

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

**ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
ЛЕКЦИОННОМ КУРСЕ ДИСЦИПЛИН
СПЕЦИАЛЬНО-ПРОФИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО
НАПРАВЛЕНИЮ 15.03.01 «МАШИНОСТРОЕНИЕ»**

Выпускная квалификационная работа магистра
направления 44.04.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
магистерской программы «Инженерная педагогика»
модуля «Технология сварочного производства»

Идентификационный код ВКР: 007

Екатеринбург, 2017

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ТМС
_____ Н.В. Бородина
« _____ » _____ 2017г.

**ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
ЛЕКЦИОННОМ КУРСЕ ДИСЦИПЛИН
СПЕЦИАЛЬНО-ПРОФИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО
НАПРАВЛЕНИЮ 15.03.01 «МАШИНОСТРОЕНИЕ»**

Выпускная квалификационная работа магистра
направления 44.04.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
магистерской программы «Инженерная педагогика»
модуля «Технология сварочного производства»

Идентификационный код ВКР: 007

Исполнитель:
студент группы МИПе – 201

С.А. Лошаков

Руководитель:
доцент кафедры МСП,
канд. техн. наук

Л.Т. Плаксина

Нормоконтролер:
доцент кафедры ТМС,
канд. пед. наук

Д.Г. Мирошин

Екатеринбург, 2017

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 97 страницах, содержит 12 рисунков, 21 таблицу, 40 источников литературы, а также 2 приложения (приложение 1 – диск CD-R с мультимедийным комплексом лекционных занятий по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин, выполненный в программе Microsoft Power Point 2010; приложение 2 – комплекс тестовых заданий, выполненный на 26 страницах)

Ключевые слова: ЛЕКЦИЯ, МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ДИДАКТИЧЕСКИЙ ТЕСТ, ДИСЦИПЛИНА «УПРОЧНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН», БАКАЛАВР, МАШИНОСТРОЕНИЕ, СВАРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.

Библиографическое описание ВКР содержится на пяти страницах, включающее 40 источников.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Основная тема выпускной квалификационной работы является разработка мультимедийного комплекса лекционных занятий по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин»

2. Цель работы - совершенствование лекционного курса по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин», который должен соответствовать развитию техники и технологии и современного сварочного производства, на основе применения мультимедийных технологий.

3. Результаты и/или выводы автора, его мнение, оценка.

Проанализированы подходы к методико-технологическому обеспечению лекционных курсов с применением мультимедийных технологий. Отобрано содержание лекционных занятий в соответствии с развитием техники и технологии современного сварочного производства. Проведена экспериментальная апробация лекционных занятий по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин». Разработан комплекс тестовых заданий.

4. Новизна выполненной ВКР в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению.

Новизна ВКР не вызывает сомнений. Основные результаты опубликованы в четырех международных и в четырех всероссийских научно - практических конференциях: «Актуальные вопросы современной психологии и педагогики» (Екатеринбург, 2015), «Инновации в профессиональном и профессионально – педагогическом образовании» (Екатеринбург, 2016 – 2017), «Инновационные процессы в среднем профессиональном и высшем образовании: развитие кадрового потенциала» (Екатеринбург, 2017), «Современные проблемы сварочного производства» (Челябинск, 2016), «Инновационные подходы к решению профессионально – педагогических проблем» (Нижний Новгород, 2016), «Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы» (Рубцовск, 2016), «Сварка. Реновация. Триботехника» (Нижний Тагил, 2017).

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
Глава 1. АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К МЕТОДИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЛЕКЦИОННЫХ КУРСОВ.....	13
1.1 Отличительные особенности лекции, как формы обучения.....	13
1.2 Соответствие возможностей мультимедийных технологий обучения требованиям информационного обеспечения лекций.....	17
1.3 Возможности и опыт применения электронных презентаций, как элемента мультимедийных технологий.....	21
1.4 Возможности и опыт применения учебных фильмов, как элемента мультимедийных технологий.....	24
1.5 Специальные требования к мультимедийному обеспечению лекций по инженерно - техническим дисциплинам.....	27
Выводы по первой главе.....	29
Глава 2. РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО МЕТОДИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА ДИСЦИПЛИНЫ «УПРОЧНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН».....	31
2.1 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Электрошлаковая наплавка».....	31
2.2 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Сварка в смеси защитных газов Corgon».....	34
2.3 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Эффективность применения	

сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций».....	39
2.4 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Ремонтная наплавка покрытыми электродами».....	44
2.5 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Заварка дефектов литой станины ротора».....	49
2.6 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки».....	52
2.7 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Карбонитрация».....	57
2.8 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Электроискровое легирование».....	61
2.9 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Плазменная закалка».....	64
Выводы по второй главе.....	69
3 Глава. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО КОМПЛЕКСА.....	70
3.1 Описание эксперимента.....	70
3.2 Экспериментальная апробация по теме «Электрошлаковая наплавка».....	70
3.3 Экспериментальная апробация по темам «Сварка в смеси защитных газов Corgon», «Эффективность применения сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций».....	74
3.4 Экспериментальная апробация по темам «Ремонтная наплавка покрытыми электродами», «Заварка дефектов литой станины ротора», «Технология ремонтной наплавки сектора	

модуля буровой лебедки».....	77
3.5 Экспериментальная апробация по теме «Карбонитрация»....	81
3.6 Экспериментальная апробация по теме «Электроискровое легирование».....	84
3.7 Экспериментальная апробация по теме «Плазменная закалка».....	88
Выводы по третьей главе.....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	92
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Мультимедийный комплекс лекционных занятий по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин».....	CD-R
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Комплекс тестовых заданий.....	98

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность: Реализация стратегии научно-технологического развития России, разработанная Российской академией наук определяет переход к инновационной системе образования, предполагающей внедрение системы подготовки специалистов, ориентированных на работу в сфере наукоемкого производства. Наукоемкое высокотехнологичное производство предъявляет жесткие требования к преподаванию технологических дисциплин. Содержание профессионального обучения должно быстро совершенствоваться и адаптироваться при возникновении инноваций в технике и технологии. По сути дела, речь идет о применении современных производственных технологий для обеспечения опережающего характера подготовки специалистов [31].

В соответствии с модернизацией высшего образования (ВО) разрабатываются условия устойчивого развития образовательной системы, главным образом, с целью обеспечения эффективности подготовки студентов. Одним из стратегических направлений подобных преобразований можно считать повышение качества подготовки студентов.

Это, в свою очередь, выдвигает иные требования к содержанию и организации процесса обучения в профессионально-педагогическом вузе, в том числе и при обучении по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин» [32].

Учебная дисциплина «Упрочнение и восстановление деталей машин» является частью модуля М5 «Профильный модуль» дисциплин учебного плана по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Организация и проведение лекций является основой в подготовке студентов в системе высшего образования. Методическая подготовка педагога к проведению лекционного курса - наиболее значимая функция при разработке организационно-методического обеспечения. Выбор производственно-технологической базы также является компонентом естественнонаучной, общей профессиональной и специальной подготовки в области техники и

технологий, предназначенный для приобретения навыков работы на реальном оборудовании, с аналогами которого будущему специалисту, возможно, придется иметь дело в своей практической деятельности.

Лекционный курс относится к таким видам учебных занятий, которые полностью передают содержание учебной дисциплины в соответствии с графиком учебного процесса по рабочей программе. Применение мультимедийных технологий позволяет значительно повысить эффективность обучения. Этот факт определил выбор темы [24] и актуальность выпускной квалификационной работы, посвященной разработке применения мультимедийных технологий в лекционном курсе дисциплин специально – профильной подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение», выявлены следующие **противоречия**:

- Между уровнем развития техники, технологии современного сварочного производства и дидактико-технологическим обеспечением проведения лекционного курса в ВУЗе;
- Между необходимостью повышения уровня подготовки бакалавра по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» согласно концепции профессионального образования и требованиям работодателя и фактическим состоянием этой подготовки;

В исследовании выпускной квалификационной работы введено **ограничение**: формирование профессиональных компетенций рассматривается на примере обучения дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин» студентов по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технологии сварочного производства».

Выявленные противоречия определили **проблему исследования**, заключающуюся в научно-теоретическом обосновании и практической реализации процесса формирования профессиональных компетенций студентов профессионально-педагогического вуза при внедрении лекционного курса по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин» с применением мультимедийных технологий.

Цель исследования – совершенствование лекционного курса по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин», который должен соответствовать развитию техники и технологии и современного сварочного производства, на основе применения мультимедийных технологий.

Объект исследования – процесс формирования профессиональных компетенций бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение» в рамках проведения лекционных курсов при изучении дисциплины профильного модуля.

Предмет исследования - эффективность применения мультимедийных технологий обучения в лекционном курсе дисциплины профильного модуля при обучении бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение».

В качестве **гипотезы исследования** выдвинуто предположение о том, что формирование профессиональных компетенций студентов профессионально – педагогического ВУЗа будет успешным при выполнении следующих условий:

- обосновании особенностей процесса подготовки студентов профессионально-педагогического вуза, включающего в себя применение мультимедийных технологий при проведении лекционных занятий в специально организованной учебной среде, результатом которого является «пороговый» уровень сформированных профессиональных компетенций;
- применении инновационных технологий, позволяющих на современном уровне смоделировать учебную среду, максимально приближенную к реальной производственной деятельности в области сварочного производства;
- разработке дидактико – технологического обеспечения лекционных занятий дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин», позволяющего сформировать у студентов определенный «пороговый» уровень профессиональных компетенций.

Задачи:

- Изучить и проанализировать современные подходы к методико - технологическому обеспечению лекционных курсов;

- Изучить и проанализировать инновационные технологии в современном сварочном производстве для формирования содержания лекционного курса по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин»;
- Разработать мультимедийный методико – технологический комплекс для обеспечения лекционного курса дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин»;
- Провести апробацию лекционных занятий с использованием мультимедийных технологий по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин»

Методы исследования. *Теоретические:* анализ педагогической, и методической литературы, анализ образовательных стандартов и учебно-программной документации по подготовке бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение»; *эмпирические:* тестирование, наблюдение, беседа, экспериментальная апробация и статистические методы анализа результатов.

База исследования. Экспериментальная апробация проводилась на базе ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет» (РГППУ) кафедра металлургии, сварочного производства и методики профессионального обучения (МСП).

Научная новизна:

1. Для понимания и эффективности усвоения сути и особенностей быстро текущего процесса сварки, в том числе при применении инновационных технологий в области сварочного производства необходимо применять мультимедийные технологии, в частности учебные фильмы и презентации с использованием замедленной съемки. Это принципиально важно для усвоения лекционного материала. Хотя в количественном отношении время, отводимое на лекции в учебных планах ВУЗов, сокращается (в этом – одна из тенденций организации преподавания в современной высшей школе), роль лекции как ориентирующего, организующего звена в учебном процессе, напротив, возрастает. Таким образом, мультимедийные технологии позво-

ляют наглядно, в динамике демонстрировать особенности технологии и техники сварочных процессов [4]. В результате обеспечивается такое представление информации, при котором студент воспринимает ее сразу несколькими органами чувств параллельно, а не последовательно. Благодаря воздействию на студентов одновременно аудиальной (звуковой) и визуальной (статической и динамической) информации мультимедийные обучающие комплексы обладают большим эмоциональным зарядом, способствуют развитию креативного потенциала студентов. [16, 22, 27]

2. Разработка учебно-методического обеспечения лекционного курса, необходимого для развития профессиональных компетенций при изучении дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин» профильного модуля направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технологии сварочного производства», и его активное использование в образовательном процессе.

3. Разработка комплекса тестовых заданий для выявления уровня сформированности знаний студентов при освоении лекционных занятий по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин» профильного модуля направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технологии сварочного производства»

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К МЕТОДИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЛЕКЦИОННЫХ КУРСОВ

1.1 Отличительные особенности лекции, как формы обучения

Лекция (лат. lectio – чтение) – систематическое, последовательное, монологическое изложение учителем (преподавателем, лектором) учебного материала, как правило, теоретического характера. Как одна из организационных форм обучения и один из методов обучения лекция традиционна для высшей школы, где на ее основе формируются курсы по многим предметам учебного плана [35].

Лекции входят органичной частью в систему учебных занятий и должны быть содержательно увязаны с характером учебной дисциплины, с учебным предметным курсом, а также с образовательными и воспитательными возможностями других форм обучения [35].

Существует классификации традиционных и инновационных лекций:

Классификация традиционных лекций:

- Вводная лекция;
- Информационная лекция;
- Обзорная лекция;
- Обзорно – повторительная лекция;

Классификация инновационных лекций:

- Проблемная лекция;
- Лекция визуализация;
- Лекция вдвоем;
- Лекция с заранее запланированными ошибками;
- Лекция пресс – конференция;

Однако возможность строгой классификации сомнительна. Важно, чтобы лектор в каждом конкретном случае учитывал особенности аудитории, место, время, дидактические цели и другие факторы.

Успешное проведение лекции обеспечивается реализацией всех дидактических принципов с учетом особенностей этой формы обучения. Одно из главных требований в лекции – целостное и систематичное изложение материала. В тех случаях, когда в одной лекции достичь такой целостности не представляется возможным, это должно быть специально обосновано лектором ссылкой на предыдущее или последующее изложение, на литературные и другие источники. Лекция отличается от рассказа или беседы более строгой композицией. Целостность лекции придает заранее сообщаемый план и проведение через весь лекционный материал основной идеи. Экспериментами доказано, что лекция, прочитанная по сообщенному слушателями плану, обеспечивает запоминание материала на 10 – 12% более полное, чем та же лекция, но без оглашения плана [35].

Восприятие лекции слушателями, особенно длительной (в ВУЗе), зависит от способности лектора сосредоточить и удерживать внимание аудитории – оно подвержено колебаниям каждые 2-3 минуты. В связи с этим наиболее важный материал в лекции должен повторяться, создавая некоторую избыточность учебной информации. Материалы по гуманитарным наукам могут даваться со скоростью 60-80 слов в минуту, по естественным и точным наукам (с применением формул и теоретических выкладок) – с меньшей скоростью. Помогают удерживать внимание слушателей возвращение лектора к стержневой идее, а также система смысловых и эмоциональных сигналов [35].

Структура лекции зависит от особенностей учебного материала и дидактической цели. Лекция может строиться как индивидуальное или дедуктивное изложение или последовательное рассмотрение относительно самостоятельных вопросов по заданному плану и т.д. В любом случае лекция должна включать элементы целеполагания и подведения итогов. Обильные

статистические и цифровые сведения, частные подробности, приведенные в лекции без применения средств наглядности, воспринимаются слушателями с искажениями и плохо запоминаются. Подобный материал целесообразно предъявлять аудитории с помощью электронных презентаций, учебных фильмов, а также интернет – видео систем. Вместе с тем массированное применение наглядного материала на лекции ведет к повышенному утомлению слушателей. В каждый момент лекции необходимо демонстрировать только тот материал, который иллюстрирует излагаемые положения. Использование презентационных слайдов, а также аудио- видео- систем намного предпочтительнее, чем плакатов. Наиболее рациональное сочетание всех средств наглядности (электронные презентации, учебные фильмы, интернет-видеосистемы) реализуется в ходе учебного процесса. Однако, поскольку при этом значительно снижается эффект непосредственного общения лектора и слушателей, учебные фильмы лучше применять на ограниченное время, занимая часть лекции, или как дополнительное средство на занятиях студентов. Постоянное чтение лекции по учебному фильму, принятое в некоторых ВУЗах, решая задачи обеспечения больших аудиторных потоков, в педагогическом отношении не является оптимальным. На лекции в ВУЗе возможно использование учебных фильмов, интернет-видеосистем, но не более 7 – 10 минут в течении полуторачасовой лекции [35].

Учебная деятельность слушателей на лекции менее разнообразна и менее активна, чем при других методах обучения. Лекция обеспечивает усвоение учебной информации на первоначальном уровне – общей ориентировки в материале. Этот этап принципиально важен для последующего усвоения материала. Хотя в количественном отношении время, отводимое на лекции в учебных планах ВУЗов, сокращается (в этом - одна из тенденций организации преподавания в современной высшей школе), роль лекции как ориентирующего, организующего звена в учебном процессе, напротив, возрастает. Для повышения познавательной активности учащихся лекторы ряд приемов: постановку перед слушателями вопросов – риторических или требующих ре-

ального ответа; включение в лекции элементов беседы; предложение сформулировать те или иные положения или определить понятие; разбивку аудитории на микро группы, которые проводят краткие обсуждения и обмениваются их результатами; использование раздаточного материала, в том числе конспектов с печатной основой и др. [35]

Существенное педагогическое значение имеет использование на лекции средств обратной связи различной степени сложности. Обратная связь выступает здесь как средство продуманного психологического воздействия на слушателей, уменьшающего их пассивность, как и способ для лектора получать представление о качестве усвоения материала и активности аудитории. При отсутствии опорных конспектов (конспектов с печатной основой) слушатели должны вести записи, основная задача которых – задействование моторного компонента памяти и (при последующем использовании) фиксирование информации в целях углубленного усвоения и обработки учебного материала. Формирование культуры введения записей – важная педагогическая задача. Конспект полезен тогда, когда изначально ориентирован на одновременную со слушанием лекции мыслительную переработку материала, на выделение и фиксацию в тезисно-аргументированной форме главного содержания лекции. Важно учитывать, что у слушателей, как правило, стихийно, складывается так называемый стиль писца, т.е. стремление возможно более полно записать весь лекционный материал, что не способствует его глубокому пониманию и усвоению. Необходимым условием успешности речевое мастерство лектора, богатый, эмоционально окрашенный язык изложения [35].

Подводя итог можно сделать вывод, что для проведения лекционных занятий по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин» целесообразно использовать две формы лекции: *информационная и лекция-визуализация.*

Информационная лекция - ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию. Это самый традиционный тип лекций в практике высшей школы.

Лекция-визуализация – это лекция, представляющая собой подачу лекционного материала с помощью технических средств обучения (аудио и/или видео техники) [6].

Основной целью лекции-визуализации является формирование у студентов профессионального мышления через восприятие устной и письменной информации, преобразованной в визуальную форму.

Этот вид лекции наиболее эффективен на этапе введения студентов в новый раздел, тему, дисциплину. Чтение лекции- визуализации сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов[6].

Особенностью лекции – визуализации является одновременная активизация у студентов трех видов памяти: слуховой, зрительной и двигательной, позволяющей им наиболее эффективно усваивать материал.

1.2 Соответствие возможностей мультимедийных технологий обучения требованиям информационного обеспечения лекций

Использование мультимедийных технологий открывает новые возможности в организации учебного процесса, а также развитии творческих способностей обучающихся [6].

В настоящее время мультимедийные технологии - это одно из наиболее бурно развивающихся направлений новых информационных технологий в учебном процессе.

Современная система образования все активнее использует информационные технологии и компьютерные телекоммуникации, чему способствует ряд факторов, и, прежде всего, - оснащение образовательных учреждений мощной компьютерной техникой и развитие сообщества сетей Интернет.

Сфера применения компьютеров в обучении и выполнении научных исследований необозрима. Можно выделить следующие приоритетные вопросы интеграции компьютерных технологий в учебный процесс:

- психолого-педагогический цикл,
- систематизация учебных компьютерных средств;
- рассмотрение роли мировой сети Интернет в обучении.

Слово «мультимедиа» стало популярным с 90-х годов 20-го столетия.

Multimedia- (англ.) многокомпонентная среда, позволяющая использовать текст, графику, видео и мультипликацию. «Мультимедиа» означает возможность работы с информацией в различных видах, а не только в цифровом виде, как у обычных компьютеров. Мультимедиа-компьютеры позволяют воспроизводить звуковую (музыка, речь и др.), а также видеoinформацию (видеоролики, анимационные фильмы и др.). Видеоэффекты могут быть представлены показом сменных компьютерных слайдов, мультфильмов, видеоклипов, перемещением изображений и текстов, изменением цвета и масштаба изображения, его мерцанием и постепенным исчезновением и др. [6].

В мультимедийных программах используется определенный способ передачи информации:

- Взаимодействие различных информационных блоков (текста, графики, видеофрагментов) посредством гиперссылок. Гиперссылки представлены в виде специально оформленного текста, или в виде определенного графического изображения. Одновременно на экране может располагаться несколько гиперссылок, и каждая из них определяет свой маршрут следования.
- Интерактивность, то есть диалоговым режимом работы пользователя с источником, при котором он может самостоятельно выбирать интересующую его информацию скорость и последовательность ее передачи.

В состав мультимедийного компьютера для обучения входит дополнительное оборудование: дисковод для компакт-дисков, головные телефоны,

звуковые колонки. Для демонстраций в классе необходим специальный проектор и экран.

Использование мультимедиа-программ на занятиях предъявляет высокие требования к компьютеру: объему памяти, звуковоспроизводящему оборудованию, скоростному режиму дисковода для CD-ROM или DVD-ROM.

Возросшая производительность компьютеров сделала возможным широкое применение технологий мультимедиа в обучении.

Широкий изобразительный ряд, активное включение образного мышления в образовательный процесс помогают учащемуся целостно воспринимать предлагаемый материал. У преподавателя появляется возможность совмещать изложение теоретических сведений с показом демонстрационного материала.

Мультимедиа технологии обеспечивают такое представление информации, при котором человек воспринимает ее сразу несколькими органами чувств параллельно, а не последовательно, как это делается при обычном обучении. При комбинированном воздействии на студента через зрение и слух, и вовлечение его в активные действия доля усвоения учебного материала может составить 75 % [17].

Позитивные факторы, которые говорят в пользу такого способа получения знаний, следующие:

- Лучшее и более глубокое понимание изучаемого материала.
- Мотивация студента на контакт с новой областью знаний.
- Экономия времени из-за значительного сокращения времени обучения.

Мультимедиа технологии позволяют сочетать вербальную и наглядно-чувственную информацию на лекционных занятиях, что способствует мотивации студента, созданию актуальной настройки на учение.

Мультимедиа - направление новое, но оно уже явно начало делиться на жанры: электронные учебники, обучающие и тестирующие программы, презентации. Каждый жанр имеет свои особенности, законы, проблемы.

Для организации учебного процесса на должном уровне необходимо использовать современное оборудование, в том числе и мультимедийное - проекторы, экраны и т. п.

Модель учебного процесса, в котором использованы мультимедийные технологии, можно разделить на пять последовательно выполняемых этапов:

- Обучение преподавателей. На этом этапе организуются курсы «Мультимедийные технологии в организации учебного процесса», на которых происходит обучение преподавателей-предметников.
- Установка и настройка мультимедийного оборудования. Ответственность за этот этап чаще всего возлагается на сотрудников технического отдела учебного заведения, но в нем могут принимать участие и сами преподаватели, прошедшие соответствующую подготовку.
- Подготовка мультимедийных материалов. На данном этапе каждый преподаватель подбирает материалы по своему предмету и готовит различные виды мультимедийных представлений, а также может приобрести фирменные программные продукты для применения их на занятиях.
- Применение мультимедийных материалов. Это ключевой этап организации учебного процесса, где подготовленные материалы используются на лекциях, практических и лабораторных работах. А также студенты могут получить часть материалов в электронном виде для использования их в домашних занятиях.
- Контроль показателей учебного процесса. На этом этапе по показателям учебного процесса происходит оценка влияния применения мультимедийных технологий на качество учебного процесса и уровень знаний по предмету.

Таким образом, явные преимущества применения мультимедийных технологий (оперативное пользование информацией, соединение аудио - и визуального материала и др.) в организации учебного процесса не вызывают сомнения. Применение таких технологий существенно активизирует учебную информацию, делает ее более наглядной для восприятия и легкой для

усвоения. А также развитие информационных технологий дает широкую возможность для изобретения новых методик в образовании, тем самым, повышая его качество и эффективность.

Применение мультимедийных технологий позволяет преподавателю намного эффективнее управлять демонстрацией визуального материала, организовывать групповую работу и создавать собственные инновационные разработки, при этом, не нарушая привычный ритм и стиль работы.

1.3 Возможности и опыт применения электронных презентаций, как элемента мультимедийных технологий

Программы создания презентации, первоначально предназначенные для создания электронных слайдов, помогающих иллюстрировать сообщение докладчика, теперь все более ориентируются на применение мультимедиа технологии. Существует большое количество таких программ, различающихся набором изобразительных и анимационных эффектов.

Презентация - это целенаправленный информационный процесс, решающий свои задачи.

Компьютерные презентации стали признанным стандартом в деловых коммуникациях. Без них не проходят сегодня ни общественные, ни научные мероприятия. Огромное значение компьютерные презентации играют в образовательных процессах.

Как средство представления учебного материала, компьютер может быть использован преподавателями в лекционной аудитории для студентов, тематических докладах, при защите курсовых и дипломных работ.

Кроме того, компьютерные презентации могут обеспечить более эффективные коммуникационные взаимодействия между специалистами в целях обмена опытом, а также при подготовке и повышении квалификации.

Презентация – это набор слайдов. Слайд - логически автономная информационная структура, содержащая различные объекты, которые пред-

ставляются на общем экране в виде единой композиции. В составе слайда могут присутствовать следующие объекты:

- заголовок и подзаголовок;
- графические изображения (рисунки);
- таблицы;
- диаграммы;
- тексты;
- звуки;
- маркированные списки;
- фон;
- колонтитул;
- номер слайда;
- дата;
- различные внешние объекты (аудио-, видеофайлы, анимационные ролики);

Все эти элементы в совокупности наделяют компьютерную презентацию свойством мультимедийности.

Мультимедийная презентация – это современная и перспективная информационная технология. Создаваемый аудио-, видео-, фотографический ряд обеспечивает эффективное и заинтересованное восприятие информации [17]. Мультимедийная технология включает следующие компоненты:

- цифровые фотоизображения;
- форматированный текст;
- компьютерные рисунки и анимация;

Основным отличием презентаций от остальных способов представления информации является их особая насыщенность содержанием и интерактивность, т.е. способность определенным образом изменяться и реагировать на действия пользователя.

Программа Power Point является лидером среди систем для создания презентаций. С ее помощью текстовая и числовая информация легко превращается в профессионально выполненные слайды и диаграммы, пригодные для демонстрации перед современной весьма требовательной аудиторией.

Power Point- презентационная программа, входящая в пакет Microsoft Office. По количеству изобразительных и анимационных эффектов не уступает многим авторским инструментальным средствам мультимедиа. Содержит средства для создания гибкого сценария презентации и записи звукового сопровождения каждого слайда. Наличие русскоязычной версии позволяет успешно работать с текстами на русском языке. Встроенная поддержка Интернета позволяет сохранять презентации в формате HTML, однако анимированные компоненты требуют установки специального дополнения Power Point Animation Player. Позволяет создавать сложные программные надстройки на языке программирования Visual Basic for Application, что существенно расширяет возможности программы [6].

На слайдах, как правило, представляется тема лекции, основные положения, краткий текстовый комментарий. Большая же часть электронного конспекта должна быть отведена авторским рисункам, схемам, фотографиям, импортированными из учебных пособий и другой доступной литературы. В остальном сохраняется методология чтения традиционной лекции, где слово лектора и его невербальное поведение является важным фактором информирования, объяснения и убеждения обучаемых.

В учебных презентациях желательно свести текстовую информацию к минимуму, заменив ее схемами, диаграммами, рисунками, фотографиями, анимацией, фрагментами фильмов.

На сегодняшний день в рамках формирования новой профессиональной обучающей деятельности происходит переход от «меловых» способов представления учебного материала к аудиовизуальным при помощи компьютера, мультимедийного проектора и электронной доски.

Как всякий новый вид деятельности педагога, он требует предварительного ознакомления с основными подходами, принципами построения электронных лекций и требованиями к взаимодействию с аудиторией в изменившихся условиях.

Информационная модель электронной лекции-презентации должна соответствовать требованиям эстетики, эргономики и дизайна.

Практика использования мультимедийной презентации в рамках учебного процесса в вузах получила особенно широкое распространение за последние пять лет. Подтверждением сказанному являются научные работы, в которых представлен методический опыт использования мультимедийного сопровождения учебного процесса [17].

1.4 Возможности и опыт применения учебных фильмов, как элемента мультимедийных технологий

Одним из современных средств обучения, функционирующем на базе мультимедийных технологий, является учебный фильм, демонстрируемый обучаемым с помощью компьютера. В период развития технических и информационных технологий данное средство обучения включило в себя новые возможности. Учебный фильм позволяют многократно просматривать учебный материал и детально осмысливать информацию. Различные технические средства, например, видеопроектор, компьютер, помогают реализовать задуманные педагогом сценарии учебного занятия, лекции.

Учебный фильм – это фильм, который создается для визуального обучения, с целью более качественного овладения каким-либо действием или методикой, и представляет собой видеоряд с закадровым текстом, музыкальным сопровождением.

В.Е. Трунин в своей статье «Использование мультимедийных средств обучения» классифицирует учебные фильмы по различным методам представления аудиовизуальной информации и цели образования. Он выделяет

следующие элементы: лекции; беседы; программы, представляющие объекты в их естественной среде; фабульные программы.

С дидактической точки зрения учебный фильм как элемент мультимедийной технологии облегчает процесс переработки учебной информации, формирует новые современные возможности обучения [38].

М. Кирмайер, отмечая преимущества учебного фильма, указывает, что «возможности анализа и синтеза учебных видео средств и средств мультимедиа усиливаются приемами зрительной организации и зрительного внимания, к которым относятся:

- увеличение или другое изменение пространства наблюдения с помощью сменяемых кинематографических планов (крупного, среднего, дальнего, микро, макро и т.д.);
- показ явлений во времени путем изменения скорости съемки (ускоренная, замедленная), воспроизведения и посредством различных способов монтажных сочетаний, переходов и других приемов;
- наблюдение объекта и явления путем изменения точки зрения наблюдателя и ракурса наблюдения;
- направленность наблюдения за счет различных элементов пространственно-изобразительной композиции отдельных кадров и всего видеофильма [15].

Эффективность учебного фильма заключается в возможности проведения анализа и синтеза изучаемого явления, в показе действительности в развитии, в подготовке учащихся как к наглядному, конкретному восприятию, так и к отвлеченному, абстрактному. Использование на лекционных занятиях учебного фильма предполагает быстрое переключение учащихся от одного объекта изучения к другому, позволяет рассмотреть некоторые явления и предметы в прошлом, настоящем и будущем в определенной последовательности.

