

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ  
Заведующий кафедрой СП  
\_\_\_\_\_ Б.Н. Гузанов  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ  
«СВАРЩИК»

Пояснительная записка к дипломной работе  
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по  
отраслям)  
профиля «Машиностроение и материалобработка»  
профилизации «Технологии и технологический менеджмент в  
сварочном производстве»

Идентификационный код ВКР: 168

Исполнитель:  
студент группы СМ – 402

Ю.К. Жуков

Руководитель:  
доц., канд. пед. наук

М.А. Федулова

Нормоконтролер:  
ст. преподаватель

Д.Х. Билалов

Екатеринбург 2016

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа содержит 91 лист машинописного текста 22 рисунков, 22 таблицы, 26 использованных источников литературы, приложений на 2 страницах графическую часть на 6 листах формата А1.

Ключевые слова: ПРОФЕССИЯ «СВАРЩИК», ПОДГОТОВИТЕЛЬНО-СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ, СТРУКТУРНО – ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, КОМПЛЕКС СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ, ОЧИСТКА, ГИБКА, ВАЛЬЦОВКА, ПРАВКА, СБОРКА, ЭЛЕКТРОННАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ, ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА, ПЛАКАТ, УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА (ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ), ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БАРАБАНА ЛЕБЕДКИ.

В работе проанализирован и изучен материал, посвященный теоретическим основам проектирования учебного процесса в образовательном учреждении систем СПО. Проведен анализ учебно-нормативной документации подготовки по профессии «Сварщик» (электросварочные и газосварочные работы).

Подобран теоретический материал для разработки комплекса средств обучения по теме «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки» ПМ.01 Подготовительно-сварочные работы. Построена структурно-логическая схема информации. Разработаны электронные презентации, плакаты и инструкционная карта по выбранной теме.

В технологической части разработана технология изготовления барабана лебедки.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Средства обучения при организации учебной практики (производственного обучения) при подготовке по рабочей профессии.....	7
1.1 Средства обучения, их классификация.....	7
1.2 Современные педагогические технологии в профессиональной школе...	11
1.3 Выбор средств обучения .....	14
2 Анализ учебно-нормативной документации подготовки рабочего по профессии «Сварщик» в контексте освоения Профессионального Модуля 01. Подготовительно-сварочные работы .....	19
2.1 Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по профессии «Сварщик» (электросварочные и газосварочные работы) .....	19
2.2 Анализ учебного плана.....	24
2.3 Рабочая программа ПМ 01 .....	27
3 Разработка учебно-методического сопровождения проведения учебной практики по ПМ 01 .....	35
3.1 Подбор учебной информации по теме «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки» .....	35
3.2 Анализ научной и учебной литературы по изучаемой теме «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки» .....	36
3.3 Структурно-логическая схема .....	38

3.4 Разработка средств обучения на тему «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки» .....	40
4 Технологическая часть .....	48
4.1 Анализ и характеристика сварной конструкции.....	48
4.2 Характеристика конструкционного материала.....	49
4.3 Выбор способа сварки и сварочных материалов .....	55
4.4 Определение параметров шва и режимов сварки.....	59
4.6 Выбор вспомогательного сварочного оборудования .....	80
4.7 Контроль качества.....	84
4.8 Технологический процесс сварки барабана лебедки .....	87
Заключение .....	88
Список использованных источников .....	89
Приложения А	
Приложение Б	

## ВВЕДЕНИЕ

Преобразования современного общества требуют высокого уровня профессиональной подготовки специалистов в области сварочного производства, развития личностных качеств, формирования специальных знаний по сварке, умений и навыков в технологии сварки, обеспечивающих конкурентоспособность, социально-профессиональную мобильность выпускников данного профиля. В настоящих условиях особую значимость приобретают проблемы профессиональной подготовки учащихся по профессии "Сварщик".

Социальная значимость профессии в обществе огромна. Сварочные работы применяются во многих отраслях промышленности. Сварщики трудятся на стройплощадках, создавая конструкции и системы различных коммуникаций, в промышленности, таких как, энергетика, нефтеперерабатывающая промышленность, сельское хозяйство. Трудно назвать такой вид производства, где не применялся бы труд сварщика.

