандартные режимы термической обработки металлических изделий, как правило, обеспечивают достаточно высокий уровень механических свойств. Однако в ряде случаев этого оказывается недостаточно. В частности, это касается вязкости металла изделия [1], которая обеспечивает высокую его надежность.

В последние годы уделялось значительное внимание структурной наследственности, так как не всегда удавалось избавляться от наличия крупного зерна в заготовках [2].

На основании проведенных исследований было установлено, что все нетрадиционные режимы термической обработки стали базируются на фундаментальных закономерностях фазовых превращений. Суть нетрадиционных режимов термической обработки заключается в том, что путем предварительной высокотемпературной термической обработки достигается высокий уровень дефектности кристаллического строения стали. Это позволяет при повторном нагреве в зависимости от завершенности повторных структурных превращений, сильно измельчить зерно стали.

Однако имеется ряд нерешенных вопросов по направлению исследований, касающихся фазовых превращений сталей, теоретического и практического планов:

- как влияет время нагрева на температуру и величину экстремума плотности дислокаций после превращения $\gamma - \alpha$ при проведении закалочного охлаждения, на воздухе и после отжига стали;

В данной работе обстоятельно рассматривается механизм $\alpha - \gamma - \alpha$ превращений, но также отмечается, что при высоких температурах нагрева существует экстремальная температура, когда в твердый раствор (аустенит) переходят атомы тугоплавких примесных фаз. В этом случае при охлаждении ($\gamma - \alpha$ превращений) получается высокая плотность дислокаций в α – фазе. При повторной фазовой перекристаллизации часть этих дислокаций сохраняется и очень сильно влияет для повышения работоспособности стальных изделий.

Объектами исследований являлись образцы сталей промышленной выплавки марок 45 и 40Х. В качестве эталонного материала использовали образцы армко-железа.

Термическую обработку образцов проводили при нагреве до различных температур, первая из которых была выбрана для каждой стали из расчета $A_{c3}+30\div 50$ °С, а затем 900 °С, 1000 °С, 1100 °С, 1150 °С и 1200 °С. Время выдержки при этих температурах было различным: 5 минут, 20 минут, 2 часа и 5 часов. В зависимости от времени выдержки нагрев проводили в соляной ванне или в печи. Охлаждение образцов проводили на воздухе, в воде или масле, а также вместе с остыванием печи. Таким образом создавали термическую предысторию стали. Повторная фазовая перекристаллизация всегда проводилась с нагревом до $A_{c3}+30\div 50$ °С для каждой стали.

Металлографический анализ проводили на микроскопах МИМ-8М, рентгеноструктурный анализ проводили на установке ДРОН-2,0.

С увеличением температуры нагрева наблюдается известный факт роста аустенитного зерна. Однако во всех случаях имеет место экстремальная температура нагрева 1100 °С при времени аустенизации 20 минут, когда после охлаждения можно зафиксировать максимальный уровень плотности дислокаций (таб.).

При нормализации крупногабаритных деталей время выдержки в аустенитной области в процессе нагрева может исчисляться часами. В этом случае эффект влияния экстремальной температуры на состояние тонкой структуры стали не определен.

Таблица 1 - Плотность дислокаций сталей после нормализации при различных температурах нагрева (аустенизация 20 мин)

Температура нормализации, °С	Марка стали					
	Fe - армко		Сталь 45		Сталь 40X	
	$\rho \cdot 10^9 \text{ 1/см}^2$	ρ/ρ_{900}	$\rho \cdot 10^9 \text{ 1/см}^2$	ρ/ρ_{850}	$\rho \cdot 10^{10} \text{ 1/см}^2$	ρ/ρ_{870}
$A_{c3} + 30 \div 50$	-	-	1,0	-	1,13	-
900	0,37	-	-	-	1,13	1,0
1000	0,88	2,38	1,73	1,73	2,31	2,0
1100	1,40	3,78	4,5	4,5	4,54	4,0
1200	0,73	1,97	2,99	2,99	1,26	1,08

Исследования показали, что с увеличением времени выдержки при нагреве стали после превращения $\gamma - \alpha$ плотность дислокаций α - фазы получается ниже, а пик максимума смещается к более низким температурам нагрева (рис. 1).

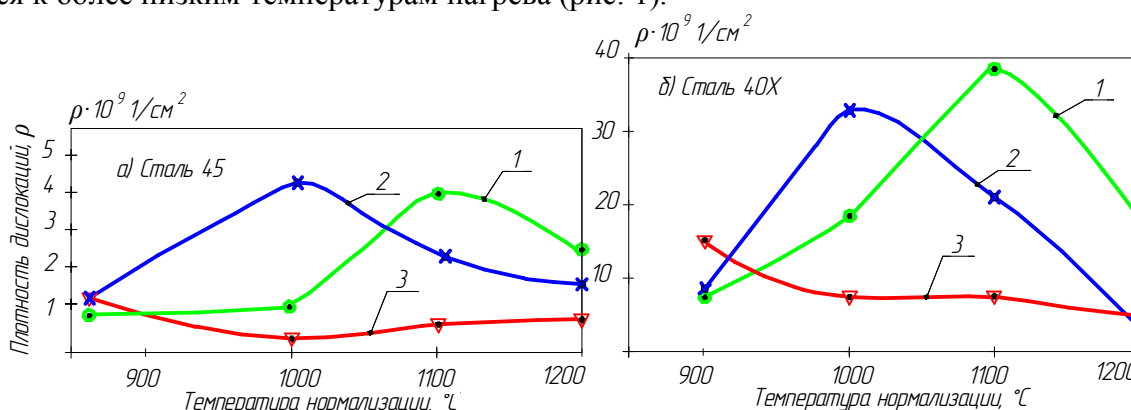


Рисунок 1 - Влияние температуры нагрева и времени выдержки на плотность дислокаций нормализованной стали. Время выдержки стали: 1 – 20 минут; 2 – 2 часа; 3 – 5 часов

Выводы

При нагреве стали до высоких температур наблюдаются экстремальные температуры, когда после охлаждения формируются структуры с повышенным уровнем (после нормализации) плотности дислокаций или с ее высоким уровнем (после закалки). Экстремумы плотности дислокаций приходятся на температуры нагрева 1100, 1000, 900 °С при времени выдержки при нагреве 20-30 минут, 2 часа и 5 часов соответственно. Величина роста плотности дислокаций зависит от содержания углерода и легирующих элементов в ней.

Библиографический список

1. Подрезов Н.Н., Подрезова И.С. Влияние структурной наследственности на прочность реакторной Cr-Ni-Mo-V стали // Глобальная ядерная безопасность. – Волгодонск, 2017. №4. С. 91-96.
2. Югай С.С., Клейнер Л.М., Шоцев А.А., Митрохович И.Н. Структурная наследственность в низкоуглеродистых мартенситных сталях // Металловедение и термическая обработка металлов. – Москва, 2004. №12. С. 24-29.

Исследование наплавляемости диффузионно-легированного бором сплава на основе стружки из быстрорежущей стали Р6М5

Магистрант Приходько Н.А.
Научный руководитель - Щербаков В.Г.
Белорусский национальный технический
университет
г. Минск

Целесообразность применения металлических отходов в виде дробы либо стружки, образующихся в процессе различных металлургических и машиностроительных операций, для изготовления специальных сплавов, используемых при формировании износостойких покрытий, работающих при различных условиях эксплуатации, подтверждается литературными данными [1–3]. В настоящее время достаточно подробно исследовано и изучено использование диффузионно-легированных (ДЛ) сплавов из металлических отходов при восстановлении и упрочнении деталей машин, особенно для изделий, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания. Авторы [1–3] считают, что необходимо не назначать ранее разработанные сплавы из ограниченного, а в ряде случаев устаревшего перечня серийно выпускаемых, а изготавливать ограниченные партии сплавов формирующие покрытия с необходимыми эксплуатационными свойствами. Однако, данные сплавы имеют ограниченное использование при формировании износостойких покрытий наплавкой токами высокой частоты (ТВЧ). Это связано с наличием тугоплавкой боридной оболочки на каждой частице сплава.

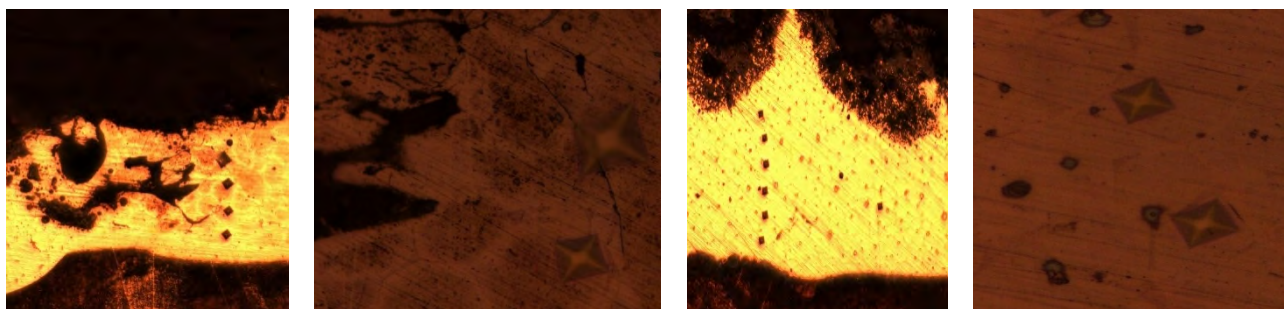
Анализ литературных данных и собственные исследования [1–5], позволили изучить влияние предварительного электродугового оплавления диффузионно-легированной бором стружки из стали Р6М5 на наплавляемость при формировании износостойких защитных покрытий с помощью индукционной наплавки. Предположено, что предварительное электродуговое оплавление борированной стружки сформирует в структуре сплава области с эвтектической структурой, обладающей более низкой температурой плавления, что в свою очередь будет способствовать ускорению процесса расплавления и повысит наплавляемость сплава при индукционной наплавке.

Для исследования были выбраны отходы производства в виде стружки из стали Р6М5, образующиеся при механической обработке проката. Для ДЛ использовали карбид бора (B_4C). Насыщение стружки бором проводили на специальной установке [6]. Концентрация бора составляла 10 % масс. от массы насыщаемой стружки. Температура обработки – 900 ± 20 °С, продолжительность – 1 час. Предварительное электродуговое оплавление борированной стружки Р6М5 проводили на установке с двумя графитовыми электродами [7] с силой тока 150 А. Наплавляемость ДЛ сплавов, подвергнутых электродуговому оплавлению, анализировали на металлических пластинах из низкоуглеродистой стали (Ст 2). Индукционную наплавку борированной и оплавленной стружки проводили на установке ФТИ-40/10-50 [8]. Продолжительность наплавки контролировали с помощью пирометра «Compact» CTLaser-2МН-CF4.

Установлено, что после диффузионного насыщения стружки Р6М5 бором формируется диффузионный слой толщиной 40...60 мкм. Микротвердость слоя составляет 12 000...16 000 МПа. Микротвердость в сердцевине стружки после насыщения сохраняется в интервале 4 000...6 000 МПа. После оплавления микротвердость на поверхности борированной стружки снижается до 8 000...9 000 МПа, а в сердцевине незначительно возрастает до 6 000...8 000 МПа, что косвенно свидетельствует о частичном оплавлении диффузионного слоя в процессе электродугового оплавления.

При индукционной наплавке диффузионно-легированной стружки Р6М5 до и после электродугового оплавления формируются защитные слои толщиной 0,9...1,2 мм (Рисунок 1), с микротвердостью по сечению слоя равной 7 500...8 200 МПа. Пористость у слоя,

полученного из стружки без оплавления, составляет около 15...20 %, а после оплавления не превышает 1...2 %, что свидетельствует о лучшей наплавляемости сплава.



а) б) в) г)
Рисунок 1. Микроструктура слоя, полученного индукционной наплавкой из диффузионно-легированной бором стружки Р6М5 без (а-б) и после (в-г) электродугового оплавления: а, в: $\times 200$, б, г: $\times 1000$

Таким образом, установлено, что предварительная обработка диффузионно-легированной бором стружки из стали Р6М5, заключающаяся в электродуговом оплавлении с силой тока 150 А позволяет повысить наплавляемость сплава при индукционной наплавке, за счет образования локальных участков с эвтектической структурой сплава и формировать износостойкие покрытия толщиной 0,9...1,2 мм с минимальной пористостью и микротвердостью 7 500...8 200 МПа.

Список использованных источников

1. Пантелеенко, Ф.И. Самофлюсующиеся диффузионно-легированные порошки на железной основе и защитные покрытия на них / Ф.И. Пантелеенко. – Минск: УП Технопринт, 2001. – 300 с.
2. Ворошнин, Л.Г. Теория и практика получения защитных покрытий с помощью ХТО / Л.Г. Ворошнин, Ф.И. Пантелеенко, В.М. Константинов. – Изд. 2-е. – Минск: ФТИ; Новополоцк: ПГУ, 2001. – 148 с.
3. Восстановление деталей машин: Справочник / Ф.И. Пантелеенко [и др.]; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
4. Щербаков, В.Г. Диффузионно-легированные сплавы из металлических отходов производства с пониженной температурой плавления для формирования износостойких покрытий индукционной наплавкой токами высокой частоты / В.Г. Щербаков // Литье и металлургия. – 2016. – № 4. – С. 89–95.
5. Приходько, Н.А. Сплавы из металлических отходов производства для наплавки токами высокой частоты / Н.А. Приходько; научн. рук. В.Г. Щербаков // Новые материалы и технологии их обработки: сборник научных работ XX РСНТК, 17 – 18 апреля 2019 года / Белорусский национальный технический университет, Механико-технологический факультет. Материаловедение в машиностроении. – Минск: БНТУ, 2019. – С. 34–36.
6. Вращающаяся электрическая печь для химико-термической обработки сыпучего материала: пат. ВУ 15412 / В.М. Константинов, О.П. Штемпель, В.Г. Щербаков. – Оpubл. 28.02.12.
7. Установка для обработки металлического порошка: пат. ВУ 10051 / В.М. Константинов, В.Г. Дашкевич, В.Г. Щербаков. – Оpubл. 30.04.2014.
8. Константинов, В.М. Многофункциональная научно-исследовательская установка индукционного нагрева сталей и сплавов / В.М. Константинов и [др.] // Металлургия: республиканский межведомственный сборник научных трудов. – Минск: БНТУ, 2015. – Вып. 36 – С. 255–262.

Изучение химико-термической обработки металлов в поверхностном слое

Студентка МФ гр. 65М-19 Мирзарахимова З.Б.
Научный руководитель - ст.пр. Алимбабаева З.Л.
ТашГТУ имени И.Каримова

После изучения того или иного вида химико-термической обработки металлов и его влияния на усталостную прочность большое внимание оказывается остаточным напряжениям, возникающим в поверхностном слое. Работами ряда авторов доказано, что основное влияние на предел усталости сталей оказывают величина, характер распределения и их знаки: положительный-растягивающий и отрицательный-снижающий [1]. Однако, для таких методов химико-термической обработки, как: сульфидирование и сульфоцианирование, заключающихся в насыщении поверхности серой или углеродом и азотом одновременно; величина, знак и распределение создаваемых остаточных напряжений не определялись, несмотря на то, что это очень важно с точки зрения раскрытия механизма влияния упомянутых методов обработки на усталостную прочность обрабатываемых изделий, что предопределяет их поведение в эксплуатации.

Для исследования была взята сталь 45 следующего химического состава: С-0,44%, Мп-0,63%, Si-0.31%, Р-0.03%, S-3.019% [2].

С целью получения сравнительных данных использовались армко-железо и сталь У8А.

Из выбранных материалов изготовились образцы пластины размерами 2,5x10x50мм. Размер пластин по толщине выдерживался с точностью до 0,01мм. Напряжения определялись путем замера стрелы прогиба пластин при стравливании поверхностных слоев.

Выбор для исследования твердых сред объясняется не сложной технологией способа, а простотой решения задачи разделения эффекта влияния сульфидирования, сульфоцианирования и цианирования на величину, знак и распределение возникающих напряжений, чтобы интенсифицировать процессы диссоциации в насыщающей среде и диффузионные процессы, было решено обработку проводить при высокой температуре 80010. Время выдержки при рабочей температуре в печи составляла 3 часа, что обеспечивало получение достаточного насыщения по глубине, и, в свою очередь, облегчало проведение экспериментов.

Сульфидированию подвергались 4-6 пластинок из стали 45, армко-железа и стали У8А. Это делалось для того, чтобы выяснить, как влияет содержание углерода в стали на величину, характер и знак возникающих при серонасыщении внутренних напряжений. Сульфоцианировались и цианировались пластинки только из стали 45.

Обработанные пластинки стравливались в 30% растворе. Стрела прогиба измерялась с помощью индикатора. По полученным данным производился расчет величины и определение знака остаточных напряжений, а также строилась эпюра распределения их по глубине. В результате проведения эксперимента и расчетов установлено.

1. После сульфидирования на поверхности стали создаются напряжения растяжения, величина которых у армко-железа 35-45 кг/, у стали 45-45-60 кг/ и у стали У8А 65-75 кг/. По мере удаления от поверхности величина напряжений падает, а на глубине 0,06-0,8 мм у армко-железа и глубине 0,10-0,12 мм у стали 45 У8А прирост стрелы прогиба прекращается, оставаясь неизменным при дальнейшем травлении.

2. Цианирование стали 45 создает в поверхностном слое напряжение сжатия. Причем, эпюра распределения напряжений имеет 2 максимума: один расположен непосредственно на поверхности и равен 50-60 кг/, другой на глубине 0,25 мм и равен 25-30 кг/.

3. Сульфоцианирование также создает на поверхности напряжения сжатия, эпюра напряжений, в основном, идентичная эпюре цианированного слоя, однако, имеет одно существенное отличие-первый максимум сдвинут в глубину на расстояние 0,02-0,03мм и равен 45 кг/, соответствующего при цианировании.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. Сульфидирование поверхности стальных изделий вызывает возникновение растягивающих напряжений, что несомненно приведет к снижению их усталостной прочности.

2. С увеличением содержания углерода в стали растет и величина максимальных растягивающих напряжений.

3. При сульфоцианировании, как и при цианировании, возникают сжимающие остаточные напряжения. Однако, по-видимому, присутствие сульфидов на поверхности вызывает снижение значений максимума напряжений и сдвиг его в глубь. Таким образом, сульфоцианирование, как и цианирование, должно вызывать повышение предела усталости стали, хотя и на меньшую величину.

4. Глубина слоя после сульфидирования не превышает 0,05-0,12мм, а после сульфоцианирования 0,25-0,30 мм, так как на этой глубине прекращается изменение стрелы прогиба при стравливании.

Литература

1. Прокошкин Д.А. Химико-термическая обработка металлов М. Metallurgia, 2012. С. 239.
2. Зуев В.М. Термообработка металлов Москва. Высшая школа. 2014. С. 288.
3. Дорошкин Н.Н., Абрамович Т.М., Ярошевич В.К. Импульсные методы нанесения порошковых покрытий.- Мн: Наука и техника, 1985, 279 с

Определение ударной вязкости металлов

Студент гр. 10404115 Мартинкевич А. А.

Научный руководитель - Иванов И. А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Определение вязкости одна из важных характеристик всех материалов. Для её определения существуют несколько способов. Можно разделить испытания растяжением и ударом. При ударном способе, патент №714223, производят удар падающим грузом по, призматическому образцу. Удар наносят, например, с помощью конического индентора, в точке, расположенной возможно близко к ребру образца, с энергией, обеспечивающей разрушение части образца, определяют объем образовавшегося отпечатка и по его величине и известной для данного материала удельной работе пластической деформации определяют работу, затраченную на пластическое деформирование материала, вычисляют работу хрупкого разрушения как разность энергии удара и работы, затраченной на пластическое деформирование, и по отношению работы хрупкого разрушения к площади поверхности разрушения находят ударную вязкость материала.

Способ описанный в патенте № 2281975 практически идентичен предыдущему, но проводится при достаточно низких температурах (около -60°C) для проверки сварных швов трубопроводов. Поставленная задача решается тем, что для конкретной продукции и применяемой марки стали определяют величину зерна общей микроструктуры и наличие сетки феррита, находят зависимость ударной вязкости от данных параметров микроструктуры, определяют максимальную ширину и глубину отпечатков на опорных гранях испытанных образцов, находят зависимость ударной вязкости от ширины и глубины отпечатков, находят рекомендуемые значения данных параметров микроструктуры и отпечатков и оценивают соответствие их показателям образцов с пониженной ударной вязкостью.

Способ определения вязкости металла описанный в патенте № 2393454, по которому образец подвергают растяжению до разрыва, с фиксированием до проведения испытания начальной длины и исходной площади поперечного сечения, в процессе испытания регистрируют диаграмму растяжения и максимальную нагрузку, после испытания регистрируют конечную длину образца, отличающийся тем, что в процессе испытания дополнительно регистрируют абсолютное упругое и абсолютное пластическое удлинения, и после испытания определяют вязкость металла по формуле.

Ещё один подобный способ описан в патенте №2052790, где определения вязкости разрушения металлов, по которому испытывают цилиндрический образец с концентратором напряжений на растяжение, регистрируют усилие нагружения, деформацию образца, критическое напряженное состояние и определяют удельную работу роста трещин, отличающийся тем, что испытывают образец с радиусом надреза, при котором соотношения упругих модулей таково, что при дальнейшем уменьшении радиуса надреза пластичность и прочность постоянны, в качестве деформации определяют предельную деформацию $\epsilon_{\text{крит}}$ перед при критическом напряженном состоянии и сопротивление разрыву, а удельную работу роста трещин определяют по формуле.

Таким образом, при выборе метода определения вязкости можно учитывать температуру испытаний и способ – растяжение или сжатие, в случаях эффективного использования концентраторов.

Работа выполнена в рамках учебных занятий по дисциплине «Основы научной и инновационной деятельности» на кафедре «Машины и технология литейного производства» Белорусского национального технического университета.

Исследование особенностей структурообразования цинковых диффузионных слоев на сталях в условиях структурно-фазовых превращений

Студент гр. 10401116 Ермоленко А.А.

Научный руководитель - Булойчик И.А.

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск

При формировании интерметаллидных слоев на основе цинка важное значение имеет структура стальной основы, на которой происходит диффузионное взаимодействие атомов насыщающего элемента и насыщаемой основы. В большинстве случаев при антикоррозионной обработке стальных изделий данным способом, формирование диффузионного слоя происходит на ферритно-перлитных структурах с низким содержанием легирующих элементов. С учетом традиционного температурного интервала протекания процессов ТДЦ (380 – 420 °С), формирование диффузионного цинкового слоя на стальных изделиях возможно так же после закалки на мартенсит. В этом случае процесс происходит в условиях распада пересыщенного твердого раствора (мартенсита) [1]. Формирование диффузионного слоя происходит на поверхности с большой степенью дефектности в условиях значительных структурных напряжений. С одной стороны, из теории диффузии известно, что чем выше степень дефектности насыщаемой подложки – тем интенсивнее будет происходить диффузионное проникновение насыщающего атома в поверхность подложки за счет увеличенного количества “путей диффузии”. Процессы фазовой перекристаллизации во время распада мартенсита так же могут активировать взаимную диффузию атомов железа и цинка, способствуя более активному формированию диффузионного слоя. С другой стороны, с учетом данных источника [2], где указано, что формирование диффузионных слоев на основе цинка происходит в условиях взаимной диффузии атомов железа и цинка, значительные структурные напряжения в мартенсите, а так же большая, по сравнению с перлитными структурами концентрация углерода, могут препятствовать встречной диффузии атомов железа и замедлять формирование интерметаллидных фаз диффузионного слоя. Следовательно, рассматривая процессы диффузионного взаимодействия атомов цинка с поверхностью пересыщенного твердого раствора (мартенсита) следует учитывать влияние структурных напряжений на характер диффузии атомов железа. Следует отметить, что для цинковых диффузионных слоев, полученных на стальной мартенситной основе характерна большая равномерность формирования (сохранение одинаковой толщины диффузионного слоя на разных участках шлифа), а так же повышение значений микротвердости диффузионного слоя до 3300 МПа в сравнении с цинковыми диффузионными слоями, сформированными на перлитной и ферритно-перлитной основах (Рисунок 1).

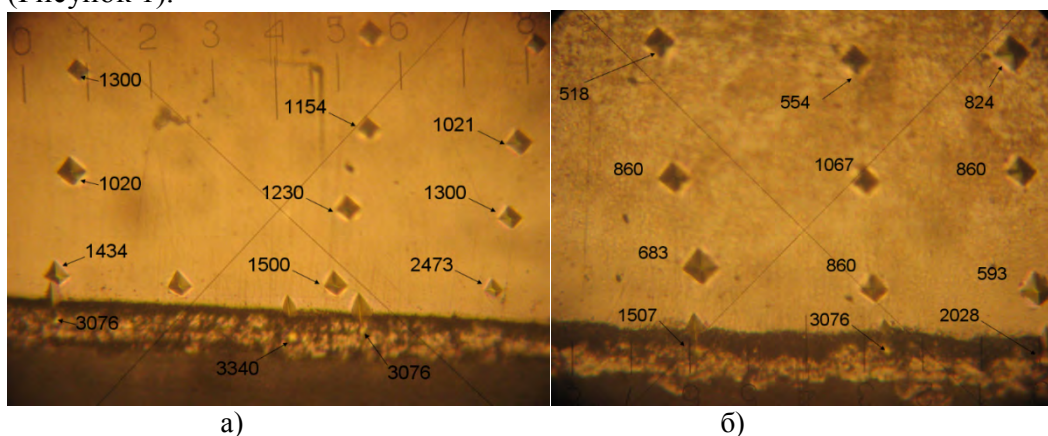


Рисунок 1 – Микротвердость на мартенситной (а) и ферритно-перлитной стальных основах (б) после термодиффузионного цинкования при 410 °С, 30 мин.

Повышение значений микротвердости для цинковых диффузионных слоев, сформированных на мартенситной подложке, связано с более активным протеканием диффузионных

процессов при формировании цинкового диффузионного слоя на подложке такого типа, что, в свою очередь, влияет на фазовый состав формируемого диффузионного слоя.

Отличительной особенностью диффузионно-оцинкованных образцов с мартенситной основой является увеличенная зона α -фазы, представленная на шлифе в виде слабо травящейся светлой полосы под цинковым диффузионным слоем (Рисунок 2).

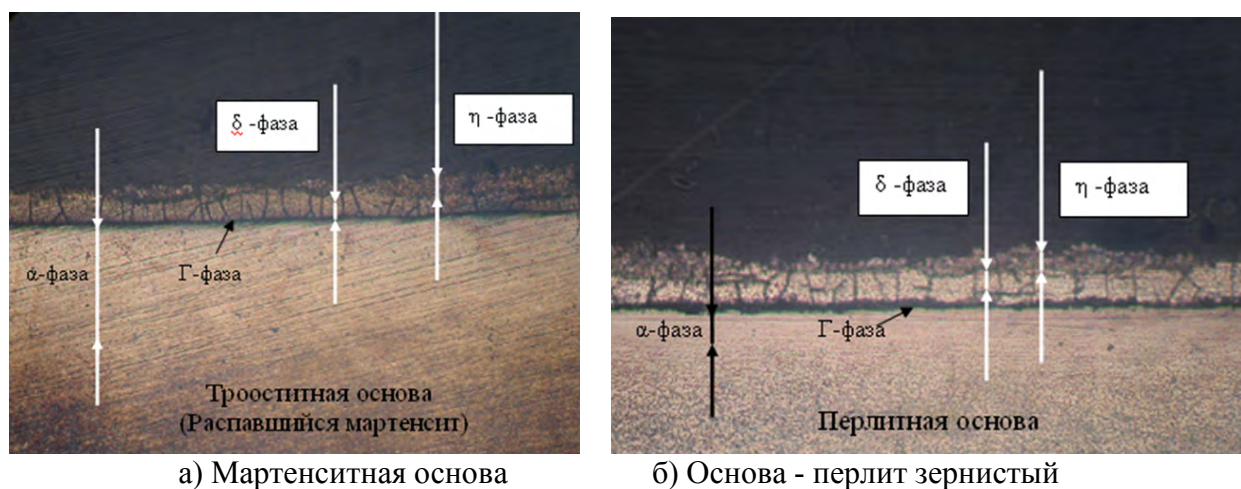


Рисунок 2 – Различие формирования зоны α -фазы для цинковых диффузионных слоев сформированных на мартенситной и перлитной основах, X 400

Увеличение зоны α -фазы для цинковых диффузионных слоев, сформированных на мартенситной основе связано с наличием большого количества дефектов структуры, характерных для мартенсита закалки и, являющихся дополнительными “путями” диффузии для атомов насыщающего элемента. Если принять, что α -фаза (твердый раствор цинка в железе) формируется одной из первых при формировании диффузионного цинкового слоя [3], то увеличение зоны α – фазы для мартенситной основы может быть связано с более активной диффузией (на большую глубину) атомов цинка в металлическую поверхность, за счет большей дефектности данной основы в сравнении с перлитной.

Литература

1. Л.Г. Ворошнин, Ф.И. Пантелеенко, В.М. Константинов, Теория и практика получения защитных покрытий с помощью ХТО, Минск: ФТИ; Новополоцк: ПГУ, 2001, 148 с.
2. Астрейко Л.А. Экологически безопасная технология цинкования сталей в порошковых средах: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Минск, 2006.
3. Ю.А. Баландин, А.С. Колпаков, Е.В. Колпаков, Диффузионное многокомпонентное цинкование стали 40Х в виброкипящем слое // Металловедение и термическая обработка металлов, 2009, №1 С. 46-49.

Разработка программы проверки знаний учащихся в визуальной среде Delphi

Студент гр.10401118 Гладинев А.Д.

Научный руководитель - Мельниченко В.В.

Белорусский Национальный Технический Университет
г.Минск

Основная цель программы: автоматизация проверки знаний учащихся.

Для достижения данной цели была разработана программа **Testing** в визуальной среде Delphi. Программа является универсальной, позволяет создавать тесты по различным разделам обучения. Тест создается с расширением txt и загружается преподавателем перед началом тестирования.

Рассмотрение создания теста:

Структура файла.

- В первой строке файла задается общее количество вопросов в тесте.
- Во второй строке формулируется первый задаваемый вопрос.
- Последующие три строки заполняются вариантами ответов (в данной программе предусмотрено 3 варианта ответа), один из которых верный.
- В строке с верным ответом проставлен знак «+», который считывается программой.
- Пункты 2-4 повторяются столько раз, сколько вопросов в тесте.

Рассмотрение работы с программой:

1. Начальной формой программы тестирования является окно регистрации (рис. 1). Главными реквизитами формы являются: Группа, Фамилия и Имя тестируемого. Для запуска теста необходимо нажать на кнопку «Начать».

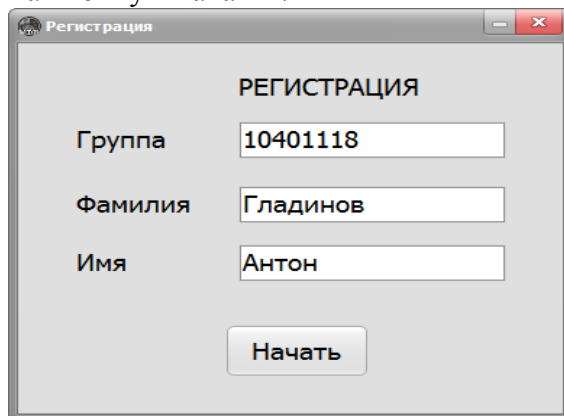


Рисунок 1-. Окно регистрации.

2. Вторая форма – форма самого тестирования. При переходе на нее – высвечивается сообщение с указанием дальнейших действий (рис.2). Тест может быть жестко привязан к программе или подгружаться в момент начала тестирования. В рассматриваемом варианте тестирования оставляем возможность выбора варианта тестирования самим учащимся. Тесты ранее разработаны коллективом преподавателей Республиканского института информационных технологий и опубликованы в [1]

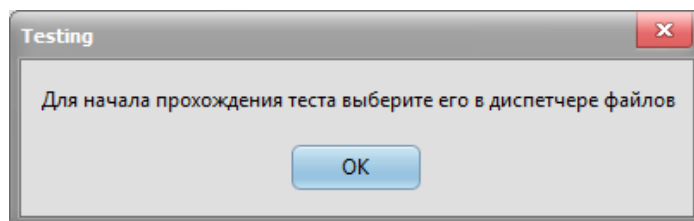


Рисунок 2 - Предварительное окно выбора файла теста

3. Открытие теста происходит по нажатию клавиши «Открыть тест». Эта кнопка размещена в верхнем углу диалогового окна. Далее в диспетчере файлов указывается путь к самому файлу теста (рис.3).

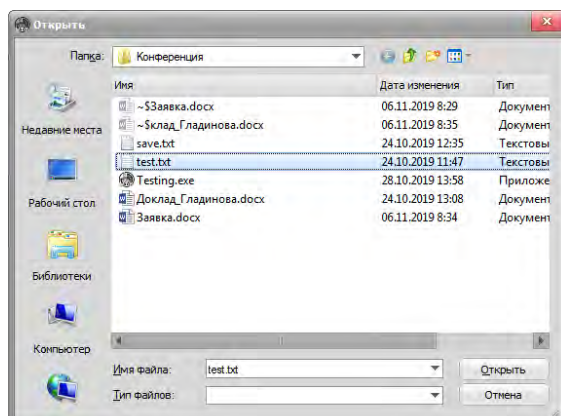


Рисунок 3 -. Стандартное окно Windows диалога Открыть файл

Время для выполнения теста 10 минут, что вполне достаточно для выполнения теста из 26 вопросов. Максимальное количество вопросов в принципе не ограничено. Но с нашей точки зрения оно не должно превышать 100. В противном случае возникнет «стрессовая ситуация», то есть испытуемому не хватит времени на ответы.

4. После корректной загрузки файла с вопросами теста отображается первый вопрос. Вопросы отображаются не в порядке их записи в файле, а выбираются случайным образом. Это дает возможность точнее выявить степень усвоения темы учащимся. При движении мыши цвет варианта ответа изменяется. Щелчок левой клавишей мыши фиксирует вариант ответа. Цвет предполагаемого ответа виден в кружочке, который расположен левее текста ответа. Как видно на рисунке 4, это предполагаемый ответ Tag. После выбора этого варианта ответа происходит автоматический переход к следующему ответу. Возврат к предыдущему вопросу невозможен. Справа сверху отображается время до окончания теста.

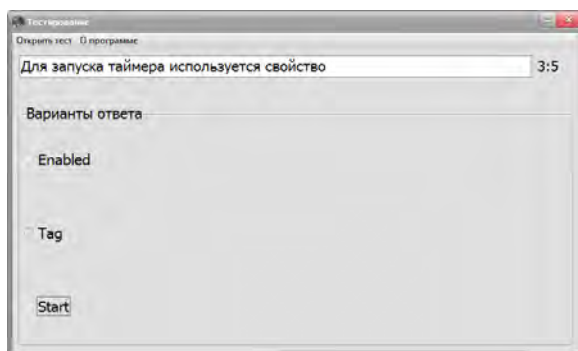


Рисунок 4 -.Пример одного из вопросов тестирования по теме «Визуальное программирование»

5. После достижения последнего вопроса и ответа на него, отображается результат прохождения теста. Он выводится в отдельном окне (рис.5).

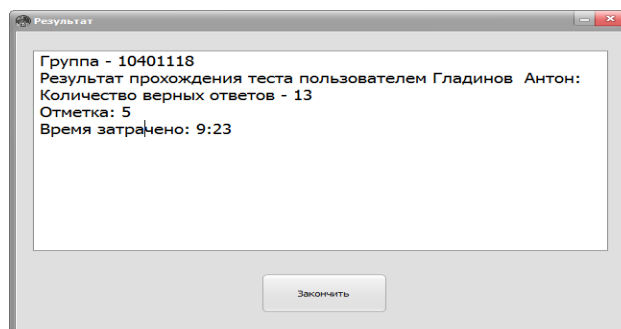


Рисунок 5 - Результат тестирования

6. В файле «save.txt» отображаются результаты тестирования всех учащихся и время понадобившиеся на прохождения данного теста.

Преподаватель может проанализировать полученную информацию и сделать выводы от степени усвоения материала. И при необходимости провести корректировку курса или назначит повторное тестирование.

Список использованных источников.

1. Сидорик, В.В. Тестовые задания по информационным технологиям: учебно-методическое пособие/ В.В. Сидорик, В.В. Мельниченко [и др.] Минск, БНТУ, 2012. – 215 с.

Выбор марки стали и режим термической обработки с помощью компьютерной программы

Студент группы гр. 74-18 Муротов А.С.

Научный руководитель Умарова М.А.

Ташкентский государственный технический университет
г. Ташкент

Абразивный износ является самым разрушительным и поэтому ежегодно расходуется большое количество металла для изготовления запасных частей. Для изготовления таких деталей используют средне - и высокоуглеродистые стали типа 40Г, 45, 65Г, 70Г, Л53, Л65, Ст6 и др., которые термически обрабатываются на высокую твердость. Даже в этом случае нет достаточных обоснований правильности выбора материала и способа упрочнения [1].

Выбор сталей и методов упрочнения производится главным образом на основе многолетнего опыта производства и эксплуатации сельскохозяйственных и почвообрабатывающих машин. С целью повышения износостойкости делались попытки использовать высокоуглеродистые хромистые стали типа ХФ, ХГ, ШХ15, Х6Ф1, Х12Ф1 и др., однако они не получили ожидаемых результатов, т.к. не окупалась стоимость самого изделия [1].

Вышеуказанное положение усугубляется в ремонтном производстве из - за недостатка или отсутствия необходимых марок сталей. Любая замена стали или способа упрочнения должны быть обоснованы достаточно длительными эксплуатационными испытаниями. В противном случае результаты таких замен будут непредсказуемыми в части износостойкости и долговечности.

В настоящей работе сделана попытка решить одновременно две задачи:

- повысить абразивную износостойкость сталей для деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин термической обработкой с введением операций предварительной подготовки структуры по экстремальным режимам;
- установить эмпирические зависимости износостойкости сталей от параметров их структуры и на этой базе создать компьютерную программу по вычислению необходимых марок стали, способов упрочнения для обеспечения требуемого уровня износостойкости.

На основе полученных зависимостей разработать алгоритм и программу расчетов для компьютера по выбору сталей и режим термического упрочнения для достижения требуемого уровня износостойкости, т.е. проводить замену марки стали, режимов ее термического упрочнения уже с предсказуемыми результатами в части износостойкости.

Объектами исследований были образцы средне - и высокоуглеродистых сталей 45, 65Г, У8. Для получения сравнительных данных использовали образцы из стали 35, Ст5Гпс и технического железа. Техническое железо использовали в качестве эталонного материала, а Ст5Гпс как сталь, которую можно закалить на мартенсит при минимальном содержании углерода ($C = 0,28\%$).

Предварительная термическая обработка может существенно влиять на свойства сталей после окончательной термической обработки. Поэтому термическую обработку образцов проводили по следующим режимам:

- предварительная термическая обработка заключалась в проведении нормализации с различных температур нагрева, начиная с обычно принятой для каждой марки стали (A_{c3} (или A_{c1}) + 30 ÷ 50 °С), до 1000, 1100, 1150 и 1200 °С;
- завершающая термическая обработка заключалась в проведении повторного нагрева до температур обычно принятых для закалки каждой марки стали, закалочного охлаждения на мартенситную структуру (стали 35, 45, У8 - в воде, 65Г - в масле, Ст5Гпс в 10% растворе NaCl в воде) и последующий отпуск при 200 °С.

Завершающая термическая обработка обеспечивала примерно одинаковый размер зерна аустенита (внутри каждой марки стали), минимальное количество остаточного аустенита, но разный уровень дефектности кристаллического строения α - фазы.

Испытания на изнашивание проводили при трении скольжения по незакреплённому абразивному материалу на установке ПВ - 7. Все образцы до и после испытаний взвешивали на аналитических весах ВЛА-200г-М, повторяемость опытов равнялась 5. На тех же образцах определяли параметры структуры: размер зерна аустенита и плотность дислокаций.

Стали после нормализации в структуре имели некоторое отклонение от равновесного состояния, заключающееся в увеличении доли перлитной составляющей с ростом температуры нормализации. Одновременно наблюдался резкий рост аустенитного зерна при нагреве под нормализацию до температур 1000 °С выше, а плотность дислокаций менялась по экстремальной зависимости (рис.).

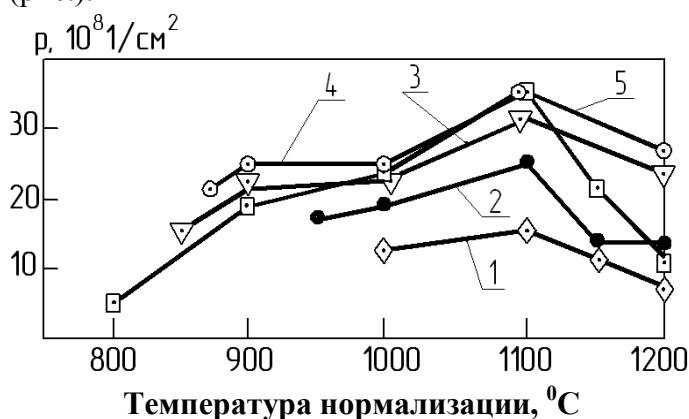


Рисунок 1 - Влияние температура нагрева при нормализации на плотность дислокаций ρ .

1 – техническое железо, стали: 2 – Ст5Гпс, 3 – 35, 4 – 45, 5 – У8

Образование экстремума объясняется тем, что при нагреве под нормализацию в районе температур 1100°С происходит растворение в аустените тугоплавких примесных фаз. Начало растворения этих фаз характерно химической микронеоднородностью твердого раствора. При охлаждении, в процессе $\gamma - \alpha$ превращения, формируется структура с повышенным уровнем плотности дислокаций. Дальнейшее повышение температуры нагрева ведет к гомогенизации аустенита и при охлаждении в α - фазе плотность дислокации получается ниже.

Испытания на износ показали, что наименьшее его значение имеет место, если температура предварительной нормализации составляет 1100 °С. Влияние такой предварительной термической обработки оказалось значительным. После завершающей термической обработки величина износа снижалась от 20 до 30 %.

По экспериментальным данным были найдены количественные соотношения между величинами износа и параметрами структуры термически обработанных сталей - плотностью дислокаций, размерами и количеством карбидных частиц, твердорастворным упрочнением. Полученные эмпирические зависимости величины износа от параметров структуры позволили создать алгоритм и программу расчетов по выбору марки стали и режим термического упрочнения для достижения требуемого уровня износостойкости.

Расчеты на компьютере показали, что одному и тому же уровню относительной износостойкости соответствует весьма широкой круг сталей и способов их упрочнения. В настоящее время по этой теме проводятся совместные научно - исследовательские работы с АО «Агрегатный завод» и ТашГТУ.

Литература

1. Бернштейн Д.Б. Абразивное изнашивание лемешного лезвия и работоспособность плуга // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2012. №6. С. 39 - 42.

Расчет концентраций и температур плавления высококремнистых эвтектик в системах РЗМ-Si

Студент гр. 10401118 Гладинев А.Д.
Научный руководитель Зеленин В.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В работе [1] рассмотрен метод расчета концентраций и температур плавления эвтектик в системе La-Si путем её сравнения с известной диаграммой состояния системы Ce-Si и установлено, что эвтектика $\text{LaSi}_2\text{-Si}$ плавится при температуре 1150 °С.

В работе [2] предложен метод расчета температур и концентраций эвтектик в различных двух и многокомпонентных системах. При этом температуру плавления эвтектики $T_{\text{эвт}}$ в двухкомпонентной системе определяют по формуле

$$T_{\text{эвт}} = K_{\text{эт}} (T_1 + T_2), \quad (1)$$

где T_1 и T_2 – температуры плавления образующих эвтектику компонентов; $K_{\text{эт}}$ – коэффициент эвтектической температуры, определяемый по формулам, полученным путем статистической обработки известных диаграмм состояния.