Просмотр учебных фильмов заставляет учащихся воспринимать основную, главную информацию и отбрасывать второстепенную. Также примене-

ние на лекционных занятиях учебного фильма углубляет качество приобретаемых знаний, так как они в результате просмотра фильма последовательно выстраиваются в сознании учеников в качестве наглядных образов и в итоге складываются в единую систему.

Практика применения учебных фильмов показывает, что с помощью аудиовизуальных средств обучения за единицу времени учащимися осваивается большее количество информации, чем при традиционном ведении лекционных занятий. Использование учебного фильма на дисциплинах, которым в учебном плане отведено меньше времени, повышает эффективность запоминания и развивает интерес к предмету [14].

В.Е. Трунин отмечает, что при использовании на занятиях учебного фильма происходит формирование мотивации у обучающихся, осознание ими общественной значимости изучаемого предмета. Данные факторы способствуют повышению эмоционального отношения к лекционным занятиям [38].

Опыт применения учебных фильмов, как элемента мультимедийных технологий показывает, что при обучении способствует качественное повышение уровня знаний при лекционных занятиях. На лекционных занятиях главное – это увлечь, заинтересовать обучаемых важной темой. При этом важными средствами активизации внимания обучаемых являются: динамичность преподавания занятия, применение различных приемов, методов, средств обучения, интересное изложение темы [5].

Помимо явных достоинств учебного фильма как элемента мультимедийных технологий, таких как: мотивация обучающихся, сочетание иллюстраций и звукового сопровождения, реалистичность и т.д. он также имеет и некоторые недостатки. К ним можно отнести пассивность ученика при просмотре, несоответствие количества новой информации и уровня подготовленности обучаемого, прямой процесс доступа к знаниям [5].

Таким образом, учебный фильм – это современное средство обучения, которое сочетает в себе изображения, звук, аудио, видео материалы, текст,

которые в свою очередь позволяют воспринимать информацию более эффективно и качественно.

1.5 Специальные требования к мультимедийному обеспечению лекций по инженерно – техническим дисциплинам

Подготовка лекций по инженерно – техническим дисциплинам с использованием мультимедийных технологий требует особого подхода к ее содержанию и структуре. Основополагающее значение при этом имеет подбор и подготовка учебного материала.

Если говорить о дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин» для студентов технических специальностей, то среди требований к учебному материалу можно выделить следующие:

- тщательный отбор учебного материала, использование инновационных технологий, выделение наиболее важного (сути изучаемых явлений и процессов сварки); необходимо больше внимания уделять обсуждению следствий явлений и процессов, их практическому применению в технике; т.е. дисциплина «Упрочнение и восстановление деталей машин» для студентов технических специальностей в профессионально-педагогическом ВУЗе должна быть практико-ориентированной;

- исходя из того, что объем знаний, необходимый для усвоения студентами, все возрастает, а время на его усвоение сокращается, учебный материал необходимо уплотнять; следовательно, для лучшего его восприятия учебный материал должен быть очень хорошо структурированным;

- особое внимание следует уделять вопросу визуализации знаний. Здесь нужно учитывать тот факт, что сварка — наука во многом экспериментальная и без демонстраций, в первую очередь лекционных занятий, сложно добиться глубокого понимания предмета. Но, к сожалению, именно демонстрационный эксперимент в ряде ВУЗов, в том числе профессионально-педагогических, становится все более трудно организуемым, а порой и не-

возможным, а значит, нужно искать другие способы продемонстрировать изучаемые явления и процессы. Здесь на помощь приходят мультимедийные технологии. Лекция должна включать видеозаписи натуральных экспериментов, анимации явлений и (или) процессов, компьютерные модели (в том числе интерактивные), другие цифровые (электронные) образовательные ресурсы, однако не исключает проведение натурального демонстрационного эксперимента;

- использование в мультимедийной лекции разного рода цифровых (электронных) образовательных ресурсов [13], способствующих лучшему пониманию сути изучаемого учебного материала, как правило, не вызывает сомнения, однако следует учитывать, что визуализировать нужно не только процессы, явления и принципы действия тех или иных технических устройств, но и логические рассуждения, представляя их, например, в виде схем.

Однако как бы хорошо ни был подобран учебный материал, без совершенствования методики преподавания невозможно добиться повышения уровня образования.

Дидактические требования к мультимедийным лекциям можно сформулировать достаточно четко. Они должны: [13]

- реализовать научный уровень требований, предъявляемых к вузовским лекциям;
- стимулировать учебно-познавательную деятельность студентов;
- оптимально визуализировать учебный материал;
- обеспечить универсальность исполнения и вариативность представления учебного материала, отвечающего практическим потребностям преподавателя и студентов;
- рационально сочетать различные технологии предъявления учебного материала: синтез визуального (в том числе, мультимедийного) и вербального;
- обеспечивать контроль знаний.

Методика изложения наряду с общедидактическими требованиями предполагает также ряд технологических новаций: оптимальный выбор последовательности демонстрации слайдов (используя гиперссылки), времени экспозиции каждой порции учебного материала, оптимальных моментов для «включения» цифровых (электронных) образовательных ресурсов, оптимальный режим работы с цифровыми (электронными) образовательными ресурсами разного типа [13].

Выводы по первой главе

1. Соотнесение возможностей мультимедиа со спецификой содержания и структуры профильно-специализированных технико-технологических дисциплин позволило определить подход к проектированию и применению мультимедийных технологий для формирования профессиональных компетенций в рамках технико-технологической подготовки бакалавров. Теоретическую основу этого подхода составляют следующие педагогические условия:

- мультимедийная технология должна строиться в соответствии со структурой дисциплины и состоять из отдельных суммативно связанных частей (мультимедийных комплексов), ориентированных на формы и содержание занятий, а также процедуры контроля;
- в зависимости от целей и содержания каждой части, используются различные средства подачи информации (электронные презентации, электронные пособия, учебные видео фильмы, компьютерные обучающие интерактивные программы и контролирующие тесты), которые создаются в соответствии с правилами работы в соответствующих программных пакетах и приложениях;
- каждый мультимедийный комплекс раскрывается совокупностью мультимедийных продуктов, создающих знаковые опоры для восприятия

учебного материала, разработанных с учетом принципов наглядности, алгоритмичности, имитационного моделирования.

2. Мультимедийные технологии играют важную роль в образовании, так как необходимо привлекать больше чувственных компонентов учащихся для достижения наилучших результатов.

3. Мультимедийные технологии, как раз направлены на то, чтобы более эффективно применять различные формы представления информации при обучении.

4. Мультимедийные технологии имеют огромное количество преимуществ. Их применение повышает уровень обучения, способствует развитию многих качеств учащихся, в том числе и личностных.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО МЕТОДИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА ДИСЦИПЛИНЫ «УПРОЧНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН»

2.1 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Электрошлаковая наплавка»

Цель лекции - сформировать *знания* о сущности электрошлаковой наплавки, основных наплавочных материалах, области применения, достоинствах и недостатках. Разделим конспект лекции на дидактические единицы (ДЕ), и определим уровень усвоения каждой.

Таблица 1 – Определение уровня усвоения дидактической единицы

Д.Е. №	Название и содержание Д.Е.	Уровни усвоения Д.Е. (по Б. Блуму)
1	<p style="text-align: center;"><i>ЭШН, сущность наплавки.</i></p> <p>ЭШН - это процесс, основанный на выделении тепла электрического разряда в ванне расплавленного флюса. Электрошлаковая наплавка используется для изготовления биметаллических деталей, а также для получения износостойких покрытий. В процессе наплавки электрический ток проходит через расплавленный сварочный флюс, в результате чего выделяется тепло, необходимое для расплавления кромок деталей и электрода. Электрод подается в ванну, состоящую из жидкого флюса, ограниченную расплавляемой поверхностью и специальным формирующим устройством [40].</p> <p>Лучшие условия для наплавления основного металла и получения глубокой шлаковой ванны создаются при вертикальном положении шва, поэтому электрошлаковую наплавку чаще всего применяют в сочетании с принудительным формированием сварного шва. Наплавку начинают и заканчивают с фиксацией детали на специальных технологических планках, которые затем удаляют с детали. В начале, пока процесс еще не установился, наплавленный слой может быть недостаточного качества, эта часть шва и остается на начальной планке, в конце шва планки применяются для выведения усадочной раковины [40].</p> <p>В начальный момент возбуждается дуга между электродной проволокой с начальной планкой и происходит расплавление засыпанного в зазор флюса. Как только образуется шлаковая ванна, дуга гаснет, и ток начинает протекать через расплавленный шлак. Расход флюса в 15-20 раз меньше, чем при электродуговой наплавке под флюсом. По-</p>	<p>Знание (конкретного материала, терминологии, определений)</p> <p>Понимание</p>

Продолжение таблицы 1

	<p>дача флюса необходима только для компенсации расхода его на образование шлаковой корки, имеющей толщину 1-1,5 мм. Подача электродной проволоки и медных ползунов осуществляется специальным сварочным аппаратом. По мере заполнения зазора наплавленным металлом аппарат перемещается вверх по детали. В результате теплопровода в деталь и медные ползуны сварочная ванна охлаждается и затвердевает, образуя наплавленный слой.</p> <p>При небольшом объеме шлаковой ванны, возможно, ее закипание. В результате этого снижается электропроводность, уменьшается ток, то есть, возможно, не сплавление электродного металла с основным [40].</p> <p>Режим электрошлаковой наплавки зависит от формы и размеров наплаваемой детали и толщины слоя и определяется величиной сварочного тока, напряжением при сварке, глубиной шлаковой ванны, диаметром электродной проволоки, количеством электродов, размером вылета электродной проволоки от мундштука, до шлаковой ванны; Электрошлаковая наплавка характеризуется почти полным отсутствием потерь на угар и разбрызгивание, незначительным окислением легирующих элементов и повышенным качеством наплавленного металла (отсутствием пор, трещин, шлаковых включений, не проваров и т. д.).</p> <p>Совершенствуется техника и технология электрошлаковой сварки, например, в зону плавления вводят расплавленный или порошковый присадочный металл, что обеспечивает уменьшение удельных затрат на изготовление сварных изделий и высокое качество сварных швов.</p>	
2	<p><i>Оборудование и основные наплавочные материалы для ЭШН.</i></p> <p>Институтом электросварки им. Е. О. Патона разработано несколько аппаратов для электрошлаковой сварки и плавки, например, рельсовые аппараты проволочным или пластичным электродом, безрельсовые аппараты, подвесные аппараты для сварки/наплавки плавящимся мундштуком. В зависимости от способа передвижения ходовые механизмы и, следовательно, сварочные аппараты бывают рельсового типа движущиеся по рельсовому пути, установленному параллельно свариваемым кромкам; безрельсового типа движущиеся непосредственно по свариваемому изделию; комбинированные, в которых часть аппарата движется по рельсу, а другая, соединенная с первой гибкой связью, движется по изделию.</p> <p>Отсутствие электрической дуги, наличие активного сопротивления, шунтирующего промежутка, определяет несколько иные требования к источникам питания электрошлакового процесса [40].</p> <p>В настоящее время разрабатывается надежное и многофункциональное автоматическое оборудование, способное реализовать большие потенциальные возможности электрошлаковой сварки и наплавки.</p> <p>Отличительной особенностью электрошлакового процесса является его высокая устойчивость при очень низкой плотности тока (от 0,1 - 106 А/м²). Наилучшие условия создаются при питании от трансформаторов с жесткими вольт-амперными характеристиками. К тому же трансформаторы обладают меньшим весом при более высоком к. п. д. Формы, размеры и количество электродов выбирают исходя из размеров и формы наплаваемой поверхности. Для износостойкой наплавки, как правило, используют высоколегированные проволоки.</p> <p>Технологические особенности электрошлаковой наплавки заключаются в том, что легирование наплавленного металла, возможно,</p>	Знание

Продолжение таблицы 1

	<p>производить только через проволоку (электрод). Для износостойкой наплавки, как правило, используют высоколегированные проволоки.</p> <p>Легирование наплавляемого металла может осуществляться с помощью электродной проволоки или стержня различного сечения, а также пластины, изготавливаемой из листа или полосового проката. При электрошлаковой наплавке реакция между расплавленным шлаком и металлом протекает интенсивно вследствие высокой температуры среды сварочной ванны. Поэтому, выбирая марку флюса для наплавки высоколегированных сталей, необходимо учитывать его окислительные способности [2].</p> <p>Формирующим устройством могут служить медные и остающиеся стальные подкладки. Применяемые флюсы должны иметь определенную вязкость и электропроводность. При использовании флюсов с малой окислительной способностью имеют место незначительные потери легирующих элементов наплавки.</p> <p>Электроды для наплавки могут быть сварочные проволоки, а также ленты или стержни большого сечения. Температура вследствие низкой электро- и теплопроводности достигает более 2000°С. Скорость плавления электрода очень велика, коэффициент плавления достигает 30 г/Ач., потери на разбрызгивание практически отсутствуют [40].</p>	
3	<p style="text-align: center;"><i>Область применения ЭШН.</i></p> <p>Электрошлаковая сварка и наплавка находит применение для ремонтных работ при восстановлении массивных деталей, вышедших из строя в процессе эксплуатации.</p> <p>Электрошлаковый процесс позволяет осуществлять наплавку плоских поверхностей, наружных и внутренних цилиндрических поверхностей, а также тел вращения с переменным диаметром, с применением электродной проволоки и электрода большого сечения с плавящимся мундштуком [2].</p> <p>Продолжаются исследования, направленные на расширение сферы применения электрошлаковой сварки и наплавки в машиностроении, на создание новых сталей и сплавов, сварочных материалов, обеспечивающих высокое качество сварных соединений без термообработки.</p> <p>Электрошлаковый процесс нашел также применение в металлургии для получения высококачественных сталей и сплавов.</p>	Знание
4	<p style="text-align: center;"><i>Достоинства и недостатки ЭШН.</i></p> <p><i>Достоинства ЭШН:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • высокая устойчивость процесса и нечувствительность к кратковременным изменениям тока и его прерыванию; • высокая производительность (до 150 кг наплавленного металла в час); • экономичность процесса (на наплавление равного количества электродного металла электроэнергии затрачивается на 15-20 % меньше, чем при дуговой наплавке); • рафинирование (очистка) металла от вредных примесей и высокая защита ванны жидкого металла от воздуха; • возможность получения за один проход наплавленного слоя практически любой толщины (от нескольких миллиметров до десятков сантиметров); • возможность обеспечения малой величины проплавления основного металла. 	Знание

Окончание таблицы 1

	<p><i>Недостатки ЭШН:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • недопустимость прерывания процесса до окончания наплавки; • необходимость изготовления технологической оснастки, формирующей наплавляемый слой (в некоторых случаях); • крупнозернистую структуру металла шва и зоны термического влияния [2]. 	Знание
--	--	--------

2.2 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Сварка в смеси защитных газов Corgon»

Цель лекции - сформировать *знания* об особенностях сварки, ассортименте, технологии и технике сварки, оборудовании, достоинствах и недостатках сварки в смеси защитных газов Corgon. Разделим конспект лекции на дидактические единицы (ДЕ), и определим уровень усвоения каждой.

Таблица 2 - Определение уровня усвоения дидактической единицы

Д.Е. №	Название и содержание Д.Е.	Уровни усвоения Д.Е. (по Б. Блуму)
1	<p><i>Особенности сварки в смеси Corgon</i></p> <p>Наиболее востребованными процессами дуговой сварки в защитных газах является сварка дугой прямого действия плавящимся электродом MIG/MAG. Для получения соединения металла требуемого качества необходима защита зоны горения дуги и расплавленного металла от вредного воздействия воздуха, что реализуется за счет потока защитного газа, формирующегося в горелке.</p> <p>CORGON – высококачественная линейка защитных газовых смесей на основе аргона и углекислоты для полуавтоматической сварки (MIG-MAG) и наплавки. В России смеси CORGON (прежнее название FOGON) производятся уже более 10 лет. Они смогли занять прочные позиции на рынке благодаря ряду конкурентных преимуществ.</p> <p>При сварке плавящимся электродом в защитном газе в зону дуги, горячей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов [18].</p> <p>При сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны чаще всего применяют углекислый газ и смеси аргона с углекислым газом до 30 %.</p>	Знание (конкретного материала, терминологии, определений)

Продолжение таблицы 2

	<p>Структура и свойства металла швов и околошовной зоны на низкоуглеродистых и низколегированных сталях зависят от использованной электродной проволоки, состава и свойств основного металла и режима сварки (термического цикла сварки, доли участия основного металла в формировании шва и формы шва).</p> <p>Установление стабильного процесса сварки. Эта стадия определяет провар в начале шва и разбрызгивание. В большинстве случаев желательна минимальная продолжительность начала сварки и быстрый разогрев свариваемого изделия, без ускоренного охлаждения электрода. Существуют контактные и бесконтактные способы начала сварки. При сварке плавящимся электродом применяют контактные способы, при которых дуга зажигается при закорачивании электрода с изделием [18].</p> <p>При сварке в защитных газах для получения качественного начала шва без пор и разбрызгивания в зону сварки предварительно подают защитный газ. При сварке проволоками сплошного сечения диаметром до 1,6 мм и начинают, предварительно закоротив электрод на изделие или без предварительного закорачивания. С предварительным закорачиванием электрода на изделие через 1–2 секунды после подачи защитного газа подают напряжение на электрод и включают электродвигатель подачи проволоки к изделию. Электрод нагревается и при высоких скоростях нарастания силы тока короткого замыкания (100–300 кА/с) перегорает у изделия. Зажигается дуга, которая оплавляет электрод и изделие. Если напряжение и запас энергии, накопившейся в дросселе, включаемом в сварочную цепь для формирования динамических свойств системы питания, достаточны для горения дуги, то дуга не гаснет и начинается стабильное течение сварки [33].</p> <p>При сварке в смесях аргона с углекислым газом (20–25%) давление дуги меньше, чем в CO_2. При сварке на средних токах это приводит к снижению разбрызгивания за счет уменьшения отеснения капель от ванны и выброса крупных капель. Однако сварка в смесях аргона подвержена влиянию магнитного дутья. В этом случае разбрызгивание увеличивается [33].</p> <p>При добавлении к аргону углекислого газа уменьшаются размеры и увеличивается давление дуги на ванну и каплю на электроде. Изменения зависят от содержания углекислого газа. При содержании в смеси до 15% CO_2 получают такие же процессы, что и в чистом аргоне: крупнокапельный, импульсно-дуговой и струйный (при силе тока выше критического). При содержании в смесях аргона с (20–25% и более) углекислого газа и в тройных смесях: аргона с 20% углекислого газа и 5% кислорода получают процесс с частыми принудительными короткими замыканиями (при использовании проволок диаметром 0,5–1,2 мм), крупнокапельный и струйный. Процесс с частыми короткими замыканиями подобен сварке в CO_2, но отличается более длиной и мягкой дугой, меньшей глубиной провара, меньшим разбрызгиванием, но большей чувствительностью к магнитному дутью. Это затрудняет провар корня шва при узких разделках. Токи струйного процесса выше, чем в чистом аргоне [33].</p> <p>При сварке в смесях аргона с CO_2 (до 25%) давление дуги меньше, CO_2, соответственно, меньше отеснение капель от ванны и выброс капель за пределы ванны. При сварке на токах струйного переноса расплавленный конец электрода вытянут в виде конуса, с которого отрываются мелкие капли и попадают в сварочную ванну на изделии.</p>	<p>Понимание</p> <p>Знание</p> <p>Понимание</p>
--	--	---

Продолжение таблицы 2

	<p>Потери электродного металла происходят, в основном, за счет испарения и взрыва перемычек между каплями и расплавленным электродом. Разбрызгивание при сварке в смесях аргона с CO₂ (до 25%) углеродистых сталей на токах струйного процесса наблюдается только при использовании электродных проволок с недостаточным содержанием кремния и марганца, покрытых смазками и ржавчиной, нарушениях защиты газом и сварке грязного, ржавого металла. Разбрызгивание происходит за счет взрыва перемычек между каплями и расплавленным электродом. При сварке на повышенных токах длина расплавленной части электрода увеличивается и под действием собственного магнитного поля изгибается и капли выбрасываются за пределы шва [33].</p>				
2	<i>Ассортимент газовых смесей Corgon</i>				Знание
	Наименование смеси	Состав	Область применения в сварке	Примечание	
	Corgon 2	98% Ar + 2%CO ₂	Механизированная сварка нержавеющей сталей, конструкционных сталей, пайка нержавеющей стали и соединений медь-железо	Сварочная проволока должна быть аналогична по химическому составу свариваемых деталей. Возможна сварка деталей с толщиной менее 1 мм. Сварочная проволока БРА-8 или OKAutrod 19.3	
	Corgon 8	92% Ar + 8%CO ₂	Механизированная сварка обычных конструкционных сталей. Все виды скоростной сварки (TIME, RAPID). Импульсная сварка	Современный аналог тройной смеси Ar+CO ₂ +O ₂ . Минимум брызг в режиме капельного переноса. Практически плоский профиль сварного шва. Легкий выход на режим струйного переноса.	
	Corgon 15	85% Ar + 15%CO ₂	Механизированная сварка (MIGMAG) и наплавка обычных конструкционных сталей. Импульсная сварка.	Возможна работа как в режиме мелкокапельного переноса, так и в режиме струйного переноса. Наилучший состав для импульсной сварки.	
	Corgon 20 (18)	80 (82)% Ar + 20 (18)%CO ₂	Механизированная сварка (MIGMAG) и наплавка обычных и высокопрочных конструкционных сталей. Механизированная сварка не-	Исторически наиболее универсальна и популярная смесь. Удобна для освоения новичкам. Возможность выполнения	

			ржавеющих сталей порошковой проволокой.	вертикальных швов с минимальных разбрызгиванием.	
	Corgon 25	75% Ar + 25%CO ₂	Механизированная сварка (MIGMAG) и наплавка обычных и высокопрочных конструкционных сталей. Сварка магистральных трубопроводов на автоматических сварочных комплексах фирмы CRC.	Обеспечивает максимальное проплавление при сохранении минимум брызг. Возможность работы во всех пространственных	
3	<p style="text-align: center;"><i>Технология и техника сварки швов в смеси Corgon</i></p> <p>Для улучшения защиты рекомендуется уменьшать расстояние между горелкой и деталью, наклонять горелку «углом вперед» до 10° и увеличивать расход защитного газа. Исходя из удобства наблюдения за дугой расстояние от горелки до изделия, обычно, принимают равным 10–30 мм. Наклон горелки «углом вперед» более 15° и чрезмерный расход газа приводят к подосу воздуха в зону сварки и нарушению защиты. Для защиты от ветра зону сварки закрывают щитами, со стороны ветра или переносными палатками. Эффективность газовой защиты, в значительной степени, определяется конструкцией и размерами горелки, которые выбирают с учетом рода защитного газа, типоразмера сварного соединения и режима сварки. Истечение газа из горелки должно быть равномерным по всему сечению сопла. Для обеспечения этого применяют различные схемы ввода газа в сопло горелки. Мундштук целесообразно несколько утопить в горелке [33].</p> <p>Основными технологически параметрами режима сварки в защитных газах плавящимся электродом являются: средняя величина тока и скорость подачи проволоки, среднее напряжение сварки, полярность, диаметр и вылет электродной проволоки, скорость сварки, состав и расход защитного газа; наклон и колебания электрода, направление сварки.</p> <p>Сварку в защитных газах плавящимся электродом в большинстве случаев выполняют на постоянном токе обратной полярности, а наплавку на прямой полярности. Сила тока определяется полярностью, диаметром, составом, скоростью подачи и вылетом электрода, составом защитного газа. Регулируют силу тока изменением скорости подачи проволоки [33].</p> <p>С увеличением тока увеличивается глубина провара, скорость расплавления электрода и производительность сварки. С увеличением вылета электрода величина тока уменьшается. На прямой полярности значения силы тока примерно на 70% меньше, чем на обратной, при этом уменьшается глубина провара, увеличивается скорость расплавления электрода [18].</p> <p>Второй важнейший параметр режима сварки – напряжение на дуге в процессе сварки. Напряжение сварки задается настройкой источника тока. С повышением напряжения увеличивается длина дуги, ширина шва и улучшается формирование валика. Однако одновременно увеличиваются разбрызгивание, угар элементов и излучение дуги, а</p>				Знание
					Понимание
					Знание

Продолжение таблицы 2

	<p>также повышается чувствительность дуги к магнитному дутью. Стабильный процесс сварки с хорошим формированием шва и малым разбрызгиванием можно получить только в определенном диапазоне сил тока и оптимальных напряжений, которые зависят от силы тока, диаметра и состава электрода, а также от состава и способа газовой защиты [33].</p> <p>С увеличением скорости сварки уменьшаются размеры шва. Наклон электрода «углом вперед» уменьшает глубину провара и увеличивает ширину шва, а «углом назад» увеличивает глубину провара и уменьшает ширину шва. При наклонах электрода на угол больше 15° от вертикали ухудшается формирование шва, увеличивается разбрызгивание [33].</p>	
4	<p style="text-align: center;"><i>Оборудование для сварки в смеси Corgon</i></p> <p>Для реализации процессов сварки в защитных газах применяется оборудование, включающее [33]:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Источник питания (ВДУ - 511; ВДГ – 401); • Полуавтомат и автомат (EWM; Fronius); • Газовую аппаратуру, включающую редукторы, баллоны, шланги, расходомеры и т.п. <p>Источник питания является одним из основных элементов сварочного поста, поскольку он обеспечивает, не только питание дуги для поддержания ее устойчивости, но в значительной мере обеспечивает определенную программу изменения мгновенной мощности на этапах плавления и переноса электродного металла в сварочную ванну.</p>	Знание
5	<p style="text-align: center;"><i>Достоинства и недостатки смеси Corgon</i></p> <p><i>Достоинства смеси Corgon:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Лучшая форма сварного шва. Внешний вид сварных изделий лучше; • Меньше тепловложение и нагрев. Меньшее остаточное коробление изделий; • Меньшее разбрызгивание металла при сварке. Меньше зачистных работ; • Меньше поверхностного шлака. Проще обработка деталей под покраску и оцинковку; • Лучшая структура металла в зоне сварки. Выше прочность сварки; • Отсутствие резких изломов и концентраторов напряжений. Выше ударная вязкость; • Меньше риск прожога тонкостенных деталей; • Возможна большая скорость сварки. Меньшие сроки изготовления готовых изделий; • Более экономное использование дорогой сварочной проволоки; • Не требуется подогрев редуктора; • Высокая стабильность дуги. Большой допустимый диапазон регулировок; • Меньшая чувствительность к колебаниям напряжения сети; • Даже старые и нестабилизированные аппараты варят хорошо; • Меньше брака. Даже неквалифицированные сварщики 	Знание

Окончание таблицы 2

	<p>показывают хорошую сварку;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Для разных условий работы можно выбрать свой оптимальный состав смеси; • Меньше разбрызгивание сварочной горелки. Маски и спецодежда служат дольше; • Меньше дыма и вредных сварочных аэрозолей. Лучше условия работы сварщиков; <p><i>Недостатки смеси Corgon:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Меньше зона защиты околошовной зоны; • Меньше объем защитного газа в баллоне (м³); • Меньше глубина провара. Узкая диаграмма проплавления; • Больше нагрев горелки; • На малых режимах профиль шва не отличается от CO₂; • Сложность заварки больших пустот и вертикальных швов; • Больше выделений озона 	Знание
--	---	--------

2.3 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Эффективность применения сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций»

Цель лекции - сформировать *знания* об эффективности применения сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций. Разделим конспект лекции на дидактические единицы (ДЕ), и определим уровень усвоения каждой.