Актуальность работы определяется потребностями развивающейся экономики Свердловской области в квалифицированных рабочих кадрах, свободно владеющих своей профессией, людей способных к эффективной работе по специальности сварки на уровне российских и мировых стандартов.

Успешное выполнение профессиональной деятельности предполагает, прежде всего, высокую степень психологической и профессиональной готовности учащихся. Практика сегодняшнего дня показывает, что современные требования в профессиональных организациях усложняются в виду формирования профессиональной подготовки учащегося на базе реального производственного обучения. Одной из требований новых образовательных стандартов является направленность на удовлетворение потребностей рынка труда и работодателей.

Практическая востребованность в профессиональной подготовке учащегося обусловили выбор темы: «Разработка методического обеспечения профессионального модуля «Подготовительно-сварочные работы».

Таким образом, актуальной становится разработка и внедрение новых методик организации производственного обучения, где будут использованы новое оборудование и применены новые технологии.

**Объект и предмет данного исследования:**

Объект – профессиональная подготовка по рабочей профессии “Сварщик (электросварочные и газосварочные работы)”.

Предмет – формирование профессиональных компетенций у обучаемых при проведении производственного обучения.

**Цель дипломной работы:**

Спроектировать комплекс средств обучения для обеспечения подготовки рабочих по профессии “Сварщик (электросварочные и газосварочные работы)”.

**При разработке дипломной работы будут решены следующие задачи:**

- Проанализировать учебно-программную документацию подготовки квалифицированных рабочих по профессии Сварщик (электросварочные и газосварочные работы).
- Изучить теоретические основы организации производственного обучения в образовательных учреждениях СПО.
- Спроектировать комплекс средств обучения ПМ 01.

Методы исследования: анализ, наблюдение, синтез, обобщение, суждение, классификация.

# **1 Средства обучения при организации учебной практики (производственного обучения) при подготовке по рабочей профессии**

## **1.1 Средства обучения, их классификация**

Средство обучения – разнообразнейшие материалы и «орудие» учебного процесса, благодаря использованию которых более успешно и за рационально сокращенное время достигнуть поставленной цели обучения.

Под средством обучения понимают: материальный или идеальный объект, который используется педагогом и обучаемыми для усвоения знаний (П. И. Пидкасистый).

Главное дидактическое назначение средств обучения – ускорить процесс усвоения учебного материала, т.е. приблизить учебный процесс к наиболее эффективным характеристикам.

Выделяют 2 группы средств обучения:

- 1) средства, как источник информации;
- 2) средства, как инструмент усвоения учебного материала.

Все средства обучения делятся на *материальные и идеальные*. К материальным средствам относятся учебники, учебные пособия, дидактический материал, тестовый материал, средство наглядности, ТСО (технические средства обучения), лабораторное оборудование.

В качестве идеальных средств выступают общепринятые системы знаковых языков, письмо, системы условных обозначений различных наук, средства наглядности, учебные компьютерные программы, методы и формы организации учебной деятельности и системы требований к обучению.

Обучение становится эффективным в том случае, если материальные и идеальные средства обучения взаимосвязаны и дополняют друг друга.

## Классификация средств

Исходные положения, которые являются основаниями при классификации средств обучения, были предложены В. В. Краевским [1]. Основным звеном в системе образования он считал содержание. Именно оно является тем ядром над которым строятся методы и формы организации учебной деятельности и весь процесс обучения, воспитания и развития ребенка. Содержание образования определяет способ усвоения знаний, которые требуют взаимосвязи средств обучения.

Содержание образования формируется на 3 уровнях:

1 уровень – урок. Опираясь на предложенную тему и объем материала, педагог сам строит урок, он пытается наиболее полно отразить то содержание образования, которое входит в тему данного урока.

2 уровень – учебный предмет. Содержание учебного предмета формируется исходя из объема часов выделенных на предмет и значимости разделов учебного материала, которые выбраны в качестве изучения.

3 уровень – весь процесс обучения. (На протяжении всех методов обучения в общеобразовательных учреждениях, охватывающие все содержание, т.е. учебные предметы, их количество, количество часов выделенных на каждый из них).