Для случая сочетания переходных металлов с боридами в [2] величину $K_{\text{эт}}$ предложено определять по следующему экспоненциальному уравнению:

$$K_{\text{эт}} = 0,497 \exp(-0,2657X), \quad (2)$$

где X – масштабный температурный параметр, определяемый по формуле

$$X = (T_1 - T_2) / (T_1 + T_2)^{0,74}. \quad (3)$$

Расчет концентрации элементов в эвтектике (в % по массе) проводят по вычисленным значениям эвтектической температуры по формулам:

$$C_{\text{эвт}}^{\text{RSi}_2} = [(T_2 - T_{\text{эвт}}) / (T_1 + T_2 - 2T_{\text{эвт}})] \times 100 \%, \quad (4)$$

$$C_{\text{эвт}}^{\text{Si}} = [(T_1 - T_{\text{эвт}}) / (T_1 + T_2 - 2T_{\text{эвт}})] \times 100 \%. \quad (5)$$

Однако, проверка предложенных уравнений (2) и (3) для эвтектики $\text{CeSi}_2\text{-Si}$ показала, что расчетная эвтектическая температура составила 1304,6 °С, т.е. при действительной температуре $T_{\text{эвт}} = 1200$ °С (см. [3]) ошибка превысила 100 градусов.

Цель работы – уточнить уравнение для расчета коэффициента эвтектической температуры $K_{\text{эт}}$ в высококремнистых эвтектиках $\text{RSi}_2\text{-Si}$ (где R – РЗМ), рассчитать концентрации и температуры плавления высококремнистой эвтектики $\text{LaSi}_2\text{-Si}$ по предложенному в [2] методу.

Воспользовавшись приведенными в [1,3] значениями температур плавления дисилицидов и высококремнистых эвтектик $\text{RSi}_2\text{-Si}$, по формуле (3) были определены величины X_R , а по уравнению (1) – значения коэффициентов эвтектической температуры $K_{\text{эт}}$, сведенные в таблицу.

Таблица.

Система	$T_{\text{эвт}}$, °С	T_1 (RSi ₂), °С	$C_{\text{эвт}}^{\text{Si}}$, ат%	X_R	$K_{\text{эт}}$
LaSi ₂ -Si	1150*	1520	85	0,288	0,392
CeSi ₂ -Si	1200	1620	87	0,546	0,3955
PrSi _{1,8} -Si	1212	1712	83	0,773	0,388
HoSi ₂ -Si	1185	1270**	73 (31,5 мас.%)	0,418	0,440
LuSi ₂ -Si	1170	1286**	77/35	0,433	0,433
TbSi ₂ -Si	1170	1284**	75/34,6	0,434	0,434

* - данные работы [1];

** - температура T_1 рассчитана по уравнению (5) по данным, приведенным в [3].

График зависимости $K_{\text{эт}}$ от температурного параметра X_R для расчета эвтектик $\text{RSi}_2\text{-Si}$ приведен на рисунке.

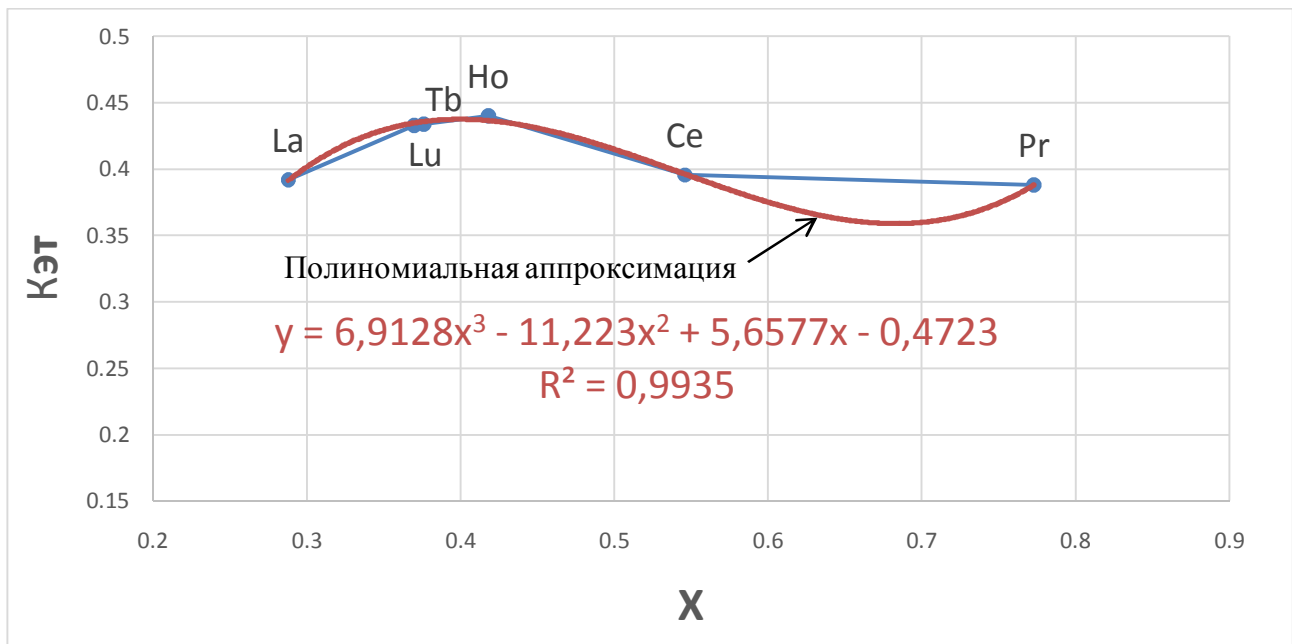


Рисунок. Зависимость коэффициента $K_{эТ}$ от масштабного температурного параметра X для эвтектик RSi_2-Si

Компьютерная аппроксимация полученной зависимости позволила получить уравнение для расчета $K_{эТ}$ с достоверностью $R^2 = 0,9935$:

$$K_{эТ} = 6,9128 X^3 - 11,223 X^2 + 5,6577 X - 0,4723. \quad (6)$$

Расчет по уравнениям (1) и (6) эвтектики $CeSi_2-Si$ показал, что при $K_{эТ} = 0,3962$, $T_{эвт} = 1202$ °С, т.е. абсолютная ошибка составила 2 градуса.

Для системы $LaSi_2-Si$ при определенном по уравнению (6) значении $K_{эТ} = 0,3913$, $T_{эвт} = 1148,1$ °С, что соответствует полученному нами в работе [1] значению (1150 °С).

Принимая, что $T_{эвт}$ в системе $LaSi_2-Si$ равна 1150 °С, определяем концентрации компонентов в ней по формулам (4) и (5):

$$C_{эвт}^{LaSi_2} = [(T_2 - T_{эвт}) / (T_1 + T_2 - 2T_{эвт})] \times 100\% = [(1414 - 1150) / (2934 - 2300)] \times 100 = 41,6 \text{ мас. \% } LaSi_2;$$

$$C_{эвт}^{Si} = [(1520 - 1150) / (2934 - 2300)] \times 100 = 58,4 \text{ \% } Si.$$

В 41,6 мас. % $LaSi_2$ содержится 29,65 мас. % La и 11,95 мас. % Si.

Всего содержание кремния в эвтектике составляет $11,95 + 58,4 = 70,35$ мас. %.

Таким образом, получено уравнение для расчета температур плавления эвтектик RSi_2-Si . Установлено, что температура плавления высококремнистой эвтектики в системе $LaSi_2-Si$, рассчитанная по предложенному уравнению, равна 1150 °С. Состав эвтектики: 29,65 мас. % (7,9 ат.%) La и 70,35 мас. % (92,1 ат. %) Si.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гладинов А.Д. Расчет концентраций и температур плавления эвтектик в системе La-Si / А.Д. Гладинов; науч. рук. В.А. Зеленин, д-р техн. наук – Новые материалы и технологии их обработки: сб. научн. работ XIX Республиканской студенческой науч.-техн. конф. – Минск, 24-25 апреля 2018 г. – Минск. – БНТУ. 2018. – С. 41-44.

2. Крукович М.Г. Расчет эвтектических концентраций и температуры в двух- и многокомпонентных системах / М.Г. Крукович // Материаловедение и термическая обработка металлов. 2005. № 10. С. 9–17.

3. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник: В 3 т. Под общ. ред. Н.П.Лякишева. – М.: Машиностроение, 1996. – 992 с.

Порошковые и композиционные материалы, покры- тия и сварка

В настоящей работе рассматривается технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами (РДС) сантехнических трубопроводов на монтаже. Актуальность этой темы обусловлена тем, что в энергетическом строительстве и реконструкции инженерных коммуникаций домов и других зданий до 10 % трубопроводов не проходят проверку на гидроизоляцию (подача воды под давлением выше эксплуатационной). Как следствие, необходимо производить повторную ремонтную сварку, что влечет дополнительные временные и финансовые затраты при производстве.

Монтаж сантехнических трубопроводов имеет следующие особенности:

1. Ограниченность пространственных положений при сварке (трубопроводы проходят возле стен и в труднодоступных местах);
2. Отсутствие разделки кромок и равномерного зазора из-за резки и подгонки уже установленных труб;
3. Невозможность механической обработки забракованного шва.

По ГОСТ 3262-75 «Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия» в энергетическом строительстве применяются прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали по ГОСТ 1050-2013 с наружными диаметрами от 10,2 до 65 мм и толщиной стенки от 1,8 до 5,5 мм.

Для выполнения этой задачи, помимо профессиональной пригодности сварщика и слесаря, необходимо соблюдать специальную технологию и параметры сварки.

Рекомендуемые технологические параметры:

1. **Подготовка под сварку:** на торцах труб, подлежащих сварке, с толщиной стенки 5 мм и более, должны быть сняты фаски под углом (35...40)° к торцу трубы. При этом должно быть оставлено торцовое кольцо (притупление кромок) шириной (1...3) мм. Поверхность, прилегающая к шву, должна быть очищена от масел, жиров, ржавчины и грязи до металлического блеска на расстоянии не менее 20 мм от свариваемых кромок;

2. **Электроды.** Рекомендуется применение электродов ESAB ОК 46.00 Ø 2,5 и 3,0 мм. Эти электроды предназначены для сварки конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей с пределом текучести до 380 МПа во всех пространственных положениях на постоянном токе обратной полярности и переменном токе. Эти электроды универсальны. Они обеспечивают хорошие механические свойства шва. Дуга поджигается легко, в том числе, при повторном зажигании. При сварке с помощью электродов этой марки происходит меньшее тепловложение, что делает их более пригодными для заварки широких зазоров. Напряжение холостого хода: 50 В.

Сварочно-технологические свойства данных электродов позволяют варить швы в любом пространственном положении, в том числе и по вертикали сверху вниз и обеспечивают самоотделение шлака. Формирование корня шва исключает необходимость обработки с обратной стороны. Электроды ESAB ОК 46.00 имеют рутилово-целлюлозный тип покрытия и для них важно соблюдение температуры прокалки.

3. **Сварочный ток** при сварке непосредственно на монтаже выбирается исходя из толщины свариваемого металла в потолочном положении. И, как правило, составляет от 70 до 90 А, сварку ведут на постоянном токе обратной полярности.

Рекомендуемая техника сварки. РДС имеет крутопадающую ВАХ (рисунок 1). Следовательно, при уменьшении длины дуги идёт уменьшение напряжения и увеличение сварочного тока, это благоприятно сказывается на работе сварочного аппарата. При сварке в потолочном положении применяется сварка предельно короткой дугой (рисунок 2).

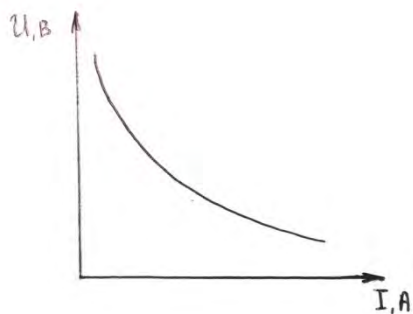


Рисунок 1 - Вольт-амперная характеристика дуги при РДС

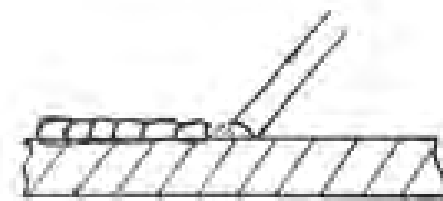


Рисунок 2 - Сварка короткой дугой

Дуга горит в козырьке электродного покрытия, степень защиты сварочной ванны максимальна, дуга поддерживает некоторое время сварочную ванну от вытекания, обусловленного силой тяжести, после чего следует резкий обрыв дуги.

Обрыв дуги делается с целью предупреждения прожогов, вытекания расплавленного металла из ванны и контроля ввода тепла в металл. После небольшой выдержки 1...2 с следует повторно зажечь короткую дугу. Сварку вести при постоянном угле к горизонту (касательной к точке приложения электрода) не более 45° (рис. 3). Сварку ведут из конца 3 сектора, до начала 2 сектора, с целью заварки кратеров и мест, где начиналась сварка.

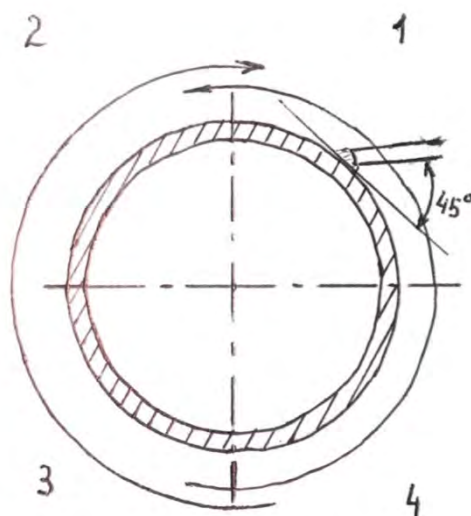


Рисунок 3 - Последовательность сварки кольцевого шва трубы

Выполнение данных технологических рекомендаций обеспечивает стабильное проплавление корневого прохода, а также возможность качественного заполнения разделки кромок в труднодоступных местах и потолочном положении сварки на монтаже сантехнических трубопроводов.

Современное состояние контактной точечной сварки соединений «алюминий-сталь»

Аспирант Караминадик И.

Научный руководитель - к.т.н., доцент Демченко Е.Б.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Основным препятствием получения сварных соединений алюминия и его сплавов со сталями является химическое взаимодействие этих металлов, приводящее к необратимому образованию интерметаллических соединений по линии перехода. В соответствии с диаграммой состояния *Al* с *Fe* образует химические соединения: твёрдые растворы, интерметаллиды и эвтектику. Растворимость *Fe* в твёрдом *Al* весьма незначительна. Граница твёрдого раствора *Fe* в *Al* при температурах (225...600) °С находится при содержании (0,01...0,022) % *Fe*. Растворимость *Fe* в *Al* при эвтектической температуре (654 °С) составляет 0,053 %. При содержании порядка 1,8 % *Fe* (при 654 °С) образуется эвтектика *Al+FeAl₃*. Это и определяет механические свойства сварных соединений.

Поэтому для сварки алюминия с другими металлами необходима разработка такого метода, при котором на границе контакта исключается появление интерметаллических соединений. Для этого используют плакированные *Al*, *Mn*, *Zn* стальные детали или прокладки в виде фольг на основе *Al-Si* и др., биметаллические прокладки *Al-Cm*, полученные самыми разными способами.

Авторы [1] проводили исследование точечной сварки импульсами с высокой плотностью тока (30...65) кА, создаваемыми разрядами конденсатора листов толщиной 1 мм из сплава *Al-2,7Mg* со сталью, плакированной сплавом *Al-30Mn* в листах толщиной 0,8 мм с размещением между ними фольги толщиной (3...100) мкм из сплава *Al-Si* (11 %). Длительность полуволны импульса 1,3 мкс, электрод диаметром 4 мм из *Cu-1Cr* сплава. Установлено, что разрушение при растяжении происходит по *Al*, а фольга при толщине более 50 мкм и *Al-Mn* покрытие при сварке расплавляются и выдавливаются из зоны контакта, что приводит к непосредственному соединению алюминиевого сплава со сталью.

В работе [2] описана сварка алюминия *Al* со сталью *St* с применением промежуточной прокладки из биметалла *Al-Cm*. Промежуточная прокладка в виде ленты имеет ширину (20...30) мм и толщину (1,0...1,3) мм. При изготовлении прокладки ленты *Al* и *St* накладывают один на другой и соединяют прокаткой. Затем выполняют прокатку с обжатием до 50 % с образованием молекулярного склеивания в зоне соединения *Al-Cm*. После прокатки выполняют термообработку в печи для снижения внутренних напряжений. При соединении деталей из *Al* со *St* между ними устанавливается промежуточная прокладка из *Al-Cm*, и выполняется контактная точечная сварка. Способ разработан для автомобилестроения при соединении кузова из *Al* с опорами из *St*. Точечные соединения после испытаний на отрыв показали хорошую работоспособность.

Авторами работы [3] разработана технология точечной сварки *Al* со *St* путём размещения между ними биметаллической *Al-Cm*-прокладки, полученной совместной прокаткой этих металлы с последующей термообработкой биметалла. Прокладки располагают между свариваемыми деталями таким образом, чтобы контактировали между собой одноименные металлы. Установлено, что испытания деталей на коррозию и на вибрации дали положительные результаты с целью замены в автомобилестроении стальных деталей на алюминиевые.

В работе [4] рассматривается весьма перспективное внедрение *Al*-листа в автомобилестроение. Для решения задачи исследовали технологию, которая предусматривает получение прокаткой 0,8 мм листа *Fe-Al*-биметалла, закладываемого между 1 мм листом *Al* и 0,8 мм листом стали при контакте слоёв с одноименными металлами. Затем производят контактную точечную сварку с образованием литых ядер между соединяемыми листами и соответствующим слоем биметалла. В *Al*-листе непосредственно под литым ядром наблюдается появление трещины, обусловленное, снижением прочности на отрыв в связи с образованием ин-

терметаллидного слоя на поверхности биметалла. Так как *Al* обладает меньшим, чем сталь пределом прочности на срез, разрушение происходит в *Al*.

Предложен способ контактной точечной сварки *Al* со *St* внахлестку [5], отличающийся тем, что между соединяемыми материалами помещают прокладку из биметалла, располагая рядом одинаковые материалы. Сначала пропускают ток, соответствующий необходимой для сварки *St* погонной энергии, а затем уже пропускают ток, обеспечивающий сварку *Al*. При этом при сварке *St* ток пропускают в направлении от *St* к *Al*, при сварке *Al* - наоборот. Приведено 9 примеров сварки *Al* 5083 толщиной 1 и 4 мм со *St* SUS 304 толщиной 0,8 мм и 1 мм и оцинкованной *St* толщиной 0,8 мм. Рассмотрен биметалл прокладки: чистый *Al* толщиной 1,5 и 3,5 мм, сплав *Al* 3003 толщиной 1,5 мм и *St* SUS 304 толщиной 0,3 и 0,5 мм. Приведён режим сварки: сила давления на электроды 300 кг, ток для сварки *St* (12...14) кА - 4 цикла, ток для сварки *Al* (23...25) кА - 4 цикла. Радиус кривизны рабочей поверхности электрода 100 мм. Предложенный способ сварки исключает появление дефектов сварки в виде отслоений, трещин, изменения окраски поверхности металла, деформации изделия.

Благодаря применению промежуточной биметаллической ленты, полученной совместной прокаткой стали и алюминия удалось получить удовлетворительное точечное соединение стали и алюминиевого сплава [6]. При сварке создаются два отдельных ядра на границах алюминий-алюминий и сталь-сталь. При ограничении тепловложения можно избежать диффузионного образования интерметаллидного слоя на внутренней границе биметаллической вставки. Статические и динамические испытания таких соединений показали, что точечные соединения по прочности сравнимы с клёпаными.

Были предложены несколько процессов *RSW*, основанных на использовании промежуточного слоя между алюминиевым сплавом и стальными листами. В работе [7] использовали 0,3 мм *Al*-12Si фольгу марки 4047 в качестве промежуточного слоя между оцинкованным 1,0 мм стальным листом *H220YD* и 1,5 мм листом алюминиевого сплава марки 6008. Получен тонкий слой интерметаллидных включений (*IMC*) (0,5...1,5) μm . Максимальное растягивающее усилие на срез составило 6,2 кН; однако при этом всегда имели место разрывы слоя *IMC*. В работе [8] также достигли эффективного точечного соединения при использовании тонкого промежуточного слоя сплава *Al*-20Mg, которое гарантировало лучшие прочностные свойства по сравнению с соединениями *Al*-*St* без сваренного при тех же условиях промежуточного слоя.

Следует отметить, что в большинстве случаев биметаллический промежуточный элемент (плакированный алюминией лист стали) использовался, чтобы увеличить совместимость между сталью и алюминиевым сплавом и улучшить механические свойства соединения. Чтобы достигнуть качества такого соединения, авторы работ [9-11] установили, что толщина алюминиевого покрытия должна составить (40...60) % полной толщины биметаллического элемента. Этот промежуточный элемент обычно изготавливался прессованием, прокаткой, механической сваркой.

Анализ литературных источников позволил выявить направление исследований в области контактной точечной сварки для получения изделий из разнородных материалов на основе соединения «алюминий-сталь».

Список литературы

1. Разработка технологии соединения листов алюминия и плакированной стали. *Development of joint technology on aluminum and plated steel sheets /Kigoguki Kukui, Masaniri Jasyuyuta, Takao Taka, Kazuhiro Ogawa //Sumimoto Search. -1997. -N59. p.35-38.*
2. Сварные соединения алюминий-сталь: и это возможно. *Aluminium-Stahl-Schweissverbindungen: Und es geht doch //Autotechnik. - 1994. - 43, N11-12. - p.18-19.*
3. Применение переходной [биметаллической] прокладки позволяет производить точечную сварку алюминия со сталью. *Transition material improves spot welding of aluminum to steel //Weld J.-1994. -73.-N6.-p.71-73.*

4. Соединение [контактной сваркой] разнородных металлов с применением биметаллов. *Join dissimilar metals with clad metal //Weld. J.* -1994 .-73, N2. -p.14.
5. Способ контактной сварки внахлестку алюминия со сталью. Заявка 455066 Японии, МКИ5 В 23 К 11/11, В 23 К 11/20 / Такахаси Хидэдзи, Оути Сэзиро, Сасабэ Сэйдзи; К.к. Кобэ сэйкосё.- № 2-166512; Заявл. 25.6.90; Опубл. 21.2.92 // Кокай токкё кохо. Сер 2(2). - 1992 .- 12 .- С.399-402 .
6. *Resistance spot welding of aluminium alloy to steel with transition material - from process to performance. Pt 1. Experimental study / X. Sun, E. V. Stephens, M. A. Khaleel et al. // Welding J.* -2004. -N6. -P.188s-195s.
7. Zhang, W.; Sun, D.; Han, L.; Liu, D. *Interfacial microstructure and mechanical property of resistance spot welded joint of high strength steel and aluminium alloy with 4047 AlSi12 interlayer. Mater. Des.* 2014, 57, p.186-194.
8. Ibrahim, I.; Ito, R.; Kakiuchi, T.; Uematsu, Y.; Yun, K.; Matsuda, C. *Fatigue behaviour of Al/steel dissimilar resistance spot welds fabricated using Al-Mg interlayer. Sci. Technol. Weld. Join.* 2016, 21, p.223-233.
9. Haynes, G.; Jha, B. *Joining aluminum to steel with transition material. SAE Technical Paper, 1 March 1999; No.1999-01-0660.*
10. Haynes, G.; Haynes, M.; Jha, B. *Applications for Clad Metals in the Automotive Industry; SAE Technical Paper, No.2000-01-0312; SAE International: Warrendale, PA, USA, 2000.*
11. Oikawa, H.; Ohmiya, S.; Yoshimura, T.; Saitoh, T. *Resistance spot welding of steel and aluminium sheet using insert metal sheet. Sci. Technol. Weld. Join.* 1999, 4, p.80-88.

Совершенствование технологии сварки оголовка буронабивных свай для строительства фундаментов

Студент гр. 30403114 Н.А. Викторов
Научный руководитель – к.т.н. Гольцова М.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Основой для зданий, дорог, насыпей и плотин, подземных сооружений (тоннелей, трубопроводов, хранилищ) является грунт. Из инженерной геологии известно, что грунт — это многокомпонентная динамичная система (горные породы, почвы, осадки и техногенные образования), рассматриваемая как часть геологической среды и изучаемая в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека.

Структурно-неустойчивыми называют такие грунты, которые обладают способностью изменять свои структурные свойства под влиянием внешних воздействий с развитием значительных осадок, протекающих, как правило, с большой скоростью [1]. В Республике Беларусь к таким грунтам можно отнести водонасыщенные грунты. Одними из перспективнейших технологий возведения фундаментов на структурно-неустойчивых грунтах являются свайные технологии.

Существует большой выбор свайных фундаментов, одним из которых является фундамент на буронабивных сваях. Благодаря тому, что конструкция имеет расширение у основания, повышается стойкость к высоким нагрузкам и температурным перепадам. К тому же, буронабивные сваи могут применяться на косогорах. Ценность технологии состоит в том, что при проведении работ оказывается минимальное воздействие на грунт и здания, находящиеся в непосредственной близости от участка застройки.

Оголовок буронабивной сваи является элементом, на который впоследствии устанавливают строительные плиты. От точности его сборки зависит точность всей последующей строительной конструкции. Сборку оголовка буронабивной сваи осуществляют с помощью сварочной технологии.

Материал, который используется для изготовления оголовка сваи – сталь марки 09Г2С, конструкционная низколегированная обыкновенного качества. Эта сталь является морозостойкой, а содержание легирующих элементов в ней, согласно ГОСТ 380-2005, не превышает 2,5%. Сталь 09Г2С – наиболее популярный материал для несущих и нагруженных элементов строительных конструкций, важнейшим достоинством которого является отсутствие ограничений в свариваемости: сварку можно производить без предварительного подогрева металла, равно как и без последующей его термообработки.



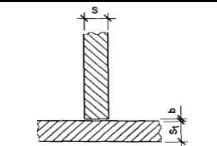
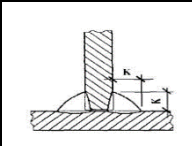


В настоящее время для изготовления оголовка сваи используется способ дуговой сварки. Основные сварные соединения, а именно потолочный шов пластины к трубе и вертикальный и потолочный швы так называемой косынки к трубе и пластине выполняются с использованием ручной дуговой сварки. Электрическая дуга горит между электродом и свариваемым металлом в газовом облаке, образованном в результате плавления и испарения покрытия электрода и металла. При гашении электрической дуги образуется шлаковая корка, которая отделяется от поверхности шва.

Анализ действующей технологии изготовления оголовка сваи показал, что можно внести ряд технологических решений, которые должны уменьшить трудоёмкость изготовления, уменьшить время на изготовление одного оголовка сваи и, как следствие, повысить качество продукции.

Так, наиболее выгодным способом сварки стали 09Г2С для оголовков свай должна быть механизированная сварка по ГОСТ 14771-76 в смеси $\text{CO}_2 + \text{Ar}$, поскольку производительность сварки в смеси газов в 3-5 раз выше, чем при ручной сварке покрытыми электродами, а стоимость наплавки 1 кг металла при сварке в смеси газов в 2-2,5 раза меньше, чем при ручной сварке. Логично, что изменение способов сварки влечет за собой изменение сварочного оборудования и сварочных материалов.

Анализ действующей конструкции оголовка сваи показал, что наличие специальных «косынок», центрирующих рабочую плиту, увеличивает трудоёмкость изготовления сваи. Изначально убрать косынки не представлялось возможным, т.к. они позволяли избежать погрешности кривизны шнека. Поэтому был разработан специальный «центратор» – механизм, благодаря которому проводится центрирование сваи относительно рабочей плиты. Использование центратора позволяет проводить сварку конструкции без дополнительных затрат на приваривание центрирующих косынок. Режимы сварки, рассчитанные для каждого соединения в базовом варианте (с косынками) и проектном (с использованием центратора) представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры сварных швов, соединяющих элементы конструкции

№ п/п	Свариваемые детали	Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Длина шва, мм	Площадь поперечного сечения сварного шва, мм	Количество проходов
			кромки свариваемых деталей	шва сварного соединения, мм			
С косынками							
1	Труба сваривается с пластиной	T1Δ6			1338	24,3	1
2	Косынки свариваются с трубой	T3Δ6			3200	48,6	2
С использованием центратора							
1	Труба сваривается с пластиной	T1 Δ6			1338	24,3	1

Экономические расчеты показали, что предлагаемый вариант совершенствования технологии сварочного производства оголовков буронабивных свай позволяет снизить себестоимость производимой продукции, повысить рентабельность производства, сократить длительность сварочных операций, уменьшить вес конструкции.

Литература:

[1] Иоффе М.А., Глотов Д.А., Сафронов В.В. [и др.] Особенности строительства жилых зданий в условиях Севера // Научное сообщество студентов: Междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. V междунар. студ. науч.-практ. конф. № 2(5). URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/2\(5\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/2(5).pdf) (дата обращения: 28.04.2019).

Листопрокатный валок – рабочий орган прокатного стана. Листопрокатным валком выполняется основная операция прокатки – деформация (обжатие) металла для придания ему требуемых размеров и формы. Прокатный валок состоит из трех элементов: бочки, двух шеек (цапф), приводного конца валка (трефа). При работе в основном происходит износ бочки.

Износ деталей является результатом изнашивания — процесса разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и (или) накопления его остаточной деформации при трении. Процесс реализуется в паре трения (сопряжении) — совокупности двух подвижно сопряженных поверхностей в реальных условиях эксплуатации и проявляется в постепенном изменении размеров и (или) формы тела. Виды разрушения поверхностей деталей при трении многообразны, что связано с совокупным действием механических, физико-химических, электрохимических и других процессов при контакте и условиями окружающей среды (температуры, влажности и т. п.). Основными факторами, определяющими повреждение поверхностей и износ, являются: пластические деформации, разрушение микронеровностей и оксидных пленок в результате внедрения отдельных участков поверхности одной детали в сопряженную поверхность другой детали и их взаимного смещения; адгезионное схватывание и перенос металла с одной детали на другую; наводороживание и окислительные процессы; разрушение «мостиков» схватывания и др.

Материал листопрокатного валка – сталь 50.

Наплавка – это процесс нанесения слоя металла заданного состава на поверхность деталей. Возможны следующие схемы формирования химических связей между металлом детали и наплавляемым металлом.

Наиболее распространенной является схема наплавки с образованием ванны жидкого металла, которая состоит из расплавленного присадочного металла и частично оплавленного основного металла изделия.

Также возможна схема, когда расплавляется только присадочный металл, а поверхность детали нагревается до температур смачивания. Данная схема характеризуется тем, что наплавляемый металл практически не разбавляется металлом изделия. Однако данная схема имеет некоторые недостатки, связанные с более низкой надежностью формирования химических связей и трудностью контроля.

Третья схема образования химических связей заключается в том, что соединение образуется в твердой фазе принудительным формованием нагретых до пластического состояния присадочного металла и поверхностного слоя металла детали.

Как правило наплавку используют для восстановления исходных размеров детали или придания особых свойств поверхностному слою изделия. При восстановлении исходных размеров деталей в качестве присадочного обычно используют тот же металл или близкий по химическому составу к основному металлу изделия.

Для придания особых свойств используются присадочные материалы химический состав которых может сильно отличаться от химического состава основного металла.

В промышленности используются разнообразные наплавочные материалы: углеродистые, легированные, высоколегированные стали, сплавы на основе цветных, тугоплавких металлов. Выбор материала осуществляется в зависимости от требований, предъявляемых к данным деталям. При использовании способов наплавки плавлением присадочный металл неизбежно разбавляется металлом детали, что приводит к изменению его химического состава, а следовательно физико-механических свойств, что в некоторых случаях является нежелательным явлением. В этих случаях изыскивают режимы и технологические приемы, или

применяют другие методы получения поверхностного слоя обеспечивающие малую долю участия основного металла в образовании соединения. Доля участия основного металла m может определяться глубиной проплавления, которая зависит от характера передачи теплоты от источника нагрева и силового воздействия источника на металл.

Способ восстановления наплавкой выбирают в зависимости от конфигурации наплавляемой поверхности, серийности производства, наличия оборудования, требований к качеству наплавленного слоя.

Ручная дуговая наплавка штучными электродами является наиболее распространенным способом благодаря простоте и возможности наплавления любой формы детали. При этом способе используют электроды требуемого состава диаметром от 3 до 6 мм. Наплавку ведут короткой дугой на минимальном токе. Для повышения производительности можно применять наплавку пучком электродов и трехфазной дугой [1].

Автоматическая наплавка под слоем флюса является производительным процессом. Этим способом можно наплавлять плоские поверхности и тела вращения. Отличительной особенностью процесса является получение качественного наплавленного слоя, отличающегося хорошим внешним видом. Наплавку ведут при использовании как плавящихся, так и керамических флюсов в сочетании с низкоуглеродистой, легированной или порошковой проволокой. Состав флюса и электродной проволоки выбирают в зависимости от требований к наплавленному слою. Автоматической дуговой наплавкой под флюсом при использовании обычных режимов обеспечивают $m=0,45-0,65$. Введение в зону дуги дополнительной изолированной присадочной проволоки позволяет снизить m до 0,17 [2].

Дуговую наплавку в газовой среде выполняют с использованием как инертных, так и активных газов. Наплавку в защитных газах применяют в тех случаях, когда затруднена или невозможна подача флюса и удаление шлаковой корки. Наплавку легированных и высоколегированных сталей в инертных газах производят как плавящимся, так и неплавящимся электродом. В качестве инертного газа в этом случае используют аргон или его смесь с гелием. При использовании обычных режимов, характерных для сварки в защитных газах, доля участия основного металла $m=0,45-0,65$. Преимуществом данного вида наплавки является возможность наплавки деталей в различном пространственном положении, а также деталей сложной формы [1].

Электрошлаковую наплавку металла применяют, например, для наплавки больших поверхностей различными износостойкими сплавами, а также сплавами с особыми свойствами. В качестве присадочного металла, наряду с проволочными и пластинчатыми электродами, могут применяться электроды сложной формы [2].

Для наплавки листопрокатного валка с учетом его диаметра выбираем автоматическую дуговую сварку под слоем флюса. В качестве наплавочной проволоки с учетом механических свойств, назначения и твердости материала восстанавливаемого изделия выбираем Нп-30ХГСА по ГОСТ 10543-82 и плавящийся кремне-марганцовистый флюс, разработанный на кафедре «Технологические машины и оборудование». Технология наплавки валков внедрена в СП ООО «Ташкентский трубный завод».

Библиографический список

1. Абралов М.А., Эрматов З.Д., Дуняшин Н.С. Технология и оборудование сварки плавлением. - Ташкент: ТашГТУ, 2008 – 130с
2. Абралов М.А., Дуняшин Н.С., Эрматов З.Д., Абралов М.М. Технология и оборудование сварки плавлением – Т: Comron press, 2014 – 420 с.

Ударная прочность эмалевых покрытий на листовой стали

Студент гр. 10404115 Кижапкин С.А.

Научный руководитель - Иванов И. А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Поиск патентов на тему измерения ударной прочности эмалевых покрытий на листовой стали проводился в патентных базах различных стран. Из изученных патентов можно выделить следующие подходы к разработке способов испытания эмалевого покрытия на листовой стали на ударную прочность. Известен способ динамических испытаний эмалевых покрытий, по которому эмалированный с одной стороны образец разгоняют до определенной скорости, а затем тормозят за счет взаимодействия образца с препятствием. В момент торможения движения образца возникает значительная сила инерции, которая и отрывает покрытие. Однако этот способ позволяет оценить только адгезионные свойства покрытия, а не его собственную ударную прочность. Наиболее близким по технической сущности является способ испытания на ударную прочность эмалевого покрытия на листовой стали, по которому эмалированный с одной стороны образец устанавливают на опору и подвергают воздействию сферическим бойком с диаметром 20...50 мм. Недостатком данного способа является низкая точность испытания эмалевого покрытия на тонколистовой стали за счет того, что при ударе бойком по образцу возникают значительные деформации металлической основы, при этом именно деформация металла, а не само воздействие удара непосредственно на образец является основной причиной разрушения эмалевого слоя. Поэтому разрушение покрытия оказывается распределенным на относительно большой площади, определяемой величиной продавливаемой в тонколистовой стали лункой. Кроме того, в значительной степени сложно установить образец на опору так, чтобы он прилегал всей поверхностью к опоре, так как образцы при обжиге покрытия коробятся. Повышение точности испытания эмалевого покрытия на тонколистовой стали достигается тем, что используют образец со свободными от покрытия краями. Его устанавливают на опору, имеющую сферическую рабочую часть, фиксируют края образца тремя эластичными зажимами, которые располагают симметрично относительно опоры в положениях, соответствующих пространственной форме образца после нанесения покрытия, а удар наносят в точке покрытия, противоположной точке контакта образца с опорой. Способ реализуется следующим образом. Используют эмалированный с одной стороны образец, края которого оставляют свободными от покрытия во избежание сдавливания даже небольших участков покрытия в зажимах. Устанавливают образец неэмалированной стороной на опору, имеющую сферическую рабочую часть, непосредственно под точкой нанесения удара, фиксируют края образца тремя эластичными зажимами, которые располагают симметрично относительно опоры в положениях, соответствующих пространственной форме образца после нанесения покрытия, чтобы уменьшить опасность случайного деформирования образца. После установки образца наносят удар в точку покрытия, противоположной точке контакта образца с опорой, сферическим бойком с диаметром 20...50 мм. Повышение точности испытаний эмалевого покрытия на тонколистовой стали обеспечивается за счет фиксации образца в точках, соответствующих искаженной его форме, исключая предварительное напряженно-деформированное состояние образца, и нанесения удара непосредственно в точке контакта образца с опорой, исключая деформацию металлической основы образца.

Работа выполнена в рамках учебных занятий по дисциплине «Основы научной и инновационной деятельности» на кафедре «Машины и технология литейного производства» Белорусского национального технического университета.

К вопросу расчета массы компонентов в металлической ванне при ручной дуговой сварке

Магистрант гр. 141-19 ММЖФТу А. Саидахматов
 Научный руководитель - доц., к.т.н. Н.С. Дуняшин
 Ташкентский государственный технический университет,
 Узбекистан, г. Ташкент

По официальным данным, потребность Узбекистана в сварочных электродах составляет 14,5 тыс. тонн. Их импорт превысил \$12 млн. Основными производителями электродов в Республике Узбекистан являются СП ООО «Ташкентский трубный завод имени В.Л. Гальперина» (объем производства 2 тыс. тонн), АО «Узметкомбинат» (1,2 тыс. тонн), ПО «Навойский механический завод» ГП НГМК (0,5 тыс. тонн). Однако отсутствие научного сопровождения при изготовлении электродов и качественных соответствующих материалов для покрытия не только снижает качество производимой продукции, а также приводит к уменьшению ее доли на внутреннем и внешнем рынках. Основной причиной этому является научно-необоснованный подход к разработке шихтовой композиции для покрытия электродных проволок. [1,2].

Для решения данной проблем, разработана математическая модель формирования химического состава литого металла шва, основанная на классификации компонентов покрытия электрода при ручной дуговой сварке, в которой определяются [2]:

1. Масса каждого элемента, попадающего в расплав из стержня:

$$m_{E_z}^{cm} = \frac{m_{эл}}{1 + k_{mn}} \cdot \frac{E_z^{cm}}{100} \quad (1)$$

Масса каждого ферросплава, содержащегося в покрытии:

$$m_{E_z}^{фер_k} = m_{нок} \cdot \frac{\% фер_k}{100} \quad (2)$$

$$m_{нок} = \frac{k_{mn}}{(1 + k_{mn}) \cdot (1 + 0,01\alpha \cdot \beta)} m_{эл}, \quad (3)$$

где α - содержание связующего (жидкого стекла) в покрытии электрода, мас.%;
 β - массовая доля сухого остатка связующего, вычисленная по формуле:

$$\beta = 0,59\gamma_{ce} + 0,028m - 0,535, \quad (4)$$

где γ_{ce} – плотность связующего, г/см³;

m – модуль связующего.

2. Масса элемента E_z , образующаяся при плавлении ферросплавов в покрытии электрода:

$$m_{E_z}^{фер} = \frac{k_{mn}}{(1 + k_{mn}) \cdot (1 + 0,01\alpha \cdot \beta)} m_{эл} \sum_{k=1}^l \frac{\% фер_k}{100} \cdot \frac{[E_z]_k}{100} \quad (5)$$

3. Масса элемента E_z , восстановленного из шлака:

$$m_{E_z}^{шл} = m_{E_r}^{шл.мин_j} + m_{E_r}^{жс} \quad (6)$$

Масса элемента E_z , образующегося при восстановлении из неметаллических компонентов покрытия.

$$m_{E_r}^{шл.мин_j} = \frac{m_{эл} \cdot k_{МП}}{(1 + k_{МП}) \cdot (1 + 0,01\alpha \cdot \beta)} \cdot \sum_{k=1}^p \frac{\%шл.мин_j}{100} \cdot \frac{(E_{zn} O_m)_j}{100} \cdot \frac{M_{E_r}}{M_{E_{zn} O_m}} \quad (7)$$

Масса элемента E_z , образующегося при восстановлении из сухого остатка жидкого стекла в покрытии:

$$m_{E_r}^{жс} = \frac{m_{эл} \cdot k_{МП}}{(1 + k_{МП}) \cdot (1 + 0,01\alpha \cdot \beta)} \cdot \frac{\alpha \cdot \beta}{100} \cdot \frac{(E_{zn} O_m)_j}{100} \cdot \frac{M_{E_r}}{M_{E_{zn} O_m}} \quad (8)$$

$$m_{E_z}^{шл} = \frac{m_{эл} \cdot k_{МП}}{(1 + k_{МП}) \cdot (1 + 0,01\alpha \cdot \beta)} \cdot \frac{M_{E_{я}}}{M_{E_{zn}O_m}} \left(\sum_{k=1}^p \frac{\%шл.мин_j}{100} \cdot \frac{(E_{zn}O_m)_j}{100} + \frac{\alpha \cdot \beta}{100} \cdot \frac{(E_{zn}O_m)_j}{100} \right)$$

4. Масса компонента в металлической (сварочной) ванне:

$$m_{E_z} = \frac{m_{св.ванны} \cdot [E_z]_{распл}}{100} \quad (9)$$

где $m_{св.ванны}$ – масса сварочной (металлической) ванны, кг; $[E_z]_{распл}$ – концентрация компонента Ez в сварочной ванне, мас. %.

5. Коэффициент потерь металла при сварке (наплавке) покрытыми электродами:

$$k_{пот}^{Me} = \frac{m_{стер} + m_{ч.м.} + m_{фер} + m_{ме}^{шл.мин} + m_{ме}^{шл.иск.вещ} - m_{напл.ме}}{m_{стер} + m_{ч.м.} + m_{фер} + m_{ме}^{шл.мин} + m_{ме}^{шл.иск.вещ}} \quad (10)$$

где $m_{ме}^{шл.мин}$ – масса металла, восстановленного из шлака и перешедшего в сварочную ванну, кг.

6. Коэффициент потерь шлака при сварке (наплавке) покрытыми электродами:

$$k_{пот}^{шл} = \frac{m_{шл} - m_{шл}^{эксп}}{m_{шл}} \quad (11)$$

где $m_{шл}$ – масса шлака, образовавшегося при плавлении 100 г электрода, полученная расчетным путем, кг;

$m_{шл}^{эксп}$ – масса шлака, образовавшегося при плавлении 100 г электрода, полученная из эксперимента, кг.

$$m_{шл} = m_{пок} - m_{фер} - m_{газ} + m_{окс} \quad (12)$$

где $m_{пок}$ – масса покрытия, кг;

$m_{фер}$ – масса ферросплавов в покрытии электрода, кг;

$m_{газ}$ – масса газообразных продуктов, образовавшихся при диссоциации и испарении компонентов покрытия электрода, кг;

$m_{окс}$ – масса оксидов, образовавшихся при окислении компонентов электродного стержня и ферросплавов покрытия электрода, кг.