Таблица 3 - Определение уровня усвоения дидактической единицы

Д.Е. №	Название и содержание Д.Е	Уровни усвоения Д.Е. (по Б. Блуму)
1	<p style="text-align: center;"><i>Введение</i></p> <p>Проведенный анализ специализированной литературы показал, что в промышленно развитых странах электросварочные работы в среде чистых газов (особенно двуокиси углерода) не производятся давно. Вместо них применяются многокомпонентные газовые смеси, так как смеси по ряду параметров значительно превышают качество сварного соединения по сравнению с чистыми газами. Кроме того, использование сварочных смесей позволяет снизить себестоимость сварочных работ. При добавлении к аргону углекислого газа увеличение концентрации энергии дуги. Как следствие этого уменьшаются размеры дуги, и</p>	Знание (конкретного материала, терминологии, определений)

Продолжение таблицы 3

	<p>увеличивается давление дуги на ванну и каплю на электроде. Изменения зависят от содержания углекислого газа. При содержании его в смеси до 15% получают такой же процесс, как и в чистом аргоне – струйный. Дуга со струйным переносом металла дает меньшее разбрызгивание металла и обеспечивает лучшее формирование шва. Добавление к аргону 18% CO₂ приводит к значительному уменьшению количества крупных брызг [30].</p>	
2	<p><i>Влияние состава защитной газовой смеси на форму и размеры проплавления, а также на коэффициент усвоения легирующих элементов</i></p> <p>С изменением состава защитного газа изменяется перенос металла и мощность дуги. Это обуславливает форму и размеры проплавления. Например, при добавлении к аргону CO₂ повышается напряжение на дуге, растет эффективная мощность дуги, увеличивается площадь проплавления. Глубина проплавления увеличивается незначительно, так как с переходом от струйного переноса металла в аргоне к крупнокапельному в CO₂ уменьшается сосредоточенность теплового и газового потока. Форма проплавления с местным углублением в среде Ar переходит к сегментовидной в среде CO₂ [30].</p> <p>Также при изменении состава защитного газа изменяется коэффициент усвоения легирующих элементов плавящихся электродов при сварке в смесях Ar + CO₂ уменьшается при уменьшении содержания Ar. Это связано с образующимся свободным кислородом при диссоциации CO₂. Содержание углерода наоборот начинает расти с уменьшением содержания аргона [30].</p>	<p>Знание</p> <p>Понимание</p>
3	<p><i>Преимущества применения многокомпонентных газовых смесей</i></p> <p>Если сравнить два способа защиты сварочной ванны (чистый защитный газ – углекислый газ или аргон – и многокомпонентные газовые смеси), то можно сделать выводы в пользу применения многокомпонентных газовых смесей. Их использование следующие преимущества [30]:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Повышается производительность сварки не менее чем в 1,5 раза при сохранении неизменной потребляемой электрической мощности; • В 1,5 – 3 раза снижается разбрызгивание электродного металла; • Процесс сварки стабилен даже при некоторой неравномерности подачи сварочной проволоки, а также при наличии на поверхности проволоки следов технологической смазки и ржавчины; • Улучшаются механические свойства: величина относительного удлинения увеличивается примерно на 10%, а значение ударной вязкости увеличивается от 1,5 до 2 раз в зависимости от типа применяемой газовой смеси; • Стабилизируется процесс сварки и улучшается качество металла шва (снижение пористости и неметаллических включений); • Возможен струйный и управляемый процесс переноса электродного металла; <p>Таким образом, представляется целесообразным применительно к производству ООО «Щит-Строй» использовать газовую смесь на основе аргона и углекислого газа, в частности Corgon 18 (82% Ar + 18% CO₂), как наиболее универсальную для электродуговой сварки как уг-</p>	<p>Знание</p> <p>Понимание</p>

Продолжение таблицы 3

	<p>леродистых, так и легированных сталей [30].</p> <p>Применение смеси Corgon 18 вместо традиционного углекислого газа позволило на имеющемся предприятии оборудовании (сварочный аппарат PHOENIX 400 PROGRESS, устройство подачи сварочной проволоки WELDONDRIVE 4) значительно увеличить скорость сварки и повысить надежность и качество сварного шва за счет повышения стабильности дуги, повышения текучести металла и улучшения переноса металла в сварную ванну [30].</p>	Знание																	
4	<p><i>Сравнение влияния состава защитной среды на параметры сварки</i></p> <p>Для сертифицированных сварочных смесей рабочий диапазон регулировки режимов сварки, как по напряжению, так и по сварочному току существенно расширяется. Например, скорость подачи может быть увеличена с 6-7 до 12-14 м/мин. Также обеспечивается практически идеальная форма сварного шва при минимуме брызг. При использовании смеси Corgon 18 благодаря снижению давления дуги на сварочную ванну резко уменьшается риск прожога тонкостенных деталей даже при работе на больших токах и скоростях сварки [29].</p> <p>Сравнение влияния двух видов защитной среды на параметры сварки при одинаковом сварочном токе 200 – 210А приведено в таблице 3.1 [30].</p> <p>Таблица 3.1 – Влияние состава защитной среды на параметры сварки</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Основные характеристики процесса сварки (при одинаковом сварочном токе 200 – 210А)</th> <th colspan="2">Состав защитного газа</th> </tr> <tr> <th>CO₂</th> <th>Corgon 18</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Напряжение на дуге, В</td> <td>22-23</td> <td>24-25</td> </tr> <tr> <td>Количество наплавленного металла за единицу времени, кг/ч</td> <td>2,3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент потерь электродного металла на разбрызгивание, %</td> <td>8,6</td> <td>4,3</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент набрызгивания, определяющий трудозатраты на удаление брызг с поверхности свариваемых деталей, %</td> <td>1,5</td> <td>0,3</td> </tr> </tbody> </table>	Основные характеристики процесса сварки (при одинаковом сварочном токе 200 – 210А)	Состав защитного газа		CO ₂	Corgon 18	Напряжение на дуге, В	22-23	24-25	Количество наплавленного металла за единицу времени, кг/ч	2,3	3	Коэффициент потерь электродного металла на разбрызгивание, %	8,6	4,3	Коэффициент набрызгивания, определяющий трудозатраты на удаление брызг с поверхности свариваемых деталей, %	1,5	0,3	Знание
Основные характеристики процесса сварки (при одинаковом сварочном токе 200 – 210А)	Состав защитного газа																		
	CO ₂	Corgon 18																	
Напряжение на дуге, В	22-23	24-25																	
Количество наплавленного металла за единицу времени, кг/ч	2,3	3																	
Коэффициент потерь электродного металла на разбрызгивание, %	8,6	4,3																	
Коэффициент набрызгивания, определяющий трудозатраты на удаление брызг с поверхности свариваемых деталей, %	1,5	0,3																	
5	<p><i>Результаты механических испытаний и металлографических исследований</i></p> <p>Для проведения в лабораторных условиях сравнительного анализа сварных соединений, полученных при применении различных защитных газов и подкрепления целесообразности замены углекислого газа на смесь К-18 в ООО «УЦБ» (Уральский центр промышленной безопасности) были представлены контрольные образцы сварных соединений. Документы выданные ООО «УЦБ», подтверждают качественное превосходство сварных соединений, выполненных с применением смеси углекислого газа и аргона (К-18). В частности, в результате проведения испытаний механических свойств металла вырезок из листов со сварным швом обнаружено повышение: предела текучести - на 26%, предела прочности – на 12%, относительного удлинения и относительного сужения – на 12% и 20% соответственно, ударной вязкости – на 22% при +20°С и на 19% при -40°С (таблица 3.2) [30].</p>	Знание																	

Таблица 3.2 - Результаты механических испытаний

№ п/п	Температура испытания +20°C	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Предел прочности σ_B , МПа	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение Ψ , %	Ударная вязкость КСУ, Дж/см ²	Угол загиба	Примечания
1		304	487	21,2	64,0	13,7	130	Сварка пластин в среде защитного газа CO ₂
2		307	479	20,4	63,6	13,2	130	
3		-	-	-	-	12,1		
	Среднее значение	306	483	20,8	63,8	13		
4	Температура испытания -40°C					8,4		
5						8,4		
6						9,5		
	Среднее значение					8,8		
7	Температура испытания +20°C	381	540	25,3	71,4	15,8	130	Сварка пластин в смеси газов (82% Ar + 18% CO ₂)
8		391	542	24,7	71,7	14,8	130	
9		-	-	-	-	16,8		
	Среднее значение	386	541	25,0	71,6	15,8		
10	Температура испытания -40°C					12,3		
11						9,3		
12						9,8		
	Среднее значение					10,5		

Металлографические исследования показали, что структура металла контрольных сварных соединений, в основном, состоит из феррита и перлита, причем зерно металла, полученного при использовании смеси К-18 значительно меньше по размеру и имеет округлую форму (рисунок - металлография сварного шва). Кроме того, на контрольном сварном соединении, выполненном механизированной сваркой в среде CO₂ выявлены поверхностные трещины (рисунок – металлография сварного шва) [30].

Продолжение таблицы 3

6	<p><i>Целесообразность замены углекислого газа на смесь Corgon 18</i></p> <p>Расчет технико-экономических показателей, произведенный на примере армометаллоблоков АМБ1-1, подтверждает целесообразность замены углекислого газа на смесь Corgon 18, так как[29]:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Повышается производительность труда не менее, чем на 30%; • Уменьшается расход сварочной проволоки на 15% (расход сварочной проволоки при сварке в углекислом газе составляет 0,561 кг на 1 погонный метр, в смеси Corgon 18 – 0,477 кг на 1 погонный метр); • Уменьшается расход электроэнергии на 20%; • Практически исключается операция зачистки шва вследствие того, что разбрызгивание электродного металла и набрызгивание на основной металл минимально (на 70 – 80% меньше); • Уменьшаются расходы на переделку брака; <p>При этом переход с применением чистых газов для сварки на смеси не требует значительных затрат, так как используемые на предприятии аппараты имеют несколько режимов работы, которые позволяют использовать как чистый газ, так и смеси.</p> <p>Расчет калькуляции изготовления армометаллоблоков по двум вариантам (таблица 3.3) показал, что расходы на одно изделие уменьшились на 4 247,82 рубля. Годовой объем изготовления данной продукции составляет 1500 штук. Таким образом, все выше перечисленные преимущества использования при проведении сварочных работ газовой смеси Corgon 18 вместо двуокиси углерода дают условно – годовой результат экономии для предприятия 6 371 730 рублей [30].</p> <p>Технические оценки, полученные в результате исследования, доказывают актуальность проектной разработки, социальную и экономическую значимость для предприятия. Экономические расчеты показали, что внедрение в сварочное производство газовых смесей является одним из перспективных направлений повышения конкурентоспособности продукции за счет снижения ее себестоимости (и повышения качества изготовления) [30].</p> <p>Таблица 3.3 – Калькуляция цены изготовления армометаллоблоков АМБ 1-1 [29]</p> <table border="1" data-bbox="352 1482 1348 1962"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ п/п</th> <th rowspan="2">Наименование статей затрат</th> <th colspan="2">Сумма, руб</th> </tr> <tr> <th>Базовый вариант</th> <th>Проектируемый вариант</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Материалы</td> <td>12775,21</td> <td>12427,85</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Затраты на оплату труда</td> <td>2872,2</td> <td>2014,32</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Отчисления на социальные нужды (27,3 %)</td> <td>784,11</td> <td>549,91</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Накладные расходы (280%)</td> <td>8042,16</td> <td>5619,95</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Себестоимость изделия</td> <td>24473,68</td> <td>20612,03</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Плановые накопления</td> <td>24447,73</td> <td>2061,2</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Цена</td> <td>26921,05</td> <td>22673,23</td> </tr> </tbody> </table> <p>Кроме того, внедрение в производство газовой смеси вместо ис-</p>		№ п/п	Наименование статей затрат	Сумма, руб		Базовый вариант	Проектируемый вариант	1	Материалы	12775,21	12427,85	2	Затраты на оплату труда	2872,2	2014,32	3	Отчисления на социальные нужды (27,3 %)	784,11	549,91	4	Накладные расходы (280%)	8042,16	5619,95	5	Себестоимость изделия	24473,68	20612,03	6	Плановые накопления	24447,73	2061,2	7	Цена	26921,05	22673,23	<p>Знание</p> <p>Понимание</p> <p>Знание</p>
	№ п/п	Наименование статей затрат			Сумма, руб																																
Базовый вариант			Проектируемый вариант																																		
1	Материалы	12775,21	12427,85																																		
2	Затраты на оплату труда	2872,2	2014,32																																		
3	Отчисления на социальные нужды (27,3 %)	784,11	549,91																																		
4	Накладные расходы (280%)	8042,16	5619,95																																		
5	Себестоимость изделия	24473,68	20612,03																																		
6	Плановые накопления	24447,73	2061,2																																		
7	Цена	26921,05	22673,23																																		

Окончание таблицы 3

	<p>пользуемой двуокиси является основным мероприятием по уменьшению влияния вредных веществ на окружающую среду [30].</p> <p>Внедрение предложений проекта обеспечивает экономию расхода уже добытых невозполнимых ресурсов, таких как сварочные электроды природный газ (на 100%), а также электроэнергии (на 20%), благодаря чему происходит снижение выбросов вредных продуктов в атмосферу до 80%. Вышеперечисленные мероприятия снижают влияние на окружающую среду, поэтому проект в связи с совершенствованием технологического процесса и оборудования является экологичным [30].</p>	
7	<p style="text-align: center;"><i>Заключение</i></p> <p>Результаты разработки технологии изготовления армометаллоблоков в среде защитной смеси Corgon 18 использованы для подземных сооружениях оборонной промышленности, возводимых ООО «Щит-Строй», что подтверждено соответствующими актами внедрения в производство ООО «547 Механический завод» [30].</p> <p>Выводы [30]:</p> <ul style="list-style-type: none"> • В результате решения поставленной задачи усовершенствована технология изготовления армометаллоблоков путем замены защитной среды углекислый газ на газовую смесь Corgon 18; проведены оценка планируемых результатов и сравнительный анализ с существующей на предприятии технологией; исследованы вопросы безопасности и экологичности проекта. • Результаты металлографических исследований и механических испытаний подтверждают эффективность замены углекислого газа на защитную смесь Corgon 18. Установлено повышение механических свойств металла вырезок из листов со сварным швом (по отдельным свойствам) в среднем от 12 до 26%. • Технические оценки, полученные в результате исследования, подтверждают актуальность проектной разработки, социальную и экономическую значимость для предприятия. Произведенные в работе экономические расчеты показали, что внедрение в сварочное производство газовых смесей является одним из перспективных направлений повышения конкурентоспособности продукции за счет снижения ее себестоимости с одновременным повышением качества изготовления. 	Знание

2.4 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Ремонтная наплавка покрытыми электродами»

Цель лекции - сформировать *знания* об исторической справке, общих сведениях, сущности, выборе электродов и режимов, достоинствах и недостатках ремонтной наплавки покрытыми электродами. Разделим конспект лекции на дидактические единицы (ДЕ), и определим уровень усвоения каждой.

Таблица 4 - Определение уровня усвоения дидактической единицы

Д.Е. №	Название и содержание Д.Е.	Уровни усвоения Д.Е. (по Б. Блуму)
1	<p style="text-align: center;"><i>Историческая справка</i></p> <p>В России практической ремонтной сваркой и наплавкой с 1887 года занимался инженер Н.Г. Славянов. Еще в 1891 году он получил привилегии (патенты) № 86 и 87 на способ электрического уплотнения металлических отливок и способ электрической отливки металлов. Уже в 1890–1892 годах Н.Г. Славянов получил патенты на свое изобретение во Франции, Англии, Австро-Венгрии, Бельгии, Германии, США, Швеции, Италии, и за границей сразу высоко оценили все преимущества электрической сварки. Для ремонтной сварки он выбирал такие детали, которые можно было проверить в работе после ремонта, например ступенчатые шкивы от токарных станков, зубчатые колеса, маховики от сверлильных станков. В 1907 году Н.Г. Славянов успешно применил ремонтную сварку для восстановления станины мощного прессы на одном из заводов Санкт-Петербурга [11].</p> <p>Начало автоматической наплавки относится к 1939 году, когда советские специалисты Г.П. Михайлов и В.А. Ларионов осуществили наплавку с помощью покрытых электродов прямоугольного сечения. В настоящее время ее широко используют для нанесения коррозионно-стойкого покрытия на сосуды высокого давления атомных реакторов, для упрочнения валков прокатных станков и других крупногабаритных изделий [11].</p>	Знание (конкретного материала, терминологии, определений)
2	<p style="text-align: center;"><i>Общие сведения</i></p> <p>Восстановление деталей – это технологический процесс возобновления исправного состояния и ресурса этих деталей путем возвращения им утраченной из-за изнашивания части материала и доведения до нормативных значений уровня свойств, изменившихся за время длительной эксплуатации [11].</p> <p>Наплавка – это нанесение слоя металла на поверхность заготовки или изделия посредством сварки плавлением (ГОСТ 2601-84).</p> <p>Восстановительная наплавка (наварка, заварка) применяется для восстановления первоначальных размеров изношенных или поврежденных деталей. В этом случае наплавленный металл по составу и свойствам может быть близок к основному (<i>восстановительная размерная наплавка</i>) или отличаться от него (<i>восстановительная износостойкая наплавка</i>) [11].</p> <p>Наплавка деталей и восстановление изношенных деталей наплавкой – эффективный и экономичный способ продления срока службы деталей и машин. Наплавку выполняют с помощью сварки, преимущественно дуговой, для наложения необходимого слоя металла на поверхность детали с целью повышения ее стойкости против истирания, повышенных температур, абразивного изнашивания, коррозии и других видов разрушения. Наплавку применяют для восстановления геометрических размеров изношенных деталей и создания слоя металла на поверхности детали, отличающегося по своим свойствам от основного металла детали повышенной износостойкостью, коррозионной стойкостью, жаростойкостью и другими свойствами [11].</p> <p>Наиболее распространены способы ручной дуговой наплавки</p>	Знание Понимание Знание

Продолжение таблицы 4

	<p>покрытыми электродами, наплавка неплавящимися угольным или вольфрамовым электродом в среде защитного газа, наплавка в углекислом газе, под слоем флюса, вибродуговая наплавка. По степени механизации процесса различают такие наплавки: ручная дуговая покрытыми электродами, полуавтоматическая, автоматическая.</p>	
3	<p style="text-align: center;"><i>Ручная дуговая наплавка, сущность наплавки</i></p> <p>Наплавку осуществляют обычно вручную, поэтому такой способ называют также ручной дуговой наплавкой. Электродное покрытие служит для защиты ванны жидкого металла от кислорода и азота воздуха, стабилизации дуги, повышения технологичности процесса наплавки и введения легирующих элементов в состав наплавленного металла. Применяют следующие виды электродного покрытия: [11]</p> <ul style="list-style-type: none"> • ильменитовое с содержанием более 30% ильменита ($\text{FeO} - \text{TiO}_2$); • высокоцеллюлозное с содержанием 20 - 30% целлюлозы; • карбонатно-рутиловое; • основное (фтористо-кальциевое), основными компонентами которого являются карбонат кальция и флюорит; • высокорутиловые с содержанием до 35% рутила (TiO_2). <p>Дуговая наплавка покрытыми электродами отличается низкой стоимостью оборудования, возможностью выполнения наплавки вручную.</p>	<p>Знание</p> <p>Понимание</p>
4	<p style="text-align: center;"><i>Выбор электродов для наплавки</i></p> <p>Выбранные для наплавки конкретных изделий электроды должны обеспечивать получение требуемых свойств поверхности детали и в общем случае давать наплавленный металл высокой износостойкости, удовлетворительной вязкости и удовлетворительно обрабатываться механическим способом. Электроды должны обладать хорошими сварочно-технологическими свойствами и быть достаточно дешевыми.</p> <p>Свойства наплавленного металла в основном определяются его химическим составом и термообработкой. Химический состав наплавленного слоя изменяется за счет введения легирующих компонентов. Наиболее дешевыми и доступными из них являются углерод, марганец, хром, кремний, титан и бор. Они повышают твердость и износостойкость металла при истирании. Марганец и хром при введении их в малоуглеродистую сталь в количестве от 8 до 27% повышают ее износостойкость в 4 - 5 раз. Высокомарганцовистая сталь хорошо работает при высоких ударных нагрузках. Углеродистая высокохромистая сталь (хрома более 12%) обладает малой ударной вязкостью, поэтому ее не следует применять при наплавке деталей, работающих при ударных нагрузках. При ручной дуговой наплавке покрытыми электродами легирование наплавленного валика осуществляется либо через электродное покрытие, в состав которого входят легирующие компоненты, либо с помощью электродного стержня, изготовленного из легированной сварочной проволоки [11].</p> <p>Наплавка изношенных деталей машин, изготовленных из углеродистых или легированных сталей и не подвергающихся после наплавки термообработке, производится электродами любой соответствующей основному металлу марки, обеспечивающими необходимую твердость и износостойкость наплавленного металла. Если же восстановленные детали подвергаются термообработке, то наплавка их про-</p>	<p>Знание</p> <p>Понимание</p>

Продолжение таблицы 4

	<p>изводится такими электродами, наплавленный металл которых допускает эту обработку без снижения твердости и других механических свойств, например электродами ЦН-2, ОЗН-250, ОЗН-300. В наплавленном металле стальных деталей, подвергающихся закалке, должно быть не менее 0,30% углерода, чтобы металл мог воспринимать закалку [11].</p> <p>Электроды для наплавочных работ в зависимости от химического состава и твердости наплавленного металла делятся на типы, а в зависимости от химического состава покрытия – на марки. Электроды, применяемые для наплавочных работ, разделяют на следующие группы [11].</p> <p>1. Для наплавки деталей, работающих на износ при обычных температурах, применяют электроды ОЗН-250, ОЗН-300, ОЗН-350, ОЗН-400, Т-590, ЦН-250. Такие электроды применяются для наплавки валов, осей, автосцепок, крестовин, зубьев экскаваторов, лемехов, ножей бульдозеров, катков и звездочек тракторов, колес подвижного состава и т. д.</p> <p>2. Для наплавки деталей, работающих на износ при повышенных температурах, применяют электроды ЦШ-1, ЦШ-2, ЦШ-3, ЦН-4, ЦН-5, ОЗН-1, НЖ-2, ЭН-60М. Применяются для наплавки штампов горячей штамповки, деталей кузнечно-прессового оборудования.</p> <p>3. Электроды для наплавки режущего инструмента: ЦН-1М, Т-216, Т-268, Т-293, ОЗИ-5, ОЗИ-6. Они дают наплавленный металл типа быстрорежущей стали.</p> <p>4. Электроды, предназначенные для наплавки эрозионно-стойких поверхностей деталей, работающих при высоких температурах и в агрессивных средах: ЦН-2, ЦН-3, ЦН-6, ЦН-8. Применяются для наплавки деталей арматуры паровых котлов, насосов и турбин парогенераторов.</p> <p>5. Электроды, предназначенные для сварочных работ: ЦМ-7, УОНИ 13/45, МР-3, АНО-4. Они дают наплавленный металл с высокой твердостью, но не могут существенно повысить износостойкость детали, только дают возможность восстановить её размеры и форму.</p>	<p>Знание</p>								
<p>5</p>	<p><i>Режимы ручной дуговой наплавки</i></p> <p>При ручной дуговой наплавке к параметрам режима сварки относятся сила сварочного тока, напряжение, масса наплавленного металла, расход электродов, род тока, полярность и др.</p> <p><i>Сила сварочного тока:</i>[1]</p> $I_{св} = K \times d_э;$ <p>где К – коэффициент, равный 25–60 А/мм; $d_э$ – диаметр электрода, мм.</p> <p>Коэффициент К в зависимости от диаметра электрода $d_э$ принимается равным по следующей таблице:</p> <table border="1" data-bbox="355 1693 1366 1771"> <tr> <td>$d_э$, мм</td> <td>1 - 2</td> <td>3 - 4</td> <td>5 -</td> </tr> <tr> <td>К, А/мм</td> <td>25 - 30</td> <td>30 - 45</td> <td>45 -</td> </tr> </table> <p>Для большинства марок электродов, используемых при сварке углеродистых и легированных конструкционных сталей, напряжение дуги $U = 22 \text{--} 28 \text{ В}$.</p> <p><i>Масса наплавленного металла:</i>[1]</p> $G_H = F_{нп} \times h_n \times \rho$ <p>где $F_{нп}$ – площадь наплаваемой поверхности, см^2; h_n – требуемая высота наплаваемого слоя, см; ρ – плотность</p> <p><i>Расход электродов:</i>[1]</p>	$d_э$, мм	1 - 2	3 - 4	5 -	К, А/мм	25 - 30	30 - 45	45 -	<p>Знание</p> <p>Понимание</p>
$d_э$, мм	1 - 2	3 - 4	5 -							
К, А/мм	25 - 30	30 - 45	45 -							

Продолжение таблицы 4

	$G_M = G_H \times K_3$ <p>где K_3 - коэффициент, учитывающий расход электродов на 1 кг наплавленного металла (для каждой марки электрода свой коэффициент)</p>																					
6	<p style="text-align: center;"><i>Техника наплавки покрытыми электродами</i></p> <p>Наплавка малоуглеродистых и низколегированных сталей производится обычным способом при обычных условиях. Во время наплавки электрод должен быть наклонен под углом 15 - 20° к вертикали во избежание попадания жидкого шлака на еще не расплавленный основной металл. Наплавка должна осуществляться углом назад. Для получения узкого валика шириной до 1,5 диаметра электрода последний при наплавке перемещают прямолинейно без поперечных колебаний. Однако из-за высокой скорости охлаждения в металле наплавки могут остаться не успевшие выделиться газы и шлаковые включения. С целью устранения таких дефектов при наплавке накладываются более широкие валики, которые получаются при поперечном колебательном перемещении конца электрода. Такой прием увеличивает прогрев кромок валика и замедляет скорость охлаждения сварочной ванны, что уменьшает вероятность появления дефектов [11].</p> <p>Наплавка более широких слоев и большей высоты наплавленного слоя может осуществляться пучком электродов. Он представляет собой несколько сложенных вместе электродов, скрепленных обвязкой и прихватками. В случае необходимости наплавки низкими и широкими валиками применяют пучки из двух или трех электродов, скомпонованных в ряд. Для наплавки более узкими, но высокими валиками применяют пучки из трех электродов, скомпонованных треугольником, или четырех электродов [11].</p> <p>Наплавка должна выполняться короткой дугой, валики накладывают так, чтобы каждый последующий перекрывал предыдущий на 1/2 или 1/3 своей ширины. По высоте слой наплавленного металла устанавливается из расчета, чтобы припуск на механическую обработку составил 2 - 5 мм [11].</p> <p>Между толщиной слоя наплавленного металла, диаметром электрода, числом слоев наплавки и силой тока рекомендуется выдерживать следующие соотношения (таблица 4.1).</p> <p style="text-align: center;">Таблица 4.1 – Соотношения параметров наплавки</p> <table border="1" data-bbox="355 1509 1348 1702"> <thead> <tr> <th data-bbox="355 1509 799 1547">Наименование параметров</th> <th colspan="3" data-bbox="799 1509 1348 1547">Величина параметров</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="355 1547 799 1585">1 Толщина слоя наплавки, мм</td> <td data-bbox="799 1547 967 1585">До 1,5</td> <td data-bbox="967 1547 1174 1585">До 5</td> <td data-bbox="1174 1547 1348 1585">Свыше 5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="355 1585 799 1624">2 Диаметр электрода, мм</td> <td data-bbox="799 1585 967 1624">2</td> <td data-bbox="967 1585 1174 1624">3 - 4</td> <td data-bbox="1174 1585 1348 1624">5 – 6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="355 1624 799 1662">3 Число слоев наплавки</td> <td data-bbox="799 1624 967 1662">-</td> <td data-bbox="967 1624 1174 1662">1 - 2</td> <td data-bbox="1174 1624 1348 1662">2 и более</td> </tr> <tr> <td data-bbox="355 1662 799 1702">4 Сила сварочного тока, А</td> <td data-bbox="799 1662 967 1702">50 - 100</td> <td data-bbox="967 1662 1174 1702">13 - 180</td> <td data-bbox="1174 1662 1348 1702">180 - 240</td> </tr> </tbody> </table> <p>При окончании наплавки усадочный кратер необходимо выводить за пределы рабочей наплавленной поверхности, используя для этой цели выводные планки. После наложения каждого валика с поверхности наплавки удаляются шлак и брызги металла. При наплавке средне и высокоуглеродистых сталей рекомендуется предварительный подогрев металла до температуры 350°. Изделия, подвергнутые ранее термообработке (закалка), перед наплавкой отжигают, после наплавки рекомендуется производить высокий отпуск наплавленного слоя [11].</p>	Наименование параметров	Величина параметров			1 Толщина слоя наплавки, мм	До 1,5	До 5	Свыше 5	2 Диаметр электрода, мм	2	3 - 4	5 – 6	3 Число слоев наплавки	-	1 - 2	2 и более	4 Сила сварочного тока, А	50 - 100	13 - 180	180 - 240	<p>Знание</p> <p>Понимание</p>
Наименование параметров	Величина параметров																					
1 Толщина слоя наплавки, мм	До 1,5	До 5	Свыше 5																			
2 Диаметр электрода, мм	2	3 - 4	5 – 6																			
3 Число слоев наплавки	-	1 - 2	2 и более																			
4 Сила сварочного тока, А	50 - 100	13 - 180	180 - 240																			

Окончание таблицы 4

7	<p><i>Достоинства и недостатки ручной дуговой наплавки</i></p> <p><i>Достоинства:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Универсальность и гибкость при выполнении разнообразных наплавочных работ; • Простота и доступность оборудования и технологии; • Возможность получения наплавленного металла практически любой системы легирования; <p><i>Недостатки:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Низкая производительность; • Тяжелые условия труда; • Непостоянство качества наплавленного слоя; • Большое проплавление основного металла; 	Знание

2.5 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Заварка дефектов литой станины ротора»

Цель лекции - сформировать *знания* конструкции, марке стали, выборе электродов, а также технологии заварки дефектов литой станины ротора. Разделим конспект лекции на дидактические единицы (ДЕ), и определим уровень усвоения каждой.

Таблица 5 - Определение уровня усвоения дидактической единицы

Д.Е. №	Название и содержание Д.Е.	Уровни усвоения Д.Е. (по Б. Блуму)
1	<p><i>Описание конструкции</i></p> <p>Ротор является одним из важнейших узлов установок для бурения скважин нефтяных и газовых скважин. Используется для вращения бурильного инструмента и поддержания колонны бурильных труб при бурении скважин. Роторы изготавливаются трех типоразмеров, включая ротор Р-1260, спроектированный для бурения на шельфе [25].</p> <p>Ротор состоит из станины с расточкой для стакана со смонтированным приводным валом. На столе и станине ротора расположены кольцевые проточки. Они образуют лабиринтные уплотнения для защиты масляной ванны от попадания в нее раствора. В станине так же установлен упорный подшипник, а снизу - вспомогательный подшипник. Вспомогательный подшипник ротора предназначен для центрирования стола ротора и восприятия, направленных вверх нагрузок. Снизу установлено специальное лабиринтное колесо, предохраняющее попадание раствора в масляную ванну [25].</p> <p>Литая станина ротора приспособлена для установки и крепления пневматического клиньевого захвата. Это позволяет механизировать захват и освобождать колонны бурильных и обсадных труб при выпол-</p>	Знание (конкретного материала, терминологии, определений)

Продолжение таблицы 5

	<p>нении спускоподъемных операций. Станина ротора изготавливается из стали марки 35Л и работает при отрицательных температурах до -40°C [25].</p>																																					
2	<p style="text-align: center;"><i>Описание стали</i></p> <p>Сталь 35Л - среднеуглеродистая литая сталь перлитного класса, требующая подогрева при сварке [25].</p> <p>Таблица 5.1 – Общая характеристика стали 35Л [25]</p> <table border="1" data-bbox="354 445 1347 786"> <thead> <tr> <th>Параметр</th> <th>Содержание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Марка:</td> <td>35Л</td> </tr> <tr> <td>Заменитель:</td> <td>30Л, 40Л, 45Л</td> </tr> <tr> <td>Классификация</td> <td>Сталь для отливок нелегированная</td> </tr> <tr> <td>Применение:</td> <td>Станины прокатных станов, зубчатые колеса, бегунки, балансиры и другие детали, работающие под действием средних статистических и динамических нагрузках</td> </tr> </tbody> </table> <p>Таблица 5.2 - Химический состав в % стали 35Л ГОСТ 977 – 88 [7]</p> <table border="1" data-bbox="354 857 1284 976"> <thead> <tr> <th>С</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>S</th> <th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,34</td> <td>0,33</td> <td>0,65</td> <td>0,023</td> <td>0,021</td> </tr> </tbody> </table> <p>Свариваемость стали 35Л – удовлетворительно свариваемая [24].</p> <p>Таблица 5.3 - Механические свойства при T=+20°C материала 35Л [25]</p> <table border="1" data-bbox="354 1122 1347 1496"> <thead> <tr> <th>Сортамент</th> <th>Размер</th> <th>$\sigma_{вМПа}$</th> <th>$\sigma_{т МПа}$</th> <th>$\delta_s\%$</th> <th>$\Psi\%$</th> <th>КСУ кДж/м²</th> <th>Термообработка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Отливки ГОС Т 977 – 88</td> <td>До 100мм</td> <td>500</td> <td>280</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>350</td> <td>Нормализация 860°C – 880°C, отпуск 600°C - 630°C</td> </tr> </tbody> </table> <p>После чистовой механической обработки детали, в станине ротора появились трещины длиной 60 мм, 50 мм, 28 мм и 35 мм [25].</p>	Параметр	Содержание	Марка:	35Л	Заменитель:	30Л, 40Л, 45Л	Классификация	Сталь для отливок нелегированная	Применение:	Станины прокатных станов, зубчатые колеса, бегунки, балансиры и другие детали, работающие под действием средних статистических и динамических нагрузках	С	Si	Mn	S	P	0,34	0,33	0,65	0,023	0,021	Сортамент	Размер	$\sigma_{вМПа}$	$\sigma_{т МПа}$	$\delta_s\%$	$\Psi\%$	КСУ кДж/м ²	Термообработка	Отливки ГОС Т 977 – 88	До 100мм	500	280	15	25	350	Нормализация 860°C – 880°C, отпуск 600°C - 630°C	Знание
Параметр	Содержание																																					
Марка:	35Л																																					
Заменитель:	30Л, 40Л, 45Л																																					
Классификация	Сталь для отливок нелегированная																																					
Применение:	Станины прокатных станов, зубчатые колеса, бегунки, балансиры и другие детали, работающие под действием средних статистических и динамических нагрузках																																					
С	Si	Mn	S	P																																		
0,34	0,33	0,65	0,023	0,021																																		
Сортамент	Размер	$\sigma_{вМПа}$	$\sigma_{т МПа}$	$\delta_s\%$	$\Psi\%$	КСУ кДж/м ²	Термообработка																															
Отливки ГОС Т 977 – 88	До 100мм	500	280	15	25	350	Нормализация 860°C – 880°C, отпуск 600°C - 630°C																															
3	<p style="text-align: center;"><i>Выбор марки электродов</i></p> <p>В соответствии с анализом по свариваемости СТП 50.00 – 2007 рекомендованы следующие марки электродов: АНО – 11; УОНИ 13/55; ОЗЛ – 6 [25].</p> <p>Электроды марки ОЗЛ – 6 в соответствии с СТП 50.00 – 2007 применять не рекомендуется, так как они назначаются с использованием последующей термической обработки [25].</p> <p>Сравнение механических свойств электродов двух других предложенных марок (таблица 5.4 и 5.5) указывает на преимущественное применение марки УОНИ 13/55 [25].</p>	Знание Понимание																																				

Продолжение таблицы 5

<p>Таблица 5.4 - Механические свойства электродов УОНИ 13/55 [9]</p> <table border="1"> <tr> <td>σ_B МПа</td> <td>σ_T МПа</td> <td>δ_s %</td> <td>КСУ кДж/м²</td> </tr> <tr> <td>540</td> <td>410</td> <td>29</td> <td>260</td> </tr> </table>		σ_B МПа	σ_T МПа	δ_s %	КСУ кДж/м ²	540	410	29	260												
σ_B МПа	σ_T МПа	δ_s %	КСУ кДж/м ²																		
540	410	29	260																		
<p>Таблица 5.5 - Механические свойства электродов АНО – 11 [9]</p> <table border="1"> <tr> <td>σ_B МПа</td> <td>σ_T МПа</td> <td>δ_s %</td> <td>КСУ кДж/м²</td> </tr> <tr> <td>550</td> <td>450</td> <td>26</td> <td>190</td> </tr> </table>		σ_B МПа	σ_T МПа	δ_s %	КСУ кДж/м ²	550	450	26	190												
σ_B МПа	σ_T МПа	δ_s %	КСУ кДж/м ²																		
550	450	26	190																		
<p>Кроме того, электроды УОНИ 13/55 обеспечивают получение металла шва с высокой стойкостью к образованию трещин и рекомендованы для сварки при низких температурах (в том числе, в условиях Арктики) [25].</p>																					
4	<p align="center"><i>Технология ремонтной заварки</i></p> <p>С участием сотрудников отдела Главного сварщика (ОГС) Военковой Е.Б. и Потаповой В.В. была разработана следующая технология заварки дефектов станины ротора (таблица 5.6).</p> <p>Таблица 5.6 - Технологическая карта ремонтной сварки станины ротора [25]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Номер операции</th> <th>Содержание операции</th> <th>Используемое оборудование (инструмент)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Засверлить концы трещин сверлом диаметром 12 – 16 мм на расстоянии 6 – 8 мм от видимых концов трещин во всех доступных местах. Трещины разделить механическим путем до здорового металла. Выборка дефектов угольным или газовым резаком запрещается.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Разделанные трещины проконтролировать магнитопорошковой дефектоскопией (МПД) на полноту удаления дефектов. При положительных результатах контроля продолжить проведение ремонта.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Места сварки очистить от грязи, масла, ржавчины и других загрязнений. Подготовка поверхностей под сварку должна быть принята работником ОТК.</td> <td>Углошлифовальная машина</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Окончательно обработанные поверхности, прилегающие к месту сварки, укрыть от брызг асбестовым полотном.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Выполнить предварительный подогрев до $T = 150 - 180^\circ\text{C}$. Температуру подогрева контролировать пирометром ST 25.</td> <td>Пирометр</td> </tr> </tbody> </table>		Номер операции	Содержание операции	Используемое оборудование (инструмент)	1	Засверлить концы трещин сверлом диаметром 12 – 16 мм на расстоянии 6 – 8 мм от видимых концов трещин во всех доступных местах. Трещины разделить механическим путем до здорового металла. Выборка дефектов угольным или газовым резаком запрещается.		2	Разделанные трещины проконтролировать магнитопорошковой дефектоскопией (МПД) на полноту удаления дефектов. При положительных результатах контроля продолжить проведение ремонта.		3	Места сварки очистить от грязи, масла, ржавчины и других загрязнений. Подготовка поверхностей под сварку должна быть принята работником ОТК.	Углошлифовальная машина	4	Окончательно обработанные поверхности, прилегающие к месту сварки, укрыть от брызг асбестовым полотном.		5	Выполнить предварительный подогрев до $T = 150 - 180^\circ\text{C}$. Температуру подогрева контролировать пирометром ST 25.	Пирометр	Знание
Номер операции	Содержание операции	Используемое оборудование (инструмент)																			
1	Засверлить концы трещин сверлом диаметром 12 – 16 мм на расстоянии 6 – 8 мм от видимых концов трещин во всех доступных местах. Трещины разделить механическим путем до здорового металла. Выборка дефектов угольным или газовым резаком запрещается.																				
2	Разделанные трещины проконтролировать магнитопорошковой дефектоскопией (МПД) на полноту удаления дефектов. При положительных результатах контроля продолжить проведение ремонта.																				
3	Места сварки очистить от грязи, масла, ржавчины и других загрязнений. Подготовка поверхностей под сварку должна быть принята работником ОТК.	Углошлифовальная машина																			
4	Окончательно обработанные поверхности, прилегающие к месту сварки, укрыть от брызг асбестовым полотном.																				
5	Выполнить предварительный подогрев до $T = 150 - 180^\circ\text{C}$. Температуру подогрева контролировать пирометром ST 25.	Пирометр																			
			Понимание																		

Окончание таблицы 5

6	Перед сваркой электроды прокалить при температуре $T = 250^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$ в течении одного часа	ST-25	
7	Заварить разделки трещин ручной дуговой сваркой электродами УОНИ 13/55 диаметром 4 мм на постоянном токе обратной полярности, короткой длиной дуги. Во избежание стекания металла сварочной ванны по краям разделок, выходящих на торец, наплавить валик высотой 4 – 5 мм электродами УОНИ 13/55 диаметром 4 мм. Заполнять разделки не допуская перегрева. Первый слой наплавлять на токе $I_{\text{св}} = 110 - 140 \text{ A}$, а последующие слои $I_{\text{св}} = 140 - 180 \text{ A}$. Валики накладывать с перекрытием на 1/3 ширины предыдущего. Наплавка механизированным способом сварки в среде защитных газов не допускается.	Печь для про-калки электродов ПСПЭ 20 - 400 EWM PНОЕ NIX 451 PULS	
8	Тщательная послойная зачистка от шлака		
9	Укрыть места заварок асбестовым полотном до полного охлаждения.		
10	Зачистить поверхности сварки и прилегающие к ним от шлака и брызг под МПД.	Уг-лошлифоваль-ная маши-на	
11	Качество сварки проверить МПД.		
<p>Анализ технологической наследственности брака деталей подобных конструкций выявил возможность использования данной технологии в качестве типовой для ремонтной сварки литых деталей [25].</p>			

2.6 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки»

Цель лекции - сформировать *знания* конструкции, марке стали, выборе электродов, а также технологии ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки. Разделим конспект лекции на дидактические единицы (ДЕ), и определим уровень усвоения каждой.

Таблица 6 - Определение уровня усвоения дидактической единицы

Д.Е. №	Название и содержание Д.Е.	Уровни усвоения Д.Е. (по Б. Блуму)																								
1	<p style="text-align: center;"><i>Описание конструкции</i></p> <p>Буровая лебедка – основной агрегат спуска – подъемного комплекса буровой установки. Она предназначена в основном для создания тягового или тормозного усилия в ведущей ветви талевого каната. Лебедка необходима для подъема и спуска бурильной колонны, ненагруженного элеватора, спуска обсадных колонн, удержания на весу неподвижной колонны или медленного ее опускания при подаче долота на забой в процесс бурения или расширения скважины. Катушечный вал и пневмораскрепитель лебедки часто используют для свинчивания и развинчивания резьбовых соединений бурильных и обсадных труб. Лебедка применяется для перемещения и подъема труб, грунтоносков и других грузов, а также при монтаже буровых вышек и оборудования на них.</p> <p>Буровые лебедки достаточно просты по устройству и компактны. Их масса значительно меньше по сравнению с традиционными с цепной трансмиссией. Зубчатая трансмиссия лебедки позволяет получить на подъемном валу «тихую» и «быструю» скорости. «Быстрая» скорость – для подъема и спуска бурильной колонны и порожнего элеватора, «тихая» скорость предназначена для работы с обсадной колонной и ликвидации аварий. При отказах в сети основного электроснабжения двигатель способен произвести подъем бурильных труб, работая от аварийной дизельной электростанции.</p> <p style="text-align: center;">Барaban лебедки изготавливается из стали марки 40X.</p>	Знание (конкретного материала, терминологии, определений)																								
2	<p style="text-align: center;"><i>Описание стали</i></p> <p>Сталь 40X – конструкционная, доэвтектоидная, низколегированная, качественная сталь.</p> <p>Таблица 6.1 –Общая характеристика стали 40X [8]</p> <table border="1" data-bbox="355 1335 1350 1599"> <thead> <tr> <th>Параметр</th> <th>Содержание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Марка:</td> <td>40X</td> </tr> <tr> <td>Заменитель:</td> <td>45X, 38XA, 40XH, 40XC, 40XF, 40XP</td> </tr> <tr> <td>Применение:</td> <td>Оси, валы, вал – шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности</td> </tr> </tbody> </table> <p>Таблица 6.2 – Химический состав стали 40X, % [8]</p> <table border="1" data-bbox="355 1671 1350 1787"> <thead> <tr> <th>C %</th> <th>Si %</th> <th>Mn %</th> <th>Ni %</th> <th>S %</th> <th>P %</th> <th>Cr %</th> <th>Cu %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,36 – 0,44</td> <td>0,17 – 0,37</td> <td>0,5 – 0,8</td> <td>До 0,3</td> <td>До 0,035</td> <td>До 0,035</td> <td>0,8 – 1,1</td> <td>До 0,3</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Свариваемость стали 40X – трудно свариваемая [8]</p>	Параметр	Содержание	Марка:	40X	Заменитель:	45X, 38XA, 40XH, 40XC, 40XF, 40XP	Применение:	Оси, валы, вал – шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности	C %	Si %	Mn %	Ni %	S %	P %	Cr %	Cu %	0,36 – 0,44	0,17 – 0,37	0,5 – 0,8	До 0,3	До 0,035	До 0,035	0,8 – 1,1	До 0,3	Знание
Параметр	Содержание																									
Марка:	40X																									
Заменитель:	45X, 38XA, 40XH, 40XC, 40XF, 40XP																									
Применение:	Оси, валы, вал – шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности																									
C %	Si %	Mn %	Ni %	S %	P %	Cr %	Cu %																			
0,36 – 0,44	0,17 – 0,37	0,5 – 0,8	До 0,3	До 0,035	До 0,035	0,8 – 1,1	До 0,3																			

Продолжение таблицы 6

	<p>Таблица 6.3 – Механические свойства стали 40Х в зависимости от температуры отпуска[8]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Температура отпуска °С</th> <th>Предел прочности σ_B МПа</th> <th>Предел текучести σ_T МПа</th> <th>Относительное удлинение δ_s %</th> <th>Относительное сужение Ψ %</th> <th>Ударная вязкость КСУ кДж/м²</th> <th>Твердость НВ МПа</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>200</td> <td>1560</td> <td>1760</td> <td>8</td> <td>35</td> <td>29</td> <td>552</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>1390</td> <td>1610</td> <td>8</td> <td>35</td> <td>20</td> <td>498</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>1180</td> <td>1320</td> <td>9</td> <td>40</td> <td>49</td> <td>417</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>910</td> <td>1150</td> <td>11</td> <td>49</td> <td>69</td> <td>326</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>720</td> <td>860</td> <td>14</td> <td>60</td> <td>147</td> <td>265</td> </tr> </tbody> </table> <p>В результате ошибки при механической обработке обечайки лебедки, изготовленной из стали марки 40Х, в одном из четырех секторов модуля буровой лебедки ЛБУ – 1500 АС возник брак, заключающийся в недопустимом смещении рисок и ручьев, а также в срезке вершин ручьев.</p>	Температура отпуска °С	Предел прочности σ_B МПа	Предел текучести σ_T МПа	Относительное удлинение δ_s %	Относительное сужение Ψ %	Ударная вязкость КСУ кДж/м ²	Твердость НВ МПа	200	1560	1760	8	35	29	552	300	1390	1610	8	35	20	498	400	1180	1320	9	40	49	417	500	910	1150	11	49	69	326	600	720	860	14	60	147	265	
Температура отпуска °С	Предел прочности σ_B МПа	Предел текучести σ_T МПа	Относительное удлинение δ_s %	Относительное сужение Ψ %	Ударная вязкость КСУ кДж/м ²	Твердость НВ МПа																																						
200	1560	1760	8	35	29	552																																						
300	1390	1610	8	35	20	498																																						
400	1180	1320	9	40	49	417																																						
500	910	1150	11	49	69	326																																						
600	720	860	14	60	147	265																																						
3	<p style="text-align: center;"><i>Выбор марки электродов</i></p> <p>В соответствии с анализом по свариваемости СТП 50.00 – 2007 рекомендованы следующие марки электродов: АНО – 11; УОНИ 13/55; УОНИ 13/65; УОНИ 13/85; ОЗЛ – 6 [37].</p> <p>Таблица 6.4 – Типичные механические свойства при наплавке электродом АНО – 11 [9]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Предел прочности σ_B МПа</th> <th>Предел текучести σ_T МПа</th> <th>Относительное удлинение δ_s %</th> <th>Ударная вязкость КСУ кДж/м²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>550</td> <td>450</td> <td>26</td> <td>190</td> </tr> </tbody> </table> <p>Таблица 6.5 – Типичные механические свойства при наплавке электродом УОНИ 13/55 [9]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Предел прочности σ_B МПа</th> <th>Предел текучести σ_T МПа</th> <th>Относительное удлинение δ_s %</th> <th>Ударная вязкость КСУ кДж/м²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>540</td> <td>410</td> <td>29</td> <td>260</td> </tr> </tbody> </table> <p>Таблица 6.6 – Типичные механические свойства при наплавке электродом УОНИ 13/65 [9]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Предел прочности σ_B МПа</th> <th>Предел текучести σ_T МПа</th> <th>Относительное удлинение δ_s %</th> <th>Ударная вязкость КСУ кДж/м²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>630</td> <td>500</td> <td>24</td> <td>180</td> </tr> </tbody> </table>	Предел прочности σ_B МПа	Предел текучести σ_T МПа	Относительное удлинение δ_s %	Ударная вязкость КСУ кДж/м ²	550	450	26	190	Предел прочности σ_B МПа	Предел текучести σ_T МПа	Относительное удлинение δ_s %	Ударная вязкость КСУ кДж/м ²	540	410	29	260	Предел прочности σ_B МПа	Предел текучести σ_T МПа	Относительное удлинение δ_s %	Ударная вязкость КСУ кДж/м ²	630	500	24	180	<p>Знание</p> <p>Понимание</p>																		
Предел прочности σ_B МПа	Предел текучести σ_T МПа	Относительное удлинение δ_s %	Ударная вязкость КСУ кДж/м ²																																									
550	450	26	190																																									
Предел прочности σ_B МПа	Предел текучести σ_T МПа	Относительное удлинение δ_s %	Ударная вязкость КСУ кДж/м ²																																									
540	410	29	260																																									
Предел прочности σ_B МПа	Предел текучести σ_T МПа	Относительное удлинение δ_s %	Ударная вязкость КСУ кДж/м ²																																									
630	500	24	180																																									

Продолжение таблицы 6

<p>Таблица 6.7 – Типичные механические свойства при наплавке электродом УОНИ 13/85 [9]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Предел прочности σ_B МПа</th> <th>Предел текучести σ_T МПа</th> <th>Относительное удлинение δ_s %</th> <th>Ударная вязкость КСУ кДж/м²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">940</td> <td style="text-align: center;">780</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">110</td> </tr> </tbody> </table>		Предел прочности σ_B МПа	Предел текучести σ_T МПа	Относительное удлинение δ_s %	Ударная вязкость КСУ кДж/м ²	940	780	15	110															
Предел прочности σ_B МПа	Предел текучести σ_T МПа	Относительное удлинение δ_s %	Ударная вязкость КСУ кДж/м ²																					
940	780	15	110																					
<p>Таблица 6.8 – Типичные механические свойства при наплавке электродом ОЗЛ –6 [9]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Предел прочности σ_B МПа</th> <th>Предел текучести σ_T МПа</th> <th>Относительное удлинение δ_s %</th> <th>Ударная вязкость КСУ кДж/м²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">610</td> <td style="text-align: center;">410</td> <td style="text-align: center;">33</td> <td style="text-align: center;">150</td> </tr> </tbody> </table> <p>Сравнение типичных механических свойств, полученных при наплавке электродами, рекомендованными СТП 50.00 – 2007 «Свариваемость сталей. Классификация» с учетом условий эксплуатации конструкции, определило выбор электродом марки ОЗЛ – 6 при условии наплавки поверхностного слоя электродом, обеспечивающим получение наплавленного металла с повышенной стабильностью показателей твердости и износостойкости в широком диапазоне скоростей охлаждения наплаваемых деталей, например марки ОЗН – 300М.</p> <p>Таблица 6.9 – Типичный химический состав металла, наплавленного электродом марки ОЗН – 300М, % [9]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>С %</th> <th>Mn %</th> <th>Si %</th> <th>S %</th> <th>P %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0,1</td> <td style="text-align: center;">0,3</td> <td style="text-align: center;">1,3</td> <td style="text-align: center;">0,02</td> <td style="text-align: center;">0,03</td> </tr> </tbody> </table> <p>Таблица 6.10 – Типичная твердость металла, наплавленного электродом марки ОЗН – 300М [9]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Вид термической обработки после наплавки</th> <th>Твердость НВ МПа</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Без термической обработки (исходное состояние)</td> <td style="text-align: center;">330</td> </tr> </tbody> </table>		Предел прочности σ_B МПа	Предел текучести σ_T МПа	Относительное удлинение δ_s %	Ударная вязкость КСУ кДж/м ²	610	410	33	150	С %	Mn %	Si %	S %	P %	0,1	0,3	1,3	0,02	0,03	Вид термической обработки после наплавки	Твердость НВ МПа	Без термической обработки (исходное состояние)	330	
Предел прочности σ_B МПа	Предел текучести σ_T МПа	Относительное удлинение δ_s %	Ударная вязкость КСУ кДж/м ²																					
610	410	33	150																					
С %	Mn %	Si %	S %	P %																				
0,1	0,3	1,3	0,02	0,03																				
Вид термической обработки после наплавки	Твердость НВ МПа																							
Без термической обработки (исходное состояние)	330																							
4	<p style="text-align: center;"><i>Технология ремонтной наплавки</i></p> <p>С учетом вышеизложенного разработана технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки ЛБУ – 1500 АС (таблица 11)</p> <p>Таблица 6.11 - Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки ЛБУ – 1500 АС</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Номер операции</th> <th>Содержание операции</th> <th>Использ.пользуемое оборудование (инструмент)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Номер операции	Содержание операции	Использ.пользуемое оборудование (инструмент)				<p>Знание</p> <p>Понимание</p>																
Номер операции	Содержание операции	Использ.пользуемое оборудование (инструмент)																						

Продолжение таблицы 6

<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p>	<p>Установить сектор в удобное для наплавки положение. С внутренней стороны сектора установить распорки крест-накрест (в месте будущей наплавки и по краям сектора).</p> <p>Место под наплавку очистить от грязи, масла, обезжирить ацетоном и других загрязнений. Подготовка поверхностей под наплавку должна быть принята работником ОТК.</p> <p>Произвести предварительный подогрев места наплавки до $T = 150 - 200^{\circ}\text{C}$. Температуру подогрева контролировать пирометром ST 25.</p> <p>Перед наплавкой электроды марки ОЗЛ - 6 прокалить при температуре $T = 190^{\circ}\text{C} - 210^{\circ}\text{C}$ в течении одного часа.</p> <p>Произвести наплавку дефектного участка электродами марки ОЗЛ – 6 диаметром 4 мм на постоянном токе обратной полярности, короткой длиной дуги. <i>Режимы наплавки:</i> $I_{\text{св}} = 80 - 140 \text{ А}$ Наплавку первого слоя производить узкими валиками, без колебательных движений. Последующие слои накладывать с перекрытием 1/3 ширины предыдущего после тщательной зачистки предыдущих валиков от шлака. Межваликовая температура не должна опускаться ниже 150°C. Наплавку выполнить до высоты на 2 мм меньше чем номинальный размер ручьев.</p> <p>По окончании наплавки укутать сектор в асбестовое полотно. Остывание после наплавки на воздухе не допускается.</p> <p>Термическая обработка: стабилизирующий отпуск при температуре $550^{\circ}\text{C} - 560^{\circ}\text{C}$.</p> <p>Перед наплавкой электроды марки ОЗН – 300М прокалить при температуре $T = 300^{\circ}\text{C}$ в течении одного часа.</p> <p>Произвести наплавку ремонтных участков сектора электродами марки ОЗН – 300М диаметром 4 мм на постоянном токе обратной полярности, короткой длиной дуги. Наплавка данными электродами обеспечивает твердость 300 – 330 НВ. <i>Режимы наплавки:</i> $I_{\text{св}} = 120 - 160 \text{ А}$. Предварительно режим подобрать на технологической пластине. Наплавку выполнить в размер – номинальный размер</p>	<p>Пирометр ST-25</p> <p>Печь для прокали электродов ПСПЭ 20 – 400</p> <p>EWM PНОЕ NIX 451 PULS</p> <p>Печь с выкатным подом ПВП 20.30.2 0/12,5 М</p> <p>Печь для прокали электродов EWM</p>	
--	---	--	--

Окончание таблицы 6

	<p>вершины ручья + 5 мм. После полного остывания сектора произвести удаление распорок. Место приварки распорок зачистить.</p> <p>10 По истечению 48 часов провести визуальный измерительный контроль (ВИК) наплавленных участков и околошовной зоны на предмет обнаружения трещин.</p> <p>11 Произвести контроль проникающими веществами и МПД.</p> <p>12 Передать сектор на механическую обработку.</p>	<p>PHOE NIX 451 PULS</p> <p>Уг- лошли фоваль валь- ная маши- на</p> <p>УШС, лупа 4^x крат- ного увели- чения</p>	
<p>Анализ технологической наследственности брака деталей подобных конструкций выявил возможность использования данной технологии в качестве типовой для ремонтной сварки литых деталей [25].</p>			

2.7 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Карбонитрация»

Цель лекции - сформировать *знания* об исторической справке, сущности, применении на производстве и преимуществах карбонитрации. Разделим конспект лекции на дидактические единицы (ДЕ), и определим уровень усвоения каждой.

Таблица 7 - Определение уровня усвоения дидактической единицы

Д.Е. №	Название и содержание Д.Е.	Уровни усвоения Д.Е. (по Б. Блуму)
1	<p style="text-align: center;"><i>Историческая справка</i></p> <p>История процесса жидкостного азотирования берет свое начало еще с 30-х годов прошлого столетия. Окончательно задача, связанная с разработкой технологически приемлемой жидкой среды для низкотемпературного упрочнения металлических изделий, была решена в 70-е годы в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Именно тогда была предложена к промышленному применению экологически чистая технология и получив-</p>	Знание (конкретного материала, терминологии, определе-

Продолжение таблицы 7

	<p>шая название – «карбонитрация».</p> <p>Карбонитрация (разновидность химико-термической обработки), разработанная проф. Прокошкиным Д.А. в начале 70-х годов в СССР, проводится в расплаве цианата калия при температуре 570°C. Она создает на поверхности стальных и чугуновых деталей тонкий (10мкм), но твердый (до HV800 и более) слой карбонитрида (химическое соединение азота с углеродом и железом), под которым располагается зона (~0,3мм) твердого раствора азота в железе с уменьшающейся твердостью по мере удаления от поверхности [34].</p> <p>В России в последние годы процесс карбонитрации также находит все более широкое распространения на предприятиях машиностроительной отрасли.</p>	ний)
2	<p style="text-align: center;"><i>Сущность процесса</i></p> <p>Такие виды химико-термической обработки, как цементация, азотирование и борирование нашли широкое применение на предприятиях всех отраслей промышленности для повышения износостойкости различных деталей оборудования. Но эти технологии имеют такие недостатки, как высокая температура нагрева детали, большая длительность протекания процесса для получения требуемой толщины износостойкого слоя и высокая себестоимость процесса. Эти недостатки отсутствуют у технологии карбонитрации, известной за рубежом, как <i>tenifer</i>-процесс. Так как процесс протекает в расплаве солей цианатов и карбонатов при температуре 550-570°C с предварительным подогревом деталей (350°C), то это не вызывает деформаций и не требует трудоемкой чистовой обработки (шлифовки) упрочненных поверхностей. При этом процесс карбонитрации происходит в 2-3 раза быстрее по сравнению с широко применяемыми видами ХТО[19].</p> <p>Суть карбонитрации или метода «жидкостного» азотирования заключается в упрочнении поверхностного слоя изделий из стали и чугуна методом диффузионного насыщения азотом и углеродом в расплаве солей, синтезированных из аммоноуглеродных соединений (меламин, мелон, дициандиаид), при температуре 560-580°C.</p> <p>Поскольку данный процесс предполагает одновременное насыщение, как азотом, так и углеродом, то в поверхностном слое металла образуются карбонитридные фазы, которые являются более пластичными и не имеют такой хрупкости, как чисто нитридные, получаемые при газовом азотировании, являющимся наиболее близким аналогом описываемого метода.</p> <p>Среди всех технологий низкотемпературного упрочнения, он является наиболее экономичным процессом, так как при одинаковых требованиях к толщине упрочненного слоя в 5 и более, раз сокращается длительность насыщения (до 0,5-4 ч, вместо 10-60 ч), по сравнению с газовым азотированием.</p> <p>Сущность метода карбонитрации заключается в том, что детали машин из конструкционных, нержавеющей, теплостойких инструментальных и быстрорежущих сталей подвергают нагреву в расплаве солей при 540-600°C с выдержками 5-40 мин для режущего инструмента и 1-6 ч для деталей машин и штампового инструмента в зависимости от требуемой толщины упрочненного слоя. Процесс карбонитрации прост в осуществлении, не требует сложного оборудования. Стоимость обработки в зависимости от размера деталей и компоновки садки не превышает 2-8% стоимости детали. Применение карбонитрации для об-</p>	<p>Знание</p> <p>Понимание</p>