Библиографический список

1. Dunyashin N.S., Galperin L.V., Ermatov Z.D. On the development of a physical simulation of the cast metal weld chemical composition formation during manual arc welding on the basis of the electrode coating mixture components classification//European science review– 2019. – № 1-2. Volume 1.– P. 56–58
2. Эрматов З.Д., Дунышин Н.С. Разработка композиционного состава покрытий сварочных электродов с использованием минерально-сырьевой базы месторождений Республики Узбекистан// «Техника и технология машиностроения» Материалы VI Международной научно-технической конференции. – Омск, 21-23 мая 2018 года, С.43-46.
3. Ermatov Z.D., Dunyashin N.S. Development of electrodes for shielded metal arc welding based on the classification of the coating charge components//European science review– 2018. – № 11-12. – P. 40–41.

**К вопросу увеличения локализации тепловыделения при
электроконтактной наплавке тел вращения**

Магистрант гр. 131-18 ММЖФТр С.Саидханов
Научный руководитель - доц., к.т.н. Н.С. Дуняшин
Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент

Наплавка металлов — эффективный способ продления срока службы деталей машин и механизмов. В настоящее время наплавка металлов — важная отрасль сварочного производства. С применением наплавки решены сложные задачи при производстве энергетических установок, металлургического оборудования, деталей почвообрабатывающих машин. Наплавка при ремонте изношенных деталей машин и оборудования составляет 74,8% общего объема наплавочных работ. Однако возможности повышения эффективности производства деталей машин и особенно их ремонта с применением различных видов наплавки далеко не реализованы. Трудоемкость ремонта машин в несколько раз превышает трудоемкость их изготовления. В значительной мере это следствие несовершенства или низкой эффективности существующих способов наплавки деталей. Так, при электродуговых способах наплавки значительно термическое влияние на металл детали, приводящее к нежелательным, а в ряде случаев—недопустимым структурным изменениям и как следствие к разупрочнению. Многие способы наплавки малопродуктивны, особенно при ремонте деталей с малым износом.

Машиностроительная и ремонтная практика применения различных способов наплавки представляется большим рядом различных конкретных задач, для каждой из них существует своя оптимальная схема и последовательность технологических операций процесса наплавки, т. е. свой технологический вариант.

Каждый из этих вариантов с учетом специфических особенностей наплавляемого изделия (особенностей конструкции, свойств металла, размеров требуемого слоя наплавленного металла, допустимого нагрева и т. д.) отличается схемой наложения валиков присадочного металла, схемой включения наплавляемого изделия в электрическую цепь тока наплавки, количеством одновременно действующих наплавляющих электродов и траекторией их перемещения, характером предварительной подготовки поверхности изделия под наплавку. Наконец, с учетом специфических особенностей наплавляемых изделий применяется стандартная или проектируется нестандартная технологическая оснастка. Разрабатываются рекомендации по режиму охлаждения. Определяются расчетом и проверяются опытом значения основных параметров процесса [1].

Электроконтактную наплавку осуществляют на специальной установке совместным деформированием наплавляемого металла и поверхностного слоя металла основы, нагретых в очаге деформации до пластического состояния короткими (0,02—0,04 с) импульсами тока 10—20 кА. В результате каждого из последовательных электромеханических циклов процесса на поверхности металла основы образуется единичная площадка наплавленного металла, перекрывающая соседние. Деформация наплавляемого металла за цикл составляет 40—60%.

Преимущества электроконтактной наплавки:

1. Высокая производительность и низкая энергоемкость процесса наращивания слоя металла в твердой фазе.
2. Минимальная зона термического влияния тока на металл вследствие чрезвычайно малой (до тысячных долей секунды) длительности импульсов, формируемых современными прерывателями тока.
3. Нет необходимости в защитной среде ввиду кратковременного термического воздействия на присадочный металл.
4. Отсутствие мощного светового излучения и газовыделения [2].

Электроконтактную наплавку применяют для ремонта металлических поверхностей и получения биметаллических изделий. Сплошной слой металла образуется при электроконтактной наплавке путем наплавки спиралевидных перекрывающихся по ширине валиков металла. Наплавка производится одним наплавляющим роликом. Присадочная проволока подается в зону наплавки и фиксируется с помощью направляющей втулки, жестко закрепленной относительно ролика. Положение каждого витка спиралевидного валика, обеспечивающее перекрытие его с соседним, определяется только скоростью перемещения ролика относительно образующей вращающейся детали. При наплавке очередного витка присадочная проволока вследствие деформации контактирует с ранее наплавленным валиком. Присадочная проволока и участок металла предыдущего витка нагреваются током наплавки и совместно деформируются, в результате чего происходит их соединение. Даже при дополнительной цепи тока наплавки, средняя плотность тока на единицу площади контакта присадочная проволока — деталь не снижается, а прочность соединения с металлом второго не меньше прочности соединения первого витка. Это объясняется тем, что суммарная длина контакта любого поперечного сечения единичной площадки второго витка с учетом контакта с предыдущим валиком не превосходит длины контакта того же сечения первого валика с поверхностью детали.

При наплавке по рассматриваемой технологической схеме размеры внешнего контура изменяются соответственно перемещению наплавляющего ролика, поэтому значения тока в начале и в конце наплавляемого участка различны в связи с этим изменяются в некоторых пределах прочность на отрыв, усталостная прочность, твердость наплавленного металла. Недостатком схемы является повышенный местный износ ролика, при его зачистке после наплавки очередного участка удаляется часть поверхности ролика, не участвовавшая в работе, поэтому предпочтительнее последовательное использование всей контактной поверхности ролика.

Для снижения энергоемкости наплавки необходимо уменьшить нагреваемые объемы металла. Один из способов локализации тепловыделения, применяемый на кафедре «Технологические машины и оборудование» Ташкентского государственного технического университета — сокращение длительности импульса тока при одновременном увеличении генерируемого им количества тепла в контакте присадочная проволока—металл основы. Эффект локализации тепловыделения достигался сокращением времени теплообмена. Для увеличения количества генерируемого в контакте тепла при электроконтактной наплавке искусственно увеличивали переходное сопротивление присадочная проволока — металл основы образованием на поверхности контакта металла основы и проволоки рельефов глубиной 0,05—0,1 диаметра присадочной проволоки. Рельефы наносили роликами с насечкой непосредственно перед соединением присадочной проволоки и металла основы.

Площадь контакта присадочной проволоки с поверхностью металла основы при рельефной наплавке значительно меньше, чем при наплавке по обычной схеме. В результате создается значительная плотность тока, обеспечивающая интенсивный нагрев зоны соединения, энергоемкость наплавки при равной прочности соединения присадки с основой снижается на 20—25%, а производительность процесса увеличивается.

Библиографический список

1. Дуняшин Н.С., Абралов М.А., Сварка давлением - Ташкент: ТашГТУ, 2003 - 214 с.
2. Сварка и свариваемые материалы: В 3-хт. Т 2. Технология и оборудование. Справочное издание /Под. ред. В.М. Ямпольского. - М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 1998. - 574 с.

Влияние типа стеклоткани на прочностные свойства стеклотекстолитов

Магистрант гр.18-МАШ(Мг) Кравцов П.С.

Научный руководитель - Котлярова И.А.

Брянский государственный технический университет
г.Брянск

В качестве наполнителей для полимерных композитов используют разнообразные материалы, которые в зависимости от выполняемых функций можно разделить на две группы:

✓ собственно наполнители – как правило, это частицы ограниченных размеров, введение которых в полимерное связующее оказывает влияние на многие свойства композитов: трещиностойкость, температуру деструкции, износостойкость, теплопроводность, водостойкость и пр.;

✓ армирующие элементы – это наполнители, введение которых в полимерное связующее оказывает существенное влияние на прочностные характеристики композиционных материалов. К армирующим наполнителям относятся непрерывные волокна и формируемые на их основе тканые и нетканые волокнистые элементы, а также волокнистые элементы объемного плетения [1,2]. Так, стеклянные волокна могут объединяться в нетканые и тканые слоистые наполнители различного плетения. Учитывая, что прочностные свойства стеклотекстолитов определяются используемым армирующим наполнителем, целью нашей работы стало изучение влияния типа стеклоткани (с тканым и нетканым объединением стеклянных волокон) на прочностные свойства стеклотекстолитов.

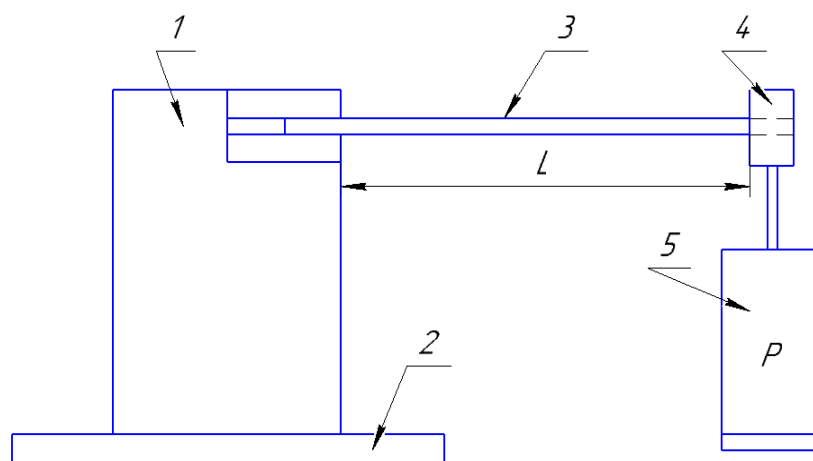
В качестве армирующих наполнителей использовали: нетканый наполнитель – стекломат (поверхностная плотность – 317 г/м^2) и тканый наполнитель полотнянного плетения – стеклорогожу (поверхностная плотность – 270 г/м^2), рис.1а. Связующее готовили на основе эпоксидной смолы ЭД-20, в которую добавляли пластификатор (дибутилфталат) и отвердитель (полиэтиленполиамин) в соотношениях 83:5:12 (% , масс.), соответственно. Для уменьшения вязкости эпоксидной композиции к ней добавляли растворитель – ацетон (15 %, масс). Образцы стеклотекстолитов получали методом ручной выкладки (число слоев армирующего наполнителя – 5), рис.1б.



1а – стекломат, 2а – стеклорогожа, 1б – стеклотекстолит, армированный стекломатом,
2б – стеклотекстолит, армированный стеклорогожей

Рисунок 1 - Внешний вид армирующих наполнителей (а) и полученных стеклотекстолитов (б):

Образцы отверждали в течение 48 часов при комнатной температуре и определяли: плотность образцов ρ методом прямого обмера и взвешивания; массовую долю ω_n наполнителей в полученных композитах гравиметрическим методом путем прокаливания образцов в печи при температуре $600 \text{ }^\circ\text{C}$ в течении 30 мин.; водопоглощение V исследуемых образцов по стандартной методике (ГОСТ 4650-2014 (ISO 62:2008)); предел прочности при разрыве σ_b определяли в соответствии с ГОСТ 11262-80; прочность на изгиб $\sigma_{и}$ определяли с помощью следующей установки, рис.2.



1 – место закрепление пластин, 2 – стол, 3 – пластина из композита,
4 – весовой подвес, 6 – груз

Рисунок 2 - Схема испытания на изгиб

Полученные экспериментальные данные, табл.1, свидетельствуют о том, что массовая доля армирующего наполнителя существенно выше в образцах, армированных стеклорогожей. Вероятно, это связано с меньшей поверхностной плотностью стеклорогожи, пористая структура которой обеспечивает фильтрацию связующего в объем армирующего материала за счет сил капиллярной конденсации. Это приводит к лучшему сцеплению армирующих элементов с матричным материалом и формированию менее дефектной структуры, что хорошо коррелирует с данными по водопоглощению изучаемых материалов – водопоглощение образцов, армированных стекломатом в ~ 2 раза выше водопоглощения образцов, армированных стеклорогожей.

Таблица 1 - Некоторые свойства исследуемых текстолитов

Образцы	ρ , г/см ³	ω_n , %	B, %	σ_B , кгс/см ²	σ_n , кгс/см ²
Стеклотекстолит (наполнитель – стеклорогожа)	1,66	60	1,18	25,1	49,15
Стеклотекстолит (наполнитель – стекломат)	1,76	34	2,1	10,7	41,4

Предел прочности на разрыв σ_B ожидаемо выше у образцов, армированных стеклорогожей, структура которых обладает ярко выраженной анизотропией. Интересно отметить, что σ_n у образцов, армированных стеклорогожей только на 15% выше предела прочности образцов, армированных стекломатом, при это значения σ_n выше значений σ_B .

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующий вывод: в качестве армирующего наполнителя для эпоксидных композитов целесообразно использовать стеклорогожу (тканый наполнитель), упорядоченная структура которой обеспечивает более высокий уровень прочностных свойств.;

1. Каблов Е.Н. Материалы нового поколения // Защита и безопасность. 2014. №4. С. 28–29.
2. Мелехина М.И., Кавун Н.С., Ракитина В.П. Влияние химического состава и структуры стеклянных наполнителей на свойства эпоксидных стеклопластиков // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2012. № 10. С. 44-47.

**Разработка математической модели формирования
химического состава литого металла шва при ручной дуговой сварки**

Магистрант гр. 132-18 ММЖФТр Б. Тухтамурадов
Научный руководитель - доц., к.т.н. Н.С. Дунышин
Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент

При ручной дуговой сварке покрытыми электродами формируются капли металла и шлака, определяющие состав литого металла сварного шва и сварочно-технологические свойства материалов: формирование поверхности шва, отделимость шлаковой корки, возможность сварки в различных пространственных положениях и др. Капли формируются при плавлении стержня и покрытия электрода и взаимодействии образовавшихся фаз друг с другом и газом. Процессы взаимодействия фаз, протекающие на различных стадиях нагрева и плавления электрода, определяют их конечный состав. Учёные ведущих стран мира, такие как И.К. Походня, В.В. Подгаецкий, А.А. Ерохина, Г.Л. Петров, А.А. Бук, Н.Н.Потапова, В.Н. Бороненкова, Е. Вотинова G. Glaussen, и др. исследовали процессы перехода отдельных элементов на основании сравнения исходного состава и состава металла шва [1].

Несмотря на достигнутые научные результаты в области создания и разработки состава покрытия сварочных электродов, остается много нерешенных проблем: недостаточно изучены модели и методы прогнозирования состава литого металла сварного шва при ручной дуговой сварке. Для решения данной проблем, проведено исследование, позволившее оценить результаты процессов сварки, протекающих в твердой фазе, капле и металлической ванне, определить усредненные и парциальные коэффициенты перехода элементов. Разработанная физическая модель формирования химического состава литого металла шва, основанная на классификации компонентов покрытия электрода при ручной дуговой сварке была положена в основу создания математической модели [2]:

1. Общий (усредненный) коэффициент перехода элемента E_z :

$$\bar{\eta}_{E_z} = a\eta_{E_z}^{стерж} + b\eta_{E_z}^{ч.м.} + c\eta_{E_z}^{фер} + d\eta_{E_z}^{шл.мин} + e\eta_{E_z}^{шл.иск.вещ} \quad (1)$$

$$a + b + c + d + e = 1 \quad (2)$$

где a , b , c , d и e - доли участия электродного стержня, чистых металлов, ферросплавов, металла, восстановленного из шлака минерального сырья и искусственно получаемых химических веществ в формировании наплавленного металла;

$$\eta_{E_z}^{стерж} = 1 - k_1^{E_z}, \quad (3)$$

$$\eta_{E_z}^{ч.м.} = 1 - k_2^{E_z}, \quad (4)$$

$$\eta_{E_z}^{фер} = 1 - k_3^{E_z}, \quad (5)$$

$$\eta_{E_z}^{шл.мин.} = k_4^{E_z}, \quad (6)$$

$$\eta_{E_z}^{шл.иск.вещ} = k_5^{E_z}, \quad (7)$$

где $\eta_{E_z}^{стерж}$, $\eta_{E_z}^{ч.м.}$, $\eta_{E_z}^{фер}$, $\eta_{E_z}^{шл.мин.}$ и $\eta_{E_z}^{шл.иск.вещ}$ - парциальные коэффициенты перехода элемента E_z в наплавленный металл из стержня, чистых металлов, ферросплавов, шлака, получаемого из минерального сырья и искусственного получаемых химических веществ соответственно.

$k_1^{E_z}$ - доля массы компонента E_z металла стержня, окисленной газом и шлаком;

$k_2^{E_z}$ - доля массы компонента E_z металлической части покрытия электрода (группа 1. Чистые металлы), окисленной газом и шлаком;

$k_3^{E_z}$ - доля массы компонента E_z металлической части покрытия электрода (группа 2. Ферросплавы), окисленной газом и шлаком;

$k_4^{E_z}$ - доля массы оксида компонента E_z неметаллической части покрытия (группа 3. Минеральное сырье), переходящей в металл в результате реакций восстановления на стадии капли;

$k_5^{E_z}$ - доля массы оксида компонента E_z неметаллической части покрытия (группа 4. Искусственно получаемые химические вещества), переходящей в металл в результате реакций восстановления на стадии капли.

2. Масса элемента в наплавленном металле

$$m_{E_z}^{напл} = m_{E_z}^{cm} \cdot \frac{E_z^{cm}}{100} + \sum_{k=1}^n m_k^{ч.м.} \cdot \frac{E_z^{ч.м.}}{100} + \sum_{k=1}^l m_k^{фер} \cdot \frac{E_z^{фер}}{100} + \sum_{k=1}^p m_k^{шл.мин} \cdot \frac{E_z^{шл.мин}}{100} + \sum_{k=1}^s m_k^{шл.иск.вещ.} \cdot \frac{E_z^{шл.иск.вещ.}}{100} = m_{E_z}^{cm} + m_{E_z}^{ч.м.} + m_{E_z}^{фер} + m_{E_z}^{шл.мин.} + m_{E_z}^{шл.иск.вещ.}, \quad (8)$$

где $m_{E_z}^{cm}$, $m_{E_z}^{фер}$, $m_{E_z}^{шл.иск.вещ.}$ массы элемента E_z в электродном стержне, ферросплавах и восстановленная из неметаллических компонентов покрытия электрода, соответственно.

3. Масса компонента E_z в металлической ванне:

$$m_{E_z}^{cm} = \frac{m_{эл}}{1 + k_{mn}} \cdot \left(\frac{E_z^{cm}}{100} (1 - k_1^{E_z}) + \frac{k_{mn}}{(1 + 0,01\alpha \cdot \beta)} \left(m_{эл} \sum_{k=1}^l \frac{\%_{фер_k}}{100} \cdot \frac{[E_z]_k}{100} (1 - k_5^{E_z}) + \sum_{k=1}^p \frac{\%_{шл.мин_j}}{100} \cdot \frac{(E_{zn}O_m)_j}{100} + \frac{M_{E_z}}{M_{E_{zn}O_m}} (k_4^{E_z} + k_5^{E_z}) \left(\frac{\alpha \cdot \beta \cdot (E_{zn}O_m)_j}{100} \right) \right) \right) \quad (9)$$

4. Усредненный коэффициент перехода элемента E_z ,

$$\bar{\eta}_{E_z} = \frac{[E_z]_{н.м.}}{a[E_z]_{стерж} + b[E_z]_{ч.м.} + c[E_z]_{фер.} + d[E_z]_{шл.мин.} + e[E_z]_{шл.иск.вещ.}} \quad (10)$$

где $[E_z]_{н.м.}$ - концентрация элемента E_z в наплавленном металле по результатам химического анализа, мас.%;

$[E_z]_{стерж}$ - исходная концентрация элемента E_z в стержне электрода, мас.%;

$[E_z]_{ч.м.}$ - исходная концентрация элемента E_z в вводимых чистых металлах в электродное покрытие, мас.%;

$[E_z]_{фер}$ - исходная концентрация элемента E_z в ферросплавах электродного покрытия, мас.%;

$[E_z]_{шл.мин}$ - концентрации элемента E_z при полном восстановлении оксида элемента $E_{zn}O_m$ из минеральных веществ шлака, мас.%;

$[E_z]_{шл.иск.вещ.}$ - исходная концентрация элемента E_z в химически чистых веществах электродного покрытия, мас.%;

Библиографический список

1. Вотина, Е.Б. Разработка методики расчета состава металла шва при сварке покрытыми электродами или порошковой проволокой / Е.Б. Вотина, М.П. Шалимов // Сварка и диагностика. – 2011. – № 5. – С. 31–35.

2. Ermatov Z.D., Dunyashin N.S. Development of electrodes for shielded metal arc welding based on the classification of the coating charge components//European science review– 2018. – № 11-12. – P. 40–41.

**Исследования технологии изготовления плавящихся
флюсов для наплавки деталей металлургического оборудования**

Магистрант гр. 142-19 ММЖФТр Д. Усманов
Научный руководитель - доц., PhD З.Д. Эрматов
Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент

Сварочными флюсами называют спец. приготовленные металлические гранулированные порошки с размером отдельных зерен 0,25-4 мм. При механизированных дуговых способах сварки под флюсом защита сварочной ванны и ее металлургическая обработка осуществляется сварочными флюсами. Флюсы расплавляясь, создают газовый и шлаковый купол над зоной сварочной дуги, а после химико-металлургического воздействия в дуговом пространстве и сварочной ванне образуют на поверхности шва шлаковую корку, в которую выводятся окислы, сера, фосфор и газы [1].

К флюсам для автоматической и полуавтоматической сварки плавящимся электродам предъявляются ряд общих требований [2]:

- обеспечение стабильности горения дуги и процесса сварки;
- получение заданного химического состава металла сварочных швов и их свойств;
- обеспечение хорошего формирования металла шва;
- получение швов без дефектов (шлаковых включений, пор и трещин);
- легкая отделяемость шлаковой корки от поверхности швов;
- стабильность горения дуги обеспечивается за счет ионизируемых компонентов, которые введены в состав флюса.

Заданный химический состав металла шва обеспечивается за счет основного и электродного металла, учитывая их изменения вследствие взаимодействия с флюсом.

Хорошее формирование металла шва и легкая отделяемость шлаковой корки обеспечивается путем регулирования физико-химических свойств флюса (температур плавления, жидкотекучесть шлака и др). Трещины, шлаковые включения и пористость металла швов подавляется за счет рафинирующих, раскисляющих, легирующих компонентов, которые введены в состав флюса.

Плавящиеся флюсы изготавливают в соответствии с требованиями нормативно-технической документации на флюс конкретной марки по технологическому процессу, разрабатываемыми изготовителем с учетом существующих на этом предприятии условий производства. Технологический процесс изготовления плавящихся флюсов представляет собой комплекс технологических операций, выполняемых в определенной последовательности:

- 1) Входной контроль материалов.
- 2) Подготовка материалов.

Цель подготовки материалов состоит в получении однородной по составу шихты для выплавки флюса. Влажность материалов, подготовленных к загрузке в расходные бункера, должна быть не более 1 %. Продолжительность сушки материала устанавливается технологической службой в зависимости от типа оборудования.

Размол кусковых материалов может быть осуществлен с использованием мельницы тонкого измельчения любого типа: шаровые и стержневые периодического и непрерывного действия, вибрационные и т. п.

Для просева материалов применяют вибрационные или ротационные сита. Просев проводят через металлические сетки по ГОСТ 3826—82, ГОСТ 3306—70 с размером ячейки 1 — 10 мм.

Просушенные шихтовые материалы хранят в расходных бункерах дозирочного отделения, причем для каждого из материалов предназначен отдельный бункер.

- 3) Составление и подготовка шихты.

Составление шихты предусматривает выполнение следующих операций: расчет состава шихты; составление рецепта; дозировка компонентов по рецепту; смешение компонентов.

Состав шихты рассчитывают в соответствии с химическим составом флюса марки и химическим составом компонентов (по результатам контрольного анализа), предназначенных для изготовления данной партии флюса. Разработанный на кафедре «Технологические машины и оборудование» состав плавного флюса содержит, мас. %: песок кварцевый (Джейройского месторождения Навоийской области) – 27,0–28,0, доломит (Дехканабадское месторождение Кашкаръинской области) – 13,5–14,0, плавиковый шпат (Агата-Чибаргатинского месторождения Ташкентской области) – 4,0–4,5, глинозем (Ангренского месторождения Ташкентской области) – 3,1–3,5, марганцевый концентрат – 51,5–52,0.

Взвешенная по рецепту шихта на одну плавку должна быть перемешана в смесителе, обеспечивающем получение однородной по цвету и внешнему виду шихты.

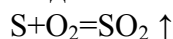
4) Загрузка шихты в печь.

5) Выплавка флюса.

Плавка флюса является наиболее ответственной операцией в технологическом процессе изготовления плавных флюсов и предусматривает выполнение следующих операций: подготовку печи к работе; пуск печи и подбор режима выплавки; подачу шихты в ванну печи; расплавление шихты; выдержку расплава до готовности; установление готовности расплава к выпуску.

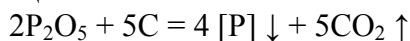
В процессе плавки может быть осуществлено рафинирование расплава с целью снижения в готовом флюсе содержания серы и фосфора.

Уменьшение содержания серы во флюсе достигается за счет ее окисления по реакции



Повышения окислительного потенциала расплава можно добиться за счет тщательного перемешивания материалов с большим содержанием серы с материалами, имеющими высокую окислительную способность. Применение указанных мер позволяет снизить содержание серы во флюсе с 1,5 до 0,15%.

Снижение содержания фосфора во флюсе достигается за счет его восстановления из рудоминеральных материалов по реакции



Одновременно с фосфором происходит частичное восстановление железа, марганца, кремния, которые образуют так называемые металлические корольки, осаждающиеся на дно печи в виде металлического осадка, периодически удаляемого по мере его накопления. [3,4]

Интенсификации перевода фосфора из шлака в металлический осадок способствуют перегрев расплава и его дополнительное раскисление, обеспечиваемое за счет введения раскислителей как в состав шихты, так и на зеркало расплава при его выдержке.

6) Выпуск флюса из печи и его грануляция.

7) Сушка флюса.

8) Усреднение партии флюса.

9) Определение качества партии флюса.

Библиографический список

1. Шлепаков В. Н. Современные электродные материалы и способ электродуговой сварки плавлением (Обзор) // Автоматическая сварка. – 2011. – №10. – С. 31-35.

2. Абралов М.А., Дуняшин Н.С., Эрматов З.Д., Абралов М.М. Технология и оборудование сварки плавлением – Т: Comron press, 2014 – 420 с.

Zirconia toughened alumina (zta)

Bachelor gr.71-18 Risbekov. S.S.

Scientific supervisor Bektemirov. B.Sh.

Tashkent State Technical University after named Islam Karimov.

Zirconia toughened alumina (ZTA) is one of the most widely used composite oxide structural ceramics. In fact, for several years, ZTA composites have been used for wear parts and cutting tools, due to their excellent mechanical properties, such as high strength, hardness, toughness and abrasion resistance. More recently, ZTA has become increasingly important as a structural material for biomedical implants, such as hip prosthesis. A key issue for such implants is to increase their lifetime, which is nowadays about 10 years. In fact, considering the increased life expectancy, as well as the growing demand of orthopedic surgery for younger and more active patients, implants should exhibit a lifetime of more than 30 years. For these reasons, research efforts currently focus on long-lasting devices based on new materials characterized by superior strength and toughness, optimal tribological properties and long-term biocompatibility [1].

In this frame, ZTA composites have demonstrated their effectiveness for orthopedic applications, and recently, the first composite femoral heads have been developed and commercialized. In this system, alumina provides high strength and hardness, whereas tetragonal zirconia exerts a toughening effect, thanks to its controlled transformation into the monoclinic phase [1]. In spite of the $t \rightarrow m$ transformation around advancing cracks having been recognized as the main toughening effect, other mechanisms can play a role, such as microcracking, crack deflection and bridging. Microcracking is favored in ZTA with large un-stabilized zirconia inclusions, which become monoclinic during cooling. This leaves a network of microcracks in the alumina matrix, which enables high toughness, but limits strength. On the other side, stress induced $t \rightarrow m$ transformation occurs in ZTA if the dispersion is kept tetragonal and transformable.

Generally, ZTA composites are prepared by the powder mixing route, whose main issue is keeping a homogeneous microstructure in the final, sintered materials. In fact, zirconia aggregates can lead to localized aging phenomena [2], whereas alumina ones could behave as preferential sites for crack propagation (figure 1).

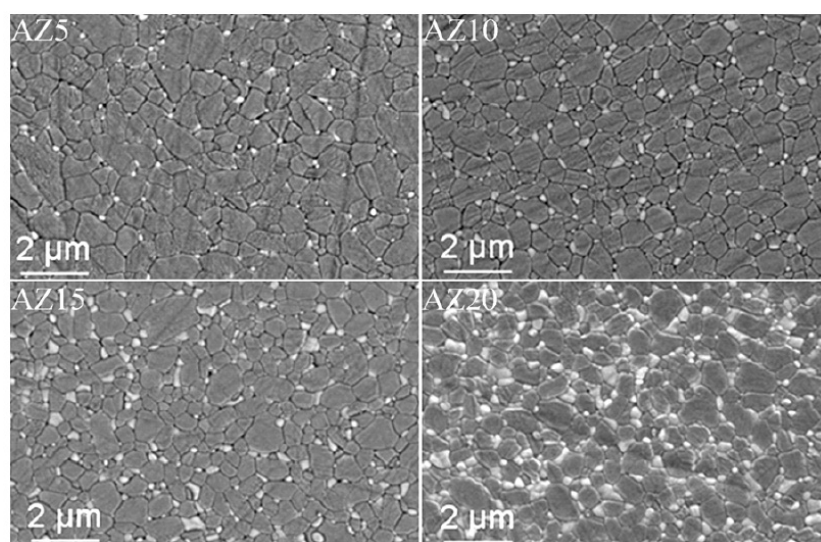


Figure 1 - Environmental scanning electron microscopy (ESEM) images of sintered materials obtained by slip casting (observations on polished and thermally etched surfaces).

Image analysis, carried out on several ESEM micrographs, allowed to evaluate the alumina and zirconia size distribution. Their mean size, as a function of the ZrO_2 content, is collected in Table 1. The zirconia mean grain size increased by increasing the ZrO_2 content in the composites. On

the opposite, the alumina grain size is inversely proportional to the zirconia content: the well-known *pinning* effect exerted by zirconia on the alumina grain size was effective in limiting the matrix grain growth, as already stated in the literature.

Table 1. Alumina and zirconia mean grain size, as obtained by image analysis.

No	Sample	Al ₂ O ₃ mean size (μm)	ZrO ₂ mean size (μm)
1	AZ5	0,88	0,26
2	AZ10	0,81	0,31
3	AZ15	0,75	0,31
4	AZ20	0,70	0,36

Figure 2a collects the Vickers Hardness (*HV10*) as a function of the zirconia volume content. In spite of the decreased alumina grain size in the ZrO₂-richer composites, the hardness decreased from AZ5 to AZ20, as expected on the grounds of the rule of mixture [2]. The length of the indentation cracks were also measured, in order to evaluate the threshold for slow crack propagation. In fact, the radial cracks originated from the indentation grown under the driving force, due to the residual stresses, introduced by applying the load during measurements. Figure 2b depicts the fracture threshold, *K_{IC}*, as a function of the zirconia content, showing a maximum for AZ10. This result is in agreement with previous literature data: in fact, a maximum is frequently observed in *K_C* as a function of the zirconia content in ZTA materials, containing un-stabilized zirconia.

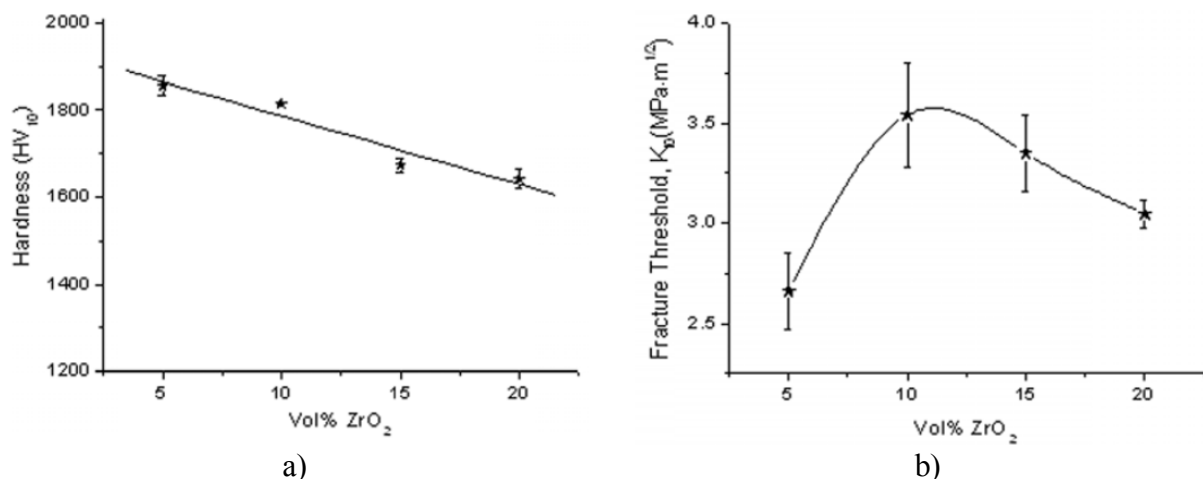


Figure 2 - a) Vickers hardness; b) threshold for slow crack propagation obtained by the indentation test, as a function of the ZrO₂ volume fraction in the composites

Literature

1. Wang, J.; Stevens, R. Review: Zirconia-toughened alumina (ZTA) ceramics. *J. Mater. Sci.* 1989,34, 3421–3440.
2. Rühle, M.; Claussen, N.; Heuer, A. Transformation and microcrack toughening as complementary processes in ZrO₂-toughened Al₂O₃. *J. Am. Ceram. Soc.* 1986, 69, 195–197.

Влияние дисперсных наполнителей на водостойкость эпоксидных покрытий

Магистрант гр. О-18-МАШ-ТЛСП-М Цветков И.С.

Научный руководитель Котлярова И.А.

Брянский государственный технический университет
г. Брянск

Большинство металлов и сплавов термодинамически неустойчивы; их переход в равновесное состояние сопровождается разрушением – электрохимической коррозией, необходимыми условиями которой являются контакт электролита (воды с растворенными в ней примесями) с металлической конструкцией и возникновение микрогальванических элементов, в которых в качестве катода и анода выступают участки поверхности, имеющие различные значения электрохимического потенциала [1]. Априори понятно, что нанесение покрытий на металлические конструкции, препятствующих их контакту с электролитом, является простым и эффективным методом антикоррозионной защиты.

Наиболее распространенные покрытия для защиты металлоконструкций – составы на основе эпоксидной смолы [2], представляющие собой сложные композиции, состоящие из смолы, отвердителей, пластификаторов, наполнителей, модификаторов, пигментов. Эпоксидные покрытия отличаются хорошей адгезией к металлам, высокой твердостью, химической стойкостью [3].

Долговечность эпоксидных покрытий зависит от многих факторов, в том числе от водостойкости и стойкости к абразивному износу. Абразивостойкость повышается при введении в состав эпоксидной композиции дисперсных наполнителей [4]. Однако, из литературы известно, что дисперсные наполнители снижают водостойкость эпоксидных материалов, т.е. делает их непригодными для эксплуатации в условиях контакта с водой [5]. В связи с этим целью нашей работы стало изучение влияния дисперсных наполнителей различной природы на водостойкость эпоксидных покрытий.

В качестве наполнителей использовали гидрофобный графит и гидрофильный маршаллит, которые в количестве 15 (% масс) добавляли в эпоксидное связующее (83 масс.ч эпоксидной смолы ЭД-20, 12 масс.ч полиэтиленполиамиона ПЭПА (отвердитель), 5 масс.ч дибутилфталата ДФ (пластификатор)). Все компоненты смешивали при температуре 45° С и отверждали в течение 24 часов. В качестве контроля служил образец без наполнителя.

Водостойкость B оценивали гравиметрическим методом по изменению массы образцами в течение 120 суток

$$B = ((m_i - m)/m)100\%,$$

где m , m_i – массы образцов до испытания и через определенные промежутки времени.

Полученные результаты, рис.1, свидетельствуют о сложном механизме взаимодействия эпоксидных материалов с водой, включающем в себя процессы растворения и набухания. Отсутствие стадии растворения у образцов с маршаллитом указывает на большую водостойкость материала по сравнению с контрольными образцами и образцами, наполненными графитом; равновесная степень набухания у образцов с маршаллитом – ~ 1%.

Взаимодействие контрольных образцов и образцов, наполненных графитом, с водой осуществляется в режиме ложного старта, масса образцов в течение первых 20 суток уменьшается; особенно это характерно для образцов, наполненных графитом, рис.1, потеря массы для которых составляет ~ 1%. Дальнейшее нахождение образцов в воде сопровождается их набуханием до ~1,5% с последующим растворением, причем потеря массы образцами, содержащими графит – 1,5%; контрольными – 1%. Интересно отметить, что процессы «растворения – набухания» постепенно замедляются. Степень набухания во втором цикле у образцов, наполненных графитом – ~ 1% ниже контрольных (~ 1,5 %); потеря массы больше у образцов с графитом (контроль/наполненные графитом образцы = 0,5%/0,75%), т.е. для наполненных графитом образцов процессы растворения доминируют над процессами набу-

хания. Некоторая стабилизация исследуемых материалов наступает после нахождения их в воде более 100 суток.

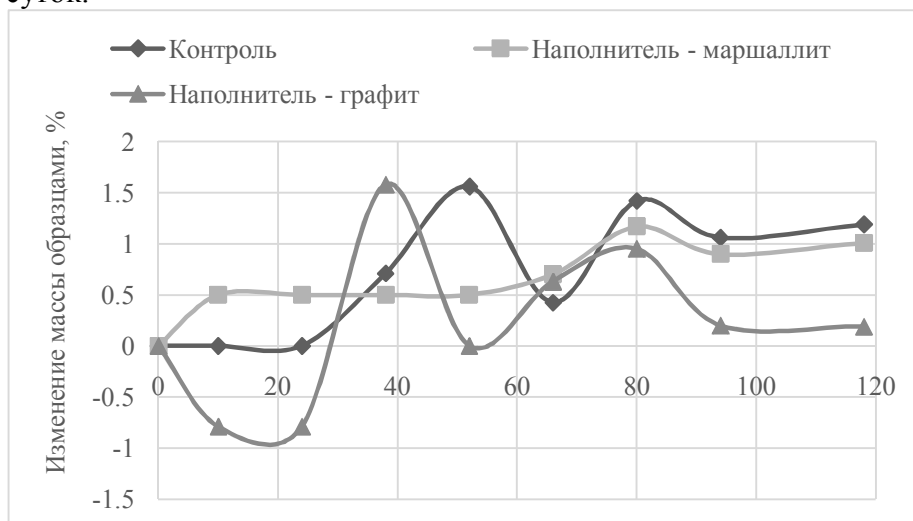


Рисунок 1 - Водостойкость исследуемых образцов по отношению к воде

Методом ИК-Фурье спектроскопии установлено, что увеличение водостойкости при введении в состав эпоксидной композиции гидрофильного наполнителя маршаллита связано с упорядочиванием аморфных областей отвержденного материала за счет образования ковалентных и водородных связей между реакционноспособными группами наполнителя и смолы. Введение в состав эпоксидного связующего гидрофобного наполнителя графита приводит к разупорядочиванию структуры материала; частицы наполнителя, локализуясь в аморфных областях приводят к ослаблению системы водородных связей, что снижает водостойкость материала [6].

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать следующий вывод: для увеличения абразивостойкости эпоксидных покрытий, эксплуатируемых в условиях контакта с водой, необходимо вводить в их состав гидрофильные наполнители.

[1]. Кофанова Н.К. Коррозия и защита металлов: уч. пособие. – Алчевск, 2003. С.181.

[2]. Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Бондаренко С.Н., Лиликина С.А. Разработка покрытий на основе эпоксидной смолы для защиты металлоконструкций // Известия Волгоградского технического университета. 2017. №3(198). С.61-66.

[3]. Левиев Л.В., Прокопчук Н.Р. Антикоррозионные покрытия повышенной хлестойкости // Труды БГТУ. 2015. №4. С.134-138.

[4]. Михальченко А.М., Козарев И.В., Тюрева А.А., Гринь А.М. Параметры природных песков как дисперсного армирующего наполнителя для самотвердеющих композитов на основе эпоксидной смолы // [Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии](#). 2017. №1(59). С. 35-40.

[5]. Стойкович Н., Смилькович С., Цуркина С.К., Лакетич А. Влияние влаги на клеяые соединения // В сборнике: Наука и инновации в строительстве (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сборник докладов Международной научно-практической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 40-49.

[6]. Котлярова И.А., Степина И.В., Илюшкин Д.А., Цветков П.С. Исследование влияния дисперсных наполнителей на структуру и водостойкость эпоксидных материалов // Вестник МГСУ. 2019. №6(Том 14). С.690-699.

**Обработка металлов
давлением. Теория,
технология, оснастка
и оборудование**

Получение 3D-изделий гибкой из листового материала

Студентка гр. 10402128 Забирова М.О.
Научный руководитель – Минько Д.В.
Белорусский национальный технический университет.
г. Минск

Имеющие трехмерную структуру оболочки обычно представляют собой изделия с относительно тонким замкнутым или имеющим отверстия корпусом. Трехмерные каркасные конструкции обычно изготавливают из плоских листов путем сварки, склейки или с использованием заклепочных швов. Еще одним способом формирования трехмерных оболочечных структур с более однородными свойствами и низкой стоимостью является намотка или плетение из полимерных волокон или пряжи. Многочисленные разработки в области технологий аддитивного производства за последние десятилетия значительно увеличили привлекательность этой технологии для изготовления сложных трехмерных (3D) объектов с произвольной геометрией. Однако, несмотря на многие преимущества аддитивных технологий, одним из основных ограничений их применения является сложность работы с наклонными плоскими поверхностями. Разработка методов получения пространственных структур из простых дешевых материалов без применения сложных технологических приемов может быть перспективна для использования в изделиях с уникальным набором функциональных возможностей.

В последнее время повышенный интерес вызывает получение 3D-структур из тонких плоских листов (условно – 2D-листов). Преимуществами использования 2D-листов в качестве исходных материалов являются высокопроизводительные и сравнительно дешевые способы их производства, экономичность упаковки, хранения и транспортировки. Способы преобразования 2D в 3D-структуры особенно интересны для разработки микро- или наноразмерных конструкций, поскольку могут быть легко применимы путем масштабирования. Важным параметром, определяющим сложность 3D-структур, является кривизна их поверхности и ее изменение по всей структуре. Чтобы создавать произвольно сложные 3D-структуры из 2D-листов, кривизна изначально плоских листов должна изменяться контролируемым образом. Самые простые изогнутые формы могут быть получены путем гибки или прокатки плоских листов. Однако более сложные формы изделий, характеризуются «двойной кривизной» и имеют сферическую (куполообразную) или гиперболическую (седлообразную) геометрию, которую невозможно реализовать с помощью гибки плоского листа в одном или двух направлениях (это легко понять при попытке обернуть сферу бумагой). При создании сложных поверхностей плоский лист должен подвергаться пластической деформации, сопровождающейся искажениями формы, например, вытяжке.

Существует альтернативная технология [1], которая более совместима с жесткими материалами и тонкими поверхностными элементами. Традиционное японское искусство складывания сложных пространственных фигур из бумаги позволяет путем создания определенных линий сгиба преобразовать в 2D-листы в изделия с 3D-геометрией. Благодаря своей предсказуемости, простоте и масштабируемости метод оригами уже завоевал популярность во многих областях для разработки разворачиваемых структур (солнечные батареи, антенны), роботов-трансформеров, биомедицинских устройств. На рисунке представлены некоторые примеры потенциального применения оригами. Сгибая по заданным линиям, можно преобразовывать плоские листы в приближенные к сложным пространственным геометриям фигуры без необходимости искажений плоских поверхностей. В последнее время появилось направление науки изучающее искусство складывания бумаги с математической точки зрения, открыв область *вычислительного оригами* [2]. Оригами предлагает много интересных математических задач, таких как складывание произвольного многогранника из плоского листа бумаги или вопрос о плоской складываемости, т.е. приводит ли рисунок сгиба к сложенному состоянию, в котором все точки лежат в одной плоскости. Еще один аспект, который имеет широкие перспективы для дальнейшего развития – это складыванию жестких 3D-

конструкций в инженерных сооружениях. Оригами-конструкция складывается жестко, если переход из плоского в сложенное состояние происходит плавно за счет сгибания только в складках, то есть без изгиба или растяжения граней между складками. Другими словами, такую конструкцию можно сложить из жестких панелей, соединенных шарнирами, что перспективно для изготовления солнечных панелей, легких строительных конструкций, медицинских стентов или роботов. По сути, техника оригами позволяет аппроксимировать искривленные по своей природе поверхности посредством развертываемых деформаций множества мелких граней, соединенных линиями сгиба.