Продолжение таблицы 7

	<p>работки деталей повышает усталостную прочность на 50-80%, резко увеличивает износостойкость по сравнению с цементацией, нитроцементацией, газовым азотированием, обеспечивает минимальные величины деформаций и микронную точность деталей. Технология применима для упрочнения деталей из любых марок сталей и чугуна. Процесс карбонитрации позволяет обеспечить: высокую скорость нагрева, равномерность температуры в объеме ванны, в широких пределах регулировать скорость охлаждения и, как правило, является окончательной операцией технологического цикла изготовления деталей. Карбонитрация деталей, изготавливаемых из конструкционных сталей, обеспечивает получение высоких значений поверхностной твердости и сопротивления износу и может применяться без последующей механической обработки.</p>																													
3	<p style="text-align: center;"><i>Применение карбонитрации на производстве</i></p> <p>Испытания на трение показали существенное увеличение износостойкости различных материалов в результате карбонитрации [20]. Появление в промышленности в 90-х годах 20-го века переносных ультразвуковых твердомеров сделало контроль качества карбонитрации экономичным и быстрым, что благоприятствовало расширению ее применения (таблица 7.1) [29].</p> <p style="text-align: center;">Таблица 7.1 – Твердость карбонитрированных деталей, измеренная прибором УЗИТ – 3</p> <table border="1" data-bbox="354 994 1348 1111"> <tr> <td>Сталь</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>40X</td> <td>65Г</td> <td>30X13</td> <td>X18H10</td> <td>Чугун серый</td> </tr> <tr> <td>HRC</td> <td>35</td> <td>45</td> <td>50</td> <td>60</td> <td>65</td> <td>65</td> <td>50</td> </tr> </table> <p>Карбонитрация применяется в качестве финишной технологии, что сокращает трудоемкость изготовления за счет исключения механической обработки твердого закаленного слоя (таблица 7.2)</p> <p style="text-align: center;">Таблица 7.2 – Сравнение технологических процессов изготовления деталей [29]</p> <table border="1" data-bbox="354 1366 1348 1854"> <thead> <tr> <th>Типовое изготовление деталей</th> <th>Изготовление деталей с карбонитрацией</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Черновая механическая обработка</td> <td>1 Черновая и чистовая механическая обработка</td> </tr> <tr> <td>2 Перевозка на термический участок (цех, завод) для проведения закалки ТВЧ или цементации или улучшения</td> <td>2 Перевозка на термический участок (цех, завод) для карбонитрации</td> </tr> <tr> <td>3 Проведение термической обработки</td> <td>3 Проведение карбонитрации</td> </tr> <tr> <td>4 Перевозка на участок (цех, завод) для чистовой механической обработки</td> <td>4 Отсутствует</td> </tr> <tr> <td>5 Чистовая механическая обработка (правка, шлифовка)</td> <td>5 Отсутствует</td> </tr> </tbody> </table> <p>Удешевление продукции является дополнительным стимулом к применению карбонитрации в дополнении к увеличению ее износостойкости, о чем можно судить по результатам испытаниям на трение [21]. На рисунке (износ дисков) видно, что если трудоемкая закалка с</p>	Сталь	20	40	40X	65Г	30X13	X18H10	Чугун серый	HRC	35	45	50	60	65	65	50	Типовое изготовление деталей	Изготовление деталей с карбонитрацией	1 Черновая механическая обработка	1 Черновая и чистовая механическая обработка	2 Перевозка на термический участок (цех, завод) для проведения закалки ТВЧ или цементации или улучшения	2 Перевозка на термический участок (цех, завод) для карбонитрации	3 Проведение термической обработки	3 Проведение карбонитрации	4 Перевозка на участок (цех, завод) для чистовой механической обработки	4 Отсутствует	5 Чистовая механическая обработка (правка, шлифовка)	5 Отсутствует	<p>Знание</p> <p>Понимание</p> <p>Знание</p>
Сталь	20	40	40X	65Г	30X13	X18H10	Чугун серый																							
HRC	35	45	50	60	65	65	50																							
Типовое изготовление деталей	Изготовление деталей с карбонитрацией																													
1 Черновая механическая обработка	1 Черновая и чистовая механическая обработка																													
2 Перевозка на термический участок (цех, завод) для проведения закалки ТВЧ или цементации или улучшения	2 Перевозка на термический участок (цех, завод) для карбонитрации																													
3 Проведение термической обработки	3 Проведение карбонитрации																													
4 Перевозка на участок (цех, завод) для чистовой механической обработки	4 Отсутствует																													
5 Чистовая механическая обработка (правка, шлифовка)	5 Отсутствует																													

	<p>отпуском легированной стали 30ХГСА в несколько раз снижает износ по отношению к углеродистой стали 45 в неупрочненном состоянии, то карбонитрация – в несколько десятков раз.</p> <p>Подвесы бортов думпкара 2ВС-105 относятся к быстро изнашиваемым узлам трения, износ которых может становиться причиной вывода думпкаров из эксплуатации. Замена подвесов – процесс трудоемкий, что увеличивает ремонтные простои и ремонтные затраты. Изготовление втулок и валиков подвеса производится прямо в ремонтном депо и не предполагает упрочнения. Все перечисленное стало основанием к применению их карбонитрации, которая дала сначала визуальное снижение износа рисунок (износ узла), а затем сокращение годового потребления деталей подвеса, таблица 7.3. [29].</p> <p>Таблица 7.3 – Расход деталей подвеса за 2012 – 2016 гг.</p> <table border="1" data-bbox="355 667 1348 817"> <thead> <tr> <th>Год</th> <th>2013</th> <th>2014</th> <th>2015</th> <th>2016</th> <th>Сокращение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Втулки</td> <td>4424</td> <td>3126</td> <td>2374</td> <td>1780</td> <td>60%</td> </tr> <tr> <td>Валики</td> <td>2068</td> <td>1260</td> <td>1088</td> <td>920</td> <td>56%</td> </tr> </tbody> </table> <p>На рисунке (валы-шестерни) показан вал-шестерня редуктора перемещения карьерного бурового станка СБШ-250. Его упрочнение закалкой ТВЧ не обеспечивало наработки до очередного (ежегодного) капитального ремонта, поэтому замену (ежеквартально) проводили прямо в карьере.</p> <p>Применение карбонитрации замедлило износ, что существенно, примерно в 5-7 раз, сократило годовой расход валов-шестерней и устранило внеплановые ежеквартальные ремонтные простои буровых станков. Благодаря этому был обеспечен рост объем бурения, необходимый для увеличения добычи руды на 10-15%, при сокращении число занятых в работе станков, рисунок (изменение годового потребления) [28].</p> <p>Вывод: применение карбонитрации способствует не только сокращению расхода запасных частей, но уменьшению ремонтных простоев оборудования, увеличению его годовой выработки, в конечном счете – росту производительности труда.</p>	Год	2013	2014	2015	2016	Сокращение	Втулки	4424	3126	2374	1780	60%	Валики	2068	1260	1088	920	56%	
Год	2013	2014	2015	2016	Сокращение															
Втулки	4424	3126	2374	1780	60%															
Валики	2068	1260	1088	920	56%															
4	<p><i>Преимущества процесса карбонитрации</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • высокая скорость и равномерность насыщения и нагрева; • снижение термических напряжений, что обеспечивает минимальные величины деформаций в пределах допуска чертежа (обеспечивает микронную точность); • регулирование в широких пределах скорости охлаждения после насыщения; • повышение усталостной прочности деталей на 50-80%; • значительное увеличение износостойкости деталей (в 2-11 раз), по сравнению с цементацией, нитроцементацией, газовым азотированием, • технология применима для упрочнения деталей из любых марок сталей и чугуна; • является наиболее экономичным процессом, т.к. сокращает длительность насыщения до 0,5-4 ч, вместо 10-60 ч при газовом азотировании; • отсутствует хрупкость карбонитрированного слоя; 	Знание																		

Окончание таблицы 7

	<ul style="list-style-type: none"> • повышение коррозионной стойкости перлитных сталей в 1,5-2 раза; • снижение коэффициента трения в 1,5-5 раз. 	
--	--	--

2.8 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Электроискровое легирование»

Цель лекции - сформировать *знания* о сущности процесса, электродных материалов, оборудовании и преимуществах метода ЭИЛ. Разделим конспект лекции на дидактические единицы (ДЕ), и определим уровень усвоения каждой.

Таблица 8 - Определение уровня усвоения дидактической единицы

Д.Е. №	Название и содержание Д.Е.	Уровни усвоения Д.Е. (по Б. Блуму)
1	<p><i>Сущность процесса</i></p> <p>В настоящее время достаточно широко применяется метод электроискрового легирования (ЭИЛ) для повышения эксплуатационной прочности конструкционных материалов.</p> <p>Способ электроискровой обработки металлов, разработанный Б.Р. Лазаренко и Н.И. Лазаренко [12], основан на явлении электрической эрозии материалов при искровом разряде в газовой среде (преимущественно на воздухе), полярного переноса продуктов эрозии на катод (деталь), на поверхности которого формируется слой измененной структуры и состава. В результате электрического пробоя межэлектродного промежутка возникает искровой разряд, в котором поток электронов приводит к локальному разогреву электрода (анода). На поверхности катода под действием значительных тепловых нагрузок происходят микро металлургические и сопутствующие им процессы (термомеханические, гидродинамические, диффузионные), осуществляющие перемешивание материала катода и анода, при взаимодействии с компонентами газовой среды, что способствует образованию высокой адгезии между основой и формируемым слоем. Поэтому электроискровое легирование следует считать методом создания новых композиционных материалов. В первую очередь это относится к тугоплавким покрытиям, наиболее существенно и принципиально изменяющим свойства верхнего слоя материала. Величина этих изменений определяется составом, структурой, свойствами материалов электродов и технологическими параметрами процесса ЭИЛ [12].</p> <p>На рисунке (общая схема ЭИЛ) приведена общая схема процесса ЭИЛ с вибрирующим анодом в виде компактного электрода и изображение образующегося верхнего слоя. Процесс ЭИЛ начинается со</p>	<p>Знание (конкретного материала, терминологии, определений)</p> <p>Понимание</p>

Продолжение таблицы 8

	<p>к.– повышение коррозионной стойкости; ж.– повышение жаростойкости; р.и. – повышение стойкости режущего инструмента; ш.о.– повышение стойкости штамповой оснастки; э.к.– повышение работоспособности электрических контактов; м.о. – повышение стойкости металлургического оборудования; с.о.– повышение стойкости сельскохозяйственного оборудования.</p>	
3	<p style="text-align: center;"><i>Оборудование для ЭИЛ</i></p> <p>Одной из основных задач внедрения процесса электроискрового легирования в производство является работа по совершенствованию электронных схем генераторов импульсов, проектированию и изготовлению эффективных установок для осуществления этого процесса.</p> <p>В основу разработки новых конструкций установок определяются задачи повышения надежности и стабильности работы, уменьшение удельных энергозатрат на процесс, повышения производительности, мобильность, простота в обслуживании.</p> <p>В настоящее время технологический процесс ЭИЛ компактными электродами реализуется при применении универсальных установок с ручным управлением, механизированных и специальных установок (комплексов), относящихся к классу электромеханических устройств. Установки для ЭИЛ универсальные с ручным управлением комплектуются генератором импульсов электрического тока; вибратором; инструментами (электродами), которыми производится легирование, и приспособлениями для закрепления обрабатываемых деталей. Механизированные и автоматизированные установки (комплексы) состоят из следующих блоков: генераторов импульсов электрического тока с органами управления; головок одноэлектродных, многоэлектродных для закрепления электродов и передачи определенного движения относительно поверхности детали; набора инструментов (электродов); станков, в которые устанавливаются обрабатываемые детали и головки с электродами. Могут быть использованы универсальные станки, станки с ЧПУ, а также специальные станки. Кроме этого для автоматизированных комплексов необходимо наличие вычислительного комплекса с блоком управления генератором импульсов и механическими движениями электрода и детали, включающий банк данных по процессам ЭИЛ, и блок согласования сигналов, поступающих с датчиков контроля параметров качества образуемых покрытий, с входом в вычислительный комплекс [28].</p> <p>На рисунке (основные схемы установок для ЭИЛ) приведены основные схемы установок для ЭИЛ компактными электродами:</p> <ul style="list-style-type: none"> • с ручным управлением; • механизированная установка для ЭИЛ (для обработки цилиндрической поверхности); • автоматизированный комплекс для ЭИЛ (для обработки цилиндрической поверхности) [28]. <p>Первые установки для ЭИЛ были разработаны и изготовлены Центральной научно-исследовательской лабораторией электрической обработки материалов АН СССР (ЦНИЛ – ЭЛЕКТРОМ) под руководством авторов метода Б.Р.Лазаренко и Н.И.Лазаренко (1953г.).</p> <p>Позднее в ЦНИИТМАШ были созданы установки моделей ЭАИ-1, ИЕ-2, ИЕ-2М, ИАС-2М, ИАС-3, особенностью которых являлось ис-</p>	<p>Знание</p> <p>Понимание</p> <p>Знание</p>

Окончание таблицы 8

	<p>пользование напряжений на электродах до 50 В с рабочим током до 30 А и значительной емкостью конденсаторных батарей [3].</p> <p>Наиболее распространенные модели: Элитрон-16, Элитрон-22А, Элитрон-52Б, Electroarc, MoldDoctor (США); Tucadur 2000, Eroleg (Германия); SNPM1 (Франция); Depozitron, SparkDepo mod.500, 300, 200, MicroDepo mod.100, 140, (Япония); Cosmeca A.G., Carbidor (Швейцария); Rocklinizer mod.500, mod.600, mod.1000 (Ю.Корея); D9105А, D9110А, D9130А (Китай); Duromatic (Венгрия); ARC1, ARC2, ARC3 (Индия), ЕЛФА (Болгария); ЭИЛВ-8 (Украина); UR-121, ВЕКТОР 24 NL (Россия).</p>	
4	<p style="text-align: center;"><i>Преимущества процесса ЭИЛ</i></p> <p>Метод поверхностного упрочнения получил развитие, благодаря ряду потребительских свойств:</p> <ul style="list-style-type: none"> • возможность осуществлять точечное воздействие на площади, не превышающей долей миллиметра; защита окружающей поверхности не требуется; • обеспечение надёжного контакта нанесённой лигатуры с основной поверхностью обрабатываемой детали, — высокая степень адгезии; объясняется тем, что при процессе происходит частичная диффузия (проникновение) вглубь металла; • возникновение небольшого теплового фона; в результате, отсутствует нагрев поверхности, не возникает деформация изделия; • простой технологический процесс; не требуется специальной подготовки поверхности; • энергоёмкость не превышает 2 кВт; • оборудование имеет небольшие габаритные размеры и массу, вследствие этого, транспортабельно в качестве ручной кледи; • высокий КПД, — массовый перенос металла находится в диапазоне 60-80%. 	Знание

2.9 Отбор содержания и мультимедийных средств для проведения лекции по теме «Плазменная закалка»

Цель лекции – сформировать *знания* о сущности процесса, оборудовании, технологии, достоинствах и недостатках плазменной закалки. Разделим конспект лекции на дидактические единицы (ДЕ), и определим уровень усвоения каждой.

Таблица 9 –Определение уровня усвоения дидактической единицы

Д.Е. №	Название и содержание Д.Е.	Уровни усвоения Д.Е. (по Б. Блуму)
1	<p style="text-align: center;"><i>Сущность процесса</i></p> <p>Сущность плазменного термоупрочнения железоуглеродистых сплавов заключается в нагреве локального участка поверхности детали выше критических температур фазовых переходов (A_{c1}, A_{c3}, A_{cm}) и последующем охлаждении с высокой скоростью, гарантирующей образование закалочных структур. Как и при обычной термообработке, особенности полученного в результате плазменной закалки структурного состояния определяются степенью гомогенизации аустенита при нагреве, его продолжительностью, а также исходными составом и структурой сплава. Окончательное структурное состояние и свойства, сформированные в зоне термического влияния после поверхностного нагрева, зависят от скорости охлаждения в температурном интервале наименьшей устойчивости аустенита, состава и размеров его зерна, ряда других факторов, определяемых параметрами термического цикла в ЗТВ [36].</p> <p>Для генерации концентрированного потока энергии при плазменной закалке используются специальные устройства – плазмотроны (рисунок – схемы аргонодуговой горелки). В сравнении с обычной свободно горящей дугой, генерируемой горелкой с неплавящимся электродом в защитной атмосфере аргона (рисунок – схема аргонодуговой горелки с неплавящимся электродом), плазменная дуга при сопоставимой электрической мощности имеет повышенную (15000 – 20000 К) температуру и более сосредоточенный тепловой поток [26]. Это достигается уменьшением проводящего сечения дуги, сжатой в канале сопла потоком плазмообразующего газа, молекулы которого, в свою очередь, ионизируются в столбе дугового разряда, повышая тем самым долю ионного тока.</p> <p>Большинство плазмотронов работает на постоянном токе прямой полярности (отрицательный потенциал на электроде), поскольку тепловыделение в анодном пятне дуги выше, чем в катодном. Такое распределение потенциалов увеличивает термический КПД нагрева детали и снижает тепловую нагрузку на электрод.</p> <p>В плазмотронах, генерирующих сжатую дугу прямого действия, горящую между электродом и поверхностью детали (рисунок – схема аргонодуговой горелки прямого действия), теплопередача в деталь осуществляется за счет теплопроводности, конвекции, излучения и кинетической энергии заряженных частиц, запасенной в электрическом поле.</p> <p>В плазмотронах, генерирующих дугу косвенного действия, горящую между электродом и соплом плазмотрона (рисунок – схема аргонодуговой горелки косвенного действия), теплопередача в деталь осуществляется струей газодинамического потока посредством теплопроводности, конвекции и излучения, поэтому эффективность нагрева ниже. Имеющиеся в литературе сведения о поверхностной закалке плазмотронами косвенного действия [23] позволяют отнести к преимуществам такой схемы нагрева меньшие, чем при обработке дугой прямого действия, скорости нагрева и охлаждения. Это позволяет получить глубину закаленного слоя 2,5 – 3,5 мм, что превышает аналогичный по-</p>	<p>Знание (конкретного материала, терминологии, определений)</p> <p>Понимание</p> <p>Знание</p>

Продолжение таблицы 9

	<p>верхности формируется локальная зона закалки, ширина которой регулируется расстоянием от торца плазмотрона до изделия и амплитудой сканирования дуги. В целях расширения технологических возможностей установки предусмотрена также обработка плазменной дугой комбинированного действия. При этом в плазмотроне горят одновременно две дуги (между катодом и соплом плазмотрона и между катодом и поверхностью детали), электрическая мощность каждой из них регулируется независимо от индивидуального источника питания, что позволяет в более широких пределах варьировать тепловложение [36].</p> <p>В 2011 г. Создана установка УПЗР-2 с использованием инверторных источников питания дуги, она позволяет упрочнять ручным инструментом более мелкие детали, например, шестерни с модулем три. Номинальный рабочий ток УПЗР-2 – 150 А, напряжение питающей сети – 220 В, потребляемая мощность – 12 кВА, масса – не более 80 кг, производительность – 30 – 120 см² обрабатываемой поверхности в минуту [36].</p> <p>Установки плазменной закалки в автоматическом режиме. Например, установка УПЗА-1 (рисунок – источник питания дуги) для обработки поверхности деталей с использованием стандартного механического оборудования (станков, манипуляторов, вращателей и т. П.) для позиционирования детали и (или) плазмотрона. В качестве генераторов дуги используются плазмотроны прямого действия, когда плазменная дуга горит между катодом плазмотрона и упрочняемым изделием. Номинальное напряжение питающей сети – 380 В, номинальный рабочий ток – 300 А, потребляемая мощность не более 40 кВА, масса не более 300 кг. Установка снабжена блокировками и предохранительными устройствами, исключающими дефекты закалки и выход плазмотрона из строя при неполадках с водо- и газоснабжением, а также при сбоях в работе станка, перемещающего обрабатываемую деталь [36].</p> <p>В 2012 г. Сотрудниками лаборатории плазменных процессов Нижнетагильского технологического института была создана и успешно испытана универсальная установка плазменной закалки в ручном и автоматическом режиме УУПЗ-1 (рисунок – процесс закалки установкой). С помощью этого оборудования появилась возможность упрочнять практически любые детали как с относительно простой геометрией, так и поверхности с развитым профилем. В качестве источника питания плазменной дуги в Уральском федеральном университете имени первого Президента России Б.Н. Ельцина был разработан и изготовлен специальный инверторный выпрямитель. Напряжение питающей сети – 380 В, номинальный рабочий ток – 350 А, КПД установки – 0,9; масса – не более 40 кг [36].</p> <p>Мобильность УУПЗ-1 позволяет оперативно проводить закалку с выездом на производственную площадку заказчика. Так, например, проводилась термообработка валов (сталь 40Х) с увеличением твердости поверхности от 22 – 27 до 58 – 62 HRC (рисунок – процесс закалки валов). Диаметр вала 170 мм, длина 3500 мм. Упрочнились шлицы и шейки валов (сталь 40Х) от 20 – 25 до 46 – 52 HRC (рисунок – упрочнение шейки валов) [36].</p>	
3	<p style="text-align: center;"><i>Технология плазменной закалки</i></p> <p>Перед закалкой поверхность изделия очищается от загрязнений. Процесс закалки после зажигания дуги происходит при перемещении</p>	Знание

Окончание таблицы 9

	<p>плазменной дуги (струи) относительно поверхности упрочняемого изделия, что может осуществляться различными способами: закреплена деталь, перемещается плазмотрон; деталь перемещается (вращается), закреплён плазмотрон; перемещаются и деталь, и плазмотрон.</p> <p>Например, закалка цилиндрических деталей производится, как правило, по винтовой линии, что достигается при одновременном вращении детали и перемещении плазмотрона вдоль оси вращения. При закалке всей поверхности изделия, упрочненные полосы наносят с наложением. Для получения равномерной глубины слоя и распределения твердости по поверхности степень наложения (перекрывтия) выбирают в пределах 45 – 55%.</p> <p>Основными параметрами режима плазменной закалки, которые устанавливаются на основании исследований опытных образцов или подбираются в процессе закалки, являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> • линейная скорость перемещения (0,5 – 6 см/с); • ток плазменной дуги (50 – 1000 А); • напряжение дуги (20 – 200 В); • расстояние от сопла плазмотрона до поверхности изделия (2 – 100 мм); 	
4	<p style="text-align: center;"><i>Достоинства и недостатки плазменной закалки</i></p> <p><i>Достоинства:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • локальность нагрева, упрочняется только поверхностный слой, а сердцевина остается вязкой, что обуславливает повышенное сопротивление износу и усталости; • высокая твердость и износостойкость поверхности; • отсутствие или минимальные деформации упрочняемых деталей, что позволяет повысить точность их изготовления, снизить трудоемкость механической обработки и затраты на изготовление деталей; • высокая производительность – 2 – 9 м²/час; • при закалке без оплавления поверхности не требуется последующая механическая обработка (шлифовка), т.е. плазменную закалку можно использовать как финишную операцию; • наличие в поверхностном слое сжимающих напряжений и большого количества остаточного аустенита (стали, чугуны) повышает сопротивляемость зарождению и распространению трещин; • закалка производится в большинстве случаев без принудительного охлаждения, т.е. не требуются охлаждающие среды и приспособления. <p><i>Недостатки:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • частичный отпуск в местах наложения закаленных полос; • необходимость зачистки поверхности закаливаемых изделий от различных загрязнений (окалины, ржавчины, масла); • необходимость принудительного охлаждения изделий малого диаметра и малой толщины для получения высокой твердости поверхности. 	<p style="text-align: center;">Знание</p> <p style="text-align: center;">Знание</p>

Выводы по второй главе

1. В соответствии с рабочей программой проработаны вышеизложенные темы лекционных занятий. Данные темы достаточно сложны по своему содержанию и имеют значительный объем информации в области современных сварочных инновационных технологий.

2. В то же самое время в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технологии сварочного производства» на лекционные занятия по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин» отведено 18 часов (3 ЗЕТ). Матрица компетенций по данному направлению и профиля подготовки предусматривает формирование следующих профессиональных компетенций:

- ПК-14 Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции [39]

- ПК-15 Уметь проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования [39]

- ПК-17 Уметь выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения [39]

Поэтому и необходимо использовать мультимедийные педагогические технологии.

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО КОМПЛЕКСА

3.1 Описание эксперимента

Для выявления уровня усвоения лекционного материала с применением мультимедийных технологий использовались тестовые задания по всем темам лекций для текущего контроля знаний. Тестовые задания текущего контроля знаний по каждой теме лекционного занятия выявляют когнитивный критерий в процессе изучения дисциплины, насколько студенты усвоили ту или иную тему дисциплины профильного модуля.

Экспериментальная апробация проводилась в течение полугода, принимали участие 25 студентов. Отобраны две группы студентов: контрольная (КГ) и экспериментальная (ЭГ). В контрольной группе (КГ) проводились лекционные занятия без применения мультимедийных технологий, а в экспериментальной группе (ЭГ) с применением мультимедийных технологий.

Следует отметить вклад Л.Т. Плаксиной, которая принимала активное участие в разработке отдельных вопросов организации и методики проведения экспериментальной апробации.

3.2 Экспериментальная апробация по теме «Электрошлаковая наплавка»

При проверке результатов тестового задания контрольной группы (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ), выявлено количество студентов со следующими уровнями усвоения данной темы в баллах (таблица 10).

Таблица 10 – Результаты тестирования студентов по теме «Электрошлаковая наплавка»

Уровень усвоения и кол-во баллов	Количество студентов	
	КГ	ЭГ
Высокий (16-17)	2	4
Повышенный (13-15)	6	4
Средний (10-12)	5	1
Низкий (0-9)	3	0

Результаты экспертной оценки ответов студентов контрольной группы (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ) в % (таблица 11).

Таблица 11 –Результаты экспертной оценки ответов студентов по теме «Электрошлаковая наплавка»

Уровень усвоения	Результаты, %	
	КГ	ЭГ
Высокий (16 – 17)	12,5	44,5
Повышенный (13 – 15)	37,5	44,5
Средний (10 – 12)	31	11
Низкий (0 – 9)	19	0

В экспериментальной группе (ЭГ) доминирующее число студентов имеют *повышенный* и *высокий* уровни сформированности знаний по теме «Электрошлаковая наплавка». При этом в контрольной группе (КГ) максимум смещен в сторону *среднего* и *повышенного*.

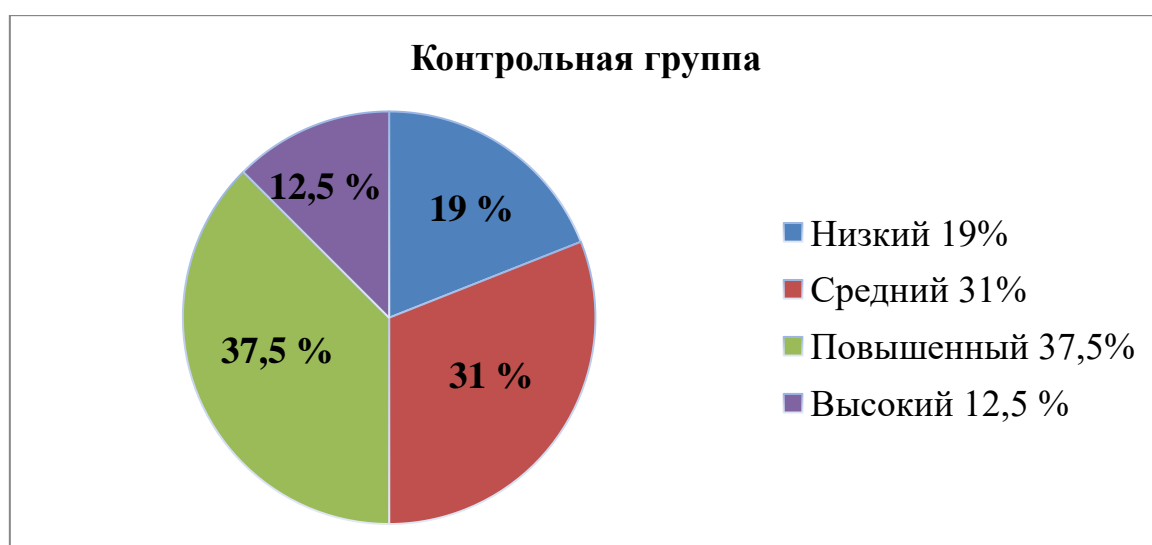


Рисунок 1 - Диаграмма распределения студентов по уровню сформированности знаний контрольной группы

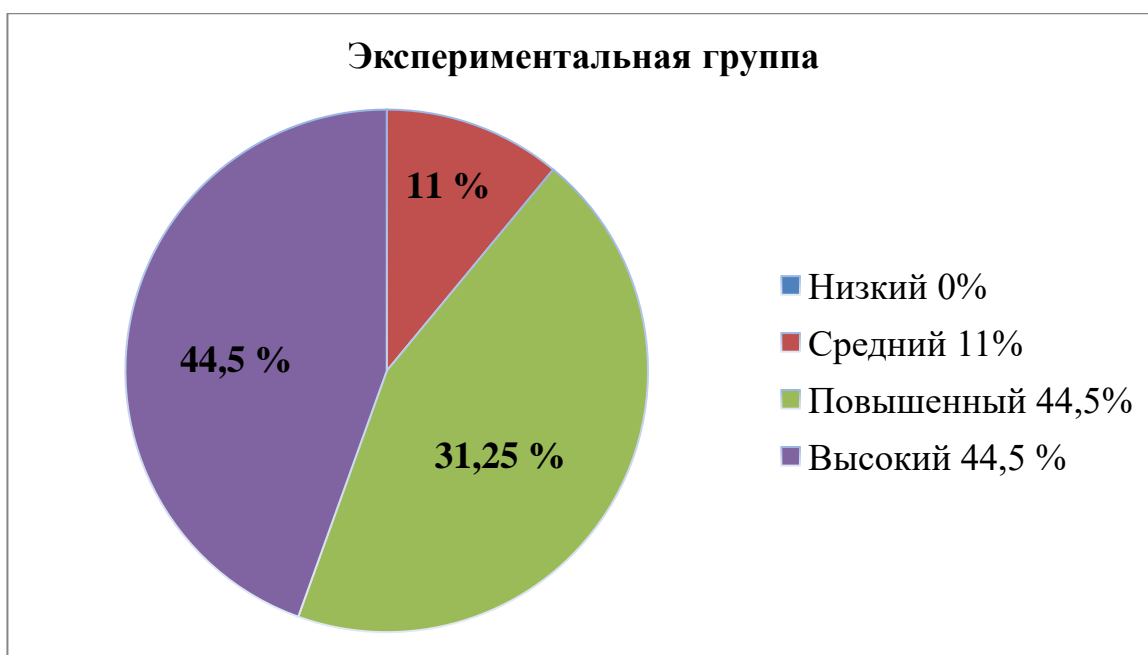


Рисунок 2 - Диаграмма распределения студентов по уровню сформированности знаний экспериментальной группы

В целом из числа студентов экспериментальной группы (ЭГ) 44,5% имеют высокий, 44,5% - повышенный, 11% - средний, 0% - низкий уровни сформированности исследуемых знаний. В контрольной группе это распределение выглядит так: 12,5% составляют студенты, имеющий высокий уровень сформированности знаний, 37,5% - повышенный, 31% - средний, 19% - низкий. Таким образом, в экспериментальной группе знания сформированы у 100% студентов, а в контрольной группе знания сформированы у 81% студентов.