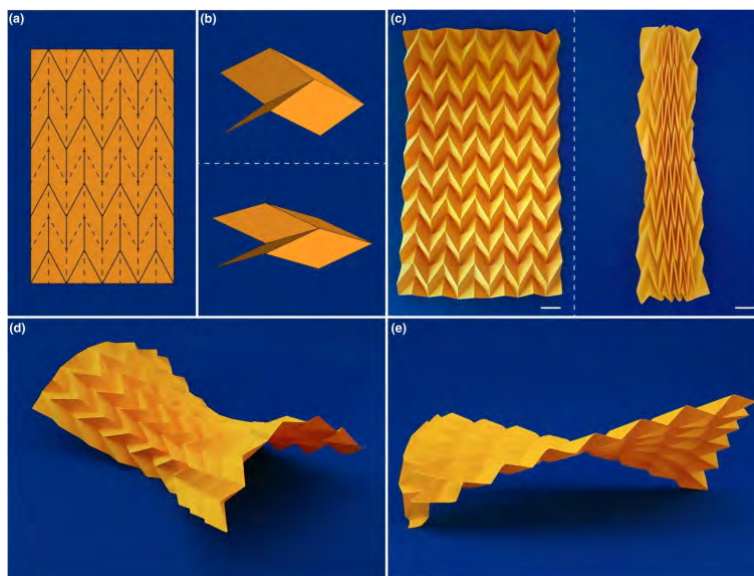


Рисунок – Бумажная модель, показывающая возможность сгибания плоского листа в трехмерную фигуру

3D-структуры, построенные из 2D-структур, по технологии оригами привлекают все больше внимания и имеют потенциальное применение во многих областях. Преобразование плоских листов в трехмерные структуры стало производственной задачей в широком диапазоне размеров. Среди других преимуществ, предлагаемых этим методом, можно назвать использование технологий обработки плоских исходных материалов, которые приводят к уникальной комбинации геометрии и топографии поверхности изделий, возможность получать сложные геометрические формы из жестких плоских листов и применять их практически для любых размеров.

1. Callens, S.J.P. From flat sheets to curved geometries: Origami and kirigami approaches / S.J.P. Callens, A. Zadpoor // *Materials Today*, 2018. – Vol. 21. – Nr. 3. – P. 241-264.
2. Demaine, E. Recent results in computational origami / E. Demaine, M. Demaine // *Proceedings of the 3rd International Meeting of Origami Science, Math, and Education (OSME 2001)*, USA, 2002, – P. 3–16.

**Анализ существующих конструкций механизма наклона
дуговой сталеплавильной печи вместимостью сто тонн, а также подбор гидравлической
жидкости для его гидросистемы**

Студент гр.10402128 Ветошкин А.В.
Научный руководитель – Томила В.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью настоящей работы является выявление преимуществ гидравлического привода механизма наклона ДСП-100, в сравнении с электромеханическим. Сравнение характеристик гидравлических жидкостей в условиях сталеплавильного производства.

Механизм наклона служит для поворота печи на угол тридцать восемь градусов для слива металла в ковш и на угол двенадцать градусов в сторону шлакового окна для удаления шлака.

Основными недостатками электромеханического привода являются:

- сложность применения в пожароопасных зонах и взрывоопасных средах, а также при большой влажности. Этот недостаток частично может быть устранен применением специального типа двигателя с высокой степенью защиты;
- высокая стоимость;
- при длительной непрерывной работе возможен перегрев двигателя, износ трущихся частей;
- электромагнитное поле может создавать помехи в сетях управления, помехи в проходящих рядом других сетях.

Достоинства гидравлического привода:

- способность развивать очень большое усилие при компактных параметрах. Гидропривод производит силу в 25 раз выше, чем электромеханический привод аналогичного размера;
- гидроприводы могут быть удалены от насосной станции на большое расстояние, но с некоторой потерей мощности (максимальное расстояние 300 м);
- малое время для развития значительного усилия и плавное его регулирование;
- широкий диапазон рабочей температуры;
- достаточно высокий КПД.

Все печи, используемые ОАО «БМЗ» – управляющая компания холдинга «БМК» имеют гидравлический привод механизма наклона, так они соответствуют важным требованиям:

- обеспечить плавный наклон с регулируемой скоростью;
- защитить от попадания брызг металла и шлака;
- обеспечить наклон печи в случае прорыва металлом подины.

В качестве рабочих жидкостей для гидравлических систем применяют минеральные масла они получили большое распространение в различных отраслях промышленности вследствие их высокого технического качества и невысокой стоимости. Однако, применение минеральных масел в условиях сталеплавильного производства создает серьезную пожароопасность.

Для обеспечения безопасности при эксплуатации механизма наклона, следует применять огнестойкие водно-гликолиевые гидравлические жидкости, например: Бреокс НФ 46/2180 и НФ 46/2181.

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика гидравлической жидкости БРЕОКС и минеральных масел.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика гидравлической жидкости БРЕОКС и минеральных масел

Показатель	Бреокс		Масло ВМГЗ	Масло И-20 А
	НФ 46/2180	НФ 46/2181		
Внешний вид	бесцветная однородная жидкость		светло - коричневая жидкость	
Запах	специфический, незначительный		специфический, незначительный	
Плотность при 20°C, г/см ³	1,06-1,1	1,05-1,08	0,865	0,890
Кинематическая вязкость (мм ² /с) в пределах: 50 °С -20°C	34 1175	34 –	10 –	17-23 –
Значение Р _н при 25°C	9,3-9,7	9,3-9,7	–	–
Температура вспышки не ниже, °С	Отсутствует	Отсутствует	135	180

Успешно проведены испытания жидкости Бреокс на Новокузнецком комбинате, Волжском трубном заводе, заводе АвтоВАЗ и Белорусском металлургическом заводе.

Сравнение робототехнических комплексов с автоматизированными линиями в области кузнечно-штамповой обработки

Студент гр. 10402128 Астапович А.В.

Научный руководитель – Томило В.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью работы является изучение преимуществ робототехнических комплексов и автоматизированных линий, для дальнейшего эффективного использования в производстве.

Робототехнические комплексы кузнечно-прессовых операций.

Основными областями использования промышленных роботов в кузнечно-штамповочном производстве являются: автоматизация холодной листовой штамповки и обслуживание горячештамповочных прессов.

Широкое использование промышленных роботов при автоматизации процессов холодной листовой штамповки объясняется следующими причинами:

- простотой конструкции механических прессов для холодной листовой штамповки;
- нет необходимости фиксировать заготовки в зоне обработки с помощью специальных зажимных устройств, следовательно, при автоматизации операций требуется лишь незначительное изменение конструкций штампов: введения фасок, дополнительных фиксаторов, трафаретов и т.д.;
- относительно высокой стойкостью штампов, что, как правило, исключает необходимость сплошного контроля качества изделий;

Робототехнические комплексы бывают однооперационными и многооперационными. Однооперационный робототехнический комплекс представляет собой законченную технологическую систему.

Многооперационный робототехнический комплекс характеризуется более сложной структурой. Необходимость создания таких комплексов обусловлена наличием многооперационных процессов.

Автоматизированная кузнечно-прессовая линия – это линия, в которой большая часть технологического процесса изготовления изделия осуществляется без участия человека.

В кузнечном производстве наряду с комплексной автоматизацией проводятся мероприятия по автоматизации отдельных операций и приемов: загрузки в печи и выгрузки заготовок из печи, передачи заготовок из ручья в ручей штампа, смазки штампа и др.

Преимущества АЛ:

1. Производственные площади и кол-во станков сокращается до 2-ух и более раз;
2. Количество работающих сокращается в 5 – 8 раз;
3. Себестоимость продукции сокращается в 3,5 – 4,5 раза;
4. Улучшается качество продукции;
5. Повышается культура производства.

В комплекс АЛ входит транспортная система, предназначенная для подачи заготовок со склада к стандам, перемещения подвешенного технологического оборудования от одного станда к другому, для транспортировки со стандов готовых изделий на главную линию или склад готовой продукции.

Выделяют жесткие (синхронные) автоматические линии с жесткой межагрегатной связью и единым циклом работы станков и гибкие (несинхронные) АЛ с гибкой межагрегатной связью.

Автоматические линии делятся на участки, синхронизация обеспечивается по группам операций на каждом участке.

Технологии получения слоистых композиционных материалов из алюминидов титана

Студенты гр. 10402118 Куканова О.В., Муковозчик Н.В.
Научный руководитель – Минько Д.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Разработка технологий получения материалов с заданным набором структурных характеристик и функциональных свойств в настоящее время является актуальным направлением исследований в области материаловедения. К новому перспективному классу материалов относятся металло-интерметаллидные слоистые композиционные материалы.

В качестве наиболее перспективного интерметаллидного соединения рассматривается система Ti-Al, которая характеризуется образованием соединений: $TiAl_3$, $TiAl$, $TiAl_2$, Ti_2Al_3 . Интерметаллидные соединения на основе $TiAl_3$ являются наиболее термодинамически устойчивыми и стали наиболее перспективными благодаря сочетанию отличной коррозионной стойкости и высоких показателей прочности в условиях высоких температур. Композиционный материал на основе системы титан – триалюминид титана ($Ti-TiAl_3$) обладает удельной жесткостью в 2 раза выше, чем у стали, а его удельная прочность сопоставима со многими керамическими материалами [1], что делает его применение перспективным в современной технике, в том числе в военной, авиационной и космической отраслях.

Целью работы является анализ существующих технологий получения слоистых композиционных материалов на основе триалюминид-титана.

Рассмотрены четыре метода получения металло-интерметаллидных слоистых композиционных материалов системы $Ti-TiAl_3$ [2]:

- тепловой взрыв
- реакционное спекание
- реакционное прессование
- сварка взрывом+спекание

Синтезированные образцы исследовали методами рентгенофазового анализа, металлографии и микрорентгеноспектрального анализа.

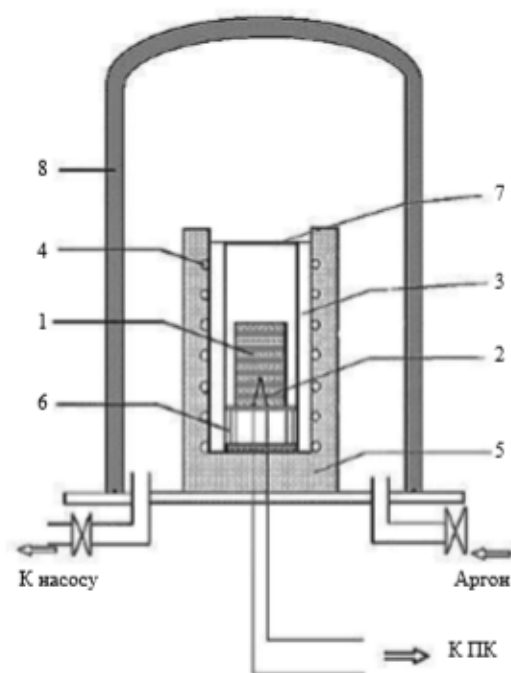
Для синтеза в режиме теплового взрыва использовали специально сконструированную установку, схема которой приведена на рисунке 1. Для определения температуры использовали вольфрам-рениевую термопару, которую помещали в порошковый слой образца. Полученные образцы характеризовались высокой пористостью и низкой прочностью, что объясняется коротким временем (10-20 с) протекания процесса, недостаточным для развития диффузионных процессов.

Для реакционного спекания использовали пластины титана и алюминия и муфельную печь. Перед сборкой пластины шлифовали и обезжировали. Пакет составляли из чередующихся пластин титана и трех пластин алюминия. Подбор соотношения количества пластин титана и алюминия проводили из расчета образования при спекании слоев интерметаллида $TiAl_3$ и чистого титана. Для улучшения контакта между фольгами пакет подвергали предварительному прессованию. Полученные образцы имели неравномерную пористость в слое интерметаллида вследствие отсутствия давления при спекании.

Метод реакционного прессования реализовали на специальной установке. Использовали пластины из титана и алюминия, варьировали температуру, давление и продолжительность процесса. Уровень пористости образцов был заметно ниже, чем у полученных предыдущими способами.

Сварку взрывом проводили во взрывной камере. Получили пакеты из 11 и 13 чередующихся пластин титана и алюминия размером 50x100 мм, из 21 пластины титана и алюминия размером 120x130 мм. Образцы, полученные сваркой взрывом, подвергали обработке в режиме реакционного спекания в муфельной печи. После сварки взрывом формируется с

прочным контактом между слоями титана и алюминия, однако наблюдается волнообразная форма границ.



- 1 – образец с чередующимися слоями титана и алюминия; 2 – термопара;
3 – кварцевая трубка; 4 – нагреватели; 5 – тепловая защита; 6 – подставка;
7 – молибденовый экран; 8 – корпус камеры

Рисунок 1 – Схема установки для проведения синтеза в режиме теплового взрыва

С помощью экспериментов установлена возможность получения требуемой многослойной композиции всеми четырьмя способами. Выявлены недостатки, характерные для каждого из методов. Показано, что метод реакционного прессования является наиболее перспективным для дальнейших исследований, так как, в отличие от остальных методов, частично решает проблему образования высокой пористости в слое интерметаллида и снижения прочности композиционного материала. К тому же этот метод является наиболее доступным, так как не требует сложных установок и особых условий для создания слоистых композиционных материалов.

Литература

1. Vecchio, K.S. Synthetic multifunctional metallic-intermetallic laminate composites / K.S. Vecchio // JOM. – 2005. – Vol. 57 (3). – P. 25–31.
2. Синтез металло-интерметаллидного слоистого композиционного материала системы различными методами / С.А. Залепугин [и др.] // Труды ВИАМ – 2014. – № 11 (47). – С.23-31.

**Влияние анизотропии механических свойств материалов
составной заготовки на процесс комбинированной вытяжки
полых двухслойных изделий**

Студенты гр. 10402115 Гороховик И.В., Морунов В.С.

Научный руководитель - Любимов В.И.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Технология производства листовых металлов обуславливает анизотропию их механических свойств. При вытяжке плоскостная анизотропия проявляется в образовании фестонов на кромке получаемого полого изделия, что приводит к снижению относительной глубины вытяжки и увеличению расхода материала, поскольку возникает необходимость в обрезке кромки изделия. Припуск на обрезку может достигать 20% высоты детали. Фестонообразование объясняется тем, что материал заготовки в направлении минимального значения коэффициента плоскостной анизотропии r , что соответствует максимальному значению напряжения текучести σ_s , перемещается с большей скоростью, чем в направлении максимального значения r . В этих направлениях образуются соответственно впадины и фестоны. В области впадин стенка имеет большую толщину, чем в области фестонов.

Таким образом, высота и толщина стенки изделия, получаемого вытяжкой без утонения (сверткой) неодинакова по периметру. Кроме того, толщина стенки полого изделия (полуфабриката), полученного сверткой, неравномерна и по высоте (она увеличивается по мере приближения к его кромке). В результате при последующей вытяжке с принудительным утонением стенки (протяжке) таких заготовок степень утонения стенки также переменна по периметру, причем наибольшее утонение заготовка получает в области впадин на заключительной стадии процесса. Деформацию по толщине стенки вытягиваемого изделия оценивают степенью вытяжки $K_s = S_0/S_1$ (здесь S_0 – толщина исходной заготовки; S_1 – толщина стенки в готовом изделии), которая не учитывает разнотолщинность стенки и является, поэтому условной величиной.

При вытяжке биметаллических заготовок направления образования впадин в обоих слоях совпадают, поэтому истинное утонение в этих зонах может превысить максимально возможное, что приводит к разрушению в верхней части заготовки. Для успешного осуществления процесса вытяжки приходится уменьшать K_s , что, естественно, приводит и к уменьшению высоты получаемого изделия. Кроме того, высота изделий уменьшается и в связи с обрезкой фестонов.

При комбинированной вытяжке двухслойных составных заготовок, в отличие от биметаллических, имеется возможность интенсификации процесса. Отсутствие жесткой связи между слоями составной заготовки позволяет располагать их так, чтобы направления образования фестонов в одном слое совпадали с направлениями образования впадин в другом. В результате при вытяжке максимальное утолщение кромки заготовки будет меньше, что позволяет увеличить степень утонения стенки K_s и высоту изделия. При таком расположении слоев скорость смещения материала одного слоя в направлениях образования впадин превышает скорость смещения материала другого слоя в направлении образования фестонов. Возникающие вследствие этого силы межслойного трения создают в слоях дополнительные радиально направленные напряжения в области плоского фланца заготовки и меридионально направленные напряжения в зоне утонения стенки: растягивающие в области образования впадин и сжимающие в области образования фестонов. С одной стороны это приводит к уменьшению неравномерности деформаций по периметру заготовки, т.е. к уменьшению степени фестонообразования, а, следовательно, к некоторому увеличению минимальной высоты изделия H_{\min} . С другой стороны уменьшается разнотолщинность стенки вытягиваемого изделия, как по периметру, так и по высоте, а также максимальное утолщение кромки, что позволяет дополнительно увеличить степень утонения K_s и за счет этого – относительную высоту изделия.

Для экспериментальной проверки влияния взаимной ориентации заготовок в пакете на степень фестонообразования и относительную высоту вытягиваемых образцов производили вытяжку составных двухслойных пакетов сталь 08кп – алюминий АД1М с одинаковой и различной ориентацией осей анизотропии заготовок в составном пакете.

Из графиков, построенных по результатам экспериментальных исследований (рисунок 1), видно, что при вытяжке двухслойных пакетов с ориентацией заготовок по второму варианту степень фестонообразования уменьшается, а относительная глубина вытяжки увеличивается по сравнению с ориентацией заготовок по первому варианту.

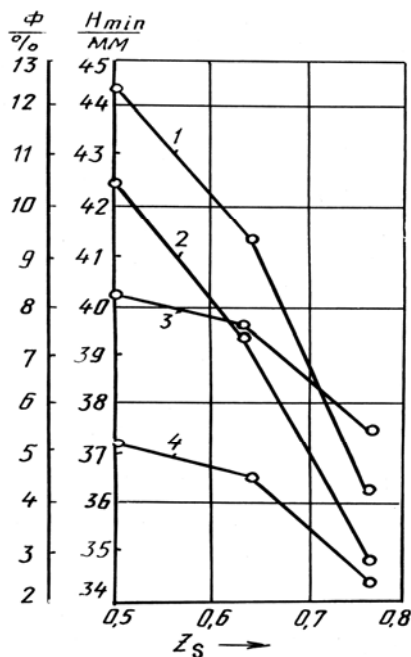


Рисунок 1 – Влияние ориентации заготовок в пакете сталь 08кп ($s = 0,72$ мм) – алюминий АД1М ($s = 0,7$ мм) на минимальную высоту изделия H_{min} и степень фестонообразования Φ при вытяжке с различными относительными зазорами Z_s :

1,2 – H_{min} ; 3,4 – Φ ; 2,3 – ориентация заготовок по первому варианту; 1,4 – ориентация заготовок по второму варианту

При комбинированной вытяжке высота вытянутого стакана зависит не только от предельной степени вытяжки и степени фестонообразования, но и от предельно допустимой для данного материала степени утонения. Из-за анизотропии механических свойств утолщение края по периметру заготовки происходит неравномерно, следовательно, переменной по периметру будет и степень утонения K_s .

Проведенные исследования влияния расположения осей анизотропии в слоях составной заготовки на предельную степень фестонообразования и степень утонения при вытяжке пакета латунь Л63 ($S_0 = 0,7$ мм) – сталь 08кп ($S_0 = 0,72$ мм) с наружным расположением латунного слоя показали, что использование заготовок с расположением слоев по предложенному варианту позволило уменьшить степень фестонообразования с 8,5% до 5% по сравнению с заготовками, в которых направления образования фестонов и впадин в обоих слоях совпадали. Предельная степень утонения при этом увеличилась с $K_s = 1,82$ до $K_s = 1,96$, т.е. на 7,8%.

Таким образом, отсутствие жесткой связи между слоями составной двухслойной заготовки позволяет интенсифицировать процесс комбинированной вытяжки полых двухслойных изделий. Для повышения технико-экономических показателей комбинированной вытяжки двухслойных изделий заготовки в пакете следует ориентировать так, чтобы направления образования фестонов в одной заготовке совпадали с направлениями образования впадин в другой.

Определение крутящего момента при прокатке ленты

Студенты гр.79-18 Ахмаджонов Ё.Д.

Научный руководитель - Махмудова Н.А.

Ташкентский государственный технический университет

г. Ташкент

Простое приближенное выражение удельного крутящего момента прокатки может быть выведено, если принять, что давление равномерно распределено по дуге захвата.

Можно показать, что в отсутствии натяжений чистое давление, производимой каждым валком на ленту в направлении прокатки, равно половине обжатия t_r , умноженного на средний динамический предел текучести ленты, σ_c т.е.

$$G = \left(\frac{Dtr\sigma_c}{2} \right) \quad (1)$$

где G – удельный крутящий момент для обоих шпинделей; D – диаметр рабочих валков.

При наличии растягивающих напряжений в ленте σ_1 и σ_2 уравнение (1) примет вид

$$G = \left(\frac{Dt\sigma_c}{2} \right) \left[r \left(1 + \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \right) + \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)}{\sigma_c} \right] \quad (2)$$

Уравнение (2) не учитывает тот факт, что лента движется в очаге деформации со скоростью меньшей, чем окружная скорость валков.

Соответственно, с точки зрения баланса энергии, входные напряжения должны в действительности быть уменьшены на коэффициент

$$1 - r,$$

по этому уравнение (1) примет вид:

$$G = \left(\frac{Dt\sigma_c}{2} \right) \left[r + \frac{(1-r)(\sigma_1 - \sigma_2)}{\sigma_c} \right] \quad (3)$$

т.е. станет уравнением, которое в несколько иной форме было опубликовано Стоуном [3].

В более точной модели процесса прокатки, включающей понятие тела трения, удельный крутящий момент шпинделя

$$G = (Dtr/4) [f\sqrt{D'tr/2} + \sigma_1] \quad (4)$$

где D' – диаметр деформированного валка; f – удельное давление прокатки;

σ_1 – предел прочности ленты (принята одинаковой для каждой из сторон очага деформации).

В соответствии с этой моделью диаметр деформированного валка рассчитывается по выражению.

$$D' = D \left(1 + 2 \sqrt{\frac{f}{Etr}} + 2f/Etr \right) \quad (5)$$

где E – модуль упругости валка.

Используя компьютерные программы можно рассчитать f и D' для любой ситуации прокатки, когда известны другие параметры.

Удельный крутящий момент может быть так же рассчитан по уравнению (4), используя значения f и D' .

Следует отметить, что если не учитывать коэффициент трения μ , а величина σ_1 очень мала в сравнения с σ_c (динамический предел текучести при сжатии, соответствующий скорости деформации при операции прокатки), то

$$f/\sqrt{D'tr/2} \approx \sigma_c \quad (6)$$

$$G = Dtr\sigma_c/4 \quad (7)$$

ЛИТЕРАТУРА.

1. В. Робертс. Холодная прокатка стали. пер. с англ. М. Металлургия. 2002г.
2. H. Kuntz. "Causes of the Generation of Local Warpings of Cold Rolling of Thin Wide Strip" (British Iron & Steel Research Association Translation BISI 7276).
3. W. Roberts. " The Influence of the Rolling Lubricant on Sheet and Strip Quality" Tribology in Iron & Steel works - ISI Publication 125, The Iron & Steel Institute, 1990.

Верхняя оценка деформирующей силы

Студент гр.79-18 Ахмаджонов Ё.Д.

Научный руководитель - Юсупов А.А.

Ташкентский государственный технический университет

г. Ташкент

Штамповка из листовых заготовок и оболочек (листовая штамповка) - широко распространенная прогрессивная технология в машиностроении.

При разработке технологических процессов штамповки необходимо определять: возможность формоизменения за один переход без разрушения заготовки [1] силовые и энергетические параметры, необходимые для расчета на прочность штамповой оснастки и выбора технологического оборудования [2]. Эти задачи успешно решают в процессе выполнения той или иной операции на основе экспериментальных исследований, производственного опыта и анализа напряженно-деформированного состояния заготовки согласно теории пластичности.

Схемы вытяжки приведены на рис. 1. На рис. 1 и 2 видно, что заготовка может быть листовой или в виде оболочки (стакана, коробки и др.). Для протягивания заготовки через матрицу необходимо создать растягивающие напряжения в стенках и во фланце в сечениях, эквидистантных контуру пуансона. Важным технологическим параметром при вытяжке стакана из листовой заготовки является коэффициент вытяжки $k = D/d_1$, где D - первоначальный диаметр листовой заготовки; d_1 - диаметр вытягиваемого стакана.

Пластическая деформация сосредоточена во фланце вытягиваемого цилиндрического стакана. Поле скоростей деформаций для случая плоско деформированного состояния задано выражением

$$V_r^* = -\frac{C}{r}; \quad V_\varphi^* = V_z^* = 0$$

Скорости деформации

$$\xi_r^* = -\xi_\varphi^* = \frac{C}{r^2}$$

Произвольную постоянную C определяют из граничных условий $V_r^* = V_c$ при $r = r_1$ тогда $C = V_0 r_1$ и $V_r^* = -V_0 \frac{r_1}{r}$.

Интенсивность угловых скоростей деформаций

$$H^* = 2V_c \frac{r_1}{r^2}$$

Верхняя оценка удельной деформирующей силы может быть определена выражением (с учетом $\tau_k = \mu \frac{4Q}{\pi(d_2^2 - d_1^2)}$, где μ - коэффициент кулонова трения на контактной поверхности фланца заготовки с матрицей и прижимом).

$$\frac{P}{G_s} = \frac{2}{r} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{4\mu Q}{\pi(d_2 + d_1)\delta} \quad (1)$$

Выражение (1) позволяет определить предельный коэффициент вытяжки, деформирующую силу и работу деформации на первом переходе.

Для последующих операций, например, реверсивной вытяжки, (рис. 2) скорость течения на части заготовки, перетягиваемой через матрицу, определяют аналогичным первому переходу, выражением

$$V_r^* = -V_0 \frac{r_1}{r} \quad (2)$$

Отличие состоит в том, что если на первом переходе r_2 (d_2) являются переменными, то на втором $-r_2$ (d_2) постоянны на большей части хода.

Верхняя оценка удельной деформирующей силы с учетом изгиба на кромках матрицы и пуансона определяют по выражению

$$\frac{P}{G_s} = \frac{2}{\sqrt{3}} \ln \frac{d_1}{d_2} - \frac{4Q}{\pi(d_1+d_2)\delta} + \frac{(2r_n+r_M)}{4r_n r_M} \quad (3)$$

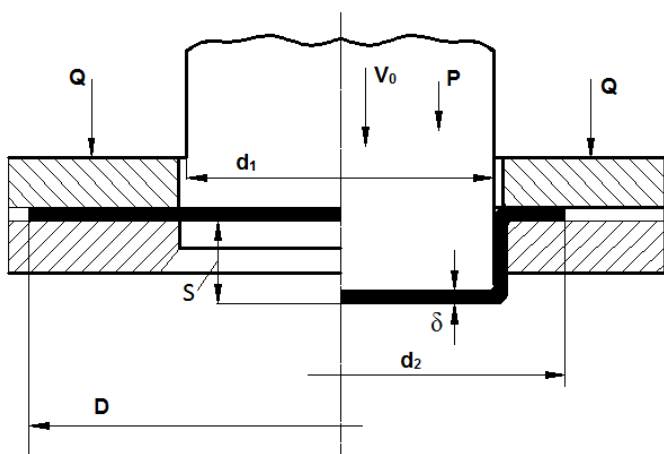


Рис.1. Первый переход вытяжки.

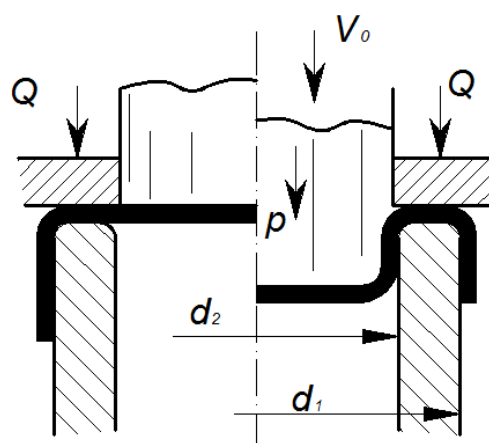


Рис.2. Реверсивная вытяжка.

Если радиусы скругления кромок соизмеримы с толщиной листа, и назад изгиба на предельный коэффициент вытяжки на последующие переходах весьма значителен.

Вывод. На основании проведенных теоретических исследований предложена обобщенная методика расчета энергосиловых параметров, необходимых для проектирования процессов листовой, штамповки.

Литература

1. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. Киев: Вища школа. 1983. 175 с.
2. Е.А.Попов, В.Г.Ковалев, И.Н.Шубин. Технология и автоматизация листовой штамповки. Изд. МГТУ имени Н.Э.Баумана, 2000. 478 с.

УДК 621.226

Влияние температуры на уплотнения штока гидроножниц МНЛЗ ЭСПЦ-1

Студент гр.10402128 Кучинский Д.И., Смарцелов Д.С.

Научный руководитель - Томило В.А.
Белорусский национальный университет
г. Минск

Цель работы: усовершенствовать процесс замены уплотнений штока. В процессе работы гидроножниц, предназначенных для резки заготовок на мерные длины, был выявлен недостаток – быстрый износ уплотнений штока под действием высоких температур, вследствие чего на поверхности гильзы гидроцилиндра образуются риски, задиры и царапины.

В качестве уплотнений на штоке гидроцилиндра используются резиновые манжеты. Так же могут использоваться шевронные многорядные уплотнения, армированные манжеты, манжеты с бронзовой втулкой. Они могут изготавливаться из полиуретана, политетрафторэтилена, нитрил-бутадиенового каучука, термопластичной полиэфирной смолы.

Температура рабочей зоны гидроцилиндра достигает примерно 150 °С. Для уменьшения износа уплотнения штока, при такой температуре, необходимо заменить резиновые уплотнения на уплотнения, изготовленные из полиуретана.

Так как уменьшить влияние температуры на уплотнения штока невозможно, было принято решение усовершенствовать процесс замены уплотнений штока. Для этого поршень с штоком сделали разборным, что значительно упрощает процесс замены уплотнений.

УДК 621.226

Пресс-ножницы 1200АС

Студент гр.10402128 Смарцелов Д.С., Кучинский Д.И.

Научный руководитель – Томило В.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью работы является изучения износа ножей пресс ножниц 1200 АС копрового цеха. Пресс-ножницы предназначены для переработки, измельчения и образования пакетов габаритного и не габаритного лома, который в дальнейшем отрезается на мерные длины.

Пресс-ножницы загружаются металлоломом посредством крана. Прессующие органы питаются самотеком, благодаря наклонной конструкции под 30 градусов к вертикальной плоскости. Обрабатываемый материал подвергается сжатиям по двум направлениям, одному боковому от специального прижима и одному вертикальному от плитоприжима, которые уменьшают размеры перед проходом под гильотинные ножницы для резки. Нарезанный материал разгружается на вибропитатель, возможные не металлические материалы отделяются во время обработки и удаляются посредством ленточного транспортера отходов. Машина действует автоматически согласно фаз цикла автоматического действия и, кроме того предусматривается ручной цикл действия для особых требований по уходу.

В установке пресс-ножницы встречаются следующие неисправности: дефекты бронелистов вертикального и бокового прижимов (смятие, большие трещины, большие сколы); дефекты бункерного устройства (трещины, вмятины царапины, задиры, сколы); дефекты гидроцилиндра, связанные с выходами из строя штока, гильзы и уплотнений.

Основная проблема, которую необходимо рассмотреть – образование сколов, трещин, царапин, вмятин, задиров на ножах гильотинных ножниц установки пресс ножницы. Незначительные дефекты можно устранять при помощи небольшой заточки, путём электро-наплавки либо при помощи газопламенной заварки. Большие трещины и сколы устраняются заменой ножей на новые. Устранить проблему в рамках предприятия, которое не специализируется на изготовлении ножей крайне сложно. Наиболее эффективным решением данной проблемы является симметричная обратная заточка ножей при помощи шлифовального круга. Несмотря на трудоёмкость данного процесса, затраты на шлифовальные камни различной зернистости, данный способ является экономически целесообразным.

**Металлургические
процессы и
промышленная
ЭКОЛОГИЯ**

**Получение новых материалов для внепечной
обработки стали из низкосортных отходов алюминия**

Студенты гр. 10405527 Саленко И. Б., Шманай П. С., гр. 10405418 Данилова А. И.

Научный руководитель - Немененок Б. М., Румянцева Г. А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Разнообразие отходов алюминиевых сплавов, подлежащих переработке, требует их тщательной предварительной подготовки и сортировки с целью получения продукции с высокой добавленной стоимостью. Наиболее часто встречающиеся отходы алюминия и его сплавов содержат в своем составе промасленную бумагу, теплоизолирующую пену, пластик, керамику и стекло. С введением обязательной сортировки бытовых отходов возросла доля лома и отходов алюминия 4 сорта класса Г, содержащего бутылочные пробки, водочные дозаторы, металлические банки из-под напитков (рисунок 1), при производстве которых используются пищевые алюминиевые сплавы высокой степени чистоты. На рисунке 1 представлены образцы отходов 4 сорта класса Г.



Рисунок 1 – Образцы отходов алюминия 4 сорта класса Г

Для переработки таких отходов на ООО «НПФ "Металлон"» была предложена схема их подготовки и плавки, с получением алюминиевых гранул по «сухой» технологии.

На первой стадии подготовки отходы алюминия подвергали обработке в молотковой дробилке для отбивки стекла. В дальнейшем полимерно-металлический концентрат проходил магнитную сепарацию на установке с постоянными магнитами и отсортированную магнитную составляющую использовали в составе шихты при производстве чушкового раскислителя. Немагнитная часть отходов поступала в шредерную установку для измельчения до фракции 10–15 мм, которую в дальнейшем подвергали магнитной и вихревой сепарациям. Вихревую сепарацию проводили с использованием ленточного конвейера с многополюсным магнитным ротором. При вращении многополюсной магнитной системы в металлических частицах индуцировались вихревые токи, которые, в свою очередь, создавали магнитное поле противоположное по направлению роторной магнитной системе. В результате взаимодействия магнитных полей металлические частицы, содержащиеся в немагнитной фракции, выбрасывались из движущегося потока и отделялись от неэлектропроводящей фракции. Извлеченную металлическую немагнитную фракцию использовали в дальнейшем в качестве компонента шихты при плавке в короткопламенной роторной печи (КРП), Неметаллическая фракция, состоящая преимущественно из пластика, подлежала переработке с получением гранул вторичного пластика, реализуемого потребителям.

После расплавления измельченного и очищенного алюминия в КРП, расплав переливали в печь-дозатор «KROWN MATIC», где выдерживали при температуре 740–760 °С в течение трех часов, а потом по подогретому лотку металл подавали в металлоприемник установки «CENTAUR», в нижней части которого размещались специальные отверстия для

вытекания расплава. Образование капель, то есть обрыв струи расплава, происходил за счет ударного механизма. В зависимости от интенсивности его работы размеры получаемых гранул изменяли в диапазоне 5–10 мм. Гранулы из капель расплава формировались на поверхности вращающегося водоохлаждаемого стола, а удаление готовых гранул производили потоком сжатого воздуха [1].

Алюминиевые гранулы, отлитые по «сухой» технологии из отходов 4 сорта соответствовали по составу АВ87 и имели несколько большие размеры по сравнению с алюминиевой дробью, полученной охлаждением капель расплава в воде [2]. На рисунке 2 показана завершающая стадия получения «сухих» гранул и образцы готовой продукции.



Рисунок 2 – Завершающая стадия получения «сухих» гранул (а) и алюминиевые гранулы, готовые к отгрузке (б)

С использованием такой схемы подготовки отходов алюминия была изготовлена опытная партия алюминиевых гранул АВ87 по «сухой» технологии массой 5 т для поставки на Молдавский металлургический завод, где были проведены производственные испытания данных гранул.

Литература

1. Трибушевский, Л.В. Гранулирование алюминия по «сухой» технологии / Л.В. Трибушевский // Литье. Металлургия 2019: материалы XV междунар. науч.-практ. конф., Запорожье, 21-23 мая 2019 г / Запорож. торг. пром. палата: под ред. О.И. Пономаренко. - Запорожье, А.А. Тандем, 2019. - С.203-205.
2. Особенности раскисления стали алюминием / В.Л. Трибушевский [и др.] // Металлургия: Респ. межвед. сб. науч. тр. - Минск: БНТУ, 2014. - Вып. 35. - С.3-8.

Прогрессивные методы подготовки проводниково-кабельного лома к переплавке.

Студент гр. МЦМ-17ск Вакуленко А.А.

Научный руководитель - Корицкий Г.Г.

Донецкий национальный технический университет
г. Донецк

Структура сырьевой базы производства вторичной меди включает изделия (или их фрагменты), изготовленные из чистого металла. В их ассортименте особое место занимает проводниково-кабельная продукция. Конструкция этих изделий предполагает наличие токопроводящего металлического сердечника (жилы) и изолирующей оболочки. Многообразие их конструкций отражено в перечне стандартов, который включает несколько сотен наименований. Значительную часть ассортимента составляют кабели, конструкция которых включает помимо токопроводящей жилы покровную оболочку с наполнителем, экран и прочие элементы. В переработку они поступают в виде жгутов, обмоток, спутанных клубков, бухт или обрезков различной длины. На рисунке 1 приведены образцы партий проводниково-кабельного лома, конструкция некоторых видов кабелей и типовые поперечные разрезы многожильных кабелей.

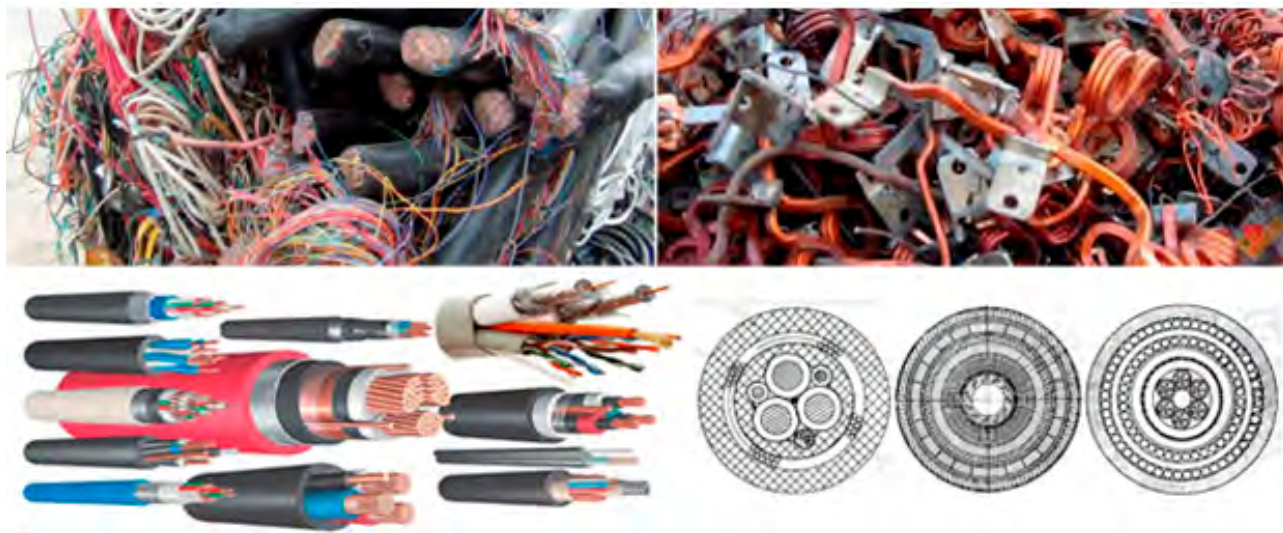


Рисунок 1 - Образцы партий проводниково-кабельной продукции, конструкций некоторых кабелей и поперечных сечений наиболее сложных изделий

Технология переработки лома и отходов кабельной продукции и проводников тока основана на необходимости обеспечить прямой доступ к токоведущей жиле, а затем отделить неметаллические изделия и приделки из чуждых металлов. В общем виде она включает фрагментирование, многостадийное дробление (2...4 стадии), магнитную сепарацию (2...3 стадии), вибропневматическую сепарацию, сепарацию на концентрационных столах. При относительной стабильности характеристик лома приведенный перечень может быть дополнен разделкой кабеля, осуществляемой с помощью ручных или механизированных стрипперов – устройств, гарантирующих продольное разрезание кабеля на две и более части с целью освобождения токоведущих жил и других конструктивных элементов, расположенных продольно оси кабеля. Оператору остается отсортировать разделанный материал. Основным агрегатом в этой технологической цепочке являются кабелеразделочные станки [1, 2]. Известны несколько вариантов конструкции таких станков, которые различаются принципом вскрытия внешних кабельных оболочек, в т.ч. и свинцовой – с использованием плоских ножей, которые с усилием прижимают к кабельной оболочке; с плугообразным ножом, который вскрывает оболочку при протягивании кабеля навстречу ножу; с помощью дискового ножа.

Первые образцы кабелеразделочных станков имели серьезный недостаток. Они не гарантировали точность вскрытия, что приводило к частому нарушению технологического процесса и снижению качества продукции, требовало дополнительных трудозатрат. Частично решить проблему позволило использование регулируемых направляющих устройств и пары дисковых ножей. Однако, работа таких станков требует сложной наладки. На рисунке 2 показана работа кабелеразделочного станка (стриппера) подобной конструкции.



Рисунок 2 - Работа кабелеразделочного станка с дисковыми ножами

Поступает на переработку лом кабельной и проводниковой продукции весьма разнообразен, что предъявляет к стрипперам ряд требований: простота настройки и гарантированное центрирование кабеля в зоне разделки.

Серьезным прорывом в технологии разделки кабелей диаметром в диапазоне (2...100) мм стало использование стрипперов с тремя и четырьмя автономными приводными дисковыми ножами. В этом случае отпадает потребность в направляющих, так как кабель автоматически центрируется и удерживается ножами, что позволяет осуществлять разделку фрагментов без предварительной правки, а также кабеля непосредственно с барабана. На рисунке 3 показаны рабочие зоны стрипперов с тремя (А) и четырьмя (Б) дисковыми ножами.

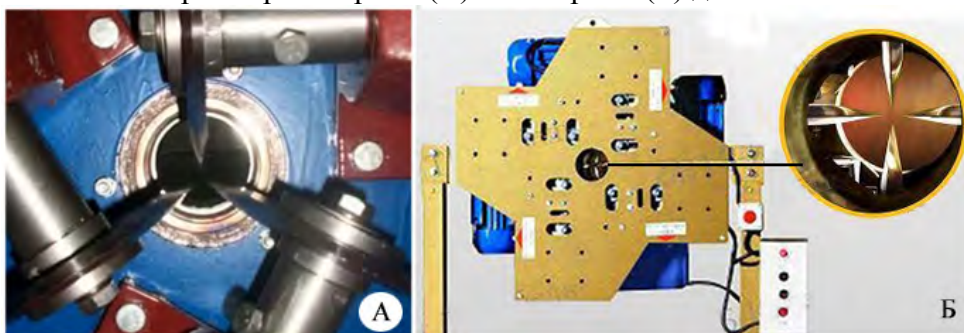


Рисунок 3 - Рабочие зоны стрипперов с тремя (А) и четырьмя (Б) дисковыми ножами.

Литературные источники.

1. Установка для переработки сталеалюминиевого провода и силового кабеля // В.Н. Бредихин, А.И. Шевелев, Ю.И. Самойленко и др. // Бюллетень НТИ «Цветная металлургия», 1989. №11. -с.44÷45.

2. А.С.1502098, МКИ В 02 С 18/22. Способ переработки кабельного лома, и установка для его осуществления // В.Н. Бредихин, А.И. Шевелев, В.М. Чернобаев. (СССР). №4296077/23-33. Заявлено 12.08.87. Оpubл. 23.08.89. Бюл. №31 -5с.

Износостойкие легированные чугуны и особенности их получения

Студент гр. БЛП – 161 Марков Р.А.

Научный руководитель - доцент, к.т.н. Печенкина Л.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»

Россия, г. Воронеж

Из числа износостойких материалов, получивших признание и в наибольшей степени удовлетворяющих условиям работы в условиях абразивного износа, представляется износостойкий чугун. Он служит для изготовления деталей различного типа, в частности для насосов, перекачивающих гидроабразивные смеси.

Износостойкий хромистый чугун (ИЧХ) широко распространён в странах СНГ и особенно России. За рубежом ИЧХ также применяется и часто становится материалом для исследований. В наше время проблема исследования и разработка новых составов износостойких чугунов является одной из важнейших [1]. Помимо высокой износостойкости, детали, изготовленные из износостойкого чугуна, должны иметь высокие механические свойства, такие как прочность и ударная вязкость, ведь помимо абразивного износа они могут подвергаться возможным ударным нагрузкам [2]. Также необходимо учитывать, что в условиях разного вида износа необходимо использовать чугун различных марок и составов [3].

В качестве примера для исследования был выбран износостойкий хромистый чугун – ИЧХ28Н2 – с высоким содержанием дорогостоящих легирующих элементов (25-30 % Cr, 1,5-2,0 % Ni). Эксплуатационные характеристики определяются наличием специальных карбидов Me_7C_3 и $Me_{23}C_6$, которые образуются при высоком содержании хрома. Данный сплав широко распространён во всём машиностроении. Около 90 % всех отливок, изготовленных из износостойких хромистых чугунов, приходится на ИЧХ28Н2. В основном детали из ИЧХ изготавливают по точным методам литья, такие как литьё по выплавляемым моделям и литьё в кокиль, литьё по газифицируемым моделям.

Широкое распространение данный сплав получил на Воронежском предприятии АО КБХА, которое специализируется на продукции ракетно-космической отрасли, а также производит отливки для химического и металлургического комплексов. В настоящее время из ИЧХ28Н2 изготавливается большая номенклатура отливок (корпуса насосов, крыльчатки, подводы осевые и т.д.). Порядок выплавки чугуна заключается в следующем: в печь загружают передельный чугун, сталь, возврат собственного производства, никель, затем вводят ферросплавы на красную шихту.

Проблема получения ИЧХ28Н2 заключается в том, что в нём содержится большое количество дорогостоящих элементов и образуется большое количество примесей из-за использования передельного чугуна.

Не менее важное значение в литейной отрасли занимает хромомолибденовый чугун ИЧХ16МЗ, с меньшим содержанием хрома (15-19 %). Данный чугун используется для изготовления дробемётных лопаток и облицовки размольного оборудования. Благодаря молибдену, этот чугун обладает высокой прокаливаемостью, поэтому, в основном, он используется закалённом состоянии.

Наряду с упомянутыми выше износостойкими чугунами используется чугун легированный никелем, молибденом и ванадием ИЧХ18 (17-19 % Cr, 0,5 % Mo, 0,4 % V, Ni до 0,8 %). Этот чугун используется для деталей строительного оборудования, для деталей почвообрабатываемой техники и машиностроения.

Однако не только ИЧХ обладает хорошей износостойкостью. В области железнодорожного машиностроения используется перлитный чугун, который используется для изготовления тормозных колодок локомотивов.

Важным критерием, от которого зависят износостойкость и прочность чугуна, в изготовлении тормозных колодок, является химический состав и, первоначально, содержание фосфора, которое находится в пределах от 1 до 4 %. Учитывая, что фосфор существенно

влияет на износостойкость и тормозную эффективность чугуна, в настоящее время в зависимости от назначения колодки фрикционные чугуны подразделяют на содержащие до 0,5 % Р; 0,4-0,9 % Р; 1,0-1,5 % Р и 2,5-3,5 % Р.

Наличие фосфора во фрикционном чугуне гарантирует формирование на поверхностях трения слоев вторичных структур с повышенной износостойкостью. Строение этих рабочих слоев формируется под действием тепла от трения тормозной колодки о колесо, сильной пластической деформации и зависит от содержания фосфора в чугуне, количества и распределения включений фосфидной эвтектики в металлической основе чугуна. Образующиеся вторичные слои при наличии легкоплавкой фосфидной эвтектики, заполняющей разрыхленные приповерхностные микрообъемы металла, обеспечивают им подвижность, эластичность, и положительный градиент механических свойств. Такие буферные слои обеспечивают хорошую структурную и геометрическую приспособляемость, локализуют крупные узлы адгезионного взаимодействия, уменьшая износ, и одновременно придают им эластичность.

Была исследована технология выплавки втулок из износостойкого легированного чугуна. В начальном варианте в шихте использовался передельный чугун. Но было принято решение заменить его на лом стали 09Г2С, который имелся в достаточном количестве на предприятии. Порядок введения легирующих элементов предлагается следующий: на дно тигля укладывается бой графитовых электродов, далее отходы стали, сразу после расплавления металла в печи феррохром, феррованадий. Ферромарганец вводили за 3 минуты до выпуска металла, перед выпуском - алюминий для раскисления. Благодаря использованию лома значительно уменьшился процент примесей в чугуне, повысилась экономичность производства за счет отказа от передельного чугуна. Получение по такой технологии синтетического легированного чугуна вполне может служить альтернативой классической технологии получения износостойких чугунов в индукционных тигельных печах.

Литература

1. Попова О. И. Пути повышения стойкости червячных фрез/ О. И. Попова, М. И. Попова, Л. С. Печенкина// Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2018. – Т.14. - № 4. – С.134-139.
2. Печенкина Л.С. Влияние хрома и ванадия на композиционную структуру в малоуглеродистых белых чугунах / Л.С. Печенкина, Г.И. Сильман, А.А. Рукавицына // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – 2015. - № 6. – С.13-17.
3. Печенкина Л. С. Оптимизация состава самозакаливающихся чугунов// Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2017. – Т.13. - № 6. – С.117-121.

Рециклинг германия из отходов производства

Студент гр. МЦМ уск-17 Печура А. С.
Научный руководитель - Бредихин В.Н., Корицкий Г.Г.
Донецкий национальный технический университет
г. Донецк

Германий относится к рассеянным редким цветным металлам –которые относительно недавно вошли в сферу промышленного применения и производятся в ограниченных объемах.

Рассеянные редкие металлы в основном используют в производстве различных полупроводниковых приборов и легкоплавких сплавов и припоев

Источником вторичного германия при производстве цинка служат пыли агломерационного обжига (до 1% Ge), ретортные остатки, кеки от выщелачивания цинковых огарков, вельцооксиды. Другим источником Ge являются пыли шахтных, отражательных и конверторных плавков при производстве меди. Содержание в них Ge колеблется от 0,07 до 0,36%. Также, источником Ge являются золы, образующиеся при сжигании угля.

Непосредственное извлечение германия из руд было признано нецелесообразным, и в настоящее время его производство базируется в основном на отходах цинкового производства.

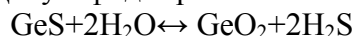
Учитывая низкое содержание Ge в вышеуказанных отходах и значительные его потребности в промышленности, представляет интерес проведения исследований по извлечению германия из указанного вторичного сырья, в частности из отходов цинкового и медного производств.

Для исследований выбрали сырье следующего состава, %: Ge - 0,35; Pb- 30,0; As – 0,03; Zn – 4,5; Fe – 2,0; Cd – 0,1; Si – 7,8; Al- 0,5; S – 14,1; Ba – 0,5; Ca – 4,7.

Из литературных данных известно (2), что для повторного обогащения германиевого продукта применяют сульфидирующий и восстановительный обжиг, а также восстановительную плавку. Если материал плавить с восстановителем и флюсами для ошлакования Al_2O_3 , SiO_2 , то легко восстанавливаемые оксиды Fe_2O_3 , GeO_2 , AsO_3 и т.д. можно получить в виде металлического королька.

Способ металлургического обогащения восстановительной плавкой дает возможность обогащения по германию в (3...10) раз в зависимости от характера исходного сырья.

Известно, также, что кислотное, водное или щелочное вскрытие сырья, в том числе и сплавлением со щелочами, имеет целью перевод германия в раствор для последующего выделения германиевого концентрата. Германаты щелочных металлов сравнительно хорошо растворимы в воде. Дисульфид германия также постепенно разлагается в воде по реакции:



Германаты тяжелых металлов фактически нерастворимы в воде.

Ввиду сложного химического состава и возможности существования сложных комбинаций связей германия с различными элементами были опробованы различные методы обработки германиевого концентрата для перевода сульфидов и полисульфидов в растворимую форму методом сульфатизации, сплавлением с кальцинированной содой и коксиком, в расплаве щелочи с добавками глета и без.

Первыми двумя методами (сульфатизацией и сплавлением с кальцинированной содой и коксиком) удовлетворительного результата не достигнуто – в раствор перешло 0,2% германия.

Хорошие результаты по выщелачиванию германия дали исследования с применением сплавления со щелочью

Сплавление проводилось в графитовом тигле на дно, которого помещалось 500г NaOH, сверху щелочи присыпали 500г германий содержащего продукта. Тигель помещали в сели-

товую печь и постепенно нагревали до (420...450)°С и периодически перемешивая, выдерживали (30...50) мин. Затем плав охлаждали, дробили, взвешивали и подвергли выщелачиванию в термостойком химическом стакане водой с соотношением Т:Ж=1:3 при нагревании до 85°С. Выщелачивание, продолжительностью 5 часов вели в две стадии. Растворы фильтровали, после чего продукты фильтрации анализировали на содержания в них Ge, при этом Ge на 80% переходит в раствор.

Результаты опытов показаны в табл.1,2.

Таблица 2- Материальный баланс сплавления германиевых отходов со щелочью при $t=(420...450)^\circ\text{C}$

Задано	Масса: г, л	Ge: %, г/л	Ge, г
Ge отходы	500,0	0,28	1,4
NaOH	500,0	-	-
Итого получено плава	555,7		1,4

Таблица 2 - Материальный баланс выщелачивания плава, ($t=85^\circ\text{C}$, $\tau = 5$ час.)

Задано	Масса: г, л	Ge: г, л	Ge, г	Извлечение
Плав	555,7	0,25	1,4	
Вода	1,6			
Получено				
Раствор	2,8	0,382	1,12	80,0
Нерастворимый осадок (ковкая часть)	19,74	0-,01	0,002	0,14
Нерастворимый осадок (севкая часть)	112,56	0,22	0,27	19,3
Потери			0,01	
Итого			1,39	

Дальнейшее извлечение Ge из раствора проводили осаждением в виде комплексной соли или оксида германия, в качестве осадителей использовали оксид магния, аммиак и 10% растворов танина. При использовании указанных веществ в качестве осадителей, обрабатываемый раствор подвергался предварительной подготовке. Раствор подкисляли разбавленной серной кислотой до $\text{pH}=8$. Подкисление вели малыми дозами кислоты при нагревании и перемешивании, затем в горячий раствор малыми порциями добавляли 5% раствор азотной кислоты до $\text{pH}=3$, после чего раствор охлаждали, подготовленный таким образом раствор обрабатывали указанными выше веществами. Результаты опытов показали, что наибольшее извлечение в осадок Ge показало при использовании танина - 97%. Полученную соль (GeO-танин) после сушки прокаливали при температуре 600°С и получали золу с содержанием Ge 40%.

Таким образом, показана возможность получения Ge концентрата из Ge – содержащих отходов с высоким извлечением Ge в концентрат.

Литература:

1. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. Металлургия редких металлов. М., Metallurgia, 1991, 431 с.
2. Основы металлургии. Т. IV, Редкие металлы. М., «Металлургия», 1967, 650с.

Кинетика фазовых превращений алюминиевых сплавов

Магистрант Жук К.А.

Научный руководитель - Рафальский И.В.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Одним из наиболее эффективных и высокоточных методов получения достоверных данных о фазовых превращениях в сплавах является метод термического анализа пробы расплава. Метод термического анализа (ТА) пробы расплава по кривой охлаждения заключается в прямом измерении температуры образца как функции от времени при непрерывном его охлаждении. Этот метод применяется для исследования равновесной и неравновесной кристаллизации металлических систем, широко используется для определения температур фазовых и структурных превращений, построения фазовых диаграмм. Целью исследования являлось изучение кинетики фазовых превращений сплавов на основе алюминия, полученных путем температурной обработки жидко-твердофазных композиций, включающих частицы оксида кремния (кремнезема).

Исследования изменения химического состава расплава алюминия методом ТА показали, что температура плавления алюминиевого сплава снижалась на 11 °С при контакте расплава с мелкодисперсным кремнеземом в течении 10 часов [1]. Расчеты энергии Гиббса подтвердили термодинамическую возможность химического взаимодействия расплава алюминия с оксидом кремния.

Алюминиевые сплавы плавил при температуре 750 – 760 °С, выдерживали 20 минут и вводили кварцевый песок фракции 0,3 – 0,5 мм в объеме от 30 до 50% от массы расплава. Затем образцы вновь помещали в печь, после 30-минутной выдержки образцы доставали из печи и проводили термический анализ. Было изучено влияние размера фракции кварцевого стекла и его процентного содержания в расплаве алюминия на степень восстановления кремния алюминием в расплаве.

При исследовании металлургических жидкофазных и жидко- твердофазных процессов получения сплавов с использованием кремнезема, предполагается, что граница раздела фаз (Al, SiO₂) является идеальной только в начальный момент времени контакта атомов алюминия с поверхностью оксидной фазы SiO₂. Под воздействием высокой температуры атомы алюминия в расплаве мигрируют через границу раздела Al/SiO₂ в направлении оксидной фазы, и, вступая в химическое взаимодействие с SiO₂, формируют новый слой Al₂O₃ на поверхности оксидной фазы SiO₂.

Взаимодействие расплава алюминия с кремнеземом сопровождается изменениями его кристаллической решетки и повышением концентрации дефектов кристаллической структуры, что приводит к повышению диффузионной активности алюминия, способствует перемещению атомов металла вглубь оксидной фазы и, в конечном итоге, приводит к образованию новой фазы Al₂O₃.

Были рассчитаны концентрационные профили по сечению сферической оксидной фазы кремнезема при различных значениях коэффициента диффузии алюминия через мономолекулярный Al₂O₃-слой в диапазоне от $5 \cdot 10^{-7}$ до $7,5 \cdot 10^{-6}$ см²/с, в предположении, что в начальный момент взаимодействия расплава алюминия с оксидной фазой SiO₂ концентрация алюминия в ней равна нулю, а на межфазной границе составляет 100%.

В результате проведенных исследований установлено, что алюминий интенсивно взаимодействует с оксидом кремния в металлооксидных композициях Al/SiO₂, при этом кремний интенсивно восстанавливается не только при использовании технически чистого алюминия, но и его сплавов.

Литература

1. Рафальский, И. В. Фазовые превращения в металлооксидных композициях на основе алюминия и оксида кремния / И. В. Рафальский, А. В. Арабей // Литье и металлургия. – 2010. – № 4 (58). – С. 100 - 104.

**Вакуумные техноло-
гии и техника в ли-
тейно-
металлургическом и
машиностроительном
производствах**

Качественный анализ процессов вакуумной цементации стальных деталей

Студент гр. 10401115 Иванов А.И.

Научный руководитель Вейник В.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Обработка сталей в вакууме или контролируемой среде, требующей применения вакуумного оборудования, является одним из перспективных направлений совершенствования существующих литейных и металлургических процессов. Общим недостатком, сдерживающим применение вакуумной техники в литейном, металлургическом производствах и в технологии термической (химико-термической) обработки сталей, является относительно высокая стоимость оборудования и отсутствие понимания потребителем особенностей протекания физических процессов на поверхности обрабатываемых изделий в вакууме.

Цель данной работы – рассмотреть особенности цементации стальных изделий в вакууме и выявить основные достоинства данного метода.

Подготовка процесса цементации начинается с вакуумирования деталей в холодной камере до давлений от 100...500 Па до 2×10^3 Па. При этом, для уменьшения парциального давления в среде остаточного газа таких нежелательных химически активных элементов как кислород, вакуумную камеру продувают или азотом или инертным газом – аргоном. Уменьшение парциального давления кислорода приводит к тому, что нагрев в такой атмосфере протекает без окисления поверхности стальных изделий. Дополнительный нагрев деталей и выдержка при температуре 300...400 °С, способствует дополнительной дегазации поверхности стали. Процесс цементации проводят в среде углеродородного газа под давлением (активная фаза обогащения поверхностного слоя). В качестве науглероживающей среды используют ацетилен (C_2H_2) или смесь пропана (C_3H_8) и этилена (C_2H_4). На следующем этапе происходит диффузионное внедрение углерода. Процесс повторяют до тех пор, пока не получится требуемая глубина (как правило, за три стадии). Охлаждение до температуры окружающей среды происходит в печи под действием инертных газов под разным давлением.

К достоинствам метода вакуумной цементации относят: существенное уменьшение времени процесса при увеличении глубины цементированного слоя по сравнению с другими методами цементации, благодаря проведению цементации при температурах до 1100 °С; отсутствие выпадения сажи на деталях и стенках печи; более низкие коробления после цементации за счет отсутствия теплового удара при разогреве; возможность автоматизации и компьютерного регулирования процесса.

Вакуумная цементация требует высокой производственной культуры, так как наличие лишних примесей в рабочей зоне недопустимо. Эти примеси могут появиться из воздуха, который конденсируется на рабочих стенках печи между процессами цементации. Или наоборот, некоторые газы, используемые при процессе, имеют больший вес по сравнению с воздухом, поэтому они могут осаждаться в нижних частях рабочей камеры. Для устранения таких рисков используют специальные чистящие устройства: щетки, пылесосы, системы продувки рабочей зоны.

Вакуумная цементация нашла широкое применение при обработке изделий с повышенными требованиями по отклонению от геометрической формы. Например, шестерни коробок передач, валы, а также для упрочнения компонентов для систем впрыска топлива под давлением для двигателей внутреннего сгорания, вкладыши и кольца для подшипников скольжения и качения.

Вакуумная формовка титановых деталей

Студент гр. 10404115 Рачков В. К.
Научный руководитель - Иванов И. А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Вакуумная формовка, - это производство изделий из термопластичных материалов в горячем виде методом воздействия вакуума или низкого давления воздуха; вариант вытяжки, при которой листовая пластик, расположенный над или под матрицей (инструментом формовки), нагревается до определенной температуры, и повторяет форму матрицы за счет создания вакуума между пластиком и матрицей.

Формовка осуществляется на специализированных вакуум-формовочных машинах, размер рабочего поля которых, к примеру, может составлять 1000×750 мм.

Основные материалы, применяемые для термоформования - акрил, полистирол, АБС-пластик, ПВХ, ПЭТ. Толщина формируемого материала находится в диапазоне от 0,4 до 6 мм.

В работе на основе результатов патентного поиска ставилась цель описать наиболее характерный способ вакуумной формовки титановых деталей.

Способ формирования больших титановых деталей включает в себя формование изгибов титановой пластины для формирования изогнутой детали. Изогнутая часть затем формируется в рулон для образования контуров в изогнутой части. Поверхности фасонной детали подвергаются обработке, после чего деталь крепится в форме лопасти. Приспособление с лопастной формой содержит множество досок жатки, которые прикрепляют деталь к крепежу. Крепежная часть помещается в термовакуумную печь и выполняется операция по снятию напряжения. Деталь снимается с крепежа и выполняется окончательная обработка.

Традиционным способом формования больших титановых деталей используется специальная матрица для горячего формования детали до «почти чистой» формы, что экономит затраты на инструмент. Например, известен способ формования с вытяжкой и/или формования волочением титана при повышенных температурах

Алгоритм вакуумной формовки титана:

1. Нарезать титановую пластину до нужного размера.
2. Применение гибочного прессы для продольного изгиба пластины.
3. Формирование в рулон для образования контуров.
4. Обработка поверхности фасонной детали.
5. Прикрепление детали к лопастной форме.
6. Операция снятия напряжений в термовакуумной печи.
7. Снятие детали с лопастной формы.

Работа выполнена в рамках учебных занятий по дисциплине «Основы научной и инновационной деятельности» на кафедре «Машины и технология литейного производства» Белорусского национального технического университета.

Вакуумная формовка

Студент гр. 10404115 Михолап В. И.
Научный руководитель - Иванов И. А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Поиск патентов на тему вакуумная формовка проводился в патентных базах различных стран. Из изученных патентов можно выделить следующие. Например, описание полезной модели на создание вакуум-формы для изготовления изделий из полимерных материалов. Данная вакуум-форма содержит полый пуансон, который изготовлен из алюминиевого сплава. На поверхности пуансона выполнены отверстия для связи полости пуансона с системой вакуумирования. Проблемы перед данным способом формовки стояли следующие: низкая теплопроводность и невозможность формовки изделий с поднутрением. Решением является патент U 7252, предложенный Завадским Н. И. и Комаровым А. И.. Предложенный способ заключается в повышении ресурса работы и надежности вакуум-форм, а также снижении их стоимости и улучшении экологичности. Керамический слой, нанесенный микродуговым оксидированием, повышает износостойкость, надежность и экологичность вакуум-формы, что в свою очередь снижает её конечную стоимость. При этом толщина керамического слоя является рациональной (при толщине менее 50 мкм не обеспечивается достаточный уровень прочности ее поверхности, а при толщине более 100 мкм – экономически нецелесообразно иметь такой слой).

Формирование изделий из полимерной массы вакуумным методом содержится в патенте RU2271276C1, который предложен Мальфлие, де Винтером и Уиллемсом. Проблемой формирования изделий из полимерной массы стояли следующие: необеспечение технологического и экономического способа изготовления матриц. Решением проблемы послужило то, что для формовки изделий любой конфигурации из полимерных материалов методом вакуумной формовки, а также ручной формовки с применением эпоксидных смол и стеклотканей. Таким образом, технический результат достигается способом изготовления матрицы для формовки изделий из полимерных материалов вакуумным методом, состоящим в том, что первая часть матрицы делается по шаблону, на который наносится первый рабочий слой из стеклоткани, пропитанной термостойкой эпоксидной смолой.

При изготовлении формованного изделия, в частности детали автомобиля, которое содержит по меньшей мере одну эластомерную полиуретановую оболочку с передней и задней сторонами можно использовать патент RU2327564C1 предложенный Павловой М. В.. В патенте указан способ использования пресс-формы, имеющей по меньшей мере первый узел, содержащий по меньшей мере две взаимно перемещаемые секции пресс-формы, образующие по меньшей мере один шов. Таким образом получили, что первый узел пресс-формы дополнительно содержит съемный гибкий вкладыш, изготовленный из эластичного материала, который устанавливают на секциях пресс-формы для образования по меньшей мере участка указанной поверхности пресс-формы и для прикрытия, по меньшей мере частично, указанного шва таким образом, что в области или в областях, где шов закрыт указанным вкладышем, не остается.

Работа выполнена в рамках учебных занятий по дисциплине «Основы научной и инновационной деятельности» на кафедре «Машины и технология литейного производства» Белорусского национального технического университета.

Охрана труда и промышленная безопасность

Инновационные технологии, направленные на снижение травматизма и профессиональных заболеваний в производственной сфере

Студенты гр. 10503416 Варсоба А.Ю., Зуева Е.В.

Научный руководитель - Кот Т.П.

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск

Безопасный труд работников – важнейший аспект, особенно актуальный для промышленных предприятий с множеством опасных зон. В зоне риска – металлурги, строители, механики, электрики и представители других профессий.

Проблема травматизма и профзаболеваний на производстве остается острой. По данным Международной организации труда, по всему миру каждые 15 минут травмируется или погибает на производстве 160 человек. Количество летальных исходов во всем мире из-за аварий или профессиональных болезней составляет около 2 млн. в год [1].

Внедрение современных технологий в производство способствует значительному повышению уровня безопасности труда. Технологии способны минимизировать вероятность человеческой ошибки, будь то неосторожность работника, проходящего через опасную зону или невнимательность оператора. Современные технологии в сфере безопасности труда развиваются по следующим основным направлениям:

- сохранение непрерывности производственного процесса за счет мониторинга главных этапов производства;
- обеспечение безопасности персонала за счет внедрения автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП).

Одним из перспективных направлений является использование на предприятиях системы мониторинга и обработки данных «в режиме реального времени». Собранный массив включает в себя информацию о состоянии рабочих систем, отдельных агрегатов и об их узлах, местоположении сотрудников и их фактическом времени работы. Учитываются также разнообразные внесистемные факторы: параметры микроклимата, время прихода сотрудников на работу, заболеваемость сотрудников и т.д. Так, компания Coca-Cola, обеспечила собственные заводы системами мониторинга оборудования, перемещения сотрудников, а также возможностью централизованного сбора информации. Специалисты используют электронный сервис, позволяющий всем без исключения работникам сообщать о потенциально опасных ситуациях.

В 2017 году на одном из российских металлургических заводов опасное оборудование оснастили датчиками и организовали через информационную систему мониторинг сотрудников в опасных зонах. Как только система «замечает», что человек долгое время находится в горячей зоне, неподвижен или ведет себя странно, она автоматически отправляет сообщение команде мониторинга, и та оперативно реагирует на инцидент.

Еще один схожий пример-кейс внедрения HSE-решения на металлургическом производстве компании Rio Tinto в Канаде. Реализация проекта помогла компании улучшить показатель частоты производственного травматизма на 70%. С 2012 года он снизился с 0,90 до 0,24.

Аналогичные решения применяют и на горнодобывающих предприятиях. Одна из компаний внедрила систему для отслеживания приближения сотрудников к грейдеру, харвестеру и другим опасным объектам во время их работы. Как только человек подходит слишком близко, оператор оборудования получает соответствующий сигнал. В случае если система настроена на автоматический режим, оборудование останавливается.

Автоматизация и роботизация значительно снижают риск травмирования персонала. На самых сложных и опасных участках людей постепенно заменяют роботы, что не только снижает вероятность ошибок в производстве, но и ускоряет сам процесс. К примеру, робот-строитель SAM от компании Construction Robotics выкладывает стены со скоростью в 800–1200 кирпичей в день. Человек в данном случае лишь проверяет результаты работы машины.

Существенно повлиять на снижение травматизма на предприятии может информационная система «технологии + обучение». В основе которой лежит использование технологии 3D- и дополненной реальности. Видеоочки (Google Glass, Microsoft HoloLens) позволяют выделить опасные зоны, очертить сотруднику необходимый план работ, а также облегчить понимание структуры того или иного агрегата.

Кроме того, виртуальная и дополненная реальности особенно эффективны для обучения персонала. В качестве примера можно привести виртуальную комнату оператора, которую обучаемый видит в очках. Компьютер показывает назначение кнопок, регуляторов и алгоритм необходимых действий. После завершения обучения сотрудник проходит несколько тренировочных этапов, максимально приближенных к реальным рабочим ситуациям.

Современные производственные стандарты требуют максимально высокой степени безопасности при выполнении практически любого технологического процесса. Однако помимо технологий стоит не забывать и о своевременной разработке нормативной базы и соблюдении работниками правил техники безопасности.

Список использованных источников

1. Как технологии позволяют избежать проблем на производстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.orange-business.com/ru/blogs/bezopasnost-prezhde-vsego-kak-tekhnologii-pomogayut-izbezhat-problem-na-proizvodstve>.

Перспективные направления снижения производственного шума

Студенты гр. 10503116 Купрацевич Е.В., гр. 10503416 Трусова В.В.

Научный руководитель - Кот Т.П.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Условия труда в производственных помещениях и на отдельных рабочих местах во многом зависят от интенсивности шума и его частотной характеристики.

Предупреждение образования значительного уровня звукового давления в условиях производства осуществляется на стадиях конструирования технологического оборудования, проектирования, строительства и эксплуатации предприятий, а также разработки технологических процессов.

Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы: уменьшение уровня шума в источнике его образования; звукопоглощение и звукоизоляция; установка глушителей шума; рациональное размещение оборудования; применение средств индивидуальной защиты.

Наиболее действенным способом борьбы с шумом является уменьшение его в источнике образования путем применения технологических и конструктивных мер, организацией правильной наладки и эксплуатации оборудования. К конструктивным и технологическим мерам, позволяющим создать механизмы и агрегаты с низким уровнем шума, относят совершенствование кинематических схем за счет: замены зубчатых передач клиноременными или цепными; изыскания наилучших конструктивных форм для безударного взаимодействия деталей и плавного обтекания их воздушными потоками; изменения массы или жесткости элементов конструкции машин для уменьшения амплитуд колебания и устранения резонансных явлений; применения материалов, обладающих способностью поглощать колебательную энергию; замены возвратно-поступательного движения деталей на вращательное, подшипников качения – подшипниками скольжения; использования прокладочных материалов, затрудняющих передачу колебаний от одних деталей к другим [1].

В таблице 1 представлен сравнительный анализ различных способов снижения шума в источнике образования.

Таблица 1 – Показатели эффективности различных способов снижения шума в источнике образования

Способы снижения шума	Снижение уровня звука, дБА
Замена прямозубых шестерен шевронными	5–7
Устранение погрешностей в зубчатом зацеплении	5–10
Замена зубчатой передачи на клиноременную	10–15
Замена металлической шестерни на капроновую или текстолитовую	10–12
Замена металлического корпуса на пластмассовый	8–12
Устранение перекоса внутреннего кольца подшипника	8–10
Смазка трущихся деталей	5–12

Для снижения шума различных аэродинамических установок и устройств применяют активные (адсорбционные), реактивные и комбинированные глушители. Действие активных глушителей основано на принципе поглощения звуковой энергии звукопоглощающим материалом, а реактивные – отражают ее обратно к источнику. В комбинированных глушителях происходит как поглощение, так и отражение звука [2].

Эффективным методом снижения шума считается звукоизоляция. Ослабление шума с помощью звукоизоляции осуществляют средствами, в основе которых лежит применение акустических материалов. К наиболее распространенным средствам звукоизоляции относят: применение звукоизолирующих кожухов и кабин; увеличение массы преграды; разобщение легкой строительной конструкции сплошным воздушным промежутком на отдельные части;

устранение или уменьшение жестких связей между элементами разобранной конструкции; заполнение воздушного пространства в двойных легких перегородках звукопоглощающими материалами; повышение воздухопроницаемости преграды.

Ослабления уровня звука, распространяющегося в помещении, можно достигнуть с помощью звукопоглощения, вследствие отражения энергии от облицовочных материалов ограждений, конструктивных частей оборудования. Большинство систем звукопоглощения используют звукопоглощающие материалы, способные абсорбировать звуковые волны с определенной длиной волны. В различных ситуациях применяются различные материалы, поглощающие звуковые волны разной длины — в зависимости от звуков, которые необходимо поглотить. Для сложных звуковых условий несколько разных материалов объединяют в композитные структуры, которые могут поглощать звук определенного диапазона волн, но даже такие неоднородные материалы имеют свои ограничения. На практике сложно сделать многослойную матрицу, способную поглощать все звуковые волны. Метод звукопоглощения только подавляет звук, так как некоторые акустические волны не поглощаются, а просто отражаются от материала.

Новым направлением в снижении шума является разработка ученых Гонконгского университета. Новый метод позволяет отфильтровывать почти все звуковые шумы в определенной среде — независимо от уровня их громкости. Новейшая разработка представляет собой систему совершенного звукопоглощения, куда звуковые волны могут проникать, но не выходят обратно. Новая система нейтрализует все акустические волны в среде за счет использования пары резонаторов с согласованием сопротивления, которые работают в тандеме, чтобы заглушить все звуки в помещении. Первый резонатор устраняет большинство входящих звуковых волн. Второй резонатор собирает то, что не смог устранить первый. Он настроен на ту же частоту, как и первый резонатор, что позволяет ему использовать деструктивную интерференцию для гашения оставшихся после воздействия первого резонатора звуковых волн. Система достигает почти идеального результата – поглощения до 99,7% всех звуковых волн [3].

Список использованных источников

1. [Методы и средства борьбы с шумом \[Электронный ресурс\]. – Режим доступа: https://znaytovar.ru/s/Metody-i-sredstva-borby-s-shum.html.](https://znaytovar.ru/s/Metody-i-sredstva-borby-s-shum.html)
2. Мероприятия по снижению шума [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studwood.ru/1327068/ekologiya/organizatsionnye_prochie_meropriyatiya_snizheniyu_shuma_okrzhayuschey_srede.
3. Система поглощения звука [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nauka.boltai.com/topics/sistema-pogloshhayushhaya-99-7-vseh-zvukov>.

Основные причины травматизма на производстве

Студент гр. 10605115 Игнатович Р.С.

Научный руководитель Мордик Е.В.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Статистика Департамента государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь говорит о том, что за 2018 год в Республике Беларусь увеличилось количество потерпевших и погибших на производстве.

За 2017 год число потерпевших, получивших тяжелые производственные травмы, составило 593, а за 2018 год число потерпевших достигло 687. Количество погибших с 2017 на 2018 год выросло с 115 до 149 человек. При этом 10,5 % случаев с потерпевшими и 25,5 % - с погибшими составило на общее количество несчастных случаев при выполнении служебных обязанностей на ДТП.

Больше всего травмы получили на производстве работники организаций лесного хозяйства, легкой и тяжелой промышленности, строительства и архитектуры, транспорта и коммуникаций, организаций коммунальной формы собственности.

За 2018 год по вине работодателя 14 пострадавших (что составило 45,7 % от общего числа) было тяжело травмировано, погибло 80 человек (53,7 %).

Несчастные случаи на производстве происходят в основном по вине работодателя, так как он должным образом не соблюдает правила по охране труда. К примеру, работодатели часто закрывают глаза на недостаточную квалификацию работников при приеме на работу.

Кроме того с работником часто должным образом не проводят инструктаж либо подходят к этой процедуре формально. Работник просто расписывается в журнале. Помимо этого на работах с повышенной опасностью должна проводиться стажировка и проверка знаний по охране труда.

Также можно выделить основные причины несчастных случаев на производстве:

- конструктивные недостатки, несовершенство, небольшая надежность машин, механизмов, а также оборудования;
- использование неисправных машин, механизмов, оборудования;
- несовершенство технологического процесса;
- несоблюдение технологического процесса;
- несоблюдение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств;
- несоблюдение правил дорожного движения;
- неудовлетворительная организация производства работ;
- неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений, территорий;
- неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест;
- несовершенство в обучении безопасным приемам труда;
- неприменение средств индивидуальной защиты;
- неприменение средств коллективной защиты;
- нарушение трудовой и производственной дисциплины;
- использование рабочего не по специальности.

Безопасность при проведении строительно-монтажных работ на высоте

Студенты гр. 10602115 Чумаченко М.А., Голуб Я.В.
Научный руководитель - Мордик Е.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Работа на высоте – это работы, при которых работник находится на расстоянии менее 2 м от неогражденных перепадов по высоте 1,3 м и более.

Основным опасным производственным фактором при работе на высоте является расположение рабочего места выше поверхности земли (пола, настила) или над пространством, расположенным ниже поверхности земли, и связанное с этим возможное падение работника или падение предметов на работника.

Причинами падения работающих с высоты являются: технически (отсутствие ограждений, предохранительных поясов, недостаточная прочность и устойчивость лесов, настилов, люлек, лестниц), технологические (недостатки в проектах производства работ, неправильная технология ведения работ), психологические (потеря самообладания, нарушение координация движений, неосторожные действия, небрежное выполнение своей работы) и метеорологические (сильный ветер, экстремальная температура воздуха, дождь, снег, туман, гололед).

Кроме того, травмирование работающих может произойти в результате падения предметов с высоты.

Согласно требованиям Правил охраны труда при работе на высоте, утвержденных постановлением Министерства труда Республики Беларусь от 28 апреля 2001 г. № 52, наниматель обязан обеспечить безопасность работников и защиту от рисков всех лиц.

При проведении работ на высоте должны устанавливаться ограждения и обозначаться в установленном порядке границы опасных зон. Такие меры предосторожности принимаются для ограничения доступа работников в зоны, где возможно их падение с высоты, травмирование падающими с высоты материалами, инструментом и другими предметами, а также частями конструкций, находящихся в процессе сооружения, обслуживания, ремонта, монтажа или разборки.

На границах зон постоянно действующих опасных производственных факторов устанавливаются защитные ограждения, а на границах зон потенциальной опасности действия этих факторов – сигнальные ограждения и знаки безопасности.

Рабочее место должно содержаться в чистоте, хранение заготовок, материалов, инструмента, готовой продукции, отходов производства должно быть упорядочено и соответствовать требованиям охраны труда.

Рабочие места обеспечиваются необходимыми средствами коллективной и индивидуальной защиты работников, первичными средствами пожаротушения, а также средствами связи и сигнализации, другими техническими средствами обеспечения безопасных условий труда в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Рабочие места и проходы к ним, расположенные на высоте более 1,3 м и расстоянии менее 2 м от границы перепада по высоте, ограждаются временными инвентарными ограждениями. При этом при невозможности применения защитных ограждений или в случае кратковременного периода нахождения работников допускается производство работ с применением предохранительного пояса.

На каждом рабочем месте уровень освещенности должен соответствовать установленным нормам. Искусственное освещение по возможности не должно создавать бликов и теней, искажающих обзор.

Кроме того, следует обратить внимание, что не допускается выполнение работ на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, при гололеде, грозе или тумане, исключающем видимость в пределах фронта работ. При работах с конструкциями с большой парусностью работы по их монтажу (демонтажу) прекращаются при скорости ветра 10 м/с и более. Работы на высоте на открытом воздухе, выполняемые непосредственно с конструк-

ций, перекрытий, оборудования и тому подобного, при изменении погодных условий с ухудшением видимости, при грозе, гололеде, сильном ветре, снегопаде прекращаются и работники выводятся с рабочего места.

Безопасное обслуживание электроустановок

Студент гр. 10602115 Бурчик С.Ю.

Научный руководитель - Мордик Е.В.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Обслуживание действующих электроустановок должны осуществлять специально подготовленные работники, соответствующие требованиям действующих ТНПА. Для обеспечения электробезопасности персонал, обслуживающий электроустановки, делится на 5 групп. Электротехническому персоналу присваиваются группы II – V и он может непосредственно входить в состав энергослужбы или состоять в штате производственных подразделений предприятия. Группа I по электробезопасности присваивается неэлектротехническому персоналу.

Для непосредственного выполнения обязанностей по организации эксплуатации электроустановок приказом работодателя назначается ответственный за электрохозяйство и его заместитель. Приказ издается после успешной проверки знаний ТНПА по электробезопасности и присвоения этим лицам IV группы по электробезопасности (при наличии электроустановок напряжением до 1000 В) и V группы (при наличии электроустановок напряжением выше 1000 В).

Руководитель организации и лицо, ответственное за электрохозяйство, как и работники, их замещающие, несут персональную ответственность за создание безопасных условий труда работникам электрохозяйства.

В организациях, где установленная мощность электроустановок не превышает 30 кВА, ответственный за электрохозяйство может не назначаться.

Присвоение работающим группы I производится путем проверки знаний в форме устного опроса, а также приобретенных умений и навыков безопасных приемов работы и оказания помощи при поражении электротоком. Присвоение этой группы проводит работник из числа электротехнического персонала с группой по электробезопасности не ниже III по письменному указанию ответственного за электрохозяйство лица и оформляется в специальном журнале с подписью проверяемого и проверяющего. Проверка знаний неэлектротехнического персонала на группу I по электробезопасности проводится с периодичностью 1 раз в три года.

Для лиц с группой II обязательно элементарное техническое знакомство с электроустановками, отчетливое представление об опасности электрического тока и приближения к токоведущим частям, а также знание основных мер предосторожности при работах в электроустановках и практических навыков оказания первой помощи пострадавшим от действия электрического тока.

Лицом с группой V необходимо знать схемы и оборудование своего участка; ПУЭ, ясно представляя требования того или иного пункта этих Правил; уметь организовывать безопасное производство работ и вести надзор за ними в электроустановках любого напряжения; знать правила оказания первой помощи и уметь практически оказывать эту помощь пострадавшим от электрического тока, а также уметь обучать персонал других групп правилам безопасности и оказанию первой помощи пострадавшим.

Электротехнический персонал предприятия подразделяется на административно-технический, оперативный, ремонтный и оперативно-ремонтный.

К электротехническому персоналу II – V групп по электробезопасности предъявляются следующие требования:

- лица, не достигшие 18-летнего возраста, не могут быть допущены к самостоятельным работам в электроустановках;
- они не должны иметь увечий и болезней (стойкой формы), мешающих производственной работе;

- обязаны после соответствующей теоретической и практической подготовки пройти проверку знаний и иметь удостоверение на допуск к работам в электроустановках.

Кроме того, периодическая проверка знаний персонала проводится в следующие сроки:

- 1 раз в год – для электротехнического персонала, непосредственно обслуживающего действующие электроустановки или проводящего в них наладочные, электромонтажные, ремонтные работы или профилактические испытания, а также для персонала, оформляющего распоряжения и организующего эти работы;

- 1 раз в три года – для административно-технического персонала, не относящегося к предыдущей группе, а также специалистов по охране труда, допущенных к инспектированию электроустановок.

Методы борьбы с монотонностью труда

Студентка гр. 11305116 Баранова М.В.

Научный руководитель - Науменко А.М.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Монотонность – это однообразное повторение рабочих операций. Опасность монотонности заключается в быстрой утомляемости, снижении внимания к процессу производства и снижении интереса к трудовому процессу, что влияет на безопасность труда. Одной из форм, предрасполагающей к формированию монотонности, является автоматизм. Он может сформироваться в результате нескольких факторов: рутинности работы, многолетнего опыта, отсутствия вовлеченности в трудовой процесс, творческого подхода, физических перегрузок. Особое значение это имеет на сложных производствах и производствах с вредными условиями труда, где аккуратность и внимание имеют решающее значение. Монотонность также сопровождается апатией к выполнению трудовой деятельности, скукой.

Методы борьбы. 1) Разработка и внедрение социальных частных мероприятий. Одно из таких мероприятий связано с реорганизацией конвейерных линий, которое включает: изменение конструкции конвейерной линии; замену принудительного темпа свободным, самостоятельно регулируемым.

2) Одним из важных средств борьбы с монотонностью является регулирование скорости движения конвейера в соответствии с колебаниями кривой работоспособности в течение рабочего дня.

3) Объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные. Снижение утомления при этом происходит за счет расширения поля корковой активности. Но использование такого направления требует соблюдения следующих условий:

1. длительность объединенных операций не должна превышать 10—12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей;

2. чрезмерное укрупнение операций может не соответствовать уровню квалификации работника;

3. при совмещении профессий следует учитывать перенос (положительное) и интерференцию (отрицательное) взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии. Должны загружаться различные психофизиологические функции работника [1];

4) особое место среди методов борьбы с неблагоприятными последствиями монотонности приобрело внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха. Это объясняется тем, что такой метод применим и для рабочих на конвейере, и для операторов, работающих с видеотерминалами;

5) для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний (психологического пресыщения, скуки, сонливости, апатии) в структуру режима труда и отдыха включают функциональную музыку, которая стимулирует двигательную активность и вызывает у работников приятные эмоции;

6) еще один эффективный метод снижения отрицательного влияния монотонности — применение методов эстетического воздействия во время работы, что способствует улучшению психологических условий труда и включает озеленение, цветовой интерьер, оптимальную освещенность рабочего места, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности;

7) для монотонного труда на конвейере используется метод «психологических сигналов», основанный на том, что степень сохранения в памяти рабочих основных требований к выполняемой операции варьируется в течение рабочей смены, явно снижаясь к концу рабочего дня. Следствием этого является ухудшение качественных показателей изготавливаемой продукции. Поэтому в течение смены периодически по конвейеру перемещаются небольшие таблички разного цвета с инструкциями по выполнению задания, содержащими не более пяти слов, написанных белой масляной краской. Для каждой операции используется свой цвет

таблички. Подобное напоминание действует через соответствующие анализаторы и ослабляет действие монотонности труда. Результатом является снижение брака до 30% [2];

8) в качестве организационных мероприятий, уменьшающих влияние монотонности и повышающих эффективность работы можно рекомендовать: отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования; усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, ведение записей в журнале ; выбор компромиссной продолжительности периодического дежурства исходя из назначения системы «человек-машина»; установление оптимальной длительности ежесуточного пассивного отдыха (сна без перерывов) не менее 7 час (при отсутствии экстренной необходимости его прерывания); чередование пассивного отдыха с активным.