Для оценки достоверности полученных результатов, мы воспользовались двусторонним критерием χ^2 (критерием Пирсона), приспособленным для тех ситуаций, когда эмпирические данные записаны в виде матрицы 2×4 [10]. В нашем случае расчетная матрица будет выглядеть так:

К	$o_{1.1} = 3$	$o_{1.2} = 5$	$o_{1.3} = 6$	$o_{1.4} = 2$
Э	$o_{2.1} = 0$	$o_{2.2} = 1$	$o_{2.3} = 4$	$o_{2.4} = 4$

На основе данных, составивших нашу матрицу, проверим нулевую гипотезу H_0 , которая заключается в предположении, что вероятность того, что

полученные результаты являются случайными, равна вероятности того, что они не случайны, т.е. $P_1 = P_2$. Альтернативой ей служит гипотеза H_1 о том, что полученные результаты не являются случайными, т.е. $P_1 \neq P_2$.

Для проверки нулевой гипотезы подсчет значения статистики критерия χ^2 будем производить по формуле [10]

$$T = \frac{1}{n_1 \times n_2} \sum_{i=1}^e \frac{(n_1 \times 0_{2i} - n_2 \times 0_{1i})^2}{0_{1i} + 0_{2i}}$$

n_1, n_2 – объемы выборок экспериментальной и контрольной;

0_{ei} – число студентов, получивших соответствующую оценку экспертов.

$$T = \frac{1}{9 \times 16} \left[\frac{(9 \times 0 - 16 \times 3)^2}{3 + 0} + \frac{(9 \times 1 - 16 \times 5)^2}{5 + 1} + \frac{(9 \times 4 - 16 \times 6)^2}{6 + 4} + \frac{(9 \times 4 - 16 \times 2)^2}{2 + 4} \right] = 13,59$$

В соответствии с таблицей критических значений статистик, имеющих распределение χ^2 с числом степеней свободы, равным 3 для уровня значимости $\alpha = 0,05$ $T_{\text{крит}} = 7,815$ [10]. Поскольку $T > T_{\text{крит}}$ ($13,59 > 7,815$), гипотеза H_0 отвергается на уровне значимости $\alpha = 0,05$ и принимается альтернативная гипотеза H_1 , т.е. полученные результаты не являются случайными на уровне достоверности 1.

Таким образом, результаты расчетов уровня сформированности знаний у студентов в контрольной и экспериментальной группе свидетельствует об эффективности использования мультимедийных технологий по теме «Электрошлаковая наплавка» дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин» в процессе подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технологии сварочного производства».

3.3 Экспериментальная апробация по темам «Сварка в смеси защитных газов Corgon», «Эффективность применения сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций»

При проверке результатов тестового задания контрольной группы (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ), выявлено количество студентов со следующими уровнями усвоения данной темы в баллах (таблица 12).

Таблица 12 – Результаты тестирования студентов по темам: «Сварка в смеси защитных газов Corgon», «Эффективность применения сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций»

Уровень усвоения и кол-во баллов	Количество студентов	
	КГ	ЭГ
Высокий (26- 27)	1	4
Повышенный (21 - 25)	7	3
Средний (16 -20)	3	2
Низкий (0- 15)	5	0

Результаты экспертной оценки ответов студентов контрольной группы (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ) в % (таблица 13).

Таблица 13– Результаты экспертной оценки ответов студентов по темам: «Сварка в смеси защитных газов Corgon», «Эффективность применения сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций»

Уровень усвоения	Результаты, %	
	КГ	ЭГ
Высокий (26 – 27)	6,25	44,45
Повышенный (21 – 25)	43,75	33,35
Средний (16 – 20)	18,75	22,2
Низкий (0 – 15)	31,25	0

В экспериментальной группе (ЭГ) доминирующее число студентов имеют *повышенный* и *высокий* уровни сформированности знаний по темам «Сварка в смеси защитных газов Corgon» и «Эффективность применения сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций». При этом в контрольной группе (КГ) максимум смещен в сторону *низкого* и *повышенного*.

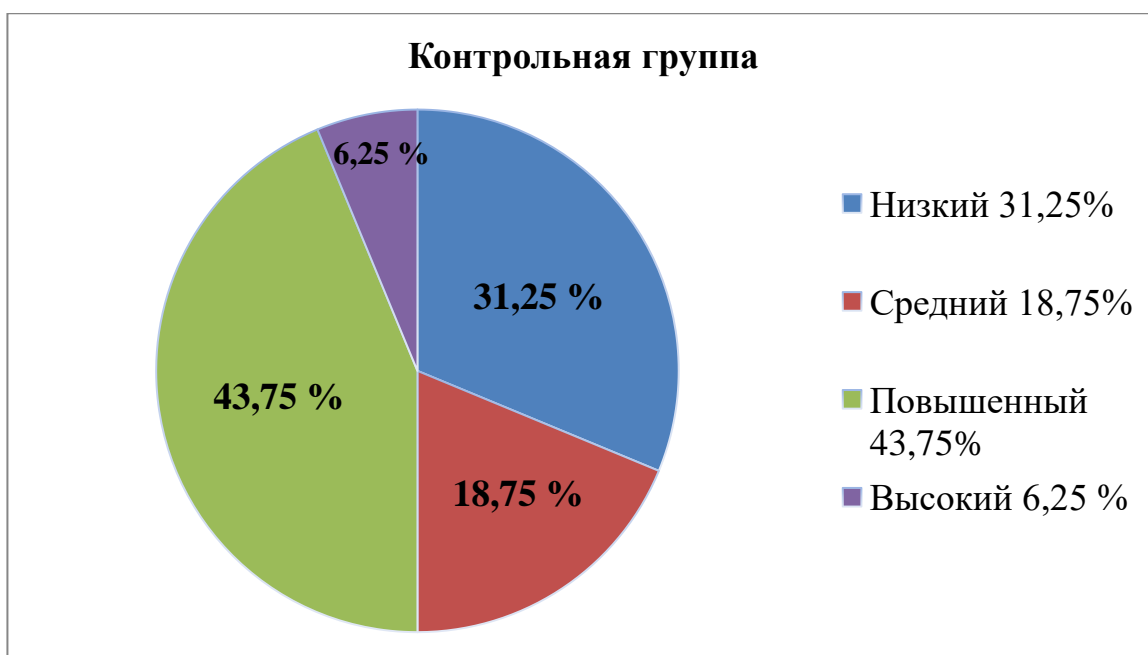


Рисунок 3 - Диаграмма распределения студентов по уровню сформированности *знаний* контрольной группы

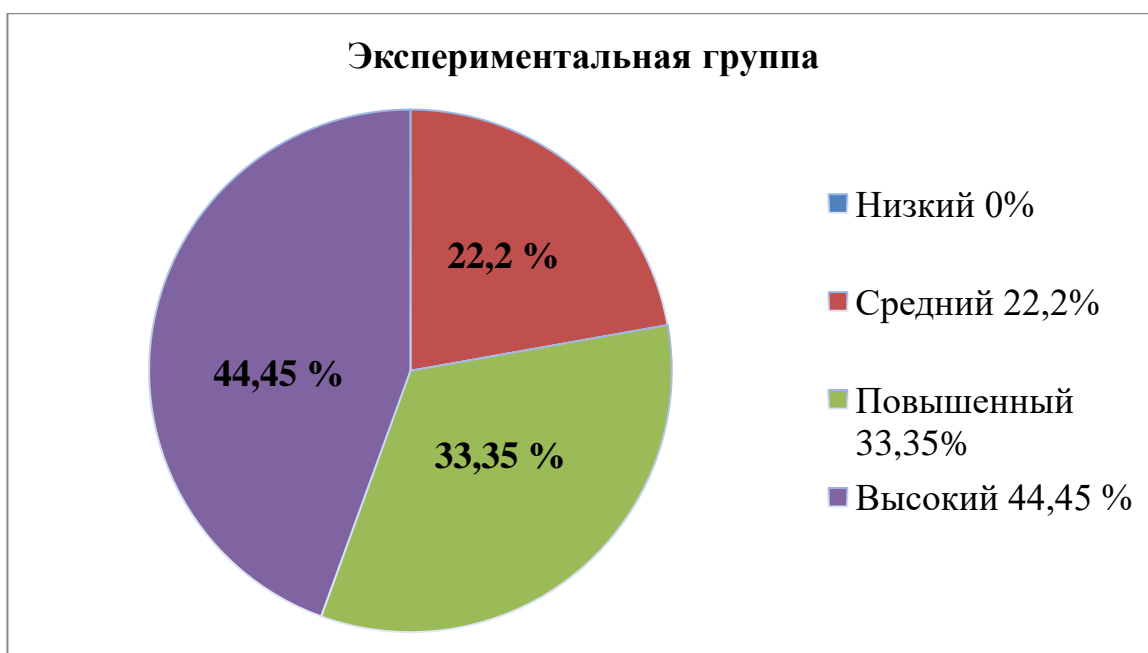


Рисунок 4 - Диаграмма распределения студентов по уровню сформированности *знаний* экспериментальной группы

В целом из числа студентов экспериментальной группы (ЭГ) 44,45% имеют высокий, 33,35% - повышенный, 22,2% - средний, 0% - низкий уровни сформированности исследуемых знаний. В контрольной группе это распре-

деление выглядит так: 6,25% составляют студенты, имеющий высокий уровень сформированности знаний, 43,75% - повышенный, 18,75% - средний, 31,25% - низкий. Таким образом, в экспериментальной группе знания сформированы у 100% студентов, а в контрольной группе знания сформированы у 69% студентов.

Для оценки достоверности полученных результатов, мы воспользовались двусторонним критерием χ^2 (критерием Пирсона), приспособленным для тех ситуаций, когда эмпирические данные записаны в виде матрицы 2×4 [10]. В нашем случае расчетная матрица будет выглядеть так:

К	$0_{1,1} = 5$	$0_{1,2} = 3$	$0_{1,3} = 7$	$0_{1,4} = 1$
Э	$0_{2,1} = 0$	$0_{2,2} = 2$	$0_{2,3} = 3$	$0_{2,4} = 4$

На основе данных, составивших нашу матрицу, проверим нулевую гипотезу H_0 , которая заключается в предложении, что вероятность того, что полученные результаты являются случайными, равна вероятности того, что они не случайны, т.е. $P_1 = P_2$. Альтернативой ей служит гипотеза H_1 о том, что полученные результаты не являются случайными, т.е. $P_1 \neq P_2$.

Для проверки нулевой гипотезы подсчет значения статистики критерия χ^2 будем производить по формуле [10]

$$T = \frac{1}{n_1 \times n_2} \sum_{i=1}^e \frac{(n_1 \times 0_{2i} - n_2 \times 0_{1i})^2}{0_{1i} + 0_{2i}}$$

n_1, n_2 – объемы выборок экспериментальной и контрольной;

0_{ei} – число студентов, получивших соответствующую оценку экспертов.

тов.

$$T = \frac{1}{9 \times 16} \left[\frac{(9 \times 0 - 16 \times 5)^2}{5 + 0} + \frac{(9 \times 2 - 16 \times 3)^2}{3 + 2} + \frac{(9 \times 3 - 16 \times 7)^2}{7 + 3} + \frac{(9 \times 4 - 16 \times 1)^2}{1 + 4} \right] = 15,61$$

В соответствии с таблицей критических значений статистик, имеющих распределение χ^2 с числом степеней свободы, равным 3 для уровня значимо-

сти $\alpha = 0,05$ $T_{\text{крит}} = 7,815$ [10]. Поскольку $T > T_{\text{крит}}$ ($15,61 > 7,815$), гипотеза H_0 отвергается на уровне значимости $\alpha = 0,05$ и принимается альтернативная гипотеза H_1 , т.е. полученные результаты не являются случайными на уровне достоверности 1.

Таким образом, результаты расчетов уровня сформированности знаний у студентов в контрольной и экспериментальной группе свидетельствует об эффективности использования мультимедийных технологий по темам: «Сварка в смеси защитных газов Corgon», «Эффективность применения сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций» дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин» в процессе подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технологии сварочного производства».

3.4 Экспериментальная апробация по темам «Ремонтная наплавка покрытыми электродами», «Заварка дефектов литой станины ротора», «Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки»

При проверке результатов тестового задания контрольной группы (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ), выявлено количество обучаемых со следующими уровнями усвоения данной темы в баллах (таблица 14).

Таблица 14 – Результаты тестирования студентов по темам: «Ремонтная наплавка покрытыми электродами», «Заварка дефектов литой станины ротора», «Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки»

Уровень усвоения и кол-во баллов	Количество учащихся	
	КГ	ЭГ
Высокий (26- 27)	0	4
Повышенный (21 - 25)	9	2
Средний (16 -20)	5	2
Низкий (0- 15)	2	1

Результаты экспертной оценки ответов студентов контрольной группы (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ) в % (таблица 15)

Таблица 15 – Результаты экспертной оценки ответов студентов по темам: «Ремонтная наплавка покрытыми электродами», «Заварка дефектов литой станины ротора», «Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки»

Уровень усвоения	Результаты, %	
	КГ	ЭГ
Высокий (26 – 27)	0	44,45
Повышенный (21 – 25)	56,25	22,25
Средний (16 – 20)	31,25	22,25
Низкий (0 – 15)	12,5	11,05

В экспериментальной группе (ЭГ) доминирующее число студентов имеют *средний, повышенный* и *высокий* уровни сформированности знаний по темам «Ремонтная наплавка покрытыми электродами», «Заварка дефектов литой станины ротора» и «Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки» При этом в контрольной группе (КГ) максимум смещен в сторону *среднего* и *повышенного*.

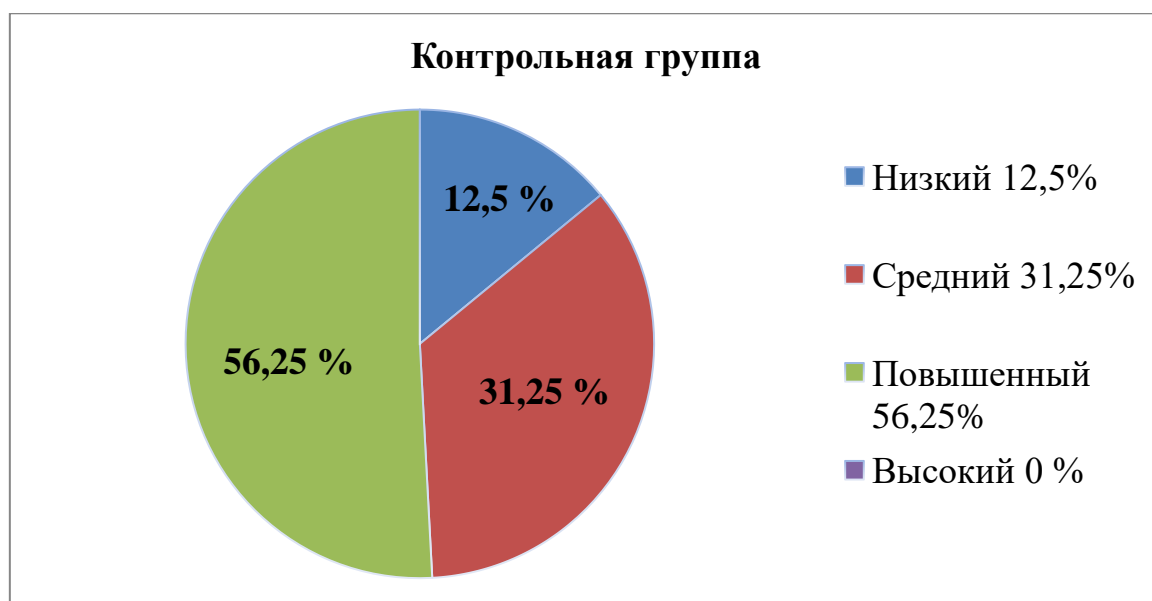


Рисунок 5 - Диаграмма распределения студентов по уровню сформированности знаний контрольной группы

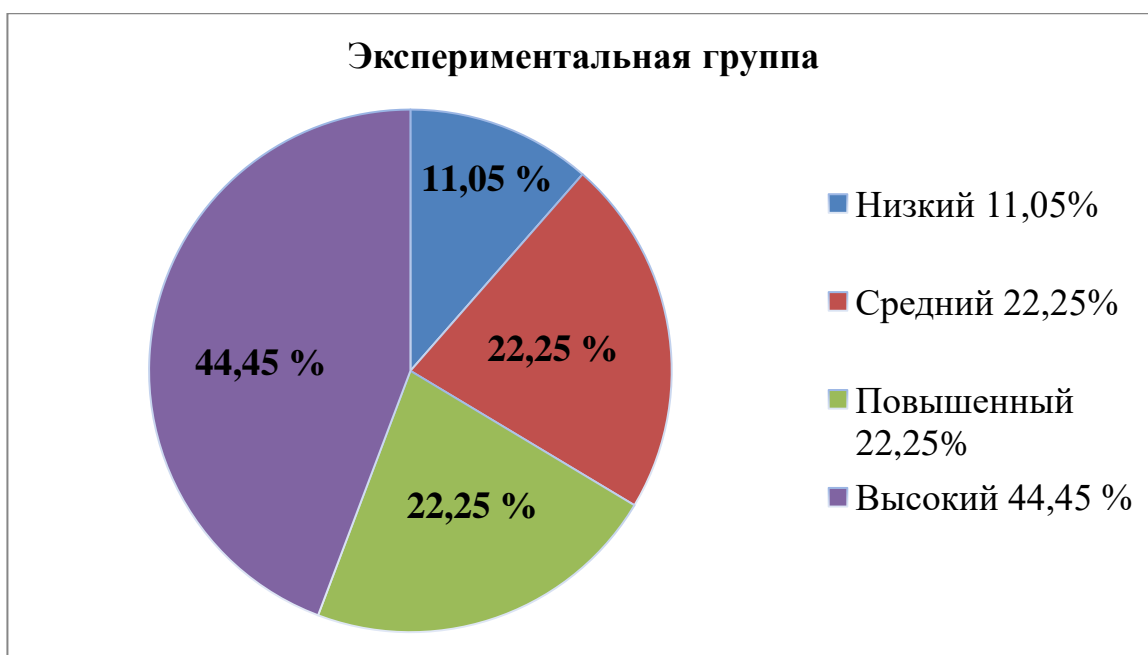


Рисунок 6 - Диаграмма распределения студентов по уровню сформированности знаний экспериментальной группы

В целом из числа студентов экспериментальной группы (ЭГ) 44,45% имеют высокий, 22,25% - повышенный, 22,25% - средний, 11,05% - низкий уровни сформированности исследуемых знаний. В контрольной группе это распределение выглядит так: 0% составляют студенты, имеющий высокий уровень сформированности знаний, 56,25% - повышенный, 31,25% - средний, 12,5% - низкий. Таким образом, в экспериментальной группе знания сформированы у 88,95% студентов, а в контрольной группе знания сформированы у 87,5% студентов.

Для оценки достоверности полученных результатов, мы воспользовались двусторонним критерием χ^2 (критерием Пирсона), приспособленным для тех ситуаций, когда эмпирические данные записаны в виде матрицы 2×4 [10]. В нашем случае расчетная матрица будет выглядеть так:

К	$o_{1.1} = 2$	$o_{1.2} = 5$	$o_{1.3} = 9$	$o_{1.4} = 0$
Э	$o_{2.1} = 1$	$o_{2.2} = 2$	$o_{2.3} = 2$	$o_{2.4} = 4$

На основе данных, составивших нашу матрицу, проверим нулевую гипотезу H_0 , которая заключается в предположении, что вероятность того, что

полученные результаты являются случайными, равна вероятности того, что они не случайны, т.е. $P_1 = P_2$. Альтернативой ей служит гипотеза H_1 о том, что полученные результаты не являются случайными, т.е. $P_1 \neq P_2$.

Для проверки нулевой гипотезы подсчет значения статистики критерия χ^2 будем производить по формуле [10]

$$T = \frac{1}{n_1 \times n_2} \sum_{i=1}^e \frac{(n_1 \times 0_{2i} - n_2 \times 0_{1i})^2}{0_{1i} + 0_{2i}}$$

n_1, n_2 – объемы выборок экспериментальной и контрольной;

0_{ei} – число студентов, получивших соответствующую оценку экспертов.

$$T = \frac{1}{9 \times 16} \left[\frac{(9 \times 1 - 16 \times 2)^2}{2 + 1} + \frac{(9 \times 2 - 16 \times 5)^2}{5 + 2} + \frac{(9 \times 2 - 16 \times 9)^2}{9 + 2} + \frac{(9 \times 4 - 16 \times 0)^2}{0 + 4} \right] = 17,2$$

В соответствии с таблицей критических значений статистик, имеющих распределение χ^2 с числом степеней свободы, равным 3 для уровня значимости $\alpha = 0,05$ $T_{\text{крит}} = 7,815$ [10]. Поскольку $T > T_{\text{крит}}$ ($17,2 > 7,815$), гипотеза H_0 отвергается на уровне значимости $\alpha = 0,05$ и принимается альтернативная гипотеза H_1 , т.е. полученные результаты не являются случайными на уровне достоверности 0,88.

Таким образом, результаты расчетов уровня сформированности знаний в контрольной и экспериментальной группе свидетельствует об эффективности использования мультимедийных технологий по темам: «Ремонтная наплавка покрытыми электродами», «Заварка дефектов литой станины ротора», «Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки» дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин» в процессе подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технологии сварочного производства».

3.5 Экспериментальная апробация по теме «Карбонитрация»

При проверке результатов тестового задания контрольной группы (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ), выявлено количество обучаемых со следующими уровнями усвоения данной темы в баллах (таблица 16).

Таблица 16 – Результаты тестирования студентов по теме «Карбонитрация»

Уровень усвоения и кол-во баллов	Количество учащихся	
	КГ	ЭГ
Высокий (14 - 15)	2	3
Повышенный (12 - 13)	3	2
Средний (9-11)	8	3
Низкий (0- 8)	3	1

Результаты экспертной оценки ответов студентов контрольной группы (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ) в % (таблица 17).

Таблица 17 – Результаты экспертной оценки ответов студентов по теме «Карбонитрация»

Уровень усвоения	Результаты, %	
	КГ	ЭГ
Высокий (14 – 15)	12,5	33,35
Повышенный (12 – 13)	18,75	22,25
Средний (9 – 11)	50	33,35
Низкий (0 – 8)	18,75	11,05

В экспериментальной группе (ЭГ) доминирующее число студентов имеют *средний и высокий* уровни сформированности знаний по теме «Карбонитрация». При этом в контрольной группе (КГ) максимум смещен в сторону *среднего*.

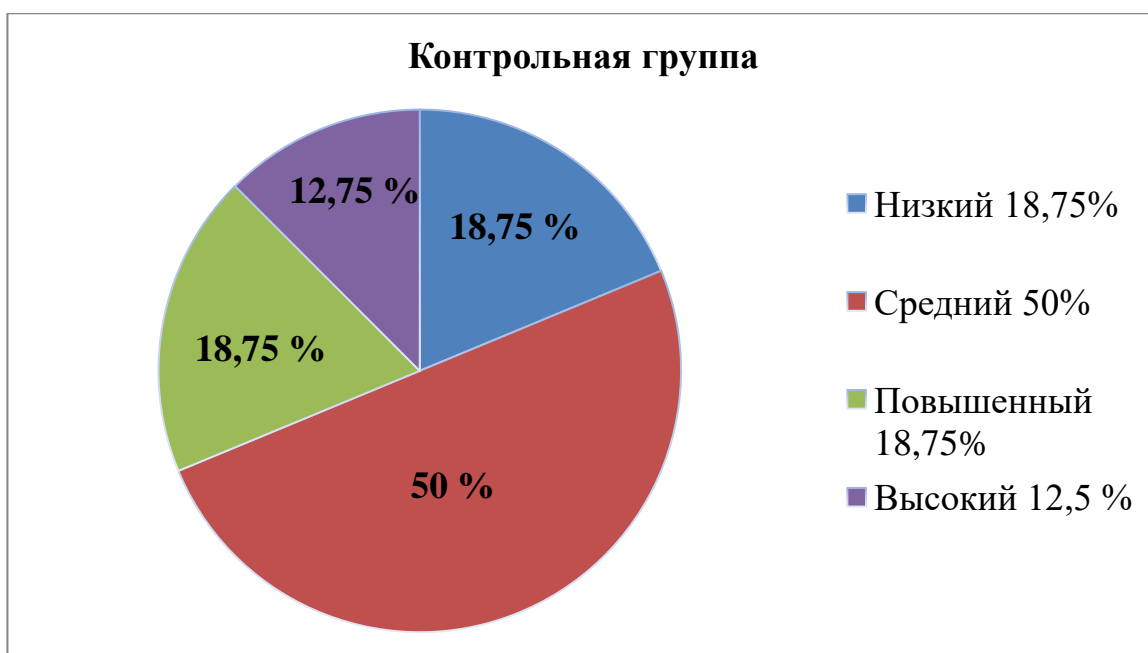


Рисунок 7 - Диаграмма распределения студентов по уровню сформированности *знаний* контрольной группы

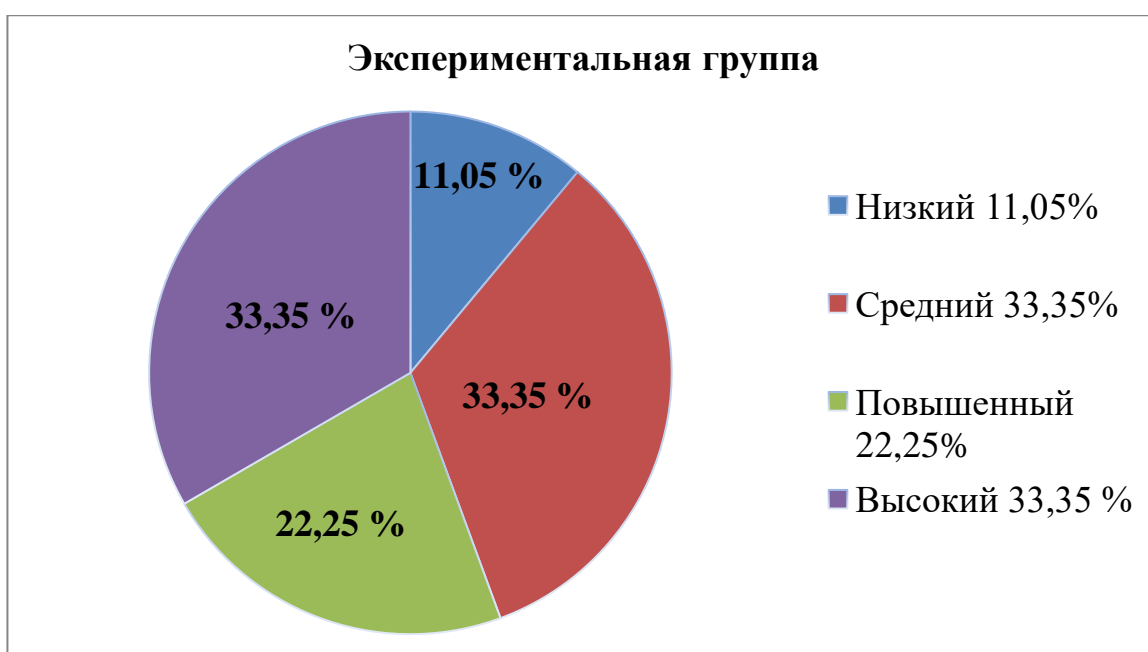


Рисунок 8 - Диаграмма распределения студентов по уровню сформированности *знаний* экспериментальной группы

В целом из числа студентов экспериментальной группы (ЭГ) 33,35% имеют высокий, 22,25% - повышенный, 33,35% - средний, 11,05% - низкий уровни сформированности исследуемых знаний. В контрольной группе это

распределение выглядит так: 12,5% составляют студенты, имеющий высокий уровень сформированности знаний, 18,75% - повышенный, 50% - средний, 18,75% - низкий. Таким образом, в экспериментальной группе знания сформированы у 88,95% студентов, а в контрольной группе знания сформированы у 81,25% студентов.

Для оценки достоверности полученных результатов, мы воспользовались двусторонним критерием χ^2 (критерием Пирсона), приспособленным для тех ситуаций, когда эмпирические данные записаны в виде матрицы 2×4 [10]. В нашем случае расчетная матрица будет выглядеть так:

К	$0_{1.1} = 3$	$0_{1.2} = 8$	$0_{1.3} = 3$	$0_{1.4} = 2$
Э	$0_{2.1} = 1$	$0_{2.2} = 3$	$0_{2.3} = 2$	$0_{2.4} = 3$

На основе данных, составивших нашу матрицу, проверим нулевую гипотезу H_0 , которая заключается в предложении, что вероятность того, что полученные результаты являются случайными, равна вероятности того, что они не случайны, т.е. $P_1 = P_2$. Альтернативой ей служит гипотеза H_1 о том, что полученные результаты не являются случайными, т.е. $P_1 \neq P_2$.

Для проверки нулевой гипотезы подсчет значения статистики критерия χ^2 будем производить по формуле [10]

$$T = \frac{1}{n_1 \times n_2} \sum_{i=1}^e \frac{(n_1 \times 0_{2i} - n_2 \times 0_{1i})^2}{0_{1i} + 0_{2i}}$$

n_1, n_2 – объемы выборок экспериментальной и контрольной;

0_{ei} – число студентов, получивших соответствующую оценку экспер-

тов.

$$T = \frac{1}{9 \times 16} \left[\frac{(9 \times 1 - 16 \times 3)^2}{3 + 1} + \frac{(9 \times 3 - 16 \times 8)^2}{8 + 3} + \frac{(9 \times 2 - 16 \times 3)^2}{3 + 2} + \frac{(9 \times 3 - 16 \times 2)^2}{2 + 3} \right] = 10,3$$

В соответствии с таблицей критических значений статистик, имеющих распределение χ^2 с числом степеней свободы, равным 3 для уровня значимости $\alpha = 0,05$ $T_{\text{крит}} = 7,815$ [10]. Поскольку $T > T_{\text{крит}}$ ($10,3 > 7,815$), гипотеза H_0 отвергается на уровне значимости $\alpha = 0,05$ и принимается альтернативная гипотеза H_1 , т.е. полученные результаты не являются случайными на уровне достоверности 0,88.

Таким образом, результаты расчетов уровня сформированности знаний в контрольной и экспериментальной группе свидетельствует об эффективности использования мультимедийных технологий по теме «Карбонитрация» дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин» в процессе подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технологии сварочного производства».

3.6 Экспериментальная апробация по теме «Электроискровое легирование»

При проверке результатов тестового задания контрольной группы (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ), выявлено количество обучаемых со следующими уровнями усвоения данной темы в баллах (таблица 18).

Таблица 18 – Результаты тестирования студентов по теме «Электроискровое легирование»

Уровень усвоения и кол-во баллов	Количество учащихся	
	КГ	ЭГ
Высокий (16- 17)	1	3
Повышенный (13 - 15)	5	3
Средний (10 - 12)	6	2
Низкий (0- 9)	4	1

Результаты экспертной оценки ответов студентов контрольной группы (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ) в % (таблица 19).

Таблица 19 – Результаты экспертной оценки ответов студентов по теме «Электроискровое легирование»

Уровень усвоения	Результаты, %	
	КГ	ЭГ
Высокий (16 – 17)	6,25	33,35
Повышенный (13 – 55)	31,25	33,35
Средний (10 – 12)	37,5	22,25
Низкий (0 – 9)	25	11,05

В экспериментальной группе (ЭГ) доминирующее число студентов имеют *повышенный и высокий* уровни сформированности знаний по теме «Электроискровое легирование». При этом в контрольной группе (КГ) максимум смещен в сторону *среднего*.

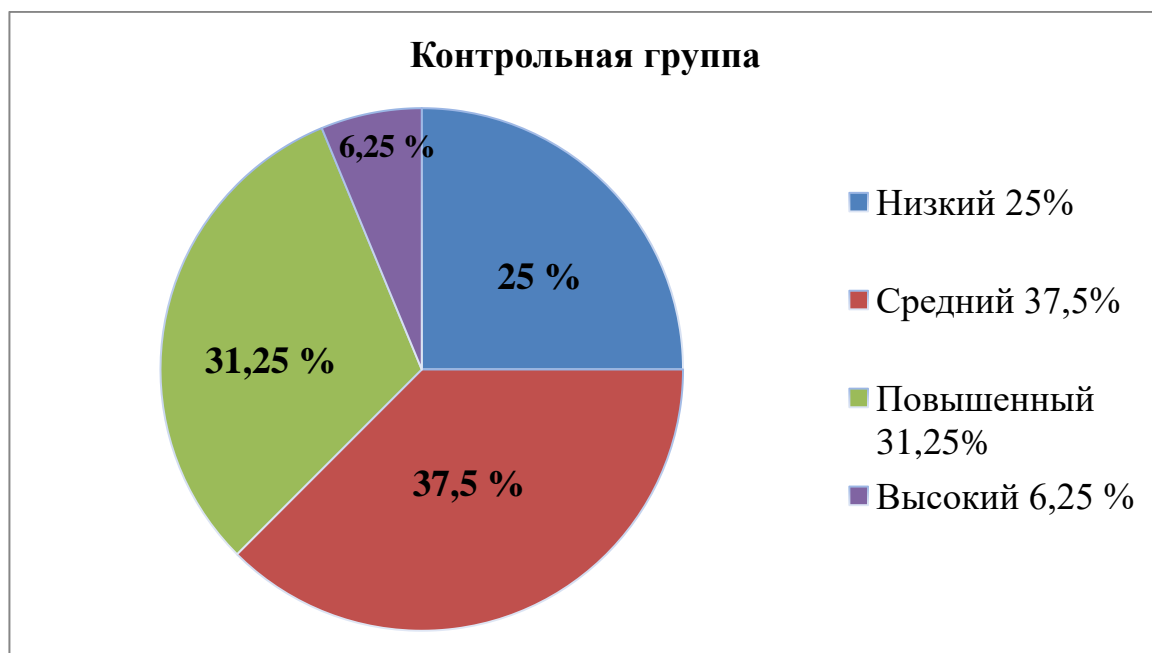


Рисунок 9 - Диаграмма распределения студентов по уровню сформированности *знаний* контрольной группы

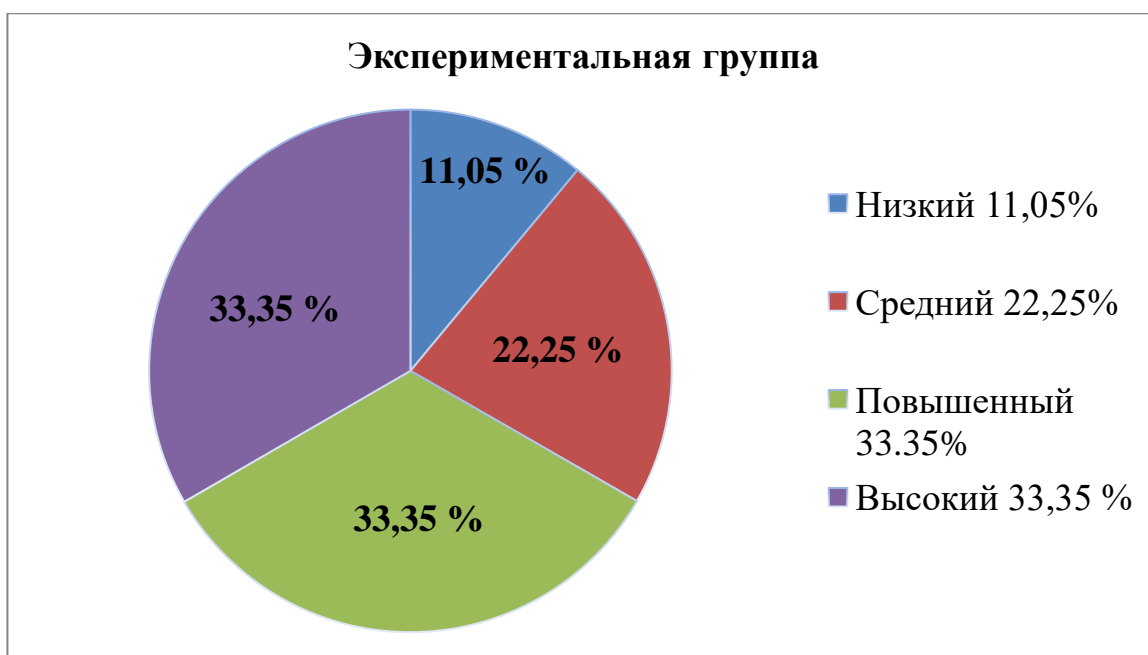


Рисунок 10 - Диаграмма распределения студентов по уровню сформированности знаний экспериментальной группы

В целом из числа студентов экспериментальной группы (ЭГ) 33,35% имеют высокий, 33,35% - повышенный, 22,25% - средний, 11,05% - низкий уровни сформированности исследуемых знаний. В контрольной группе это распределение выглядит так: 6,25% составляют студенты, имеющий высокий уровень сформированности знаний, 31,25% - повышенный, 37,5% - средний, 25% - низкий. Таким образом, в экспериментальной группе знания сформированы у 88,95% студентов, а в контрольной группе знания сформированы у 75% студентов.

Для оценки достоверности полученных результатов, мы воспользовались двусторонним критерием χ^2 (критерием Пирсона), приспособленным для тех ситуаций, когда эмпирические данные записаны в виде матрицы 2×4 [10]. В нашем случае расчетная матрица будет выглядеть так:

К	$0_{1.1} = 4$	$0_{1.2} = 6$	$0_{1.3} = 5$	$0_{1.4} = 1$
Э	$0_{2.1} = 1$	$0_{2.2} = 2$	$0_{2.3} = 3$	$0_{2.4} = 3$

На основе данных, составивших нашу матрицу, проверим нулевую гипотезу H_0 , которая заключается в предложении, что вероятность того, что

полученные результаты являются случайными, равна вероятности того, что они не случайны, т.е. $P_1 = P_2$. Альтернативой ей служит гипотеза H_1 о том, что полученные результаты не являются случайными, т.е. $P_1 \neq P_2$.

Для проверки нулевой гипотезы подсчет значения статистики критерия χ^2 будем производить по формуле [10]

$$T = \frac{1}{n_1 \times n_2} \sum_{i=1}^e \frac{(n_1 \times 0_{2i} - n_2 \times 0_{1i})^2}{0_{1i} + 0_{2i}}$$

n_1, n_2 – объемы выборок экспериментальной и контрольной;

0_{ei} – число студентов, получивших соответствующую оценку экспертов.

$$T = \frac{1}{9 \times 16} \left[\frac{(9 \times 1 - 16 \times 4)^2}{4 + 1} + \frac{(9 \times 2 - 16 \times 6)^2}{6 + 2} + \frac{(9 \times 3 - 16 \times 5)^2}{5 + 3} + \frac{(9 \times 3 - 16 \times 1)^2}{1 + 3} \right] = 12,05$$

В соответствии с таблицей критических значений статистик, имеющих распределение χ^2 с числом степеней свободы, равным 3 для уровня значимости $\alpha = 0,05$ $T_{\text{крит}} = 7,815$ [10]. Поскольку $T > T_{\text{крит}}$ ($12,05 > 7,815$), гипотеза H_0 отвергается на уровне значимости $\alpha = 0,05$ и принимается альтернативная гипотеза H_1 , т.е. полученные результаты не являются случайными на уровне достоверности 0,88.

Таким образом, результаты расчетов уровня сформированности знаний в контрольной и экспериментальной группе свидетельствует об эффективности использования мультимедийных технологий по теме «Электроискровое легирование» дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин» в процессе подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технологии сварочного производства».

3.7 Экспериментальная апробация по теме «Плазменная закалка»

При проверке результатов тестового задания контрольной группы (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ), выявлено количество обучаемых со следующими уровнями усвоения данной темы в баллах (таблица 20).

Таблица 20 – Результаты тестирования студентов по теме «Плазменная закалка»

Уровень усвоения и кол-во баллов	Количество учащихся	
	КГ	ЭГ
Высокий (15- 16)	2	4
Повышенный (12 - 14)	4	2
Средний (10 -11)	8	1
Низкий (0- 9)	2	2

Результаты экспертной оценки ответов студентов контрольной группы (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ) в % (таблица 21).

Таблица 21 – Результаты экспертной оценки ответов студентов по теме «Плазменная закалка»

Уровень усвоения	Результаты, %	
	КГ	ЭГ
Высокий (16 – 17)	12,5	44,45
Повышенный (13 – 55)	25	22,25
Средний (10 – 12)	50	11,05
Низкий (0 – 9)	12,5	22,25

В экспериментальной группе (ЭГ) доминирующее число студентов имеют *высокий* уровень сформированности знаний по теме «Плазменная закалка». При этом в контрольной группе (КГ) максимум смещен в сторону *среднего*.

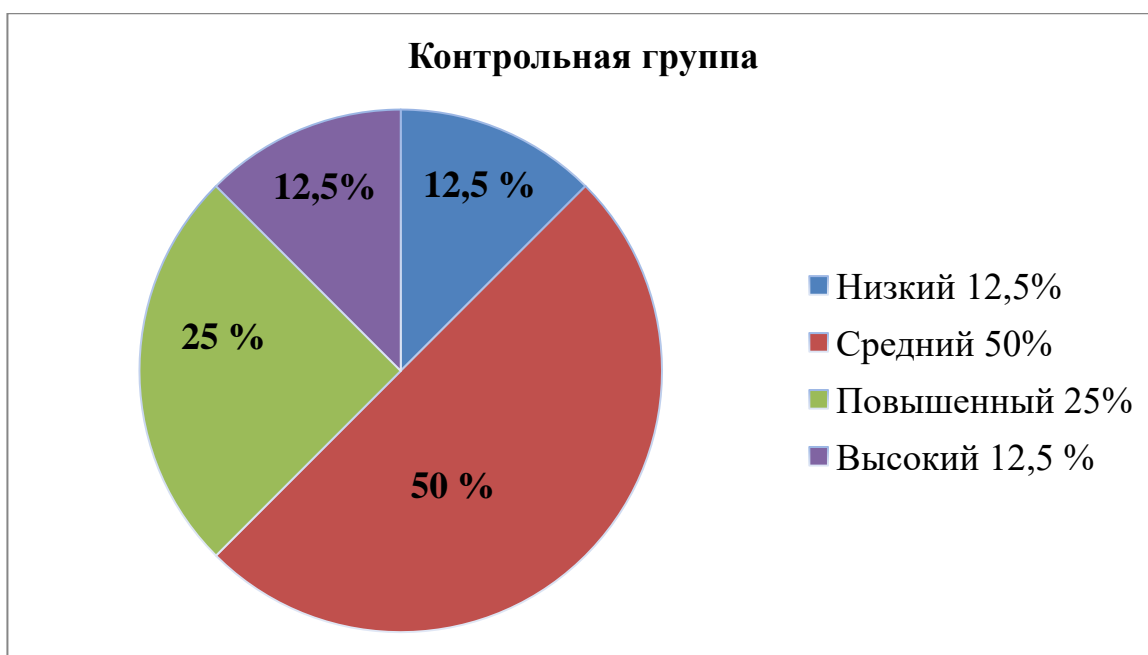


Рисунок 11 – Диаграмма распределения студентов по уровню сформированности *знаний* контрольной группы

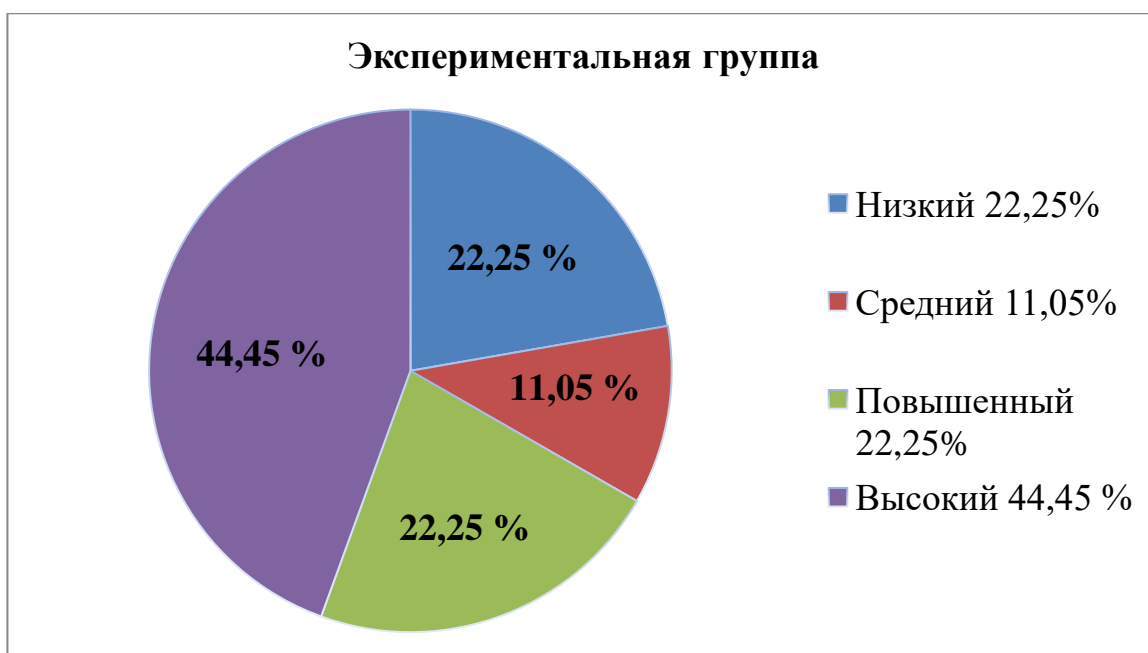


Рисунок 12 – Диаграмма распределения студентов по уровню сформированности *знаний* экспериментальной группы

В целом из числа студентов экспериментальной группы (ЭГ) 44,45% имеют высокий, 22,25% - повышенный, 11,05% - средний, 22,25% - низкий уровни сформированности исследуемых знаний. В контрольной группе это

распределение выглядит так: 12,5% составляют студенты, имеющий высокий уровень сформированности знаний, 25% - повышенный, 50% - средний, 12,5% - низкий. Таким образом, в экспериментальной группе знания сформированы у 77,75% студентов, а в контрольной группе знания сформированы у 87,5% студентов.

Для оценки достоверности полученных результатов, мы воспользовались двусторонним критерием χ^2 (критерием Пирсона), приспособленным для тех ситуаций, когда эмпирические данные записаны в виде матрицы 2×4 [10]. В нашем случае расчетная матрица будет выглядеть так:

К	$0_{1.1} = 2$	$0_{1.2} = 8$	$0_{1.3} = 4$	$0_{1.4} = 2$
Э	$0_{2.1} = 2$	$0_{2.2} = 1$	$0_{2.3} = 2$	$0_{2.4} = 4$

На основе данных, составивших нашу матрицу, проверим нулевую гипотезу H_0 , которая заключается в предложении, что вероятность того, что полученные результаты являются случайными, равна вероятности того, что они не случайны, т.е. $P_1 = P_2$. Альтернативой ей служит гипотеза H_1 о том, что полученные результаты не являются случайными, т.е. $P_1 \neq P_2$.

Для проверки нулевой гипотезы подсчет значения статистики критерия χ^2 будем производить по формуле [10]

$$T = \frac{1}{n_1 \times n_2} \sum_{i=1}^e \frac{(n_1 \times 0_{2i} - n_2 \times 0_{1i})^2}{0_{1i} + 0_{2i}}$$

n_1, n_2 – объемы выборок экспериментальной и контрольной;

0_{ei} – число студентов, получивших соответствующую оценку экспертов.

$$T = \frac{1}{9 \times 16} \left[\frac{(9 \times 2 - 16 \times 2)^2}{2 + 2} + \frac{(9 \times 1 - 16 \times 8)^2}{8 + 1} + \frac{(9 \times 2 - 16 \times 4)^2}{4 + 2} + \frac{(9 \times 4 - 16 \times 2)^2}{2 + 4} \right] = 13,65$$

В соответствии с таблицей критических значений статистик, имеющих распределение χ^2 с числом степеней свободы, равным 3 для уровня значимости $\alpha = 0,05$ $T_{\text{крит}} = 7,815$ [10]. Поскольку $T > T_{\text{крит}}$ ($13,65 > 7,815$), гипотеза H_0 отвергается на уровне значимости $\alpha = 0,05$ и принимается альтернативная гипотеза H_1 , т.е. полученные результаты не являются случайными на уровне достоверности 0,77.

Таким образом, результаты расчетов уровня сформированности знаний в контрольной и экспериментальной группе свидетельствует об эффективности использования мультимедийных технологий по теме «Плазменная закалка» дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин» в процессе подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиля «Оборудование и технологии сварочного производства».

Выводы по третьей главе

1. В ходе экспериментальной апробации проверены уровни сформированности знаний по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин». Результаты экспериментальной апробации показали, что уровень сформированности знаний в экспериментальной группе (ЭГ) выше, чем в контрольной группе (КГ).

2. Следовательно применение мультимедийных технологий «Упрочнение и восстановление деталей машин» повышает уровень усвоения знаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении сформулированы основные выводы:

- Изучены и проанализированы современные подходы к методико - технологическому обеспечению лекционных курсов;
- Изучены и проанализированы инновационные технологии в современном сварочном производстве для формирования содержания лекционного курса по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин»;
- Выполнено совершенствование лекционного курса по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин», который должен соответствовать развитию техники и технологии и современного сварочного производства, на основе применения мультимедийных технологий.
- Разработан мультимедийный методико – технологический комплекс для обеспечения лекционного курса дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин»;
- Применены мультимедийные технологии обучения в лекционном курсе дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин» профильного модуля при обучении бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение».
- Проведена апробация лекционных занятий с использованием мультимедийных технологий по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин»

Разработанные нами материалы будут внедрены в учебный процесс.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. – М.: Машиностроение, 1977. – 180 с.
2. Алешин Н. П. Современные способы сварки: учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / Н. П. Алешин, В. И. Лысак, В. Ф. Лукьянов. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 58 с.
3. А.с. 89 993. Способ нанесения металлических покрытий. /Авт. изобр. Лазаренко Б.Р. Опубл. в Б.И., 1951, № 12.
4. Бородина Н.В. Мультимедийные технологии в профессиональной подготовке бакалавров профессионального обучения / Н.В. Бородина, О.В. Костина // Культура. Образование. Право: Сб. материалов Междунар. заочн. науч. - практ. конф., Екатеринбург, 12 апреля, 2012 г. Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2012. С.43 – 47
5. Востриков Д.А.Использование интерактивных видеофильмов в процессе обучения [Электронный ресурс] / Д.А. Востриков [Режим доступа : <http://www.snfpo.ru/help/articles/video.htm>].
6. Гафурова Н.В. Педагогическое применение мультимедийных средств / Н.В. Гафурова, Е.Ю. Чурилова: учеб.пособие часть 1 – Красноярск, 2008. – 11 с.
7. ГОСТ 977 - 88. Отливки стальные. Общие технические условия [Текст]. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. - 2 с.
8. ГОСТ 4543 – 71 Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия [Текст]. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2008.– 15 с.
9. ГОСТ 9466 – 75 Электроды, покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавке. Классификация и общие технические условия [Текст]. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2007. – 10 с.

10. Грабарь М.И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. / М.И. Грабарь, К.А. Краснянская. – М.: Педагогика, 1977.С. 104 – 106.

11. Ельцов В.В. Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов: учебное пособие / В.В. Ельцов. – Тольятти: Изд-во Тольяттинского государственного университета, 2012. – 52 с.

12. Иванов Г.П. Технология электроискрового упрочнения инструментов и деталей машин. М.: Машгиз 1961. - 303 с.

13. Ильин В.А. Мультимедийная лекция, как вид инновационной технологии обучения / В.А. Иванов, В.В. Кудрявцев // Инновационные технологии обучения в условиях глобализации рынка образовательных услуг: Научные Труды XIII Международной конференции. — М., 2007. — Т. 1. — Вып. 11. С. 415 - 419.

14. Кириллова Н.Б.Экранное искусство в системе гуманитарной подготовки специалистов [Текст] : учеб. пособие / Н.Б. Кириллова. – Екатеринбург: СИПИ, 1992. – 92 с.

15. Кирмайер М. Мультимедиа [Текст] / М. Кирмайер. – СПб. : ВНУ,1994. – 192 с.

16. Киселев Г.М. Информационные технологии в педагогическом образовании / Г.М. Киселев, Р.В. Бочкова. М.: Дашков и Ко, 2012. - 308 с.

17. Князева Г.В. Применение мультимедийных технологий в образовательных учреждениях [Электронный ресурс] / Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева [Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=17095898>]

18. Коновалов А.В. Теория сварочных процессов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Макаров, В.М. Неровный, Б.Ф. Якушин, под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2007 – 752 с.

19. Коротков В. А. Карбонитрация деталей машин / В. А. Коротков // Главный механик, 2011. – №9. – С. 20 - 22.

20. Коротков В.А. Износостойкость углеродистых сталей с различными видами упрочнения. // Трение и износ, 2015. - № 2. - С. 196-200.

21. Коротков В.А. Сокращение частоты ремонтов и ремонтных затрат применением плазменной закалки и карбонитрации. // Горное оборудование и электромеханика. 2015. - № 6 (115). - С. 30-33.

22. Крапивенко А.В. Технологии мультимедиа и восприятие ощущений / А.В. Крапивенко. Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 772 с.

23. Лещинский Л.К. Плазменное поверхностное упрочнение / Л. К. Лещинский, С. С. Самотугин, И. И. Пирч, В. И. Комар. – Киев :Тэхника, 1990. – 109 с.

24. Лошаков С.А. Обоснование выбора темы магистерской диссертации модуля «Технология сварочного производства» // Инновационные процессы в среднем профессиональном и высшем образовании: развитие кадрового потенциала: сб. науч. ст. / под ред. С.А. Днепров, А.В. Пивоварова; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. – Екатеринбург. 2017. – с 63.

25. Лошаков С.А. Заварка дефектов литой станины ротора/ С.А. Лошаков, Л.Т. Плаксина: тезисы докладов VIII Урал. науч.-практ. конф. / отв. ред. В. А. Коротков, В. Ф. Пегашкин; М-во образования и науки РФ ; ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – с 64.

26. Малаховский, В. А. Плазменные процессы в сварочном производстве : учеб. пособие / В. А. Малаховский. – М. :Высш. шк., 1988. – 72 с.

27. Мирошин Д.Г. Онлайн-видеотехнологии дистанционного обучения студентов техническим дисциплинам / Д.Г. Мирошин // Социосфера. 2013. № 1. - С. 96 – 98

28. Мулин Ю.И. Электроискровое легирование рабочих поверхностей инструментов и деталей машин электродными материалами, полученными из минерального сырья / Ю.И. Мулин, А.Д. Верхотуров // Владивосток: Дальнаука, 1999. – 110с.

29. Пинаев Д.В. Практическое применение карбонитрации / Д.В. Пинаев, И.А. Леушин: тезисы докладов VIII Урал. науч.-практ. конф. / отв. ред. В. А. Коротков, В. Ф. Пегашкин; М-во образования и науки РФ ; ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – С. 81 - 84

30. Плаксина Л.Т. Совершенствование технологии сварки армометаллоблоков / Л.Т. Плаксина, М.А. Неделько, Ю.Ф. Языков. – Ремонт, восстановление, модернизация, 2012. №10 – с.17-21.

31. Плаксина Л.Т. Особенности подготовки магистров сварочного производства в современных условиях / Плаксина Л.Т., Лошаков С.А. Сб. докладов XXIV-ой Международной научной конф. «Актуальные вопросы современной психологии и педагогики». Отв. ред. А.В.Горбенко. Липецк: Научное партнерство «Аргумент», 2015. – С. 40-41.

32. Плаксина Л.Т. Подготовка магистров сварочного производства в профессионально-педагогических образовательных учреждениях / Л.Т. Плаксина, С.А. Лошаков: Сб. статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции «инновационные подходы к решению профессионально-педагогических проблем». Ред. кол.: С.М. Маркова, С.А. Цыплакова, А.В. Лапшова, А.В.Хижная; М-во образования и науки РФ ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина» - Нижний Новгород, 2016. – с 115.

33. Потапьевский А.Г. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего: монография / А.Г. Потапьевский, Ю.Н. Сараев, Д.А. Чинахов; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд во Томского политехнического университета, 2012. – 208 с.

34. Прокошкин Д.А. Химико-термическая обработка металлов – карбонитрация. М.: Машиностроение – Metallurgy, 1984. – 240с.

35. Романцев Г.М. Профессионально – педагогические понятия / Романцев Г.М., Федоров В.А., Осипова И.В., Тарасюк О.В. Словарь, под ред.

Г.М. Романцева. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2005. – 456 с.

36. Сафонов Е.Н. Плазменная закалка деталей машин : монография / Е. Н. Сафонов ; Мин. обр. науки РФ ; ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2014. – 116 с.

37. СТП 50.00 – 2007. Свариваемость сталей. Классификация [Текст]. Екатеринбург.: Стандарт предприятия ЗАО «УРБО», 2008. – 45 с.

38. Трунин В.Е.Использование мультимедийных средств в обучении[Текст] / В.Е. Трунин // Среднее профессиональное образование. – 2007. – № 7. – С. 7-9.

39. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования 15.03.01 «Машиностроение» [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fgosvo.ru/news/6/1349> 1

40. Электрошлаковая сварка. Под редакцией Б.Е. Патона – М.: Государственное научно - техническое издательство машиностроительной литературы, 1959. – 260 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики
профессионального обучения

УТВЕРЖДАЮ
Председатель методической комиссии института ИПО
_____ А.О. Прокубовская
«__» _____ 2017 г.

КОМПЛЕКС ТЕСТОВЫХ ЗАНЯТИЙ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ
«УПРОЧНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН»

Екатеринбург
РГППУ
2017

1 ПАСПОРТ КОМПЛЕКСА ТЕСТОВЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ УПРОЧНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

1.1 Общие положения

Разработанные тестовые задания предназначены для оценки результатов *знаний* освоения дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин». Формой промежуточной аттестации является *дидактический тест*.

1.2 Результаты освоения дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин», подлежащие проверке

Результатами освоения дисциплины «Упрочнение и восстановление деталей машин» являются следующие профессиональные компетенции:

- Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции (ПК-14);
- Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования (ПК-15);
- Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения (ПК-17).

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен *знать*:

31. теоретические основы главных видов разрушения и изнашивания деталей машин в сложных условиях эксплуатации;

32. способы ремонта и упрочнения деталей машин.

1.3 Описание процедуры оценивания и правил оформления результатов оценивания

Оценка сформированности *знаний* для целей промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Упрочнение и восстановление деталей машин» на основе результатов дидактического теста.

1.4 Дидактический тест по теме «Электрошлаковая наплавка»

Для разработки учебно-методического комплекса и сопровождения лекционного курса требуется разработать контрольно-измерительный инструментарий (дидактический тест).

Дидактический тест для контроля знаний темы «Электрошлаковая наплавка»

Таблица 1 – Матрица тестовых заданий

Д.Е. №	Название	Форма	Формулировка Т.З.
1	ЭШН, сущность наплавки	Закрытая 1	1. Лучшие условия для наплавки основного металла и получения глубокой шлаковой ванны создаются при ... положении шва. Ответ: в
		Закрытая 2	2. При закипании шлаковой ванны происходит... Ответ: а
		Открытая 1	7. ЭШН – это процесс, который основан... Ответ: на выделении тепла электрического разряда в ванне расплавленного флюса
2	Основные наплавочные материалы для ЭШН	Закрытая 3	3. Отличительной особенностью электрошлакового процесса является... Ответ: б
		Закрытая 4	4. С помощью чего осуществляется легирование наплавленного металла

		Закрытая 5	<p>Ответ: в</p> <p>5. При низкой электро и теплопроводности температура ЭШН достигает...</p> <p>Ответ: а</p>
		Закрытая 6	<p>6. Какого значения достигает коэффициент плавления электрода при ЭШН...</p> <p>Ответ: г</p>
		Открытая 2	<p>8. Формирующим устройством для ЭШН могут служить...</p> <p>Ответ: медные и остающиеся стальные подкладки</p>
3	Область применения ЭШН	Открытая 3	<p>9. Электрошлаковый процесс нашел также применение в...</p> <p>Ответ: металлургии для получения высококачественных сталей и сплавов</p>
		Открытая 4	<p>10. Электрошлаковая сварка и наплавка находят применение...</p> <p>Ответ: для ремонтных работ при восстановлении массивных деталей, вышедших из строя в процессе эксплуатации</p>
4	Достоинства и недостатки ЭШН	соответствие 1	<p>В задании 11 установите соответствия информации</p> <p>1 Достоинства ЭШН</p> <p>2 Недостатки ЭШН</p> <p>Ответ: 1 – а, г, д, ж</p> <p>2 – б, в, е</p>

Инструкция

Тест включает в себя 11 заданий. Рассчитан на 20 минут. Максимальное количество баллов 16, минимальное 10. Выполняя задания, внимательно прочитайте указания к каждой части.