Состояние работника при высокой напряженности трудовой деятельности характеризуется высоким нервно-эмоциональным напряжением, которое может привести к возникновению стрессовой ситуации.

Организация рабочего времени. В начале работы физиологические функции человека включаются в активное состояние процесса трудовой деятельности постепенно. Поэтому в начале работы, впервые 30 мин, рекомендуется учитывать период вработывания, вхождения в работу. Затем 2—3 ч обычно работоспособность на одном уровне, фаза «плато». Ближе к обеденному перерыву практически у всех работа замедляется. В послеобеденный период эта закономерность повторяется. Эффективным фактором, ослабляющим отрицательное воздействие монотонности на организм человека, является работа на конвейере с накопителем, то есть с возможностью периодической работы в свободном ритме и темпе.

Наиболее эффективно вводить короткие 5—7 мин перерывы на протяжении рабочего дня через каждый час - максимум полтора. Во второй половине рабочего дня для снижения влияния накапливающегося утомления дополнительно вводят специальные паузы. Общая величина кратковременных перерывов и пауз должна составлять не менее 15—18% величины рабочего времени.

Следует учесть, что чрезмерно быстрый темп работы приводит клетки головного мозга вследствие слишком частого повторения раздражений в тормозное состояние, происходит их истощение из-за превышения предела функциональной подвижности. Все это вызывает нарушение устойчивости стереотипа рабочих движений, угасание сформировавшейся доминанты. Ритмичная работа в таких условиях нарушается, происходит отставание от заданного ритма. В научных исследованиях, специально направленных на установление микропауз в операциях, было показано, что оптимальным соотношением будет соотношение времени работы и микропауз, как 1:2. Тогда сохраняется и высокая работоспособность, и здоровье рабочих[3].

В процессе деятельности происходит изменение уровня работоспособности. Выделены основные стадии работоспособности по показателям результативности деятельности: вработывание, оптимальная работоспособность, утомление, конечный порыв. В зависимости от вида труда, индивидуальных особенностей, степени тренированности, профессиональной подготовки, состояния здоровья продолжительность, чередование и выраженность отдельных стадий динамики работоспособности может варьировать, вплоть до полного выпадения некоторых из них. Таким образом, можно предотвратить утомление, которое негативно влияет на организм человека, уменьшая его работоспособность, физические и умственные показатели. Одной из важнейших задач, является создание благоприятных условий труда для работающих.

Литература

1. Белялин П. П. Промышленные роботы. М.: Машиностроение, 1975.
2. Уразов В. Л. Использование методов менеджмента в легкой промышленности. М.: Легпромбытиздат, 1993.

3. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (охрана труда): Учебное пособие для вузов./ П.П. Кукин и др. - Из-во «Высшая школа», 2002. - 318 с.

Инфразвук на рабочих местах. Вредное воздействия инфразвука на человека

Студентка гр. 11305216 Денисенко Д.Д.
Научный руководитель - Науменко А.М.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В настоящее время максимальные уровни низкочастотных акустических колебаний от промышленных и транспортных источников достигают 100-110 дБ. К объектам ультразвуковой области относятся: автомобильный транспорт (двигатели внутреннего сгорания), конвертерные и мартеновские цехи металлургических производств, компрессорные газоперекачивающих станций, портовые краны и др.

Инфразвук в виде механических колебаний упругой среды, обладающей подобной с шумом физической природой, но передающейся с частотами менее 20 Гц. Ухо человека не способно принимать колебания этих частот, потому что данный частотный диапазон лежит ниже порога слышимости.

Инфразвук передается в атмосфере на большие расстояния, благодаря большой длине волны, которая достигает в некоторых случаях десятки тысяч километров. Поэтому инфразвук невозможно остановить при помощи строительных сооружений на пути его распространения, средства индивидуальной защиты зачастую также не обеспечивают хорошей защиты от инфразвука.

Инфразвук характеризуется инфразвуковым давлением (Па), интенсивностью (Вт/м²), частотой колебаний (Гц). Уровни интенсивности инфразвукового давления выражаются в децибелах (дБ).

Инфразвук оказывает неблагоприятное воздействие на весь организм человека, в первую очередь на орган слуха, понижая слуховую чувствительность на всех частотах.

Имеются данные о том, что инфразвук вызывает снижение слуха преимущественно на низких и средних частотах. Выраженность этих изменений также зависит от уровня интенсивности инфразвука и длительности действия этого фактора.

Инфразвук воспринимаются человеком, главным образом, как физическая нагрузка: возникает утомление, головная боль, головокружение. Низкочастотные колебания с уровнем инфразвукового давления свыше 150 дБ совершенно не переносятся человеком.

Особенно неблагоприятное воздействие вызывают инфразвуковые колебания с частотой 2—15 Гц в связи с возникновением резонансных явлений в организме человека. При этом наиболее опасна частота 7 Гц, т. к. возможно совпадение частоты инфразвука с альфа-ритмом биотоков мозга.

Несколькими нормируемыми параметрами инфразвука являются:

- Уровни звукового давления (L_p) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц, в дБ, определяемые по формуле:

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

где p - среднеквадратичное значение звукового давления, Па;

p_0 - исходное значение звукового давления в воздухе, равное 2×10^{-5} Па.

Эквивалентным (по энергии) общим (линейным) уровнем звукового давления (или уровнем звукового давления в октавной полосе частот) непостоянного инфразвука является общий уровень звукового давления постоянного инфразвука (или уровень звукового давления в октавной полосе частот), который имеет такое же среднее квадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный инфразвук в течение заданного интервала времени, измеряется в децибелах (дБ).

Необходимо учитывать, что при установке мер защиты от инфразвука, большая длина волны позволяет распространяться в атмосфере инфразвуку на порядочные расстояния, которые достигают десятков тысяч километров в отдельных случаях.

Действующими санитарными правилами и нормами являются СанПиН «Требования к инфразвуку на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки» Постановление Минздрава Республики Беларусь от 6.12.2013 №121, где установлены предельно допустимые уровни на рабочих местах с учетом тяжести и напряженности выполняемой работы:

- Для работ различной степени тяжести в производственных помещениях и на территории организаций предельно допустимые уровни инфразвука составляют 100 дБ Лин;
- Для работ различной степени интеллектуально-эмоциональной напряженности – 95 дБ Лин;
- Для колеблющегося во времени и прерывистого инфразвука уровни звукового давления не должны превышать 120 дБ Лин.

Необходимо учитывать, что при установке мер защиты от инфразвука, большая длина волны позволяет распространяться в атмосфере инфразвуку на порядочные расстояния, которые достигают десятков тысяч километров в отдельных случаях.

Снижение инфразвука в источнике его возникновения и дистанционное управление машинами – одни из самых эффективных и единственных средств защиты. Снижение шума в источнике должно предусматриваться на стадии проектирования машин или агрегатов.

К таким мерам можно отнести: увеличение частоты вращения валов; повышение жесткости колеблющихся конструкций больших размеров; устранение низкочастотных вибраций; конструктивные изменения источников, позволяющие перейти из области инфразвуковых колебаний в область звуковых колебаний, для снижения которых эффективно применение методов звукоизоляции и звукопоглощения, и др.

Для снижения уровня инфразвука аэродинамического происхождения необходимо осуществлять ограничение скоростей движения транспорта, скоростей истечения жидкостей.

В деле защиты от инфразвука на путях распространения определенный эффект дают глушители интерференционного типа. Однако они эффективны при наличии дискретных составляющих в спектре инфразвука.

Меры борьбы с чрезмерным тепловым воздействием на производстве

Студентка гр. 11305116 Ковалёва А.М.

Научный руководитель - Науменко А.М.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В цехах с метеорологическим комплексом преимущественно нагревающего характера важнейшее значение в борьбе с нагреванием приобретает преобразование самого технологического процесса, например, в отдельных производствах замена горячего способа обработки металла (поковка) холодным (штамповка), замена нагрева металла в нагревательных печах, являющихся мощным источником избыточного выделения тепла, индукционным нагревом металла токами высокой частоты и др.

Тепловыделения в рабочую зону от нагретых наружных поверхностей оборудования и трубопроводов значительно снижаются при покрытии их теплоизолирующими материалами: магнезия, смешанная с асбестом в отношении 85: 15, асботермит — смесь из отходов асбошиферного производства (70%), трепела (20%) и асбеста (10%), пеностекло и др. В случаях, когда теплоизоляция невозможна по технологическим условиям, следует предупредить попадание тепла в рабочую зону путем устройства непосредственно у нагретых поверхностей специальных кожухов — экранов с воздушной прослойкой или стационарных и передвижных экранов из асбеста и стекловолокна на высоту рабочей зоны — порядка 1,5—2 м.

Нагретый до высокой температуры воздух в прокатных, термических и других цехах следует удалять с помощью вентиляционных устройств, обеспечив доступ наружного воздуха вместо удаленного.

В помещениях с большим выделением тепла вентиляцию устраивают для поддержания нормальной температуры.

На ограниченном пространстве больших цехов, огражденном со всех сторон (например, пост управления блюминга), создание благоприятных метеорологических условий возможно путем местного кондиционирования воздуха.

Кроме мер, направленных на уменьшение количества тепла во всем помещении, следует предусмотреть возможность создания условий, облегчающих отдачу тепла непосредственно на месте работы, например, у нагревательных печей, при разливке расплавленного металла, на рабочих местах кузнецов, штамповщиков и др. Одним из таких средств является требуемое Нормами СН-245-71 устройство так называемых воздушных душей, с помощью которых непосредственно на рабочее место направляется воздушный поток определенной температуры и скорости в зависимости от тяжести работы, сезона года и интенсивности инфракрасного излучения. Воздушное обдувание эффективно используется также в сочетании с распылением воды (см. главу XIV).

Особо важное значение для борьбы с перегреванием работающих и с непосредственным воздействием на них инфракрасного излучения имеет создание промежуточных сред между нагретой поверхностью (рабочая камера печи, нагретые материалы, поверхности окружающего оборудования) и работающим

На ограниченном пространстве больших цехов, огражденном со всех сторон (например, пост управления блюминга), создание благоприятных метеорологических условий возможно путем местного кондиционирования воздуха.

Кроме мер, направленных на уменьшение количества тепла во всем помещении, следует предусмотреть возможность создания условий, облегчающих отдачу тепла непосредственно на месте работы, например, у нагревательных печей, при разливке расплавленного металла, на рабочих местах кузнецов, штамповщиков и др. Одним из таких средств является требуемое Нормами СН-245-71 устройство так называемых воздушных душей, с помощью которых непосредственно на рабочее место направляется воздушный поток определенной температуры и скорости в зависимости от тяжести работы, сезона года и интенсивности ин-

инфракрасного излучения. Воздушное обдувание эффективно используется также в сочетании с распылением воды (см. главу XIV).

Особо важное значение для борьбы с перегреванием работающих и с непосредственным воздействием на них инфракрасного излучения имеет создание промежуточных сред между нагретой поверхностью (рабочая камера печи, нагретые материалы, поверхности окружающего оборудования) и работающим

Идентификация опасностей. Оценка рисков

Студент гр.11305316 Мискель Д.

Научный руководитель - Науменко А.М.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Процедура идентификации опасностей, оценки рисков и определения мер по управлению ими обеспечивает возможность в любой момент определить наличие опасности, оценить категорию риска и придать разработанным мероприятиям по управлению ими предупреждающий характер.

Мероприятия по управлению рисками являются отражением принципа устранения идентифицированных опасностей, результатом которых является снижение риска до значения приемлемого, за счёт увеличения безопасности производственного оборудования, безопасности производственного процесса, создания безопасных условий труда.

Идентификация опасностей осуществляется с целью:

- выявления и четкого описания всех потенциальных источников опасностей, причем выявление и документирование потенциальных опасностей осуществляется по всем операциям в Обществе, связанным с производственной деятельностью; - определения, какие из идентифицированных опасностей, оцененных рисков являются приемлемыми; - определения, какие из идентифицированных опасностей, оцененных рисков требуют разработки мероприятий по управлению ими.

При проведении идентификации опасностей на рабочих местах учитываются: - ситуации, события, комбинации обстоятельств, которые потенциально могут приводить к несчастному случаю на производстве или профессиональному заболеванию работающего; - сведения об имевших место несчастных случаях на производстве, профессиональных заболеваниях, причинах их возникновения.

При идентификации опасностей руководитель структурного подразделения определяет виды работ и объекты, на которых осуществляется работающим производственная деятельность. При этом необходимо рассматривать не только потенциальные опасности от деятельности, выполняемой штатными работниками Общества, но и опасности, возникновение которых потенциально возможно от деятельности подрядчиков и посетителей, а также от использования продукции и услуг, поставляемых сторонними организациями.

В соответствии с идентифицированными опасностями для каждой профессии (должности), при выполнении конкретного вида работ, на конкретном объекте определяется категория риска.

В Обществе для оценки рисков применяется бальный метод. При бальном методе оценки рисков используется формула [1]:

$$R=S * P * E * F * T,$$

где R - риск; S - серьёзность последствий; P - вероятность опасности; E - длительность воздействия опасности; F - статистическая оценка опасности; T – давность события.

При определении статистической оценки опасности F и оценке давности события T необходимо пользоваться статистикой несчастных случаев в Обществе.

При оценке риска (заполнении Карты оценки значения рисков) обязательно участие работающих, которые непосредственно работают на рассматриваемом рабочем месте.

Заполнение карт оценки значения рисков осуществляет руководитель структурного подразделения с участием общественного инспектора. Карты оценки значения рисков согласовываются со службой ОТ и ПБ и утверждаются заместителем начальника управления - главным инженером обособленного подразделения Общества.

Ежегодно проводится плановая актуализация оценки рисков (реестров рисков, карт оценки значения рисков) на основании ежегодного приказа по Обществу, с учетом:

- изменений требований ТНПА в области охраны труда; - выполненных мероприятий по управлению рисками, по результатам достижения целей в области охраны труда; - изме-

нившихся условий труда, выявленных вновь опасностей; - при изменении технологических процессов, оборудования, изменении состава сырья и материалов; - введённых вновь производственных мощностей, технологических процессов; - создания новых рабочих мест; - договорных обязательств с подрядчиками.

Внеплановая актуализация оценки рисков осуществляется: - в случае изменения требований законодательства; - после происшедших несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний; - при изменении методики оценки значимости рисков; - по требованию внутренних аудиторов СУОТ, органов сертификации СУОТ.

Нами была проведена оценка производственных рисков каменщика на ремонтно-строительном участке предприятия ОАО «ГазпромТрансгазБеларусь»

Таблица 1 – Карта оценки значения рисков на ремонтно-строительном участке

Должность	Учет рисков	Оценка риска					
		S	P	E	F	T	R
Каменщик							
Описание риска							
Помещения и здания промплощадки- выполнение работ							
Объект, вид работ							
ФТО-2	Нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств, машин, оборудования	3	0,5	6	1,2	1	11
	Нарушение требований безопасности труда другими работниками	3	0,5	6	1,2	1	11
	Неприменение потерпевшим выданных ему СИЗ	3	0,5	6	1,2	1	11
ФТО-5	Неудовлетворительное содержание рабочего места	7	1	3	1,2	1,05	26
	Недостатки в обучении и инструктировании потерпевших по ОТ	7	1	3	1,2	1,05	26
	Неприменение потерпевшим выданных ему СИЗ	7	1	3	1,2	1,05	26
ФТО-6	Личная неосторожность потерпевших	1	0,5	6	1	1	3
	Недостатки в обучении и инструктировании потерпевших по ОТ	1	0,5	6	1	1	3
	Другие причины	1	0,5	6	1	1	3

Как видно из таблицы 1, величина рисков в баллах находится на данных объектах в пределах от 3 до 26. Таким образом, риски не значительные.

Список литературы

1 http://ohrana-bgd.ru/slujba/slujba4_27.html

Пожары на машиностроительных предприятиях: причины и меры по предотвращению

Студент гр. 10305115 Жулего А.Г.

Научный руководитель - Пантелеенко Е.Ф.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В Беларуси в прошлом году (2018) по сравнению с 2017-м возросло количество пожаров на предприятиях. В Брестской области на 78%, в Витебской - в 2,2 раза, в Гомельской – на 25%, в Гродненской - 24%, в Минской - 45%, а в Минске количество снизилось на 47%. В целом по республике количество таких пожаров возросло на 41%. Следует отметить, что специалисты МЧС регулярно проводят проверки состояния пожарной безопасности на предприятиях и в некоторых случаях даже выносят постановления на запрещение эксплуатации отдельных объектов.

В данной работе проанализированы основные причины возгораний на предприятиях машиностроения, рассмотрены требования нормативно-правовых актов, регламентирующих пожарную безопасность, составлен общий перечень мер по предотвращению пожаров.

Если оценивать предприятия машиностроительного профиля, то основными причинами пожаров являются: нарушение технологического процесса; нарушение требований пожарной безопасности; нарушение правил хранения, использования, изготовления и транспортировки веществ и материалов; нарушение правил монтажа, устройства и эксплуатации электросетей и электрооборудования; возгорания технологического оборудования; неправильное устройство и неэффективность вытяжной вентиляции при обработке титановых и магниевых сплавов; неправильное хранение промасленной ветоши.

Основными причинами возгорания металлорежущего оборудования являются: выбор неправильного режима резания, приводящий к перегреву инструментов и деталей; искры во время обработки; короткие замыкания в электрике станка. Короткие замыкания в основном возникают из-за нарушения изоляции электрооборудования, вызванной: перенапряжениями, прямыми ударами молнии, старением изоляции, механическими повреждениями, неправильным уходом за оборудованием, неквалифицированными действиями обслуживающего персонала. Применение масляных смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), подаваемых в зону обработки под высоким давлением, также может провоцировать пожары. Жидкость может включать до 95% нефтяных или парафиновых масел, которые обладают повышенной испаряемостью и пожароопасностью, поэтому вследствие недостаточно хорошей вытяжной местной вентиляции при достижении определенной концентрации пары СОЖ могут загореться. Пропитанная маслом ветошь при хранении в теплом, хорошо отапливаемом месте способна самовозгораться. Немаловажной причиной пожаров также можно считать тяжелую экономическую ситуацию на некоторых предприятиях: не обновляется парк оборудования, невысокие зарплаты непривлекательны для высококвалифицированных кадров, снижается культура производства, экономят на качественном инструменте и СОЖ. Ремонт цехов, модернизация вентиляционных систем и установка современных противопожарных систем также являются достаточно дорогостоящими мероприятиями.

Согласно ППБ РБ 01-2014 в цехах холодной обработки металлов могут возникнуть пожары класса D (пожары металлов и сплавов) и класса E (горение электроустановок), а согласно ТКП 474-2013 «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности», категория цеха – Д (помещение, где находятся негорючие вещества и материалы в холодном состоянии). На наружной стороне входных дверей и въездных ворот помещения размещают указатели категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности. В помещении устанавливают световые индикаторы на стенах и таблички «выход» над дверями.

Помещения оборудуются первичными средствами пожаротушения согласно ППБ РБ 01-2014. На 900 м² защищаемой площади в цехах механической обработки рекомендуется

один огнетушитель ОП-4 и один ОУ-5 (или два ОУ-2). Огнетушители окрашены в красный цвет, имеют учетные номера, бирки и маркировку на корпусе, их опломбировывают и размещают на высоте не более 1,5 м над уровнем пола (согласно Межотраслевым правилам по охране труда при холодной обработке металлов, утв.пост. № 7/92 от 28 июля 2004 г. (в ред. № 22/171 от 10.12.2007)). Также на 1800 м² защищаемой площади рекомендуется один пожарный щит ЩП-Е, где кроме указанных огнетушителей размещают: крюк с деревянной рукояткой, комплект для резки электропроводов (ножницы, электроизолирующие боты и коврик), противопожарное полотно, лопата совковая, ящик с песком. Для предупреждения пожара в цехах устанавливают пожарные извещатели. Однако, выбор типа извещателя проблематичен: с одной стороны процесс обработки может сопровождаться выделением пыли и масляного тумана, что негативно влияет на работу дымовых извещателей; с другой стороны тепловые могут быть неэффективными из-за большой высоты помещений, хотя являются предпочтительными в данном случае. Возможно применение датчиков огня. Перспективной для обнаружения очага возгорания в цехах на ранней стадии является активная аспирационная дымовая система, которая за счет вакуума в трубопроводе осуществляет забор воздуха. Оптический датчик камеры детекции проверяет воздух на содержание дыма.

Необходимость применения установок пожаротушения (УП) чаще всего обуславливается невозможностью применения первичных средств пожаротушения и отсутствием обслуживающего персонала в зданиях и сооружениях в некоторый промежуток времени. Так как металл в разогретом состоянии не рекомендуется сочетать с водяными пожаротушительными схемами (а титановые и магниевые сплавы категорически нельзя), то необходимо подбирать другие средства пожаротушения. Применять воздушно-пенные системы не рекомендуется из-за электрооборудования, углекислотные опасны для сотрудников, аэрозольные пожарные генераторы дорогие и могут быть неэффективны из-за слишком большого объема помещения, а порошок может нанести вред оборудованию. Оптимальной в данном случае является система тушения с помощью инертных газов, единственный минус – высокая стоимость огнетушащего вещества. В то же время в Нормах пожарной безопасности РБ «Область применения автоматических систем пожарной сигнализации и установок пожаротушения», утв.пост.№167 от 10.12.2007 (с изм.и доп.) говорится, что помещения категорий В4 и Д не подлежат обязательной защите средствами пожарной сигнализации (СПС) и установками пожаротушения. Таким образом, вопрос выбора СПС и УП и оснащения ими цехов зависит от руководства предприятия. Однако, помещения, в которых производится обработка или хранение изделий из магния или его сплавов относятся к помещениям категории В. Полировальные и шлифовальные отделения помещений механообработки легковоспламеняющихся материалов относятся к категории Б. Такие помещения обязательно оборудуют установками автоматического пожаротушения и приборами пожарной сигнализации.

На основании всего вышеизложенного можно предложить следующие меры по предотвращению возгораний и пожаров в цехах холодной обработки металлов на машиностроительных предприятиях: усиление дисциплины, контроль выполнения правил пожарной безопасности; регулярный техосмотр и ремонт электрооборудования; обеспечение эффективной работы вентиляции в цехах; оснащение оборудования автоматической защитой от скачков напряжения; правильный монтаж и эксплуатация электроустановок; хранение промасленной ветоши в герметично закрытых металлических емкостях; ограждение зоны резания и добавление антитуманных присадок в СОЖ; своевременное удаление стружки из рабочей зоны; оснащение помещений цехов СПС и УП; установка системы молниезащиты.

**СОЖ как вредный фактор на рабочем месте станочника:
воздействие на организм и меры защиты**

Студенты группы 10301215 Клянченко И.А., Чернявский В.С.

Научный руководитель - Пантелеенко Е.Ф.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) – специальная субстанция, используемая при работе станков по обработке металла для уменьшения трения в процессе резания, деформации детали, структурных изменений (а, следовательно, и свойств) в обрабатываемом изделии и минимизации вероятности поломки оборудования. Жидкость образует пленку на трущихся поверхностях, уменьшающую коэффициент трения сопряженных поверхностей и температуру их нагрева. Существует ряд видов СОЖ отличного состава, применяемых для разных процессов резания, соответствующих специфике обработки материала и характеристикам станка.

Обычно для обработки резанием стали (наиболее распространенного конструкционного материала) используются водосмешиваемые СОЖ, которые классифицируют исходя из их состава – по наличию и количеству в составе минерального (парафинового или нефтенового) масла: растворы электролитов, синтетические (без масла), полусинтетические (до 50% масла) и эмульсионные (до 85% масла). Эти СОЖ являются водосмешиваемыми и характеризуются следующими преимуществами: высокая пожарная безопасность и охлаждающая способность, меньшая токсичность, невысокая стоимость. Основной недостаток – низкая стабильность свойств при длительном хранении и использовании.

Так как станочник в процессе обработки резанием контактирует с СОЖ, интерес представляет его воздействие на здоровье работника. При контакте с кожным покровом или пропитанной спецодеждой могут возникать дерматиты, экземы, папилломы, угри, пигментацию кожи и даже злокачественные образования (рак). При вдыхании паров, аэрозолей и конденсата СОЖ может появиться липоидная пневмония, снижение иммунитета, раздражение слизистых. Кроме прямого воздействия на организм самих веществ, входящих в состав СОЖ, существует и косвенное воздействие. В жидкости заводятся и размножаются бактерии и грибы, питающиеся маслом. Продуктами их жизнедеятельности является аммиак, являющийся вредным веществом 4 класса опасности и имеющий неприятный запах. Уменьшение количества масла в СОЖ также приводит к нарушению режимов резания, ухудшению качества продукции и даже поломке оборудования. К появлению неприятного запаха и протуханию СОЖ также приводят неправильное хранение и эксплуатация.

В связи с этим в данной работе рассмотрим основные требования к обращению с СОЖ, обуславливающие минимизацию вредного воздействия на работника.

Основными нормативными актами Республики Беларусь, регламентирующими обращение с СОЖ, являются: Межотраслевые правила по охране труда при холодной обработке металлов (в ред. от 10.12.2007 №22/171); ТКП 17.11-05-2012 Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. Правила обращения с отработанными нефтепродуктами; СанПиН №182 от 21 ноября 2012г "Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих механическую обработку металлов".

Для минимизации вредного воздействия на здоровье работников при работе и обращении с СОЖ соблюдают следующие основные правила:

- периодичность контроля СОЖ на масляной основе - не реже одного раза в месяц; эмульсий - не реже одного раза в неделю; синтетических и полусинтетических жидкостей - не реже одного раза в две недели. Не реже одного раза в неделю проводится анализ СОЖ на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Дополнительный анализ СОЖ проводится при появлении запаха или раздражении кожи;

- при использовании водных СОЖ контроль за биостойкостью производится не реже двух раз в десять дней. Для прочих СОЖ – лабораторный контроль бактериостойкости не

реже одного раза в две недели. Средельно допустимое содержание микроорганизмов в воздухе – 20 тыс. КОЕ/м²;

- антимикробная защита СОЖ осуществляется добавлением разрешенных к применению бактерицидных присадок и периодической пастеризацией;

- замена СОЖ проводится не реже, чем раз в две недели в летний период и один раз в месяц в другие периоды;

- при содержании в воздухе рабочей зоны аэрозолей никеля, хрома, свинца, марганца и других токсичных компонентов, превышающем ПДК производят обязательную замену СОЖ, независимо от сроков использования;

- не допускается использовать технологические жидкости и СОЖ для мытья рук и чистки оборудования;

- при хранении концентратов СОЖ в резервуарах производят ежегодный бактериологический анализ и при необходимости используют соответствующие антибактериологические добавки.

Основными методами уменьшения и исключения воздействия СОЖ на здоровье работника являются: использование средств индивидуальной защиты (очки, рукавицы, респираторы); нанесение защитных кремов и мазей на открытые участки кожи; использование более безопасных СОЖ (например, на основе растительного масла); правильный выбор и установка общей и местной отсасывающей вентиляции, оснащенной фильтрами для улавливания масляного тумана; использование дозирующих устройств; установка защитных экранов; проведение своевременной замены СОЖ; пастеризация.

Необходимо отметить, что современные станки с ЧПУ позволяют практически полностью исключить контакт с СОЖ, так как имеют ограждения кабинетного типа. Контакт происходит только на стадии загрузки заготовки и извлечения полученного изделия.

Эффективным является такой метод очистки СОЖ от микроорганизмов, и, соответственно, неприятного запаха, как пастеризация. Она осуществляется нагреванием до 75-80°С, кратковременной выдержкой и последующим охлаждением.

Современные запатентованные составы являются более стойкими к микробному поражению и менее склонными к диспергированию и образованию масляного тумана, что также благоприятно сказывается на условиях труда. Так, например, авторы патента ВУ №13218 от 30.06.2010 предлагают новый состав СОЖ, в котором кроме традиционно входящих в состав нитрита натрия, тринатрийфосфата, триэтаноламина и канифольномалеинового аддукта содержатся этаноламинная, диэтаноламинная, триэтаноламинная и натриевая соли. Эти добавки являются консерваторами (увеличивает бактериостойкость жидкости) и обеспечивают отсутствие специфического запаха хвои и дезодорирующий эффект. Авторы патента ВУ №18612 С1 от 30.10.2014 предлагают новый состав СОЖ, исключая такие компоненты как нитрит натрия (класс опасности 1) и моноэтаноламин (класс опасности 2) и включающий соли канифольномалеинового продукта и производные из рапсового масла. Такие жидкости - экологичные, бактериостойкие и их использование улучшает условия труда.

Таким образом, если руководствоваться вышеперечисленными методами, можно сделать вредное воздействие СОЖ на здоровье станочника минимальным и практически полностью исключить риск возникновения заболеваний, обусловленных применением этих жидкостей.

**Отечественный и зарубежный опыт управления в сфере
охраны труда и снижения производственного травматизма**

Студент гр. 11303115 Любчик Е.В.
Научный руководитель - Пантелеенко Е.Ф.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Согласно Закону Республики Беларусь от 23 июня 2008 г. «Об охране труда» наниматель несет обязанность по обеспечению на каждом рабочем месте условий труда, соответствующих требованиям по охране труда, осуществлению контроля за соблюдением законодательства об охране труда работниками.

Правительство Республики Беларусь постоянно уделяет пристальное внимание вопросам охраны труда, так как обеспечение сохранности жизни и здоровья работников, сохранение человеческих ресурсов является одной из важнейших социально-экономических задач государства, согласно законодательству РБ. В планах развития данной сферы - улучшение условий труда и оснащение всех производств безопасной техникой и современными средствами защиты. Осуществление задач происходит за счет комплексной механизации и автоматизации всех видов работ, систематического улучшения организации труда, постоянного роста квалификации трудящихся.

Работа, проводимая государством в данной сфере дает свои плоды: за десятилетие (с 2008 г.) количество производственных несчастных случаев уменьшилось почти в 2 раза с 3000 до 1670, а со смертельным исходом – с 185 до 95. Тем не менее, по сравнению с последними годами наблюдается незначительный рост печальной статистики. Согласно отчету Белстата количество несчастных случаев в 2018 году по сравнению с 2017 годом возросло. В текущем 2019 году цифры за 8 месяцев превышают показатели за прошлый год (погибло уже 93 человека). Минимум смертельных случаев зафиксирован в 2015 году – 72. Также ухудшается ситуация с непроизводственными смертельными случаями, причиной которых является состояние здоровья пострадавшего. И это несмотря на прохождение предварительных и периодических медосмотров.

Целью данной работы является анализ статистики и причин травматизма, а также эффективности мер, принимаемых в сфере охраны труда для предупреждения несчастных случаев и сравнение направлений в организации охраны труда с зарубежным опытом.

Наиболее распространенными причинами травматизма в последние годы являются: нарушение дисциплины пострадавшими, их неосторожность; пренебрежение и невыполнение обязанностей по охране труда нанимателем и руководителем работ; неприменение средств защиты; эксплуатация неисправных средств труда. Немаловажным фактором, не способствующим соблюдению охраны труда, особенно в организациях частной формы собственности, является отсутствие заинтересованности и эффективных экономических стимулов в осуществлении этой работы. Серьезной проблемой является устаревание основных фондов предприятий и отсутствие модернизации оборудования. За последнее время увеличилось количество случаев гибели людей на производстве в результате падения, обрушения конструкций зданий и сооружений (обвалов предметов, материалов, грунта и тому подобное), дорожно-транспортных происшествий, падения потерпевшего с высоты, пожара, воздействия вредных веществ и утопления. Самыми травмоопасными профессиями являются водитель автомобиля, животновод, тракторист, электромонтер, подсобный рабочий.

Непроизводственные смертельные несчастные случаи, на наш взгляд, можно связать с ухудшением состояния здоровья нации в целом, вследствие ухудшения экологической ситуации, нервно-эмоциональных напряжений на работе, а также в связи со старением нации и постепенным увеличением пенсионного возраста.

Среди основных принципов государственного управления охраной труда можно выделить такие, как: приоритет сохранения жизни и здоровья работающих; ответственность работодателя за создание здоровых и безопасных условий труда; социальная защита рабо-

тающих, возмещение вреда потерпевшим; использование экономических методов управления охраной труда; участие государства в финансировании мероприятий; информирование граждан, обучение работающих по вопросам охраны труда; сотрудничество между работодателями и работающими. Однако следует заметить, что в основном ответственность возложена на нанимателя, в то время как работник несет минимальную ответственность. Проблема появления работников на работе в состоянии алкогольного опьянения, распития спиртных напитков в рабочее время или по месту работы по-прежнему остается острой. Так, в состоянии алкогольного опьянения в момент травмирования находились 28 работников (6,8% от общего числа несчастных случаев с длительной потерей трудоспособности), 8 человек погибли (11,4% процента от общего числа погибших), и 20 человек (5,8%) получили тяжелые производственные травмы. Для возможного улучшения ситуации с травматизмом власти собираются внести некоторые изменения в законодательство и пересмотреть схему страховых и компенсационных выплат пострадавшим. В частности, предлагается не выплачивать компенсации, если пострадавший находился в состоянии алкогольного опьянения. Такие меры позволят повысить мотивацию работников к соблюдению правил охраны труда. Также в республике созданы и работают мобильные группы из государственных инспекторов труда, проводящие проверки организаций для выявления и ликвидации нарушений охраны труда.

Анализируя зарубежный опыт в сфере охраны труда, можно наметить возможные пути совершенствования данной сферы в Республике Беларусь. Многие европейские страны перешли на новую систему управления охраной труда, основанную на оценке профессионального риска. Так, например, в Швейцарии законодательные органы обратили пристальное внимание на разработку и утверждение ряда законодательных актов относящихся к сфере безопасности приборов, средств индивидуальной защиты и технического оборудования на предприятиях промышленности. Также государственными органами осуществляется контроль на рынке технического оборудования, в особенности тех механизмов, которые уже применялись на производстве, а также соответствие его всем необходимым нормам рабочей безопасности. В Великобритании стимулирование, регулирование и проверку выполнения законов, а также научные исследования, обучение, публикации и информирование работников проводит негосударственная организация Управление по охране труда (*Health and Safety Executive*). Эта же организация и разрабатывает законы. Ответственность за выполнение законов несут местные органы управления. Очевидно, что работа по популяризации информации в сфере охраны труда среди населения способствует формированию у работников ответственного отношения к собственному здоровью. Опыт Великобритании был взят на вооружение Международной организацией труда (МОТ), которая разработала OHSAS 18001:1999 «Система менеджмента профессионального здоровья и безопасности», рекомендованный к использованию. В США вопросы охраны труда курирует Управление по охране труда (*Occupational Safety and Health Administration*), подчиняющееся Министерству труда, однако, статистика несчастных случаев показывает, что данная система имеет недостатки. Кроме того, затраты на выполнение некоторых законов завышены, а система штрафов признана неэффективной.

Таким образом, следует признать отечественную систему государственного управления в сфере охраны труда достаточно эффективной по сравнению с мировой практикой, тем не менее, можно найти примеры и методы, которые будет полезно внедрить и в Республике Беларусь.

**Улучшение условий труда инженера по нормированию
с помощью внедрения программного обеспечения**

Студентки гр.11302115 Суший Е.С., Тюхай М.С.

Научный руководитель - Пантелеенко Е.Ф.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В настоящее время достаточно быстро развиваются производственные технологии, оборудование, а это в свою очередь приводит к изменениям в сфере управления производством. В связи с этим меняются квалификационные требования, профиль компетенций и обязанности инженерно-технических работников, в частности, инженеров по нормированию и организации труда (нормировщиков).

Целью данной работы является анализ условий труда инженера по нормированию труда и выбор методов улучшения условий труда и оптимизации его работы. Основной должностной обязанностью данного специалиста является нормирование труда, то есть определение и контроль реальных временных трудозатрат на выполнение операций техпроцесса и последующий расчет на их основании стоимости трудозатрат на изготовление детали или узла с учетом принятых на предприятии тарифных сеток и квалификационного разряда работника. Часть рабочего времени инженер по нормированию труда проводит в заводоуправлении, оформляя рабочую документацию (карточки фотоучета; карточки хронометража; выборки наблюдений; результаты фотографий рабочего дня; сводный баланс рабочего времени; отчеты по нормативно-исследовательским работам). В таком случае его работу с точки зрения охраны труда регламентируют СанПиН №59 от 28.06.2013 "Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами" и Типовая инструкция по охране труда при работе с ПЭВМ, утв. пост. №130 24.12.2013.

Однако нормировщику также необходимо непосредственно посещать цех и отслеживать время выполнения той или иной технологической операции, то есть сотрудник покидает заводоуправление, перемещается по территории предприятия, посещает различные цехи и участки. При этом на него воздействует дополнительный ряд опасных и вредных производственных факторов, зависящих от специфики производства и метеоусловий. Для минимизации влияния данных факторов Инструкция о порядке обеспечения работников средствами индивидуальной защиты» постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30.12.2008 № 209 (в редакции постановления от 27.06.2019 № 30) предусматривает обеспечение инженеров по нормированию и организации труда следующими средствами индивидуальной защиты: ботинки кожаные (сапоги кирзовые); каска защитная; жилет сигнальный; другие средства индивидуальной защиты в зависимости от специфики предприятия.

Полностью избежать работы в цеху нормировщику невозможно, но можно сократить количество посещений производственных цехов путем внедрения специального программного обеспечения. Таким образом, значительно снижается вероятность травмирования работника. Предлагается использовать программу по нормированию труда и трудоемкости разработанную в среде «1С: Предприятие» (версия 8) и представляющую собой самостоятельно функционирующую конфигурацию «АдептИС: Нормировщик».

Рассмотрим работу инженера по нормированию труда после внедрения программы. на примере завода ОАО «Амкодор».

Базовыми данными для работы программы являются нормы времени выполнения технологических операций и принятые на предприятии тарифные сетки, в которых фиксируются расценки на операции (виды работ) в зависимости от квалификационного разряда.

В основе структуры информационно базы лежит перечень производимой предприятием продукции. Для каждого изделия (продукта) определяются его составные части: детали или комплектующие, а для каждой комплектующей задается перечень операций и их нормы выполнения. При этом учитываются особые условия выполнения работ и разряды тарифной

сетки для последующего расчета стоимостных трудозатрат. Все получаемые отчеты можно сохранять в различных форматах. Сохраненные файлы могут являться контрольными документами, на основе которых можно делать различные сверки и автоматические выборки информации в зависимости от запросов организации. При этом необходимо учитывать, что данные в программе могут быть изменены, и это ни как не отразится на сохраненные файлы отчетов.

На основании введенных данных формируется ведомость норм и расценок на каждое из изделий. Программа позволяет выводить ведомость как в целом по предприятию, так и по отдельным подразделениям. Для анализа трудоемкости изделий в разрезе технологических операций используется обобщенная ведомость норм и расценок. Так же присутствует возможность получить сводные данные по трудоемкости изделий в разрезе подразделений.

Программа позволяет вести одновременно несколько тарифных сеток и формирование выходных данных в соответствии с выбранной на данный момент сеткой, что позволяет сравнивать изменение стоимостных трудозатрат, в зависимости от тарифных сеток.

Таким образом, применение данного программного продукта позволит не только улучшить условия труда нормировщика с точки зрения уменьшения количества и времени воздействия на него вредных и опасных факторов, но и увеличить эффективность его работы за счет автоматизации расчетов и облегчения работы с большими массивами данных.

После внедрения данной программы нормировщику в цеху потребуется только контроль за выполнениями норм.

Для облегчения процесса контроля за исполнения норм на каждом рабочем месте предлагается поставить видеокамеры или датчики, реагирующие на включение/выключение станка, фиксирующие фактическое время выполнения операции.

Если в общем охарактеризовать работу нормировщика, то внедрение описанного программного обеспечения позволит оптимизировать работу нормировщика и также будет полезным для предприятия потому что позволяет:

- 1) Обезопасить работника от воздействия вредных и опасных факторов в цеху;
- 2) Сократить до минимума травматизм в цеху;
- 3) Позволит экономить на средствах индивидуальной защиты;
- 4) Сократить количество работников в планово-экономическом отделе, т.к. инженер по нормированию труда частично может выполнять работу экономиста. Это позволит экономить бюджет предприятия.

Оценка условий труда работающих в литейном производстве

Студенты гр.10404116 Прищепчик Н.И., Телешова Е.В., Бобаков И.Г.

Научный руководитель -Лазаренков А.М.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

В литейном производстве условия труда работающих определяются комплексом производственных факторов, таких как запыленность, загазованность, шум, вибрация, тепловое излучение, параметры микроклимата, освещенность.

Пыль выделяется в воздух при многих производственных операциях: приготовлении формовочных и стержневых смесей, изготовлении стержней и форм, выбивке отливок из залитых форм, обрубке и зачистке литья, ремонте плавильных агрегатов и заливочных ковшей. Образующаяся при этом пыль содержит большие количества свободной двуокиси кремния и характеризуется высокой дисперсностью. Концентрации ее колеблются в пределах от 2,4 до 12 мг/м³ при формовке, а при обрубке и зачистке отливок и выбивке опок могут в десятки раз превышать предельно допустимые значения.

Вредные вещества выделяются при изготовлении стержней, плавке и заливке металла и других технологических процессах. В воздухе рабочей зоны обнаруживается оксид углерода, который в основном образуется при горении топлива в вагранке, выгорании органических составляющие из формовочной земли и стержней. При работе печей на твердом и жидком топливе может выделяться сернистый ангидрид. С применением новых химических материалов и способов производства значительно расширился спектр токсических веществ в воздухе рабочей зоны литейных цехов. Процесс заливки металла в оболочковые формы сопровождается выделением фенола, акролеина, полициклических ароматических углеводородов. При плавке и заливке цветных металлов в воздух рабочей зоны могут поступать соединения меди, цинка, свинца, магния и др.

Метеорологические условия определяются совокупностью температуры воздуха, его относительной влажности и скорости движения, интенсивности теплового излучения. Анализ результатов исследований параметров микроклимата на рабочих местах литейных цехов в холодный и теплый периоды года показывают, что в теплый период года в литейных цехах с любым характером производства температура воздуха соответствует нормативным значениям на всех участках, за исключением рабочих мест плавильно-заливочного участка, где она выше на 6 - 10 °С. Кроме того отмечено превышение допустимых температур на 3 - 7 °С в термообрубочных отделениях литейных цехов массового производства, на 2-5 °С выше на выбивном участке цехов серийного производства (при выбивке средних и крупных отливок, которые остаются в помещении участка и отдают значительное количество тепла). Аналогичное положение отмечается и в холодный период года, однако значения превышений допустимых температур фиксируются несколько большие. Исследования скоростей движения воздуха на рабочих местах показал, что в холодный период года на большинстве участков цехов не отмечается значительной подвижности воздуха, когда ворота, двери, светоаэрационные фонари и окна закрыты. На рабочих местах плавильно-заливочных отделений отмечены превышения допустимых скоростей движения воздуха, что объясняется применением установок воздушного душирования на рабочих местах плавильщиков и заливщиков. Проведенные исследования интенсивного теплового излучения показали, что их фактические значения в большинстве случаев превышают допустимые величины. Полученные данные свидетельствуют о том, что в литейных цехах не приняты все необходимые меры по стабилизации микроклимата на рабочих местах. Все это приводит к снижению работоспособности в цехе и к росту количества простудных заболеваний. Общая заболеваемость работающих в литейных цехах превышает общезаводские показатели в 1,14 – 1,32 раза.

Результаты исследований шума литейных машин показали, что параметры шума основных видов оборудования смесеприготовительных, стержневых, формовочных, плавильно-заливочных, выбивных и обрубочно-очистных участков превышают допустимые значе-

ния. При этом наибольшие превышения допустимого уровня отмечаются на рабочих местах у стержневых и формовочных встряхивающих машин (на 12-19 дБА), у выбивных решеток (на 16-22 дБА), у обрубочно-очистного оборудования (на 15-24 дБА).

Вибрация также определяет условия труда в литейных цехах и неблагоприятно воздействует на работающих, которая при длительном воздействии на организм человека может привести к патологическим изменениям, а затем и профессиональному заболеванию – вибрационной болезни. Результаты проведенных исследований вибрации литейного оборудования показали, что в литейных цехах наибольшие превышения уровней общей вибрации наблюдаются в области средних и высоких частот 16, 31,5 и 63 Гц на рабочих местах формовщиков у встряхивающих машин и выбивальщиков. Однако значительно большему воздействию локальной вибрации подвергаются литейщики, обслуживающие ручной формовочный инструмент, станки и инструмент для очистки отливок и инструмент для обрубки литья. На основании вышеизложенного видно, что вибрация оказывает значительное влияние на работающих, степень воздействия которого определяется применяемыми технологическими процессами и оборудованием для изготовления стержней и форм, выбивки, обрубки и очистки отливок, уровнем механизации и автоматизации, а также характером производства.

Исследование естественного освещения участков литейных цехов показало, что коэффициент естественного освещения не соответствует нормированным значениям практически на всех участках цехов. Такое положение создается за счет того, что остекления боковых окон и светоаэрационных фонарей сильно загрязнены и не подвергаются чистке в установленные сроки. Результаты исследований искусственного освещения рабочих мест литейных цехов показали недостаточность освещенности практически на всех участках литейных цехов. При изучении причин выявлено, что не все лампы работают (перегоревшие лампы длительное время не заменяются), установленные сроки чистки светильников не соблюдаются. Все это приводит к значительному снижению освещенности рабочих мест. Такое неблагоприятное положение в литейных цехах объясняется использованием грузоподъемных механизмов (мостовой кран), которое приводит к размещению светильников на большой высоте (8-15 м от пола цеха), что значительно затрудняет оперативную замену перегоревших ламп, чистку и мойку светильников. После проведения плановой чистки и мойки светильников и замены перегоревших ламп освещенность рабочих мест увеличивается в 1,7-2,3 раза.

Таким образом, при оценке условий труда работающих в литейных цехах необходимо учитывать комплекс вышеуказанных факторов производственной среды, использовать современные технологические процессы и оборудование для модернизации процесса, что снизит продолжительность нахождения работающего у оборудования и сделает более безопасным характер производства.

Оценка условий труда пользователей ПЭВМ

Студенты гр. 10405315 Бычик А.В., Качина В.Ю., 10405527 Саленко И.Б.

Научный руководитель - Лазаренков А.М.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Работающие с ПЭВМ могут подвергаться воздействию производственных факторов, основными из которых являются: физические (уровни электромагнитного и ультрафиолетового излучений, статического электричества, содержание положительных и отрицательных аэроионов в воздухе рабочей зоны; уровень шума; освещенность), химические (содержание в воздухе рабочей зоны озона, оксида углерода, аммиака, фенола, формальдегида, полихлорированных фенилов), психофизиологические (напряжение зрения, памяти, внимания; длительное статическое напряжение; большой объем информации, обрабатываемой в единицу времени; монотонность труда; нерациональная организация рабочего места; эмоциональные перегрузки).

Один из наиболее существенных из них – воздействие электромагнитного поля, генерируемого составными элементами ПЭВМ – монитором, процессором, блоком питания. Электромагнитная обстановка на рабочем месте также формируется в результате электромагнитного поля промышленной частоты (50 Гц), источником которого являются линии электропередачи, трансформаторные подстанции, распределительные щиты, электропроводка. На уровень ЭМП на рабочем месте влияет не только монитор, но и весь комплекс оборудования, установленного на рабочем месте, организация электропитания, устройство защитного заземления (зануления), режим работы ПЭВМ, наличие заземленного экрана и другие.

Анализ результатов проведенных исследований показывает, что в целом параметры ЭМП и ЭСП не превышают предельно допустимых уровней. Однако имели место случаи, когда напряженность ЭМП по электрической составляющей превышала ПДУ (даже в несколько раз). Так зафиксированы превышения ПДУ по электрической составляющей на частоте 5 – 2000 Гц у мониторов SAMTRON, FLATRON, PHILIPS, INTEGRAL (ЖКИ), СТХ и ноутбуков; на частоте 2 – 400 кГц – у мониторов FLATRON, СТХ и ноутбуков. Превышений плотности магнитного потока на рабочих местах пользователей ПЭВМ практически не отмечалось.

Результаты замеров ЭСП у экрана монитора показали величины не превышающие допустимых значений. Аналогичные результаты получены при замерах вблизи поверхности клавиатуры. Однако иногда фиксируются значения превышающие ПДУ, что можно объяснить накоплением пыли или загрязнением при длительной эксплуатации клавиатуры и несвоевременной чисткой ее.

Результаты проведенных исследований необходимо учитывать при выборе помещений для эксплуатации и разработке планировочных решений по организации рабочих мест пользователей ПЭВМ. Кроме того следует учитывать параметры микроклимата (температуру, влажность и скорость движения воздуха), освещенность рабочих поверхностей, уровень шума, содержание вредных химических веществ, уровни ионизации воздуха.

Источниками шума являются принтеры, вентиляторы блока питания, шум клавиш при наборе информации и др. Превышений допустимых значений уровня шума как правило не наблюдалось, за исключением рабочих мест, на которых использовались АЦПУ, матричные принтеры и другое шумное оборудование. Снизить уровень шума в помещениях можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 – 8000 Гц.

При длительной работе за экраном ВДТ возникает напряжение зрительного аппарата. При неправильном выборе яркости и освещенности экрана, контрастности знаков, цветов знаков и фона, при наличии бликов на экране, дрожании и мелькании изображения работа на ВДТ приводит к зрительному утомлению, головным болям, раздражительности, нарушению сна, усталости и болезненному ощущению в глазах, пояснице, в области шеи, рук.

Помещения, в которых размещены ПЭВМ, должны иметь естественное и искусственное освещение. Рабочие места следует размещать таким образом, чтобы естественный свет падал сбоку (желательно слева) и обеспечивался коэффициент естественной освещенности не ниже 1,5%. Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, допускается применение системы комбинированного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк. Допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов.

Схемы размещения рабочих мест должны учитывать расстояния между рабочими столами с видеомониторами, которое должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м. Рабочие места в залах ЭВМ или в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинках с организованным воздухообменом.

Проведенные исследования показали, что освещенность рабочих мест пользователей ПЭВМ не всегда обеспечивается, так как чаще всего компьютеры размещаются на уже действующих рабочих местах. Особенно такая ситуация характерна для административных помещений (бухгалтерии, отделы, приемные и т.п.), в которых находится несколько рабочих мест и где в дневное время применяется совмещенное освещение (естественное и искусственное).

Особенности режима и характера работы, значительные умственные напряжения и другие нагрузки при нерациональной конструкции и расположении элементов рабочего места вызывают необходимость поддержания вынужденной рабочей позы. Длительный дискомфорт при работе вызывает развитие общего утомления и снижения работоспособности. Выполнение многих операций при работе с ПЭВМ требует длительного статического напряжения мышц спины, шеи, рук, ног, что приводит к быстрому развитию утомления. Указанные особенности работы зачастую усугубляются нерациональной высотой рабочей поверхности стола и сидения, отсутствием опорной спинки и подлокотников, неудобными углами сгибания в плечевом и локтевом суставах при выполнении рабочих движений, углом наклона головы, неудобным размещением документов, ВДТ и клавиатуры, неправильным углом наклона экрана, отсутствием пространства и подставки для ног.

Совокупное воздействие на работающего с ПЭВМ всех вредных производственных факторов снижает общий биоэнергетический потенциал и сопротивляемость организма. Особенно их действие усиливается, если не соблюдается режим труда и отдыха, не проводится производственная гимнастика, витаминизация организма.

**Организация безопасных условий труда при вводе
в эксплуатацию генерирующих энергоустановок**

Студенты гр. 10608115 Салькевич Я.А., Иванов А.А.

Научный руководитель - Филянович Л.П.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Приступать к пуску энергетических установок разрешается только после окончания всех работ на основном и вспомогательном оборудовании: уборки с рабочих мест средств механизации, приспособлений, демонтированного оборудования, отходов и материалов; восстановления мероприятий по пожарной безопасности и безопасности труда.

Перед пуском энергоустановки персонал должен:

- проверить документальную готовность (закрытие нарядов, наличие соответствующих записей в журналах и т.п.);
- осмотреть оборудование (рабочее и резервное), а также при необходимости включить его на холостой ход на время, требуемое для определения готовности к нормальной работе;
- проверить готовность технологических защит, блокировок, устройств управления, контрольно-измерительных приборов;
- проверить готовность средств пожарной защиты, а также наличие и исправность кожухов, изоляции и др.

Запрещается пуск энергетических агрегатов, если не проверена их готовность, а также при отклонениях параметров и контрольных показателей от допустимых, технологическими инструкциями

В машинном зале пролитые горюче-смазочные материалы следует немедленно убирать, а пол вытирать досуха.

Запрещается при эксплуатации агрегатов попадание масла на горячие поверхности, в подвальные помещения и на кабельные трассы. С этой целью должны быть предусмотрены меры против фонтанирования масла на напорных маслопроводах, а именно: применение стальной запорной арматуры вместо чугунной; установка фланцев фасонного типа (с шипом и пазом); ожокушивание фланцевых соединений и запорной арматуры; заключение маслопроводов, проходящих рядом с нагретыми поверхностями паропроводов, в металлические короба. Указанные короба изготавливаются в соответствии с требованиями заводоизготовителей турбин и должны иметь уклон для стока масла в аварийную емкость через трубу диаметром не менее 75 мм. Проверка сливного устройства указанного короба проводится заполнением водой после монтажа, а также в период капитальных ремонтов турбин с составлением соответствующего акта.

При отсутствии условий для замены фланцевых соединений (например, корпусных деталей маслососов, маслоохладителей и др.) турбин допускается сохранение плоских фланцевых соединений, причем на напорных маслопроводах с обязательной установкой металлических кожухов или отбойных щитов для предотвращения фонтанирования масла.

Замера плоских фланцевых соединений и запорной арматуры на напорных маслопроводах турбин фасонными фланцами должна производиться при капитальных ремонтах в установленные сроки.

Маслопроводы энергетических установок по качеству сборки и монтажных сварных соединений должны отвечать требованиям правил Госгортехнадзора.

Сварные соединения маслопроводов после монтажа и ремонтно-сварочных работ должны тщательно проверяться (ультразвуковой дефектоскопией или другими методами). На заводские сварные соединения должна иметься документация завода-изготовителя турбины.

После окончания всех работ на маслосистемах соответствующие участки должны тщательно очищаться, промываться и опрессовываться давлением, превышающим рабочее в 1,5 раза, или в соответствии с указанием завода-изготовителя данного агрегата.

Испытания оформляются актом. В маслосистемах агрегатов должны применяться маслостойкие и температуростойкие (до 100 °С) материалы уплотнений (прокладки) фланцевых соединений маслопроводов. В узлах, которые могут подвергаться при работе нагреву свыше 100 °С, уплотнительные элементы должны выдерживать нагрев до 200 °С.

Прокладки для фланцевых соединений рекомендуется изготавливать из электротехнического картона (пресс-шпана) или из других материалов по согласованию с заводом-изготовителем агрегата.

Толщина прокладок должна быть не более:

- 0,4 мм для напорных маслопроводов регулирования;
- 0,7 мм для напорных маслопроводов смазки;
- 1 – 1,5 мм для сливных маслопроводов.

Уплотняющие поверхности должны быть параллельными. Допускается отклонение параллельности не более 0,3 мм.

Запрещается выравнивание параллельности уплотняющих путем стягивания их болтами.

Запрещается применение резиновых, полиэтиленовых и других прокладок из мягкого и немаслостойкого материала для фланцевых соединений маслопроводов энергетических установок.

Запрещается проведение работ на маслопроводах и оборудовании маслосистемы при ее работе, за исключением замены манометров, а также наладочных работ и доливки масла по специальной программе, которая в каждом случае утверждается главным инженером электростанции. Перед началом указанных работ должны быть приготовлены к действию средства пожаротушения на основных отметках обслуживания в зоне энергетической установки. При необходимости могут выставляться посты добровольной пожарной дружины на весь период производства наладочных работ и переключений.

Доливка маслобаков должна производиться централизованно по маслопроводам. Запрещается производить подпитку маслосистемы путем доставки масла в переносных бачках к маслобакам энергетических установок.

Должен быть установлен регулярный контроль целостности несгораемой теплоизоляции всех горючих поверхностей, расположенных ближе 10 м от маслопроводов. Поверхность теплоизоляции должна быть покрыта металлическим листом или другим негорючим материалом для предохранения ее от пропитки турбинным маслом и повреждения.

В случаях попадания масла на теплоизоляцию горячих поверхностей они должны быть очищены (горячей водой или паром), а если эти меры не помогли (при глубокой пропитке изоляции), этот участок теплоизоляции должен быть полностью заменен.

Не реже 1 раза в полугодие должен проводиться визуальный осмотр теплоизоляции паропроводов. Обнаруженные вспучивания или отслоения теплоизоляции должны фиксироваться в журнале дефектов и неполадок с оборудованием для последующего ремонта, так как попадание на эти места масла и их пропитка приводят в дальнейшем к самовозгоранию.

Запрещается (за исключением случаев аварий) для сбора протечек масла из уплотнений и сальников на энергетическом оборудовании укладывать тряпки и ветошь, а также использовать временные лотки и противни. При невозможности немедленно устранить протечки масла и при его незначительном поступлении распоряжением по цеху должен быть установлен усиленный надзор за местами протечек, а подтеки масла должны периодически вытираться досуха. При значительных протечках необходимо принять меры к аварийному останову оборудования и выводу его в ремонт.

Безопасность при эксплуатации систем охлаждения генераторов

Студенты гр. 10603115 Ятим Вассим, Джаммед Хизиров

Научный руководитель - Филянович Л.П.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Для обеспечения безопасности эксплуатации газомасляной системы агрегатов с водородным охлаждением и правильности показаний контрольно-измерительных приборов должен проводиться регулярный отбор проб для химического контроля.

Отбор проб для химического анализа из трубопроводов и аппаратов газомасляной системы энергетических установок с водородным охлаждением должен предусматриваться из штуцеров или специальных вентилях.

При эксплуатации газомасляной системы агрегатов с водородным охлаждением должно исключаться образование взрывоопасной смеси при объемном содержании водорода в воздушной среде от 4 до 75 %, для чего необходимо:

- контролировать чистоту в агрегате и в необходимых случаях заменять газовую среду;
- при ремонтах исключить попадание водорода в корпус генератора (синхронного компенсатора) путем выполнения видимого разрыва на трубопроводе подачи водорода или у запорной арматуры на газовом посту;
- строго соблюдать последовательность операций по заполнению или вытеснению водорода в корпусе генератора (синхронного компенсатора);
- поддерживать в исправном состоянии смотровые устройства маслосистем и удаления водорода из агрегатов;
- постоянно контролировать герметичность замкнутых систем с водородом;
- следить за работой контрольно-измерительных приборов, проведением химического анализа, а также продувкой газомасляных систем, выполняемой эксплуатационным персоналом в соответствии с графиком;
- проверять возможность скопления водорода в экранированных токопроводах и принимать меры к его удалению.

Запрещается вытеснять из корпуса генератора (синхронного компенсатора) водород или воздух непосредственно водородом.

При проведении операции по вытеснению водорода или заполнению агрегата водородом должен применяться инертный газ (углекислота или азот).

Чистота водорода (содержание кислорода в водороде), колебания его давления, а также суточная утечка из корпуса генератора (синхронного компенсатора) должны поддерживаться в пределах, действующих нормативных документов по эксплуатации газомасляных систем с водородным охлаждением.

При наличии в корпусе генератора (синхронного компенсатора) водорода во всех режимах работы должна обеспечиваться непрерывная подача масла в уплотнения для предотвращения образования взрывоопасной концентрации водорода с воздухом и возможности его воспламенения, а также работа вакуумного насоса или эжектора.

Аварийное вытеснение водорода из корпуса машин должно производиться:

- при прекращении непрерывной подачи масла в уплотнения;
- нарушении целостности уплотнений;
- возникновении пожара в зоне уплотнений, угрожающего его целостности, если принятые меры по тушению были малоэффективны.

Немедленный аварийный останов энергетических установок должен производиться в случаях:

- появления внезапной вибрации агрегата, маслопроводов или гидроударов, могущих привести к разрушению агрегата или маслосистемы, а также вызвать разрушение системы уплотнения водородного охлаждения и последующий пожар;

- обнаружения на газотурбинных установках течи топливопроводов, а также взрыва (хлопка) в камерах сгорания или газопроводах;
- появления дыма или искр из подшипников и концевых уплотнений;
- сильной течи масла из корпуса агрегата с угрозой его растекания и воспламенения;
- воспламенения масла или промасленной изоляции на агрегате;
- возникновения пожара на вспомогательном оборудовании, в зоне установки, если огонь или высокая температура угрожают повреждением оборудования агрегата, а принимаемые меры по немедленной ликвидации пожара оказались малоэффективными;
- пожара в машинном зале, если факторы пожара (дым, высокая температура, продукты горения и др.) угрожают обслуживающему персоналу и делают невозможным нормальную эксплуатацию агрегата.

Во всех случаях аварийного останова машин с водородным охлаждением необходимо: снять нагрузку и начать останов агрегата; открыть запорную арматуру для выпуска водорода в атмосферу; подать инертный газ из централизованной системы в корпус машины, не дожидаясь останова всего агрегата и снижения давления водорода; отсоединить от газового поста трубопровод подачи водорода для образования видимого разрыва; приготовить к действию средства пожаротушения.

Конкретные действия персонала должны быть внесены в местную инструкцию и оперативную карточку пожаротушения.

Исправность установок и трубопроводов системы подачи водорода или инертных газов в корпус генератора (синхронного компенсатора) от централизованных газовых установок электростанции или подстанции должна периодически контролироваться. Выявленные нарушения должны устраняться в кратчайшие сроки.

Газоплотность системы централизованной подачи водорода или инертного газа должна поддерживаться в техническом состоянии, обеспечивающем уровень допустимой утечки газа не более 1 % общего объема этой системы.

Не допускается установка газовых баллонов у газовых постов генераторов (синхронных компенсаторов) для заполнения их корпусов водородом или инертным газом, за исключением аварий с централизованными системами подачи этих газов или их ремонта.

Запрещается проведение огнеопасных работ (сварки, шлифовки, пайки и др.) непосредственно на корпусах агрегатов, аппаратах и газопроводах, заполненных водородом.

На корпусах генераторов (синхронных компенсаторов) и оборудовании газомасляной системы с водородным охлаждением должны иметься знаки безопасности: «Запрещается пользоваться открытым огнем», «Запрещается курить», а на видимых местах масляной системы – предупреждающий знак «Осторожно! Легковоспламеняющиеся вещества», если не применяются огнестойкие масла.

При обнаружении загорания обмотки внутри корпуса турбогенератора (синхронного компенсатора) с воздушным охлаждением и гидрогенераторов должны быть приняты следующие меры:

- аварийно остановлена турбина, а генератор (синхронный компенсатор) отключен от сети и снято возбуждение;
- подана вода к встроенной установке тушения пожара внутри машины;
- закрыты шиберы подачи воздуха в систему охлаждения турбогенераторов (синхронных компенсаторов) и включено валоповоротное устройство.

Исходя из особенностей конструкции агрегатов действия персонала должны быть конкретизированы в местной инструкции и оперативной карточке пожаротушения.

Порядок привлечения работника к дисциплинарной ответственности

Студент гр. 10404129 Бабошенко Д.А.

Научный руководитель - Фасевич Ю.Н.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В трудовом кодексе Республики Беларусь внесены соответствующие изменения в ст. 198 и 199 ТК, которые определяют меры дисциплинарных взысканий с учетом норм Декрета №5 и регулируют порядок привлечения работника к дисциплинарной ответственности соответственно. С учетом вносимых изменений в ст. 198 ТК за совершение дисциплинарного проступка наниматель может применить к работнику следующие меры дисциплинарного взыскания: замечание; выговор; лишение полностью или частично дополнительных выплат стимулирующего характера на срок до 12 месяцев; увольнение (п.п. 6-11 ст.42, п.п. 1, 5 и 9 части первой ст. 47 ТК).

Таким образом, увольнение по выше приведенным основаниям является мерой дисциплинарного взыскания и, следовательно, нанимателем должен быть соблюден порядок и сроки применения дисциплинарного взыскания, предусмотренные ст. 199-201 ТК: неисполнение без уважительных причин трудовых обязанностей работником, имеющим неснятое дисциплинарное взыскание; однократное грубое нарушение работником трудовых обязанностей, признаваемого таковым в соответствии с законодательными актами, в т.ч. – прогул (в т.ч. отсутствие на работе более 3 ч в течение рабочего дня без уважительных причин); появление на работе в состоянии алкогольного наркотического ИЛИ токсического опьянения, а также распитие спиртных напитков, употребления наркотических средств, психотропных веществ, их аналогов, токсических веществ в рабочее время или по месту работы; совершение по месту работы хищения имущества нанимателя; нарушение производственно-технологической, исполнительской или трудовой дисциплины, повлекшего причинение организации ущерба в размере, превышающем три начисленные среднемесячные заработные платы работников Республики Беларусь; нарушение требований по охране труда, повлекшее увечье или смерть других работников; неоднократное (два и более раза в течение 6 месяцев) нарушение установленного законодательством порядка рассмотрения обращений граждан и юридических лиц, а также неправомерный отказ в рассмотрении относящихся к компетенции соответствующего государственного органа обращений граждан и юридических лиц; неоднократное (два и более раза в течение 6 месяцев) представление в уполномоченные органы неполных либо недостоверных сведений; сокрытие руководителем организации фактов нарушения работниками трудовых обязанностей либо не привлечения без уважительных причин виновных лиц к установленной законодательством ответственности за такие нарушения; нарушение работником, являющимся государственным должностным лицом, письменного обязательства по соблюдению ограничений, предусмотренных законодательством о борьбе с коррупцией, совершение правонарушения, создающего условия для коррупции, или коррупционного правонарушения;

Кроме того, следует иметь в виду, что при применении к работнику меры дисциплинарного взыскания в виде увольнения (в отношении ст. 42 ТК) нанимателям также следует соблюдать порядок, определенный ст. 43, 46, 199-201 ТК и ст. 199-201 ТК (в отношении оснований увольнения, предусмотренных ст. 47 ТК). При этом отнесение оснований увольнения к дискредитирующим основаниям производится в соответствии с п. 6 Декрета № 5 с соблюдением порядка увольнения, установленного п. 7 Декрета № 5.

Статьи 199 и 200 ТК дополнены указанием на новые обстоятельства, наступление которых на практике не позволяет нанимателю своевременно привлечь работника к дисциплинарной ответственности и соблюсти процедуру привлечения к ней. В частности, это случаи ухода за больным членом семьи, пребывание работника на военных и специальных сборах. Соответственно, при наличии этих обстоятельств продлевается срок привлечения работника к дисциплинарной ответственности и ознакомления его с решением о дисциплинарном взы-

скании.

Приказ (распоряжение, решение), постановление о дисциплинарном взыскании с указанием мотивов объявляются работнику под роспись в 5-дневный срок со дня издания, не считая времени болезни работника или ухода за больным членом семьи, подтвержденными листком нетрудоспособности или справкой о временной нетрудоспособности, пребывания работника в отпуске, на военных или специальных сборах.

Работник, не ознакомленный в срок, установленный частью шестой ст. 199 ТК, с приказом (распоряжением, решением), постановлением о дисциплинарном взыскании, считается не имеющим дисциплинарного взыскания.

Одновременно в части первой ст. 200 ТК уточняется, что дисциплинарное взыскание применяется не позднее одного месяца со дня обнаружения дисциплинарного проступка, не считая времени болезни работника или ухода за больным членом семьи, подтвержденных листком нетрудоспособности или справкой о временной нетрудоспособности, пребывания работника в отпуске, нахождения на военных или специальных сборах.

Классификация пылей по степени пожарной опасности

Студентка гр. 10111216 Богуцкая С.В.

Научный руководитель - Фасевич Ю.Н.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Кроме Закона Республики Беларусь «О пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями №2/2332 от 01.01.2016 г.) обязанности руководителей и должностных лиц предприятий изложены в Правилах пожарной безопасности РБ (ППБ Беларуси 01-2014, пост. МЧС от 14.03.2014 № 3 в ред. от 14.02.17 № 5), в соответствии с которыми руководители предприятий или лица, их заменяющие, а также владельцы несут персональную ответственность за обеспечение пожарной безопасности. Ответственность за выполнение правил пожарной безопасности структурными подразделениями в отдельных производственных и складских помещениях несут их руководители или лица, их заменяющие. Инженерно-технические работники, рабочие и служащие несут персональную ответственность за выполнение правил пожарной безопасности в части, касающейся их профессиональной деятельности, что должно быть отражено в их должностных инструкциях, функциональных обязанностях.

Пыли (аэрозоли) способны образовывать взрывчатые смеси с воздухом, а пыли, осевшие из воздуха (аэрогели) на оборудовании или конструкции здания, могут гореть. Пыли по пожарной опасности во много раз превосходят продукт, из которого они получены, так как пыль имеет большую удельную поверхность, в результате чего понижается температура самовоспламенения пыли, увеличивается поверхность окисления. Выделяющееся тепло не успевает отводиться в окружающую среду и возникает самовозгорание. Возникновение взрыва или пожара возможно только при достижении определенной концентрации пыли в воздухе, поэтому основной характеристикой пожарной опасности пылей являются нижний концентрационный предел распространения пламени (воспламенения). Характерной особенностью взрыва пылевых смесей в отличие от паро- и газозоодушных является неполное сгорание, так как сгорают в основном газообразные продукты, а углеродистый остаток сгорать не успевает, поэтому взрываться способны лишь пыли, в которых газообразные продукты составляют более 10 % веса пыли.

Пыли подразделяются на *пожароопасные*, имеющие нижний концентрационный предел распространения пламени выше 65 г/м^3 (пыль железа), и *взрывоопасные*, с нижним пределом распространения пламени менее 65 г/м^3 (сера, мука, сахар). Взрывоопасные пыли подразделяются на два класса: I класс — с нижним пределом распространения пламени менее 15 г/м^3 ; II класс — с нижним пределом распространения пламени более 15 г/м^3 [2].



Рисунок 1 - Классификация пылей по степени пожарной опасности [1]

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лазаренков, А.М., Фасевич Ю.Н. Курс лекций по дисциплине "Охрана труда" [Электронный ресурс]: / Белорусский национальный технический университет, кафедра "Охрана труда". – Минск: БНТУ, 2019.
2. Фасевич Ю.Н., Близнюк Н.А. Классификация зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Новые материалы и технологии их обработки: сборник научных работ XX Республиканской студенческой научно-технической конференции (Минск, 17-18 апреля 2019г.) / редкол: И.А. Иванов [и др.] – Минск: БНТУ, 2019.

Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты

Студент гр. 10111116 Муслим Аль Шалл

Научный руководитель - Фасевич Ю.Н.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В соответствии с решением комиссии Таможенного союза № 878 от 9 декабря 2011 года с 15 февраля 2014 года в обращение на рынке государств-членов Таможенного союза допускается только СИЗ прошедшие процедуру обязательного подтверждения соответствия требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты». В соответствии с Разделом 3 ТР ТС 019/2011 «Правила обращения на рынке» СИЗ, прошедшие процедуру обязательного подтверждения соответствия требованиям данного технического регламента, маркировка должна содержать основные сведения, характеризующие СИЗ, а также сведения о защитных свойствах и способе ухода. В основные сведения входят: товарный знак изготовителя или наименование; обозначение настоящего технического регламента Таможенного союза, требованиям которого должно соответствовать СИЗ; защитные свойства, размер; сведения о классе защиты и климатическом поясе, определяемом в соответствии с таблицей 3 приложения №3 настоящего технического регламента Таможенного союза, в котором могут применяться СИЗ (при необходимости); дату изготовления или дату окончания срока годности, если она установлена; сведения о способах ухода и требования к утилизации СИЗ.

На работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением или осуществляемых в неблагоприятных температурных условиях, работодатель обязан обеспечить выдачу бесплатно работникам СИЗ в объеме не менее установленных типовыми нормами [1]. Отраслевые нормы бесплатной выдачи СИЗ предусматривают обеспечение работников СИЗ независимо от того, к какой отрасли экономики относятся производства, цехи, участки и виды работ, а также независимо от форм собственности субъектов хозяйствования.

Выдаваемые работникам СИЗ должны соответствовать характеру и условиям их работы и обеспечивать безопасность труда. В тех случаях, когда такие СИЗ, как предохранительный пояс, диэлектрические галоши и перчатки, защитные очки и щитки, респиратор, противогаз, защитный шлем, подшлемник, каска и т.п. не включены в отраслевые нормы, они выдаются работникам для обеспечения их безопасности в зависимости от характера выполняемых работ, на основании требований нормативных правовых актов по охране труда (правил, стандартов и т.п.) со сроками носки - до износа или как дежурные.

СИЗ являются собственностью субъекта хозяйствования и подлежат возврату: при увольнении работника до окончания сроков носки, при переводе на том же предприятии на другую работу, для которой выданные СИЗ не предусмотрены нормами [2]. Сроки носки СИЗ: установлены календарные и исчисляются со дня фактической выдачи работникам, а для специальной одежды и специальной обуви от пониженных температур в указанные сроки включается и время ее хранения в теплое время года; могут быть продлены, если работник занят на условиях неполного рабочего времени. В этом случае срок носки продлевается пропорционально разнице между рабочим временем нормальной продолжительности и фактически отработанным. Выдаваемые в качестве дежурных, в каждом конкретном случае в зависимости от характера и условий труда устанавливаются нанимателем по согласованию с профсоюзным комитетом или иными уполномоченными работниками органом. При этом указанные сроки должны быть не менее сроков носки СИЗ, выдаваемых в индивидуальное пользование.

Выдача и сдача работниками СИЗ отмечаются в личной карточке. При этом выдача СИЗ подтверждается подписью лица, получающего средства индивидуальной защиты.

Работникам запрещается по окончании работы выносить СИЗ за пределы территории субъекта хозяйствования. В отдельных случаях там, где по условиям работы установленный порядок хранения СИЗ не может быть обеспечен (строительно-монтажные работы в полевых условиях), они могут оставаться в нерабочее время у работников, что должно быть оговорено в правилах внутреннего трудового распорядка, в коллективных договорах, трудовых договорах (контрактах). Ответственность за сохранность СИЗ в этих случаях возлагается на работников.

Работники обязаны правильно использовать предоставленные им СИЗ, а в случаях их отсутствия или неисправности – незамедлительно уведомлять об этом непосредственного руководителя.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лазаренков, А.М., Фасевич Ю.Н. Курс лекций: учебное пособие по дисциплине "Охрана труда" [Электронный ресурс] / А.М. Лазаренков, Ю.Н. Фасевич; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Охрана труда". – Минск : БНТУ, 2019. – 174с.
2. Фасевич Ю.Н., Локун М.Б. Контроль соблюдения требований охраны труда в организации [Электронный ресурс] / Международная научно-практическая конференция «Литье и металлургия 2018», секция «Охрана труда и промышленная безопасность» (Минск, 15-16 ноября 2018г.) – Минск: БНТУ, 2019.

Основными требованиями охраны труда, предъявляемыми при проектировании машин и механизмов, являются: безопасность для человека [1], надежность и удобство в эксплуатации. Несмотря на большое разнообразие технологического оборудования по назначению, устройству и особенностям эксплуатации, к нему предъявляются общие требования безопасности, соблюдение которых при конструировании обеспечивает безопасность его эксплуатации.

Правила по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов при выполнении строительных работ утверждено постановлением МЧС РБ от 22.12.2018 г. № 66, которое распространяются на: грузоподъемные краны мостового типа грузоподъемностью 20 т и более, эксплуатируемые на опасных производственных объектах (здания, цеха, участки и т.п.); грузоподъемные краны (мостового типа, управляемые из кабины; мостового типа грузоподъемностью более 10 т, управляемые с пола посредством кнопочного аппарата, подвешенного на кране, со стационарного пульта, по радиоканалу или однопроводной линии связи; стрелового типа грузоподъемностью более 1т, за исключением кранов с постоянным вылетом или не снабженных механизмом поворота; краны-манипуляторы грузоподъемностью более 5 т или с грузовым моментом более 15 тонно-метров, за исключением кранов-манипуляторов, устанавливаемых на фундаменте; грузовые электрические тележки, передвигающиеся по надземным рельсовым путям совместно с кабиной управления; технические устройства, эксплуатируемые на грузоподъемных кранах (приборы и устройства безопасности; грузозахватные органы; грузозахватные приспособления); тара, предназначенная для перемещения грузов с использованием грузоподъемных кранов, за исключением специальной тары, применяемой в металлургическом производстве).

Грузоподъемные краны должны быть оборудованы ограничителями рабочих движений для автоматической остановки: а) механизма подъема грузозахватного органа в его крайних верхнем и нижнем положениях; б) механизма изменения вылета; в) механизма передвижения рельсовых кранов и их грузовых тележек (если скорость крана (тележки) при подходе к крайнему положению может превысить 30 м/мин); г) механизма передвижения кранов мостовых работающих на одном пути.

Краны мостового типа должны быть оборудованы ограничителями грузоподъемности, если не исключается возможность их перегрузки по технологии производства. Ограничитель грузоподъемности кранов мостового типа не должен допускать перегрузку более чем на 25 %.

Годовой контроль технического состояния грузоподъемных кранов проводится инженером по промышленной безопасности (лицом, на которое возложены обязанности по обеспечению промышленной безопасности), а при наличии в организации 100 и более грузоподъемных кранов, – лицом по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов. Для проведения годового контроля технического состояния кранов владелец крана может привлечь эксперта в области промышленной безопасности Госпромнадзора или организации, имеющей разрешение Госпромнадзора.

Грузоподъемные краны до ввода в эксплуатацию и в процессе эксплуатации должны подвергаться техническому освидетельствованию, которое проводится не реже одного раза в 3 года (редко используемых - не реже одного раза в 5 лет).

Техническое освидетельствование также проводится экспертами в области промышленной безопасности Госпромнадзора или организации, имеющей разрешение Госпромнадзора на данный вид деятельности после: монтажа, вызванного установкой грузоподъемного

крана на новом месте; реконструкции, модернизации грузоподъемного крана; капитального ремонта и (или) ремонта расчетных металлоконструкций крана с применением сварки; замены грузового крюка (проводятся только статические испытания); замены канатов кранов.

Кроме того, при техническом освидетельствовании грузоподъемного крана должны быть проверены: состояние металлоконструкций грузоподъемного крана и его сварных соединений, а также кабины, лестниц, площадок и ограждений, грузозахватных органов, блоков. У грузоподъемных кранов, транспортирующих расплавленный металл и жидкий шлак, контроль состояния кованных (штампованных), пластинчатых крюков и деталей их подвески должен проводиться не реже одного раза в 12 месяцев с применением методов неразрушающего контроля. Осмотр, проверки грузоподъемного крана могут быть выполнены отдельно, но не ранее чем за 10 дней до технического освидетельствования.

При годовом контроле технического состояния грузоподъемного крана проводится: проверка наличия и ведения эксплуатационной документации, соблюдения требований промышленной безопасности при эксплуатации грузоподъемных кранов, в том числе установленных технических (технологических) параметров; осмотр и проверка работоспособности; статические испытания; динамические испытания.

Статические испытания проводятся при положительных результатах осмотра и проверки работоспособности грузоподъемного крана нагрузкой, на 25 % превышающей его паспортную грузоподъемность. Статические испытания крана мостового проводятся следующим образом: грузоподъемный кран устанавливается над опорами кранового пути, а его тележка (тележки) – в положение, отвечающее наибольшему прогибу моста; груз поднимается грузоподъемным краном на высоту 100–200 мм и выдерживается в таком положении в течение 10 минут; по истечении 10 минут груз опускается, после чего проверяется отсутствие трещин, остаточных деформаций и других повреждений металлоконструкций и механизмов грузоподъемного крана.

Динамические испытания проводятся при положительных результатах осмотра, проверки работоспособности и статических испытаний грузоподъемного крана грузом, масса которого на 10 % превышает его паспортную грузоподъемность, и имеют целью проверку действия механизмов и тормозов. При динамических испытаниях грузоподъемных кранов производятся многократные (не менее трех раз) подъем и опускание груза, а также проверка действия всех других механизмов крана.

Результаты технического освидетельствования грузоподъемного крана записываются в его паспорт, лицом, проводившим освидетельствование с указанием следующего срока технического освидетельствования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Фасевич Ю.Н., Семенов С.Ю. Охрана труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ [Электронный ресурс] / Международная научно-практическая конференция «Литье и металлургия 2018», секция «Охрана труда и промышленная безопасность» (Минск, 15-16 ноября 2018г.) – Минск: БНТУ, 2019.

Анализ понятия безопасности при производстве полетов воздушных судов гражданской авиации

Магистрант гр. 35М-18 Сабилов Р.Р.
Научный руководитель - Элмуродов Т.Д.
Ташкентский государственный технический университет
г. Ташкент.

Безопасность полетов является основным критерием уровня организации, выполнения и обеспечения полетов. Она характеризуется комплексом характеристик воздушного транспорта и авиационных работ, определяет способность выполнения полетов без угрозы для жизни и здоровья людей. Безопасность полетов обеспечивается целенаправленной деятельностью по предупреждению авиационных происшествий и предпосылок к ним при создании и эксплуатации авиационной техники.

Количественное представление этого понятия дается уровнем безопасности полетов. В своё время, уровень безопасности полетов – это вероятность возникновения в полете катастрофической ситуации.

Уровень безопасности полетов для определенного типа воздушных судов определяется в среднем по всему действующему парку показателем уровня безопасности полетов – количеством катастрофических ситуаций, происходящих на один час полета.

В настоящее время существуют несколько проблем в области обеспечения безопасности полетов в гражданской авиации. Основными из них являются: **недоукомплектованность** кадрами государственных инспекторов, осуществляющих государственный контроль за деятельностью авиационных предприятий в области БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ и авиационной безопасности; **несовершенство** имеющихся тренажеров, приводящее к удорожанию подготовки, снижению навыков членов экипажа в управлении ВС особенно в сложных метеоусловиях и в аварийных ситуациях; **слабая оснащённость** ГА техническими средствами обеспечения авиационной безопасности, в том числе аппаратурой обнаружения взрывчатых веществ; **несоответствие информационного обеспечения** БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ потребностям системы государственного регулирования, что затрудняет своевременное принятие решений в целях предотвращения авиационных происшествий; **устаревшие** методические пособия, тренажерная база и оборудование, отсутствие научно-исследовательских и проектных организаций ГА и промышленности, обеспечивающих отработку и решение технических проблем обеспечения безопасности гражданской авиации; **отсутствие** порядка финансирования расходов на содержание и развитие службы поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов ГА; **недостаточное финансирование** работ по обеспечению безопасности гражданской авиации и надежности авиационной техники; **отсутствие** или несоответствие профессиональной подготовки специалистов.

Проблема оценки, контроля и поддержания работоспособности диспетчеров ОВД является необходимой и важной для обеспечения безопасности полетов, сохранения здоровья и профессионального долголетия диспетчера.

Практика обслуживания воздушного движения показывает, что основными факторами, влияющими на работоспособность, являются:

- Предельная рабочая нагрузка;
- Неравномерность рабочей нагрузки;
- Внезапные осложнения в ОВД;
- Уровень профессиональной подготовленности;
- Технический уровень оснащённости диспетчерских пунктов;
- Условия труда и среды обитания.

Управление воздушным движением является одной из главных составляющих системы обеспечения безопасности полетов ВС ГА и других ведомств в ВП Узбекистана, в том числе и иностранных ВС. Среди транспортных отраслей, находящихся под контролем надзора за охраной труда, УВД относится к потенциально опасной отрасли транспорта.

Основным и определяющим звеном системы ОВД является диспетчер ОВД, осуществляющий управление потоком ВС на трассах, местных воздушных линиях, в районах аэродромов и районах применения авиации в народном хозяйстве.

При организации необходимых условий труда на РМ создают оптимальные условия для работы, что улучшает работоспособность диспетчера, продлевает его долголетие, что предотвращает возможные ошибки в процессе ОВД, а, следовательно, повышает уровень безопасности полетов.

Труд диспетчера является умственным: утомление, развивающееся в процессе работы, обусловлено психическими нагрузками. В связи с этим комплекс восстановительных мероприятий в целом должен носить психофизиологический характер и способствовать предупреждению и снятию утомления и переутомления, вызванных психическими нагрузками, оказать помощь в организации внутрисменного и меж сменного снятия утомления и нервного эмоционального напряжения, возникающих в процессе работы.

Мероприятия по контролю и поддержанию работоспособности проводятся в меж миссионный период, имеют профилактическое значение и направлены на снижение влияния рабочих нагрузок и перегрузок, поддержание и восстановление работоспособности и предварительную подготовку к прохождению врачебно-летной экспертизы.

При организации работ по контролю и поддержанию работоспособности диспетчеров предусматриваются следующие мероприятия:

- специалисты медицинских учреждений авиапредприятий разрабатывают совместный план мероприятий по контролю и поддержанию работоспособности с учетом класса аэропорта и условий труда, интенсивности воздушного движения, уровня автоматизации обслуживания воздушного движения;
- врач летного отряда и эксперты ВЛЭК совместно с руководителем полетов и старшим диспетчером проводят идентификацию групп диспетчеров для определения степени их участия в оздоровительном комплексе мероприятий, производить учет эффективности оздоровительных мероприятий;

Медицинская и производственная характеристики хранятся в личных медицинских книжках. Необходимо выделять средства на выполнение мероприятий по контролю и поддержанию работоспособности диспетчеров в целях повышения безопасности полетов и сохранения профессионального долголетия диспетчеров.

Таким образом, для управления воздушным движением организуются производственные условия, в которых на диспетчера воздействуют физические и психофизические производственные факторы, которые и определяются в сочетании с высоким уровнем ответственности за ВД, тяжесть физической и напряженность умственной работы.

Список источников и использованной литературы.

1. Правила полетов гражданской и экспериментальной авиации в воздушном пространстве Республики Узбекистан (АП РУз-91);
2. Руководство по организации воздушного движения. ПСК/ЦУАН/ОВД-01.
3. Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения (ICAO Doc 4444);

Особенности анализа риска возникновения чрезвычайных ситуаций на угольных шахтах

Бакалавр Базылевич А.А.
Научный руководитель - доцент Онищенко С.А.
Академия гражданской защиты МЧС ДНР
г. Донецк

Подземной аварией в шахте называется внезапное нарушение нормального состояния выработок, механизмов и состава рудничной атмосферы, в результате которого создается угроза жизни людей, занятых на подземных работах.

Авария, имеющая по масштабам разрушений и числу жертв характер стихийного бедствия, называется катастрофой. Все подземные аварии делятся на две группы:

-аварии, угрожающие жизни людей, находящихся непосредственно в зоне аварии (аварии с механизмами и агрегатами, частичные обрушения выработок и др.). Ликвидация таких аварий осуществляется чаще всего рабочими и надзором шахты;

-аварии, угрожающие жизни людей, находящихся не только в зоне аварии, но и других выработках (взрывы газа и угольной пыли, рудничные пожары, внезапные выбросы угля, породы и газа, прорывы воды, глины и пульпы, завалы выработок). Ликвидация таких аварий отличается большой сложностью и опасностью, поэтому производится силами МЧС ДНР. Рабочие и надзор шахты в этих случаях могут выполнять лишь вспомогательные работы в выработках, не требующих применения специальных дыхательных и других приборов.