Желаем успеха!

Указание 1

В заданиях с 1 по 6 выберите один вариант правильного ответа

1. При каком положении сварного шва создаются лучшие для наплавки основного металла и получения глубокой шлаковой ванны

- а) горизонтальном;
- б) потолочном;
- в) вертикальном;

2. Назовите, что происходит при закипании шлаковой ванны

- а) Снижается электропроводность, повышается электрический ток;
- б) Снижается электрический ток;
- в) Снижается электропроводность, снижается электрический ток;
- г) Повышается электропроводность, повышается электрический ток;

3. Что является отличительной особенностью электрошлакового процесса

- а) Низкий коэффициент на разбрызгивание;
- б) Высокая устойчивость плотности тока;
- в) Повышенная производительность;

4. С помощью чего осуществляется легирование наплавленного металла

- а) Порошковой проволоки;
- б) Угольного электрода;
- в) Электродной проволоки;

5. При низкой электро и теплопроводности температура ЭШН достигает

- а) $<2000^{\circ}\text{C}$
- б) 1300°C
- в) 1700°C
- г) 1900°C

6. Назовите значение, которое достигает коэффициент плавления электрода при ЭШН

- А) $10 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$
- Б) $15 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$
- В) $5 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$
- Г) $30 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$

Указание 2

В заданиях с 7 по 10 завершите утверждения, вставляя в пропущенные строки недостающую информацию

7. ЭШН – это процесс, который основан _____

8. Формирующим устройством для ЭШН могут служить _____

9. Электрошлаковый процесс нашел также применение в _____

10. Электрошлаковая сварка и наплавка находят применение _____

Указание 3

В заданиях 11 установите соответствия информации и заполните форму отчета

11. Соотнесите информацию в 2^х столбцах и заполните форму ответа.

	Характеристики ЭШН
1 Достоинства ЭШН 2. Недостатки ЭШН	а) высокая устойчивость процесса и нечувствительность к кратковременным изменениям тока и его прерыванию; б) необходимость изготовления технологической оснастки, формирующей наплавляемый слой (в некоторых случаях); в) недопустимость прерывания процесса до окончания наплавки; г) экономичность процесса (на наплавление равного количества электродного металла электроэнергии затрачивается на 15-20 % меньше, чем при дуговой наплавке); д) возможность получения за один проход наплавленного слоя практически любой толщины (от нескольких миллиметров до десятков сантиметров); е) крупнозернистая структура металла шва и зоны термического влияния; ж) возможность обеспечения малой величины проплавления основного металла;

Форма ответа 1- _____

2- _____

Таблица 2 - Оценка сложности каждого тестового задания

№ тестового задания	Уровень сложности	баллы
1	Узнавание	1
2	Узнавание	1
3	Узнавание	1
4	Узнавание	1
5	Узнавание	1
6	Узнавание	1
7	Воспроизведение	2
8	Воспроизведение	2
9	Воспроизведение	2
10	Воспроизведение	2
11	Применение	3
∑ баллов		17

Тест считается пройденным, если обучаемый набрал не менее:

$$17/100 \times 60 = 10 \text{ баллов.}$$

Таблица 3 - Составление матрицы покрытия дидактических единиц учебного материала тестовыми заданиями

№ ТЗ	ТЗ 1	ТЗ 2	ТЗ 3	ТЗ 4	ТЗ 5	ТЗ 6	ТЗ 7	ТЗ 8	ТЗ 9	ТЗ 10	ТЗ 11
№ДЕ											
ДЕ 1	+	+					+				
ДЕ 2			+	+	+	+		+			
ДЕ 3									+	+	
ДЕ 4											+

Таблица 4 - Оценочная таблица по дидактическому тесту

Критерии оценки	Уровни сформированности			
	Низкий	Средний	Повышенный	Высокий
Кол-во набранных баллов	0 - 9	10 - 12	13 - 15	16 - 17

1.5 Разработка дидактического теста для контроля усвоения знаний обучающихся по темам «Сварка в смеси защитных газов Corgon» и «Эффективность применения сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций»

Для разработки учебно-методического комплекса и сопровождения лекционного курса требуется разработать контрольно-измерительный инструментарий (дидактический тест).

Дидактический тест для контроля знаний темы «Сварка в смеси защитных газов Corgon» и «Эффективность применения сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций».

Таблица 5 – Матрица тестовых заданий по теме «Сварка в смеси защитных газов Corgon»

Д.Е. №	Название	Форма	Формулировка Т.З.
1	Особенности сварки в смеси Corgon	Закрытая 1	1 Назовите прежнее название смеси Corgon Ответ: б
		Закрытая 2	2 Чем определяется установление стабильного процесса сварки Ответ: в
		Закрытая 3	3 Назовите чему равна сила тока короткого замыкания при высоких скоростях сварки Ответ: а
		Закрытая 4	4 Каково давление дуги в смесях Corgon по сравнению CO ₂ Ответ: в
		Открытая 1	10 CORGON – высококачественная линейка защитных газовых смесей на основе... Ответ: аргона и углекислоты для полуавтоматической сварки (MIG-MAG) и наплавки.
Открытая 2	11 Структура и свойства металла швов и околошовной зоны на низкоуглеродистых и низколегированных сталях зависят от... Ответ: электродной проволоки, состава и свойств основного металла и режима сварки.		
2	Ассортимент газовых смесей Corgon	Соответствие 1	В задании 17 установите соответствия информации 1) Corgon 2 2) Corgon 8 3) Corgon 15 4) Corgon 18 5) Corgon 20 6) Corgon 25 <p style="text-align: right;">Ответ:</p> 1. Е 2. А 3. Б 4. Г

			5. Д 6. В
3	Техника сварки швов во всех пространственных положениях в смеси Corgon	Закрытая 5 Открытая 3 Открытая 4	5 На каком токе и какой полярности выполняют сварку в смеси Corgon Ответ: а 12С увеличением тока увеличивается... Ответ: глубина провара, скорость расплавления электрода и производительность сварки 13 При наклонах электрода на угол больше 15° от вертикали ухудшается..., увеличивается... Ответ: формирование шва, разбрызгивание
4	Оборудование для сварки в смеси Corgon	Закрытая 6	6 Выберите марку сварочного полуавтомата для сварки в смеси Corgon Ответ: г
5	Достоинства и недостатки смеси Corgon	Соответствие 2	В задании 18 установите соответствия информации 1 Достоинства смеси Corgon 2 Недостатки смеси Corgon Ответ: 1 а, б, г, ж, з 2 в, д, е

Таблица 6 – Матрица тестовых заданий по теме «Эффективность применения сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций»

Д.Е. №	Название	Форма	Формулировка Т.З.
2	Влияние состава защитной газовой смеси на форму и размеры проплавления, а также на коэффициент усвоения легирующих элементов	Открытая 5	14 С изменением состава защитного газа изменяется... и ... Ответ: перенос металла и мощность дуги
3	Преимущества применения многокомпонентных газовых смесей	Открытая 6	15 Применение смеси Corgon 18 вместо традиционного углекислого газа позволило на предприятии значительно увеличить скорость сварки и ... и ... за счет повышения стабильности дуги, ... и ... Ответ: повысить надежность; качество сварного шва; повышения текучести металла; улучшения переноса металла в сварочную ванну

4	Сравнение влияния состава защитной среды на параметры сварки	Закрытая 7	7 Чему равен коэффициент набрызгивания сварочной смеси Corgon 18 при сварочном токе 210 – 220 А Ответ: г
5	Результаты механических испытаний и металлографических исследований	Закрытая 8 Открытая 7	8 Каковы механические свойства сварных швов, выполненных механизированной сваркой в смеси Corgon 18 по сравнению с CO ₂ Ответ: а 16 Металлографические исследования показали, что структура металла сварных соединений, выполненных в смеси Corgon 18, в основном, состоит из ... и ... Ответ: феррита; перлита
6	Целесообразность замены углекислого газа на смесь Corgon 18	Закрытая 9	9 Какова производительность труда механизированной сварки в смеси Corgon 18 по сравнению с CO ₂ Ответ: а

Инструкция

Тест включает в себя 18 заданий. Рассчитан на 30 минут. Максимальное количество баллов 27, минимальное 16. Выполняя задания, внимательно прочитайте указания к каждой части.

Желаем успеха!

Указание 1.

В заданиях с 1 по 9 выберите один вариант правильного ответа.

1. Назовите прежнее название смеси Corgon

а) Varigon

б) Fogon

в) Formier - Gas

2. Чем определяется установление стабильного процесса сварки:

а) не провар и набрызгивание;

б) не провар;

в) провар и разбрызгивание;

г) разбрызгивание;

3. Назовите, чему равна сила тока короткого замыкания при высоких скоростях сварки

- а) 100–300 кА/с;
- б) 10–30 кА/с;
- в) 600–900 кА/с;
- г) 1000–3000 кА/с;

4. Каково давление дуги в смесях Corgon по сравнению CO_2

- а) больше;
- б) равно;
- в) меньше;

5. На каком токе и какой полярности выполняют сварку в смеси Corgon

- а) на постоянном токе обратной полярности;
- б) на переменном токе прямой полярности;
- в) на постоянном токе прямой полярности;
- г) на переменном токе обратной полярности;

6. Выберите марку сварочного полуавтомата для сварки в смеси Corgon

- а) ТДМ - 400;
- б) ВДУ - 511;
- г) FroniusTransPuls Synergic 5000
- в) А-1406;

7. Чему равен коэффициент набрызгивания сварочной смеси Corgon 18 при сварочном токе 200 – 210 А:

- а) 1,5;
- б) 5;
- в) 10^5 ;
- г) 0,3;

8. Каковы механические свойства сварных швов, выполненных механизированной сваркой в смеси Corgon 18 по сравнению с CO_2

- а) выше;

б)равное (без изменений);

в) ниже;

9.Какова производительность труда механизированной сварки в смеси Corgon 18 по сравнению с CO₂:

а) выше;

б)равное (без изменений);

в) ниже;

Указание 2

В заданиях с 10 по 16 завершите утверждения, вставляя в пропущенные строки недостающую информацию

10. CORGON – высококачественная линейка защитных газовых смесей на основе _____

11. Структура и свойства металла швов и околошовной зоны на низкоуглеродистых _____ и _____ низколегированных _____ сталях зависят от _____

12. _____ С _____ увеличением _____ тока _____ увеличивается _____

13. При наклонах электрода на угол больше 15° от вертикали ухудшается _____, увеличивается _____.

14. _____ С _____ изменением состава защитного газа _____ изменяется _____ и _____.

15. Применение смеси Corgon 18 вместо традиционного углекислого газа позволило на предприятии значительно увеличить скорость сварки и _____ и _____ за счет повышения стабильности дуги, _____ и _____.

16. Металлографические исследования показали, что структура металла сварных соединений, выполненных в смеси Corgon 18, в основном, состоит из _____ и _____.

Указание 3

В заданиях 17 и 18 установите соответствия информации и заполните форму ответа

17. Соотнесите информацию в 2^х столбцах и заполните форму ответа.

Наименование смеси	Состав
1) Corgon 2	А) 92% Ar + 8%CO ₂
2) Corgon 8	Б) 78% Ar + 15%CO ₂
3) Corgon 15	В) 75% Ar + 25%CO ₂
4) Corgon 18	Г) 82% Ar + 18%CO ₂
5) Corgon 20	Д) 80% Ar + 20%CO ₂
6) Corgon 25	Е) 98% Ar + 2%CO ₂

- 1 _____
 2 _____
 3 _____
 4 _____
 5 _____
 6 _____

18. Соотнесите информацию в 2^х столбцах и заполните форму ответа.

	Характеристики Corgon
1 Достоинства	А) Лучшая форма сварного шва
2 Недостатки	Б) Меньшеотепловложение и нагрев
	В) Меньше глубина провара
	Г) Меньшее остаточное коробление изделий
	Д) Больше нагрев горелки
	Е) Сложность заварки больших пустот и вертикальных швов
	Ж) Меньше поверхностного шлака
	З) Выше ударная вязкость
	И) Больше выделений озона

- 1 _____
 2 _____

Таблица 7 - Оценка сложности каждого тестового задания

№ тестового задания	Уровень сложности	баллы
1	Узнавание	1
2	Узнавание	1
3	Узнавание	1
4	Узнавание	1
5	Узнавание	1
6	Узнавание	1

7	Узнавание	1
8	Узнавание	1
9	Узнавание	1
10	Воспроизведение	2
11	Воспроизведение	2
12	Воспроизведение	2
13	Воспроизведение	2
14	Воспроизведение	2
15	Воспроизведение	2
17	Применение	3
18	Применение	3
∑ баллов		27

Тест считается пройденным, если обучаемый набрал не менее:

$$27/100 \times 60 = 16 \text{ баллов.}$$

Таблица 8 - Составление матрицы покрытия дидактических единиц учебного материала тестовыми заданиями

№ ТЗ	ТЗ 1	ТЗ 2	ТЗ 3	ТЗ 4	ТЗ 5	ТЗ 6	ТЗ 7	ТЗ 8	ТЗ 9	ТЗ 10	ТЗ 11	ТЗ 12	ТЗ 13	ТЗ 14	ТЗ 15	ТЗ 16	ТЗ 17	ТЗ 18
№ДЕ																		
<i>Сварка в смеси защитных газов Corgon</i>																		
ДЕ 1	+	+	+	+						+	+							
ДЕ 2																	+	
ДЕ 3					+							+	+					
ДЕ 4						+												
ДЕ 5																		+
<i>Эффективность применения сварочной смеси Corgon 18 при производстве сварных конструкций</i>																		
ДЕ 1																		
ДЕ 2														+				
ДЕ 3															+			
ДЕ 4							+											
ДЕ 5								+								+		
ДЕ 6									+									
ДЕ 7																		

Таблица 9 - Оценочная таблица по дидактическому тесту

Критерии оценки	Уровни сформированности			
	Низкий	Средний	Повышенный	Высокий
Кол-во набранных баллов	0 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 27

3.3 Разработка дидактического теста для контроля усвоения знаний обучающихся по темам «Ремонтная наплавка покрытыми электродами», «Заварка дефектов литой станины ротора», Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки»

Для разработки учебно-методического комплекса и сопровождения лекционного курса требуется разработать контрольно-измерительный инструментарий (дидактический тест).

Дидактический тест для контроля знаний тем «Ремонтная наплавка покрытыми электродами», «Заварка дефектов литой станины ротора», Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки».

Таблица 10 – Матрица тестовых заданий по теме «Ремонтная наплавка покрытыми электродами»

Д.Е. №	Название	Форма	Формулировка Т.З.
1	Историческая справка	Закрытая 1	1 Назовите фамилию ученого, который первый начал заниматься ремонтной наплавкой в России Ответ: в
2	Общие сведения	Открытая 1 Открытая 2	13 Наплавка – это нанесение слоя металла... Ответ: на поверхность заготовки или изделия посредством сварки плавлением 14 Восстановительная наплавка (наварка, заварка) применяется для... Ответ: восстановления первоначальных размеров изношенных или поврежденных деталей
3	Ручная дуговая наплавка, сущность наплавки	Закрытая 2	2 Какое процентное содержание рутила (TiO_2) в высокорутиловых электродах Ответ: г
4	Выбор электродов для наплавки	Закрытая 3 Закрытая 4	3 Выберите марку электрода для наплавки деталей, которые работают на износ при обычных температурах Ответ: а 4 Выберите марку электрода для наплавки режущего инструмента Ответ: а
5	Режимы ручной	Закрытая 5	5 Выберите формулу, по которой рассчиты-

	дуговой наплавки		вается масса наплавленного металла Ответ: в
6	Техника наплавки покрытыми электродами	Закрытая 6	6 Каким должен быть угол наклона электрода при наплавке «углом назад» Ответ: б
7	Достоинства и недостатки ручной дуговой наплавки	Соответствие 1	В задании 18 установите соответствия информации 1 Достоинства ручной дуговой наплавки 2 Недостатки ручной дуговой наплавки Ответ: 1 а, в, е 2 б, г, д, ж

Таблица 11 – Матрица тестовых заданий по теме «Заварка дефектов литой станины ротора»

Д.Е. №	Название	Форма	Формулировка Т.З.
1	Описание конструкции	Открытая 3	15 Ротор является одним из важнейших узлов.. Ответ: установок для бурения скважин нефтяных и газовых скважин
2	Описание стали	Закрытая 7	7 Какая свариваемость у марки стали 35Л Ответ: б
3	Выбор марки электродов	Закрытая 8	8 Какая марка электродов применяется для заварки марки стали 35Л станины ротора Ответ: б
4	Технология ремонтной заварки	Соответствие 2	В задании 19 установите правильную последовательность информации Ответ: а, в, б, е, г, д, з, ж, к, и

Таблица 12 – Матрица тестовых заданий по теме «Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки»

Д.Е. №	Название	Форма	Формулировка Т.З.
1	Описание конструкции	Открытая 4	16 Буровая лебедка – основной агрегат... Ответ: спуска – подъемного комплекса буровой установки
2	Описание стали	Закрытая 9	9 Какая свариваемость у марки стали 40Х Ответ: г
3	Выбор марки электродов	Закрытая 10	10 Какая марка электродов применяется для наплавки марки стали 40Х сектора модуля буровой лебедки Ответ: а
		Открытая 5	17 Электрод марки ..., является средством для наплавки поверхностного слоя наплав-

			ленного металла сектора модуля буровой лебедки Ответ: ОЗН - 300М
4	Технология ремонтной наплавки	Закрытая 11	11 Какова температура проковки марки электродов ОЗЛ – 6 Ответ: а
		Закрытая 12	12 Какой прибор применяется для контроля температуры предварительного подогрева Ответ: б

Инструкция

Тест включает в себя 19 заданий. Рассчитан на 35 минут. Максимальное количество баллов 27, минимальное 16. Выполняя задания, внимательно прочитайте указания к каждой части.

Желаем успеха!

Указание 1.

В заданиях с 1 по 12 выберите один вариант правильного ответа.

1. Назовите фамилию ученого, который первый начал заниматься ремонтной наплавкой в России

- а) Хэмфри Дэви;
- б) Н.Н. Бенардос;
- в) Н.Г. Славянов;
- г) Е.О. Патон;

2. Какое процентное содержание рутила (TiO_2) в высокорутиловых электродах

- а) 5%;
- б) 15%;
- в) 100%;
- г) 35%;

3. Выберите марку электрода для наплавки деталей, которые работают на износ при обычных температурах

- а) ОЗН – 300;

б) Т – 216;

в) ОЗИ – 6;

4. Выберите марку электрода для наплавки режущего инструмента

а) Т – 293;

б) МР – 3;

в) АНО – 11;

5. Выберите формулу, по которой рассчитывается масса наплавленного металла

а) $G_M = G_H \times K_3$;

б) $I_{св} = K \times d_3$;

в) $G_H = F_{НП} \times h_H \times p$;

6. Каким должен быть угол наклона электрода при наплавке «углом назад»

а) 30 - 40°;

б) 15 - 20°;

в) 5 - 10°;

г) 40 - 45°;

7. Какая свариваемость у марки стали 35Л

а) Легко свариваемая;

б) Удовлетворительно свариваемая;

в) Ограниченно свариваемая;

г) Трудно свариваемая;

8. Какая марка электродов применяется для заварки марки стали 35Л станины ротора

а) ОЗЛ-6;

б) УОНИ 13/55;

в) АНО-11;

г) УОНИ 13/45;

9. Какая свариваемость у марки стали 40Х

а) Легко свариваемая;

- б) Удовлетворительно свариваемая;
- в) Ограниченно свариваемая;
- г) Трудно свариваемая;

10.Какая марка электродов применяется для наплавки марки стали 40Х сектора модуля буровой лебедки

- а) ОЗЛ-6;
- б) АНО-11;
- в) УОНИ 13/65;
- г) ОК 46;

11.Какова температура прокали марки электродов ОЗЛ – 6

- а) 190 – 210;
- б) 280 – 300;
- в) 100 – 115;
- г) 320 – 340;

12.Какой прибор применяется для контроля температуры предварительного подогрева

- а) Дюрومتر;
- б) Пирометр;
- в) УШС;

Указание 2

В заданиях с 13 по 17 завершите утверждения, вставляя в пропущенные строки недостающую информацию

13. Наплавка – это нанесение слоя металла

14. Восстановительная наплавка (наварка, заварка) применяется для

15.Ротор является одним из важнейших узлов

16.Буровая лебедка – основной агрегат

17.Электрод марки _____, является средством для наплавки поверхностного слоя наплавленного металла сектора модуля буровой лебедки.

Указание 3

В заданиях 18 установите соответствия информации и заполните форму ответа

18.Соотнесите информацию в 2^х столбцах и заполните форму ответа.

	Характеристики ручной дуговой наплавки
1 Достоинства	А) Универсальность и гибкость при выполнении разнообразных наплавочных работ; Б) Тяжелые условия труда В) Простота и доступность оборудования и технологии Г) Низкая производительность Д) Непостоянство качества наплавленного слоя Е) Возможность получения наплавленного металла практически любой системы легирования Ж) Большое проплавление основного металла
2 Недостатки	

1 _____

2 _____

Указание 4

В задании 19 установите правильную последовательность информации и заполните форму ответа

19. Установите правильную последовательность номеров технологических операций ремонтной заварки дефектов литой станины ротора по порядку

а) Засверлить концы трещин;

- б) Зачистка места для заварки;
- в) Контроль разделанных трещин;
- г) Предварительный подогрев конструкции;
- д) Прокалка электродов;
- е) Укрыть поверхность асбестовым полотном;
- ж) Послойная зачистка;
- з) Заварка трещин;
- и) Контроль качества заварки;
- к) Зачистка после заварки;

Ответ: _____.

Таблица 13 - Оценка сложности каждого тестового задания

№ тестового задания	Уровень сложности	баллы
1	Узнавание	1
2	Узнавание	1
3	Узнавание	1
4	Узнавание	1
5	Узнавание	1
6	Узнавание	1
7	Узнавание	1
8	Узнавание	1
9	Узнавание	1
10	Узнавание	1
11	Узнавание	1
12	Узнавание	1
13	Воспроизведение	2
14	Воспроизведение	2
15	Воспроизведение	2
17	Воспроизведение	2
18	Применение	3
19	Применение	4
∑ баллов		27

Тест считается пройденным, если обучаемый набрал не менее:

$$27/100 \times 60 = 16 \text{ баллов.}$$

Таблица 14 - Составление матрицы покрытия дидактических единиц учебного материала тестовыми заданиями

№ ТЗ	ТЗ 1	ТЗ 2	ТЗ 3	ТЗ 4	ТЗ 5	ТЗ 6	ТЗ 7	ТЗ 8	ТЗ 9	ТЗ 10	ТЗ 11	ТЗ 12	ТЗ 13	ТЗ 14	ТЗ 15	ТЗ 16	ТЗ 17	ТЗ 18	ТЗ 19
№ДЕ																			
<i>Ремонтная наплавка покрытыми электродами</i>																			
ДЕ 1	+																		
ДЕ 2													+	+					
ДЕ 3		+																	
ДЕ 4			+	+															
ДЕ 5					+														
ДЕ 6						+													
ДЕ 7																		+	
<i>Заварка дефектов литой станины ротора</i>																			
ДЕ 1															+				
ДЕ 2							+												
ДЕ 3								+											
ДЕ 4																			+
<i>Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки</i>																			
ДЕ 1															+				
ДЕ 2								+											
ДЕ 3									+								+		
ДЕ 4										+	+								

Таблица 15 - Оценочная таблица по дидактическому тесту

Критерии оценки	Уровни сформированности			
	Низкий	Средний	Повышенный	Высокий
Кол-во набранных баллов	0 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 27

4.1 Разработка дидактического теста для контроля усвоения знаний обучающихся по теме «Карбонитрация»

Для разработки учебно-методического комплекса и сопровождения лекционного курса требуется разработать контрольно-измерительный инструментарий (дидактический тест).

Дидактический тест для контроля знаний теме «Карбонитрация».

Таблица 16 – Матрица тестовых заданий по теме «карбонитрация»

Д.Е. №	Название	Форма	Формулировка Т.З.
1	Историческая справка	Закрытая 1 Открытая 1	1. Назовите фамилию ученого, который разработал процесс карбонитрации в России Ответ: в 7. Карбонитрация создает на поверхности стальных и чугунных деталей, тонкий, но твердый слой ..., под которым располагается зона твердого раствора... с уменьшающейся твердостью по мере удаления от поверхности. Ответ: карбонитрида; азота в железе.
2	Сущность процесса	Закрытая 2 Закрытая 3 Открытая 2	2. При какой температуре выполняется технологический процесс карбонитрации Ответ: а 3. Назовите, для каких материалов применяется карбонитрация Ответ: б 8. Применение карбонитрации для обработки деталей повышает ..., резко увеличивает ... по сравнению с цементацией, нитроцементацией, газовым азотированием, обеспечивает минимальные величины деформаций и микронную точность деталей. Ответ: усталостную прочность, износостойкость,
3	Применение карбонитрации на производстве	Закрытая 4 Открытая 3 Соответствие 1	4. Какова твердость стали 40X после применения к ней карбонитрации Ответ: г 9. Карбонитрация применяется в качестве ..., что сокращает трудоемкость изготовления за счет исключения ... твердого закаленного слоя. Ответ: финишной технологии, механической обработки. В задании 10 установите соответствия информации 1 Типовое изготовление деталей 2 Изготовление деталей с карбонитрацией Ответ: 1 а, б, г, д, ж. 2 в, е, з.
4	Преимущества	Закрытая 5	5. Назовите, на сколько процентов повы-

	процесса карбонитрации		<p>шается усталостная прочность при использовании карбонитрации Ответ: в</p> <p>6. Назовите, во сколько раз снижается трение при применении карбонитрации Ответ: а</p>
--	------------------------	--	---

Инструкция

Тест включает в себя 10 заданий. Рассчитан на 12 минут. Максимальное количество баллов 15, минимальное 9. Выполняя задания, внимательно прочитайте указания к каждой части.

Желаем успеха!

Указание 1.

В заданиях с 1 по 6 выберите один вариант правильного ответа.

1. Назовите фамилию ученого, который разработал процесс карбонитрации в России

- а) Б.Е. Патон
- б) Н.Г. Славянов
- в) Д.А. Прокошкин
- г) Н.Н. Бенардос

2. При какой температуре выполняется технологический процесс карбонитрации

- а) 560-580°C
- б) 360-580°C
- в) 660-880°C
- г) 680-900°C

3. Назовите, для каких материалов применяется карбонитрация

- а) Медь и серебро;
- б) Сталь и чугун;
- в) Алюминий и цинк;
- г) Пластмасса и сталь

4. Какова твердость стали 40Х после применения к ней карбонитрации

- а) 35 HRC;
- б) 75 HRC;
- в) 40 HRC;
- г) 50 HRC;

5. Назовите, на сколько процентов повышается усталостная прочность при использовании карбонитрации

- а) 10-15%
- б) 20-30%
- в) 50-80%
- г) 5-10%

6. Назовите, во сколько раз снижается коэффициент трения при применении карбонитрации

- а) 1,5-2
- б) 2-2,5
- в) 3-5
- г) 5-6

Указание 2

В заданиях с 7 по 9 завершите утверждения, вставляя в пропущенные строки недостающую информацию

7. Карбонитрация создает на поверхности стальных и чугуновых деталей, тонкий, но твердый слой _____, под которым располагается зона твердого раствора _____ с уменьшающейся твердостью по мере удаления от поверхности.

8. Применение карбонитрации для обработки деталей повышает _____, резко увеличивает _____ по сравнению с цементацией, нитроцементацией, газовым азотированием, обеспечивает минимальные величины деформаций и микронную точность деталей.

9. Карбонитрация применяется в качестве _____, что сокращает трудоемкость изготовления за счет исключения _____ твердого закаленного слоя.

Указание 3

В задании 10 установите соответствия информации и заполните форму ответа

10. Соотнесите информацию в 2^х столбцах и заполните форму ответа.

<p>1 Типовое изготовление деталей 2 Изготовление деталей с карбонитрацией</p>	<p>Характеристики ручной дуговой наплавки А) Черновая механическая обработка Б) Чистовая механическая обработка (правка, шлифовка) В) Черновая и чистовая механическая обработка Г) Перевозка на термический участок (цех, завод) для проведения закалки ТВЧ или цементации или улучшения Д) Проведение термической обработки Е) Перевозка на термический участок (цех, завод) для карбонитрации Ж) Перевозка на участок (цех, завод) для чистовой механической обработки З) Проведение карбонитрации</p>
---	---

1 _____
2 _____

Таблица 17 - Оценка сложности каждого тестового задания

№ тестового задания	Уровень сложности	баллы
1	Узнавание	1
2	Узнавание	1
3	Узнавание	1
4	Узнавание	1
5	Узнавание	1
6	Узнавание	1
7	Воспроизведение	2
8	Воспроизведение	2
9	Воспроизведение	2
10	Применение	3
∑ баллов		15

Тест считается пройденным, если обучаемый набрал не менее:

$$15/100 \times 60 = 9 \text{ баллов.}$$

Таблица 18 - Составление матрицы покрытия дидактических единиц учебного материала тестовыми заданиями

№ ТЗ	ТЗ 1	ТЗ 2	ТЗ 3	ТЗ 4	ТЗ 5	ТЗ 6	ТЗ 7	ТЗ 8	ТЗ 9	ТЗ 10
№ ДЕ										
ДЕ 1	+						+			
ДЕ 2		+	+					+		
ДЕ 3				+					+	+
ДЕ 4					+	+				

Таблица 19 - Оценочная таблица по дидактическому тесту

Критерии оценки	Уровни сформированности			
	Низкий	Средний	Повышенный	Высокий
Кол-во набранных баллов	0 - 8	9 - 11	12 - 13	14 - 15