Основные причины возникновения чрезвычайных ситуаций на шахтах:

1. *Взрывы метановоздушной смеси.* Наиболее опасными подземными авариями являются взрывы метана и угольной пыли, пожары, внезапные выбросы и суффлярные выделения газов, при которых рудничная атмосфера может оказаться непригодной для дыхания на значительном протяжении выработок шахты.

2. *Прорывы вод.* Внезапные прорывы паводковых и ливневых вод в горные выработки шахт происходят в результате подработки балок и оврагов, оставления на поверхности незащитанных провалов, воронок, незатампонированных трещин, а также из-за отсутствия необходимых ограждений и канализации ливневых и паводковых вод. Прорывы вод могут происходить из поверхностных водоемов в результате подработки их горными работами, вследствие тектонических нарушений, появления трещин, недостаточной гидрологической изученности пересекаемых горными выработками горных пород и др.

3. *Обвалы и обрушения.* Обвалы и обрушения происходят в шахтах из-за неудовлетворительной проверки состояния выработок, нарушения технологии добычи угля и руд, несоблюдения паспортов крепления и управления кровлей.

4. *Взрывы взрывчатого вещества.* Преждевременные взрывы взрывчатого материала могут происходить в результате нарушения единых правил безопасности при взрывных работах, применения некачественных средств инициирования или несоответствия их данным условиям, воздействия на электродетонаторы блуждающих токов, утечек из силовой и осветительной электрической сети и др.

5. *Остановка вентиляционной установки.* Причинами остановки главной вентиляторной установки являются: внезапное выключение электроэнергии на электроподстанции; несвоевременный и неудовлетворительный надзор за вентиляторной установкой со стороны электромеханической службы и машиниста вентиляторной установки и др.

6. *Горный удар.* Горный удар – явление скачкообразного перехода упругой энергии предельно напряженного массива вокруг горных выработок и силы тяжести в работу сдвига и разрушения горных пород.

Внешнее проявление горного удара – разрушение и отброс (выравнивание) пород (угля, соли, руды), разрушение крепи, смещение оборудования, машин, резкий звук, образование пыли, воздушной волны, в газовых шахтах усиление газовыделения. Для безопасного ведения горных работ на пластах, подверженных горным ударам, осуществляется ряд противо-

ударных мероприятий (опережающая отработка пластов, создание защитных зон, вскрытие и подготовка пластов в определенном порядке).

7. *Эндогенные и экзогенные пожары.* Эндогенные пожары в выработанном пространстве действующих выемочных полей возникают от самовозгорания оставленных в нем целиков угля, измельченного угля, разрушенной краевой части целика. Условия для самовозгорания угля благоприятны в зонах геологических нарушений вследствие неустойчивости и значительной трещиноватости угля, повышения его химической активности. Предотвращение самовозгорания угля в выработанном пространстве действующих очистных забоев затруднено в связи со сложностью изоляции оставленного угля от утечек воздуха.

Экзогенный пожар – пожар, разившийся от внешних причин (открытый огонь, искрение оборудования и др.) Экзогенные пожары возникают и распространяются быстро, особенно в выработках с интенсивным проветриванием. При отсутствии заранее подготовленных средств борьбы с ними и несвоевременном тушении они могут нанести большой материальный ущерб и привести к человеческим жертвам.

Анализ ситуаций в отрасли позволяет сделать вывод, что почти все ЧС, происходящие на угольных предприятиях, приводят к таким экологическим последствиям, как загрязнение подземных вод, нарушение недр, безвозвратные потери полезных ископаемых, повреждение основных фондов, нарушение флоры и фауны, сельскохозяйственных угодий и нанесение вреда здоровью населения. Тем не менее, самым опасным, разрушительным, причиняющим огромный ущерб человеческим, экономическим и экологическим ресурсам был и остается газ метан и метановоздушная смесь.

Таким образом, взрыв метановоздушной смеси является наиболее частой, опасной, разрушительной и несущей за собой большие человеческие жертвы причиной аварии. Поэтому борьба с газом самая актуальная тема, и меры борьбы с газом разнообразны.

Особенности анализа риска возникновения ЧС на угольных шахтах

Особенности анализа риска возникновения ЧС на угольных шахтах согласно Методическим указаниям по проведению анализа риска опасных промышленных объектов (РД-08-120-96) включают следующие этапы.

На первом этапе поставленные цели и задачи определяют в соответствии с требованиями, регулирующими порядок разработки декларации промышленной безопасности, а также дополнительными требованиями к выявлению на основе количественных оценок риска наиболее опасных факторов, таких как частоты возникновения негативных последствий, приведших к ЧС; ожидаемых среднегодовых объемов и площадей ущерба в случае аварии; ожидаемого социологического ущерба, как суммы ежегодных компенсационных выплат [2].

Основные источники информации – техническая документация и данные по аварийности предприятия, Гортехнадзора, литературные источники. В качестве основных показателей риска устанавливаются средние (по определенному периоду времени) и удельные (на единицу времени) значения.

Второму этапу присущи такие особенности, как разбиение на определенные промежутки времени, на которых может потенциально произойти негативное событие, а также промежутки, отличающиеся по своим характеристикам с точки зрения безопасности, например направление движения лавы на геологическое нарушение и их влияние на оценку частоты проявления факторов риска.

Оценка степени риска на третьем этапе включает расчет показателей риска для каждого промежутка времени, либо всего периода, который представляет интерес, а также ранжирование всех промежутков по показателям риска [2].

На основе ранжирования – четвертый этап – всего интересующего отрезка времени по показателям риска выявляют наиболее опасные, определяются их интегральные характеристики и вырабатывают общие рекомендации по безопасности с целью предотвращения ЧС.

**Предложения по повышению безопасности в
чрезвычайной ситуации на химически опасном объекте**

Бакалавр Паляница В.В.

Научный руководитель - доцент Онищенко С.А.

Академия гражданской защиты МЧС ДНР

г. Донецк

Меры безопасности при ликвидации последствий аварий с выбросом (разливом) АХОВ применяются с целью недопущения или снижения возможного поражения личного состава формирований, привлекаемых к проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ. При организации и проведении работ командиры формирований (подразделений), старшие команд (групп) обязаны:

- оценить физико-химические и токсические свойства АХОВ, их взрыво- и пожароопасность, возможность образования в ходе работ новых опасных факторов и на этой основе определить необходимые меры безопасности, проинструктировать личный состав перед началом работы, осуществлять контроль за соблюдением мер безопасности в ходе работ;
- допускать к самостоятельному проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ только спасателей, имеющих опыт действия в условиях химического загрязнения;
- обеспечить личный состав необходимыми средствами индивидуальной защиты, определить порядок пользования ими применительно к сложившейся обстановке;
- организовать смену личного состава с учетом допустимых сроков непрерывной работы в средствах индивидуальной защиты и условий работы.
- располагать рабочие места с учетом требований безопасности в условиях химического загрязнения и сложившейся обстановки;
- организовать обозначение (при необходимости ограждение) особо опасных мест (участков);
- в ходе работ строго контролировать выполнение требований безопасности и при обнаружении нарушений принимать необходимые меры;
- при возникновении аварийных ситуаций, непосредственно угрожающих жизни спасателей, принимать дополнительно необходимые меры безопасности вплоть до прекращения работы и вывода спасателей из подвергаемого опасности участка работ.

При выполнении работ в зоне загрязнения запрещается:

- снимать средства индивидуальной защиты, принимать пищу, пить, курить, расстегивать одежду, садиться или ложиться на загрязненные предметы;
- прикасаться к поврежденным линиям, оборудованию и приборам электрических сетей;
- эксплуатировать неисправные машины, механизмы и инструменты;
- использовать открытый огонь при работе в очаге с неизвестными химическими веществами;
- выводить из очага химического поражения технику без проведения специальной обработки.

В целях организации выполнения мер безопасности при работах по ликвидации последствий химических аварий командиры формирований (подразделений), старшие команд (групп) обязаны:

- получить от старшего начальника наряд-допуск на производство работ в загрязненной зоне;
- довести до личного состава организационно-технологический план проведения работ и требования к мерам безопасности при работе в сложившейся обстановке;
- указать ориентиры и границы «чистого» и «грязного» участков в районе работ;
- определить места (объекты) работ, задачи, время и порядок выдвижения к местам работ, способы и технологию их выполнения, меры безопасности перед началом и при выполнении работ, при выходе на отдых, порядок смены, места отдыха, пункт сбора после выполнения задачи;
- указать меры первой помощи при спасении пострадавших, направление их эвакуации, место медицинского пункта, порядок пополнения медицинского имущества, средств индивидуальной защиты, обезвреживающих растворов, израсходованных в ходе работ;

- организовать химический контроль в районе (на участке) работ, а также контроль времени работы в средствах индивидуальной защиты;
- провести инструктаж о порядке действий в аварийных ситуациях;
- организовать ограждение опасных участков работ;
- проверить готовность к работе техники, инструмента и механизмов;
- указать место своего нахождения, порядок поддержания связи, сигналы управления и своего заместителя.

Эффективность мероприятий по предупреждению химических аварий и ликвидации их последствий зависит от своевременности и качества их проведения. Планирование и реализация мероприятий, направленных на предупреждение химических аварий включает:

- сбор информации и постоянное ее пополнение о химически опасных объектах;
- осуществление контроля и наблюдения за обстановкой на химически опасных объектах и на прилегающих к ним территориях;
- прогнозирование и оценку риска химических аварий;
- создание и восполнение резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации последствий химических аварий;
- организацию обучения населения способам защиты и действиям при химических авариях;
- планирование действий (взаимодействия) по предупреждению химических аварий и ликвидации их последствий.

Основными мероприятиями по предупреждению химических аварий и уменьшению масштабов их последствий, при ухудшении химической обстановки, получении прогноза о возможности возникновения химических аварий, являются:

- формирование оперативных групп для выявления причин ухудшения химической обстановки, выработки предложений по ее нормализации;
- усиление дежурно-диспетчерской службы;
- усиление наблюдения и контроля за обстановкой на химически опасных объектах (объекте, где прогнозируется химическая авария) и прилегающих к ним территориях;
- прогнозирование возможности возникновения химической аварии и ее масштабов;
- принятие мер по защите населения и окружающей среды, обеспечению устойчивого функционирования объектов в условиях последствий химической аварии;
- приведение в состояние готовности сил и средств, уточнение планов их действий и выдвижение, при необходимости, в предполагаемый район химической аварии.

Основными мероприятиями по ликвидации последствий химических аварий являются:

- обнаружение факта химической аварии и оповещение о ней;
- аварийная остановка химически опасного объекта;
- выдвижение оперативных групп в район аварии;
- выявление химической обстановки в районе аварии;
- организация химического контроля;
- установление и поддержание режима химической безопасности;
- обеспечение населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий химической аварии средствами индивидуальной защиты;
- немедленный вывод в безопасную зону производственного персонала, не задействованного в аварийной остановке производства;
- санитарная обработка населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий аварии;
- обеззараживание аварийного объекта, объектов производственного, социального, жилого назначения, территорий, сельскохозяйственных угодий, технических средств, средств защиты, одежды, имущества, продовольствия и воды;
- эвакуация и/или отселение граждан из зон химического загрязнения.

Разработка комплекса организационно-технических мероприятий по снижению техногенного риска на металлургическом заводе

Бакалавр Попова Н.С.

Научный руководитель - доцент Онищенко С.А.

Академия гражданской защиты МЧС ДНР

г. Донецк

На первом этапе (предварительном) анализе риска аварий изучена информация об эксплуатации опасных производственных объектов металлургического завода. Рассмотрены опасные производственные объекты металлургического предприятия полного цикла, включающее: доменное, сталеплавильное, прокатное производства.

Анализ риска аварий дает возможность оценить степень опасности металлургического производства для людей и окружающей среды, состояние его промышленной безопасности, и на основании полученной информации разработать рекомендации по улучшению состояния промышленной безопасности на металлургическом комбинате.

Анализ риска возникновения аварий рассматривается, в том числе, через призму таких данных, как сведения, в которых изложены:

- результаты анализа риска чрезвычайных происшествий и аварий на ОПО, а также их последствия для людей и окружающей среды;
- условия, при которых ОПО эксплуатируется в безопасном режиме;
- комплекс требований, предъявляемых не только к эксплуатации опасного производственного объекта, но и к капитальному ремонту, а также к его консервации и ликвидации.

Для того, чтобы реально оценить уровень промышленной безопасности на опасных производственных объектах металлургических предприятий, причем в их количественном значении, необходимо проанализировать количество подобных структур, разрабатывающих декларацию промышленной безопасности.

Большое значение для проведения корректной и эффективной процедуры оценки риска аварий на опасном производственном объекте имеет нормативно-техническая база, которая в Донецкой Народной Республики достаточно полноценна и эффективна. Более того, она практически не отличается от аналогичного зарубежного регламента, за исключением некоторых специализированных методик и положений, используемых в отдельных отраслях.

Тем не менее методология в области промышленной безопасности, в том числе в сфере оценки риска возникновения аварий на ОПО, продолжает развиваться.

Предложения по снижению риска на ОПО являются одним из видов возможных мероприятий обеспечения промышленной безопасности на этих объектах и могут иметь организационный и (или) технический характер.

Для разработки обоснованных рекомендаций по снижению риска аварии на ОПО необходимы основные результаты оценки риска аварии, установления степени аварийной опасности и определения наиболее опасных составных элементов опасного объекта.

При планировании и разработке обоснованных рекомендаций по снижению риска аварии отдают приоритет мерам безопасности для наиболее опасных составных элементов объекта.

Первоочередными мерами обеспечения промышленной безопасности являются способы предупреждения возникновения возможных инцидентов и аварий на ОПО.

Выбор рекомендаций по снижению риска аварии имеет следующие приоритеты:

1. Меры уменьшения возможности возникновения аварии, включающие:
 - уменьшение возможности возникновения инцидентов;
 - уменьшение вероятности перерастания инцидента в аварию;
2. Меры уменьшения тяжести последствий возможных аварии, включающие:

- уменьшение вероятности эскалации аварии (когда последствия какой-либо аварии становятся непосредственной причиной аварии на соседних составных элементах опасного производственного объекта);
- уменьшение вероятности нахождения групп людей в зонах поражающих факторов аварий;
- ограничение возможности возрастания масштаба и интенсивности воздействия возникших поражающих факторов аварии;
- уменьшение вероятности развития аварии по наиболее опасным сценариям возможной аварии;
- увеличение надежности и эффективности системы противоаварийной защиты, средств активной и пассивной защиты от воздействия поражающих факторов аварии;

3. Меры обеспечения готовности к локализации и ликвидации последствий аварий.

При проектировании опасных производственных объектов приоритетными являются меры безопасности, обеспечивающие пассивную защиту эффективным расстоянием (т.е. включая физические барьеры) от опасного воздействия поражающих факторов возможных аварий. При эксплуатации ОПО приоритетными являются меры безопасности, обеспечивающие активную защиту от перерастания опасности аварии в угрозу аварии с причинением ущерба человеческим, материальным и природным ресурсам.

В случае необходимости обоснования и оценки эффективности разработанных рекомендаций по снижению риска аварии рекомендуется придерживаться следующих альтернативных способов их оптимизации:

1. При доступных ресурсах и располагаемых средствах обеспечить максимальное снижение риска аварии при эксплуатации опасного производственного объекта;
2. Обеспечить снижение риска до требуемого уровня (в том числе допустимого или фонового с обоснованным коэффициентом запаса) при минимальных затратах.

В целях обоснования безопасности объектов при отступлении от требований промышленной безопасности и обосновании мероприятий, компенсирующих эти отступления, результаты анализа риска аварии опасных производственных объектов используются в следующем порядке:

- обоснованно выбираются показатели риска аварии, наиболее адекватно характеризующие безопасную эксплуатацию ОПО в области именно тех требований промышленной безопасности, для которых необходимы отступления и требуются соответствующие компенсирующие мероприятия;
- оцениваются изменения значений выбранных показателей риска аварии до и после возможных и фактических отступлений от требований промышленной безопасности, а также до и после возможного и фактического внедрения компенсирующих мероприятий;
- оцененные изменения сравниваются с соответствующими критериями безопасной эксплуатации при отступлении от требований промышленной безопасности, которые предварительно обосновываются, например, в виде достаточности сохранения уровня риска аварии на ОПО неизменным или необходимости его снижения до достигнутого .

Кроме естественных процессов старения, сбои, и нарушения в работе объектов техно-сферы могут быть вызваны появлением у технических систем «новых» непредусмотренных свойств, возникновением «новых» взаимодействий с другими техническими системами. Например, электромагнитные поля сильноточного оборудования могут вызвать сбои и нарушения в работе навигационной и радиотехнической аппаратуры, в работе вычислительных комплексов, что в свою очередь может вызвать аварийные ситуации в более крупных технических системах.

Наиболее эффективные меры по минимизации рисков возникновения ЧС на промышленных предприятиях те, которые направлены на их предотвращение или максимально возможное снижение уровня проявления ЧС и аварий, то есть это профилактические меры.

Для Енакиевского металлургического завода основными направлениями деятельности по снижению техногенных рисков являются:

- обеспечение противопожарной безопасности;
- осуществление контроля за соблюдением мер промышленной безопасности;
- осуществление контроля за состоянием оборудования;
- проведение своевременного технического обслуживания и ремонта агрегатов и установок;
- осуществление контроля за нарушением должностных и производственных инструкций;
- обучение персонала правилам безопасной эксплуатации на предприятии.

**Охрана труда специалистов службы Обслуживания
воздушного движения Центра "Узаэронавигация"**

Студент гр. 78-18 Шукуров Ш.Ш.

Научный руководитель Ташматова Ш.С.

Ташкентский государственный технический университет
г. Ташкент

Безопасность жизнедеятельности – это состояние деятельности, при которой с определенной вероятностью исключаются потенциальные опасности, влияющие на здоровье человека.

Безопасность следует принимать как комплексную систему, мер по защите человека и среды обитания от опасностей конкретной деятельностью. Чем сложнее вид деятельности, тем более компактна система защиты. Обеспечение безопасности жизнедеятельности человека на производственных предприятиях занимается «охрана труда».

Охрана труда представляет собой действующую на основании принятых в Республике Узбекистан законодательных и иных нормативных актов, систему социально-экономических, организационных, технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, направленных на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

При решении конкретных задач безопасного и эффективного управления воздушным движением охрана труда, как правило, обращается к эргономики - научной дисциплины, чающей взаимосвязи человека и окружающей рабочей среды с целью рекомендации оптимальных и безопасных условий труда.

Работа по охране труда специалистов управления воздушными движениями (УВД) при выполнении полетов проводится в соответствии с Положением об организации работы по охране труда в гражданской авиации.

Ответственность за общее состояние охраны труда диспетчеров организации воздушного движения (ОВД) при выполнении полетов несут руководители авиапредприятий, летных подразделений и организаций гражданской авиации. Эти руководители в своей деятельности по охране труда руководствуются Трудовым кодексом Республики Узбекистан, законом Республики Узбекистан "Об охране труда", стандартами безопасности труда, нормативными документами (нормами, правилами, техническими рекомендациями) по безопасности труда.

Персонал службы ОВД обязан соблюдать установленные правила (требования) по охране труда и технике безопасности, технологическую и производственную дисциплину.

Повседневный надзор за соблюдением трудового законодательства, выполнением требований Положения о рабочем времени и времени отдыха персонала обслуживания воздушным движением гражданской авиации, требований производственной санитарии и правил техники безопасности осуществляют и несут за это ответственность территориальные подразделения Центра «Узаэронавигация» руководители организаций гражданской авиации.

К работе в качестве специалиста УВД допускаются лица не моложе 19 лет, прошедшие медицинское о свидетельствование, вводный инструктаж по охране труда. После этого специалист УВД проходит первичную проверку знаний по охране труда в экзаменационной комиссии центра «Узаэронавигация». В дальнейшем он проходит периодический инструктаж по охране труда один раз в шесть месяцев с подтверждением этого в журнале учета инструктажей на рабочем месте.

Специалист УВД обязан выполнять инструкцию по охране труда, правила внутреннего трудового распорядка Центра «Узаэронавигация» и правила пожарной безопасности. Не допускаются на рабочее место лица, не имеющие отношение к выполняемой работе. Так же, специалисты должны иметь 1 группу по электробезопасности, изучают и выполняют правила личной гигиены. Диспетчерам не разрешается курить в рабочих помещениях,

употреблять спиртные напитки до и во время работы, по которому прошли обучение. Они строго выполняют требования знаков безопасности и должны уметь пользоваться средствами пожаротушения.

Специалист службы обеспечения воздушным движением, допустивший нарушения требований инструкции по охране труда, привлекается к дисциплинарной ответственности согласно правилам внутреннего трудового распорядка Центра «Узаэронавигация», а если эти нарушения связаны с причинением материального ущерба предприятию, несет и материальную ответственность в установленном порядке.

В процессе предсменного инструктажа специалист УВД получает информацию о готовности к работе электро-, радио и светотехнических средств от специалистов КРТОП, ЭСТОП и специалистов УВД, сдающих дежурство и принятых мерах по устранению неисправностей, выявленных предшествующей сменой. При работе с радиотехническим оборудованием выполнять только те операции, которые предусмотрены инструкцией по его эксплуатации для специалистов ОВД.

Запрещается вскрывать пульты, люки, телефонные аппараты, разъемы и электрические розетки, ремонтировать радио и электрооборудование, как специальных, так и бытовых приборов.

В случае появления недостатков в работе радиотехнических средств немедленно доложить сменному инженеру территориальному отделению Центра «Узаэронавигация».

Передвижение по территории аэродрома должно быть, как правило, на автомашине ППРП. В случаях передвижения пешком, передвижение производится согласно маркировки аэродрома, с соблюдением мер предосторожности и постоянной осмотрительности.

Не перебегать рулежные дорожки перед рулящими самолетами и не находится у самолетов с работающими двигателями, впереди – ближе 50 метров, сзади – ближе 100 метров, а также в плоскости вращающихся винтов. Не находится в секторах, не указанных в пропуске работника.

Контроль за деятельностью профессиональных специалистов службы обеспечения воздушным движением в области охраны труда осуществляется в порядке, установленном законодательством. Лица, виновные в нарушении настоящего Положения, несут ответственность в порядке, установленном законодательством.

Список источников и используемой литературы:

1. Правила полетов гражданской и экспериментальной авиации в воздушном пространстве Республики Узбекистан (АП РУз-91);
2. Руководство по организации воздушного движения. ПСК/ЦУАН/ОВД-01.
3. Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения (ICAO Doc 4444)

Усовершенствование методики анализа техносферной безопасности потенциально опасного производства обогащения руд

Бакалавр Цегельник Д.В.
Научный руководитель - доцент Онищенко С.А.
Академия гражданской защиты МЧС ДНР
г. Донецк

Методы определения техносферных рисков можно разделить на следующие группы:

- инженерные методы с использованием статистики, когда производится расчет частот, проводится вероятностный анализ безопасности и построение деревьев опасности;
- модельные методы, основанные на построении моделей воздействия опасных и вредных факторов на отдельного человека, на профессиональные и социальные группы населения;
- экспертные методы, включающие определение вероятностей различных событий на основе опроса опытных специалистов-экспертов;
- регистрационный метод, путем использования информации о подсчете конкретных событий, затрат каких-либо ресурсов, количестве жертв.

Объектом анализа опасностей и риска в техносфере является система «человек-машина-окружающая среда (ЧМС)», в которой в единый комплекс объединены технические объекты, люди и окружающая среда, взаимодействующие друг с другом.

Первое, с чего начинается любой анализ риска, - планирование и организация работ, поэтому на первом этапе необходимо:

- указать причины и проблемы, вызвавшие необходимость проведения риск-анализа;
- определить анализируемую систему и дать ее описание;
- подобрать соответствующую команду для проведения анализа;
- установить источники информации о безопасности системы;
- указать исходные данные и ограничения, обуславливающие пределы риск-анализа;
- четко определить цели риск-анализа и критерий приемлемого риска.

Следующий этап анализа риска - идентификация факторов техносферного риска.

В процессе идентификации факторов техносферного риска выявляются:

- номенклатура опасностей,
- вероятность их проявления,
- пространственная локализация (координаты),
- возможный ущерб и др. параметры, необходимые для решения конкретной задачи.

Здесь же проводится предварительная оценка опасностей с целью выбора дальнейшего направления деятельности:

- прекратить дальнейший анализ ввиду незначительности опасностей;
- провести более детальный анализ риска;
- выработать рекомендации по уменьшению опасностей.

В принципе процесс риск-анализа может заканчиваться уже на этапе идентификации опасностей. При необходимости, после идентификации опасностей переходят к этапу оценки риска, на котором идентифицированные опасности должны быть оценены на основе критериев приемлемого риска, чтобы идентифицировать опасности с неприемлемым уровнем риска, что является основой для разработки рекомендаций и мер по уменьшению опасностей.

Оценка риска является важным аналитическим инструментом, позволяющим определить факторы риска как для здоровья человека, так и для объектов экономики и окружающей среды, их соотношение и на этой основе наметить направления деятельности по минимизации риска.

Согласно определению оценка риска включает анализ частоты и анализ последствий. Однако, когда последствия незначительны или частота крайне мала, достаточно оценить один параметр. Для анализа частоты обычно используются:

- исторические данные, соответствующие по типу системы, объекта или вида деятельности;
- статистические данные по аварийности и надежности оборудования;
- логические методы анализа «деревьев событий» или «деревьев отказов»;
- экспертная оценка с учетом мнения специалистов в данной области.

Анализ последствий включает оценку воздействий на людей, имущество или окружающую среду. Для прогнозирования последствий необходимы модели аварийных процессов, понимание их сущности и сущности используемых поражающих факторов, так как нужно оценить физические эффекты нежелательных событий (пожаров, взрывов, выбросов токсичных веществ) и использовать критерии поражения изучаемых объектов воздействия. На этапе оценки риска следует проанализировать возможную неопределенность результатов, обусловленную неточностью информации по надежности оборудования и ошибкам персонала, а также принятым допущениям, применяемым при расчете моделей аварийного процесса.

Рекомендации по совершенствованию методики анализа техносферной безопасности

Уменьшение риска является заключительным этапом анализа риска. Рекомендации могут признать существующий риск приемлемым или указать меры по уменьшению риска, т. е. меры по его совершенствованию. Меры по уменьшению риска могут иметь технический, эксплуатационный или организационный характер. Для обеспечения сравнимости степени риска для жизнедеятельности территорий, объектов техносферы, видов деятельности, причин (источников опасности), обоснованного выбора для реализации проектов при наличии альтернатив используются показатели риска. В зависимости от возможности формализации задачи и имеющейся исходной информации могут быть использованы следующие показатели:

- качественные, которые применяют тогда, когда отсутствует возможность количественных оценок (необходимые статистика, модели);
- количественные.

Наибольший объем рекомендаций по обеспечению безопасности вырабатывается с применением качественных (инженерных) методов анализа риска, позволяющих достигать основных целей риск-анализа при использовании меньшего объема информации и затрат труда. Используя количественные показатели риска, в принципе можно «измерять» потенциальную опасность и даже сравнивать опасности различной природы или при экспертизе особо опасных сложных технических систем. При этом в качестве показателей опасности обычно принимают индивидуальный или социальный риск гибели людей (или, в общем случае, причинения определенного ущерба).

Рекомендации:

1. В методике анализа техносферной безопасности следует учитывать возможные нарушения производственных процессов и режимы работы машин и оборудования, а также отключения электроэнергии, освещения, воды, пара, предупреждение взрывов и тушение пожаров.

2. При проектировании опасного производственного объекта связанного с обогащением руды учитывать его степень устойчивости к различным факторам которые способны создать чрезвычайную ситуацию или разрушить здание вследствие взрыва, пожара или какого-либо иного фактора.

3. В методике анализа техносферной безопасности следует предусмотреть систему оповещения производственного персонала опасного производственного объекта об аварии с установкой информационных световых табло, цветографических указателей, размещением плансхемы эвакуационных путей предприятия.

4. Обучать специалистов порядку организации и проведения аварийно-спасательных работ. Обучение проводить своевременно с соответствующей регистрацией в журналах регистрации рабочих и специалистов под роспись.

**Планирование и организация работ по ликвидации
аварийных ситуаций, связанных с взрывами газопаровоздушных
смесей на пожароопасных производствах**

Бакалавр Шепелев В.В.
Научный руководитель - доцент Онищенко С.А.
Академия гражданской защиты МЧС ДНР
г.Донецк

Для снижения ущерба, а также для защиты персонала ПВОО в результате ЧС необходимо проводить планирование и организацию аварийно-спасательных и других неотложных работ формирований гражданской защиты, расчет сил, средств и времени, необходимых для ликвидации ЧС.

На ПВОО первоочередной задачей является спасение пострадавших людей, оказавшихся в завалах зданий вследствие взрыва ГПВС. Важно установить, где и в каких условиях находятся пострадавшие, успели ли они укрыться в защитных сооружениях [12]. Для этого необходимо найти и вскрыть убежища или укрытия, тщательно обследовать завалы.

Выбор способа осуществления операции по высвобождению пострадавших из-под завалов определяется в первую очередь степенью повреждения и типом конструктивного решения зданий, на котором предстоит вести работы. АСР начинаются немедленно, в случаях, если людям угрожает опасность от взрыва или обрушения конструкций или если люди самостоятельно не могут покинуть опасные места.

Разведка зоны ЧС, где планируется проведение АСДНР, включает в себя инженерную и медицинскую разведку, исходя из сложившейся обстановки в зоне чрезвычайной ситуации.

Медицинская разведка определяет количество и состояние пораженных, места сосредоточения пораженных перед их эвакуацией в лечебные учреждения и места развертывания медицинских формирований, объем работ, и необходимое количество привлекаемых сил и средств для их проведения.

Пострадавшие, которых обнаружили в результате проведения АСР, опрашиваются об их состоянии, полученных травмах, условиях, в которых они оказались, и о наличии в помещениях других пострадавших. По возможности им оказывается первая медицинская помощь. После они направляются на пункты сбора пораженных. При невозможности безопасного передвижения пострадавших их местоположение обозначается специальными указателями, размеры, форма и содержание которых устанавливается командиром подразделения.

О результатах разведки командиры разведывательных дозоров докладывают высланным им командирам (штабам). По завершении выполнения поставленной задачи разведывательный дозор останавливается, ведет наблюдение, командир дозора докладывает о выполнении задачи и действует в соответствии с полученным указанием. Ведение разведки прекращается только по приказу командира (начальника), выславшего разведку.

Параллельно с ведением разведки формирования приступают к поиску пострадавших.

После проведения разведки проводится рекогносцировка ОЭ с определением границы зоны ЧС, объемов, способов ведения АСР и необходимых сил и средств. При отсутствии времени на рекогносцировку она может проводиться в ходе АСР.

Поиск пострадавших под завалами разрушенных зданий представляет собой совокупность действий личного состава поисковых подразделений, направленных на обнаружение, уточнение местонахождения людей, их функционального состояния и объема необходимой помощи.

Также неотъемлемой составляющей первого этапа АСДНР является транспортировка пострадавших к местам оказания медицинской помощи. Важнейшей задачей первой помощи является организация быстрой, безопасной, щадящей транспортировки пострадавшего в лечебное учреждение.

Эвакуация – основное мероприятие по защите людей. Эвакуация, представляет собой комплекс мероприятий по организованному вывозу всеми видами транспорта персонала предприятия из опасной зоны, в город и в медицинские учреждения.

Эвакомероприятия осуществляются по решению соответствующего начальника ГО с последующим докладом вышестоящему руководству. Пункт погрузки пострадавших для эвакуации организуется на площадке, где останавливаются служебные автобусы.

Порядок разработки планов ликвидации аварий

ПЛА разрабатываются в целях обеспечения готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к действиям по локализации и ликвидации последствий аварий на таких объектах.

План ликвидации составляют на аварии, которые характерны (наиболее вероятны) для данного объекта. Перечень таких аварий составляется в рамках проведения идентификации и оценки рисков и разработки декларации промышленной безопасности.

ПЛА утверждаются руководителями (заместителями руководителей) организаций, эксплуатирующих объекты, либо руководителями обособленных подразделений юридических лиц (в случаях, предусмотренных положениями о таких обособленных подразделениях).

ПЛА должны быть согласованы с руководителями профессиональных аварийно-спасательных служб или профессиональных аварийно-спасательных формирований, с которыми заключен договор на обслуживание объектов.

План ликвидации аварий должен предусматривать:

- возможные сценарии возникновения и развития аварий на объекте;
- достаточное количество сил и средств, используемых для локализации и ликвидации последствий аварий на объекте, соответствие имеющихся на объекте сил и средств задачам ликвидации последствий аварий, а также необходимость привлечения профессиональных аварийно-спасательных формирований;
- организацию взаимодействия сил и средств;
- состав и дислокацию сил и средств;
- порядок обеспечения постоянной готовности сил и средств к локализации и ликвидации последствий аварий на объекте с указанием организаций, которые несут ответственность за поддержание этих сил и средств в установленной степени готовности;
- организацию управления, связи и оповещения при аварии на объекте;
- систему взаимного обмена информацией между организациями – участниками локализации и ликвидации последствий аварий на объекте;
- первоочередные действия при получении сигнала об аварии на объекте;
- действия производственного персонала и аварийно-спасательных служб (формирований) по локализации и ликвидации аварийных ситуаций;
- мероприятия, направленные на обеспечение безопасности населения;
- организацию материально-технического, инженерного и финансового обеспечения операций по локализации и ликвидации аварий на объекте.

Общие разделы плана мероприятий содержат:

- характеристику объектов, в отношении которых разрабатывается план мероприятий;
- возможные сценарии возникновения и развития аварий на объектах, а также источники (места) возникновения аварий;
- характеристики аварийности, присущие объектам, в отношении которых разрабатывается план мероприятий, и травматизма на таких объектах.

Специальные разделы плана мероприятий:

- разрабатываются на основании сведений, содержащихся в общих разделах плана мероприятий;
- определяют порядок действий в случае аварии на объекте в соответствии с требованиями, установленными федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности.

СОДЕРЖАНИЕ

Машины и технология литейного производства	4
Русевич О.А., Мацинов С.А., Пацовский Н.В. Ультрадисперсный модификатор для жидкостекольного связующего материала	5
Прищепчик Н.И. Теплообмен в процессе сушки песчаных форм.....	7
Телешова Е.В. Теплообмен в плавильных печах	9
Дудинская Ю.В. Особенности теплообмена в установках рекуперативного типа.....	11
Шарснева Д.В. Тепловые особенности при сушке форм и стержней.....	13
Тураходжаева Ф.Н., Турахужаева А.Н. Применение биологически активных веществ в литейном производстве для упрочнения формовочной смеси.....	15
Абдурахмонов Х.З., Камалов Ж.С., Турахужаева Ш.Н., Турсунов Т.Х. Применение 3D технологий для изготовления литейных моделей при литье изделий из алюминиевых сплавов.....	17
Ярошевич А. И. Литье по выплавляемым моделям.....	19
Русевич О. А. Разделительные и противопригарные покрытия для пресс-форм литья под давлением.....	20
Ермак О.К., Тишкова Я.И. Получение состава смазки для литья под давлением алюминиевых сплавов с высокой седиментационной устойчивостью	21
Аскараров С.Б. Система автоматизированного проектирования SolidWorks	23
Сидорик Е. Ю. Способы очистки изделий.....	25
Цыганков А. А. Шликерное литье.....	26
Горбань И.Н, Новацкий Д.Д. Исследовать процесс подготовки алюминиевой стружки к переплаву	27
Дикун А.О., Янкович С.В., Дудинская Ю.В., Телешова Е.В. Применение послойной 3D печати в литейном производстве	29
Горбань И.Н. Интенсификация теплообмена при литье в кокиль.....	31
Русевич О.А., Мацинов С.А., Пацовский Н.В. Использование программного обеспечения для решения производственных и научных задач.....	33
Коршак В.Е., Пономаренко И.В. Термодинамическое моделирование процессов фазообразования литого сплава, полученного за счет объемного легирования бором в многокомпонентных системах.....	35
Отческий С.И., Волот К.В. Разработка методологического приема выполнения алгоритма проектирования для управления процессом структурообразования отливок...	37
Mirzarakhimova Z.B. Technology for producing cast bimetal metal compositions by method of casting on gasificated models.....	39
Худойбердиев С.У. Автоматизация технологического процессов литья.....	41
Курбонова Х.И. Технология восстановления изношенных рабочих поверхностей почворезущих инструментов.....	43
Современные проблемы материаловедения и новые материалы	45
Бачило Д.Н. Применение термодиффузионного цинкования для стальных крепежных элементов узлов металлоконструкций	46
Судников М.А., Миковоз М.В. Конструирование композиционного покрытия на углеродистых сталях термодиффузионной обработкой предварительно модифицированной поверхности	47
Юсупов Ж.К., Муротов А.С. Фазовые и структурные превращения при нетрадиционных режимах термической обработки конструкционных сталей	48
Приходько Н.А. Исследование наплавляемости диффузионно-легированного бором сплава на основе стружки из быстрорежущей стали Р6М5.....	50
Мирзарахимова З.Б. Изучение химико-термической обработки металлов в поверх-	

ночном слое.....	52
Мартинкевич А. А. Определение ударной вязкости металлов	54
Ермоленко А.А. Исследование особенностей структурообразования цинковых диффузионных слоев на сталях в условиях структурно-фазовых превращений.....	55
Гладинов А.Д. Разработка программы проверки знаний учащихся в визуальной среде Delphi	57
Муротов А.С. Выбор марки стали и режим термической обработки с помощью компьютерной программы.....	60
Гладинов А.Д. Расчет концентраций и температур плавления высококремнистых эвтектик в системах РЗМ-Si	62
Порошковые и композиционные материалы, покрытия и сварка	64
Назаров Д.А. Ручная дуговая сварка сантехнических трубопроводов на монтаже.....	65
Караминадик И. Современное состояние контактной точечной сварки соединений «алюминий-сталь»	67
Викторов Н.А. Совершенствование технологии сварки оголовка буронабивных свай для строительства фундаментов.....	70
Йулдошев М.Т. Исследования технологии восстановления листопрокатных валков..	72
Кижаккин С.А. Ударная прочность эмалевых покрытий на листовой стали	74
Саидахматов А. К вопросу расчета массы компонентов в металлической ванне при ручной дуговой сварке	75
Саидханов С. К вопросу увеличения локализации тепловыделения при электроконтактной наплавке тел вращения	77
Кравцов П.С. Влияние типа стеклоткани на прочностные свойства стеклотекстолитов	79
Тухтамурадов Б. Разработка математической модели формирования химического состава литого металла шва при ручной дуговой сварки	81
Усманов Д. Исследования технологии изготовления плавящихся флюсов для наплавки деталей металлургического оборудования	83
Risbekov. S.S. Zirconia toughened alumina (ZTA).....	85
Цветков И.С. Влияние дисперсных наполнителей на водостойкость эпоксидных покрытий.....	87
Обработка металлов давлением. Теория, технология, оснастка и оборудование	89
Забилова М.О. Получение 3D-изделий гибкой из листового материала	90
Ветошкин А.В. Анализ существующих конструкций механизма наклона дуговой сталеплавильной печи вместимостью сто тонн, а также подбор гидравлической жидкости для его гидросистемы	92
Астапович А.В. Сравнение робототехнических комплексов с автоматизированными линиями в области кузнечно-штамповой обработки	94
Куканова О.В., Муковозчик Н.В. Технологии получения слоистых композиционных материалов из алюминидов титана	95
Гороховик И.В., Морунов В.С. Влияние анизотропии механических свойств материалов составной заготовки на процесс комбинированной вытяжки полых двухслойных изделий	97
Ахмаджонов Ё.Д. Определение крутящего момента при прокатке ленты	99
Ахмаджонов Ё.Д. Верхняя оценка деформирующей силы	101
Кучинский Д.И., Смарцелов Д.С. Влияние температуры на уплотнения штока гидронажниц МНЛЗ ЭСПЦ-1	103
Смарцелов Д.С., Кучинский Д.И. Пресс-ножницы 1200АС.....	103

Металлургические процессы и промышленная экология	104
Саленко И. Б., Шманай П. С., Данилова А. И. Получение новых материалов для внепечной обработки стали из низкосортных отходов алюминия	105
Вакуленко А.А. Прогрессивные методы подготовки проводниково-кабельного лома к переплавке	107
Марков Р.А. Износостойкие легированные чугуны и особенности их получения	109
Печура А. С. Рециклинг германия из отходов производства	111
Жук К.А. Кинетика фазовых превращений алюминиевых сплавов	113
Вакуумные технологии и техника в литейно-металлургическом и машиностроительном производствах	114
Иванов А.И. Качественный анализ процессов вакуумной цементации стальных деталей	115
Рачков В. К. Вакуумная формовка титановых деталей.....	116
Михолап В. И. Вакуумная формовка.....	117
Охрана труда и промышленная безопасность	118
Варсоба А.Ю., Зуева Е.В. Инновационные технологии, направленные на снижение травматизма и профессиональных заболеваний в производственной сфере	119
Купрацевич Е.В., Трусова В.В. Перспективные направления снижения производственного шума	121
Игнатович Р.С. Основные причины травматизма на производстве	123
Чумаченко М.А., Голуб Я.В. Безопасность при проведении строительно-монтажных работ на высоте	124
Бурчик С.Ю. Безопасное обслуживание электроустановок	126
Баранова М.В. Методы борьбы с монотонностью труда.....	128
Денисенко Д.Д. Инфразвук на рабочих местах. Вредное воздействия инфразвука на человека	131
Ковалёва А.М. Меры борьбы с чрезмерным тепловым воздействием на производстве	133
Мискель Д. Идентификация опасностей. Оценка рисков	135
Жулего А.Г. Пожары на машиностроительных предприятиях: причины и меры по предотвращению.....	137
Клянченко И.А., Чернявский В.С. СОЖ как вредный фактор на рабочем месте станочника: воздействие на организм и меры защиты.....	139
Любчик Е.В. Отечественный и зарубежный опыт управления в сфере охраны труда и снижения производственного травматизма.....	141
Суший Е.С., Тюхай М.С. Улучшение условий труда инженера по нормированию с помощью внедрения программного обеспечения	143
Прищепчик Н.И., Телешова Е.В., Бобаков И.Г. Оценка условий труда работающих в литейном производстве	145
Бычик А.В., Качина В.Ю., Саленко И.Б. Оценка условий труда пользователей ПЭВМ	147
Салькевич Я.А., Иванов А.А. Организация безопасных условий труда при вводе в эксплуатацию генерирующих энергоустановок	149
Ятим Вассим, Джаммед Хизиров. Безопасность при эксплуатации систем охлаждения генераторов.....	151
Бабошенков Д.А. Порядок привлечения работника к дисциплинарной ответственности.....	153
Богущая С.В. Классификация пылей по степени пожарной опасности	155

Муслим А. Ш. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты...	157
Шалл Джамал Безопасность при эксплуатации подъемно-транспортных машин и механизмов.....	159
Сабилов Р.Р. Анализ понятия безопасности при производстве полетов воздушных судов гражданской авиации	161
Базылевич А.А. Особенности анализа риска возникновения чрезвычайных ситуаций на угольных шахтах.....	163
Паляница В.В. Предложения по повышению безопасности в чрезвычайной ситуации на химически опасном объекте	165
Попова Н.С. Разработка комплекса организационно-технических мероприятий по снижению техногенного риска на металлургическом заводе	167
Шукуров Ш.Ш. Охрана труда специалистов службы обслуживания воздушного движения Центра «Узэронавигация».....	170
Цегельник Д.В. Усовершенствование методики анализа техносферной безопасности потенциально опасного производства обогащения руд	172
Шепелев В.В. Планирование и организация работ по ликвидации аварийных ситуаций, связанных с взрывами газопаровоздушных смесей на пожароопасных производствах	174