Таблица 1 – Классификация средств обучения [1]

Идеальные средства обучения	Материальные средства обучения
1 уровень – на уроке:	
Произведения искусства, другие достижения культуры (живопись, музыка, литература), средства наглядности (чертежи, рисунки, схемы), учебные компьютерные программы по теме урока, системы знаков, формы организации учебной деятельности на уроке.	Отдельные тексты из учебника, задания, упражнения и задачи для решения учащимися тестовых материалов, лабораторное оборудование, ТСО.
2 уровень – учебный предмет:	
Системы условных обозначений различных дисциплин, учебные компьютерные программы охватывающие весь курс обучения предмета, развивающая среда для накопления навыков по данному предмету.	Учебники и учебные пособия, дидактические материалы, методические разработки (рекомендации по предмету).

## Окончание таблицы 1

3 уровень – весь процесс обучения:	
Система обучения, методы обучения, система общешкольных требований.	Кабинеты для обучения, библиотеки, столовые и буфеты, медицинский кабинет, помещение для администрации и педагогов, раздевалки, подсобные помещения.

Каждый элемент системы средств обучения представляет собой сложную и самостоятельную подсистему.

Существует ещё множество классификаций средств обучения в педагогике. Выделим одну из самых распространённых.

А. В. Хуторской [2] определяет следующие основания для классификации средств обучения:

- по составу объектов – *материальные* (помещения, оборудование, мебель, компьютеры, расписание занятий) и *идеальные* (образные представления, знаковые модели, мысленные эксперименты, модели Вселенной);
- по отношению к источникам появления – *искусственные* (приборы, картины, учебники) и *естественные* (натуральные объекты, препараты, гербарии);
- по сложности – *простые* (образцы, модели, карты) и *сложные* (видеомагнитофоны, компьютерные сети);
- по способу использования – *динамичные* (видео) и *статичные* (кодопозитивы);
- по особенностям строения – *плоские* (карты), *объемные* (макеты), *смешанные* (модель Земли), *виртуальные* (мультимедийные программы);
- по характеру воздействия – *визуальные* (диаграммы, демонстрационные приборы), *аудиальные* (магнитофоны, радио) и *аудиовизуальные* (телевидение, видеофильмы, авторские видеозаписи);
- по носителю информации – *бумажные* (учебники, картотеки), *магнитооптические* (фильмы), *электронные* (компьютерные программы, электронные учебники), *лазерные* (CD-ROM, DVD);

- по уровням содержания образования – средства обучения *на уровне урока* (текстовый материал и др.), *на уровне предмета* (учебники), *на уровне всего процесса обучения* (учебные кабинеты);
- по отношению к технологическому прогрессу – *традиционные* (наглядные пособия, музеи, библиотеки), *современные* (средства массовой информации, мультимедийные средства обучения, компьютеры), *перспективные* (web- сайты, локальные и глобальные компьютерные сети, системы распределенного образования).

В учебном процессе традиционно используются следующие средства обучения.

1. *Идеальные*: языковые системы знаков, используемые в устной и письменной речи; произведения искусства и иные достижения культуры (живопись, музыка, литература); средства наглядности (схемы, рисунки, чертежи, диаграммы, фотоматериалы и др.), учебные компьютерные программы; организующе-координирующая деятельность учителя; формы организации учебной деятельности на занятиях.

2. *Материальные*: отдельные тексты из учебника, пособий и книг; отдельные задания, упражнения, задачи из учебников, задачников, дидактических материалов; текстовый материал; средства наглядности (предметы, действующие макеты, экспонаты); технические средства обучения; лабораторное оборудование.

Материальные и идеальные средства не противостоят, а дополняют друг друга. Влияние всех средств обучения на качество знаний учащихся многосторонне: материальные средства связаны в основном с возбуждением интереса и внимания, осуществлением практических действий, усвоением существенно новых знаний; идеальные средства – с пониманием материала, логикой рассуждения, запоминанием, культурой речи, развитием интеллекта. Между сферами влияния материальных и идеальных средств нет четких границ: часто оба вида влияют в совокупности на становление тех или иных качеств личности учащихся.

## 1.2 Современные педагогические технологии в профессиональной школе

Понятие «технология обучения» на сегодняшний день не является общепринятым в традиционной педагогике. Как правило, педагогическая технология рассматривается как системный метод создания, применения и определения всего процесса преподавания и усвоения знаний с учетом технических и человеческих ресурсов и их взаимодействия, ставящий своей задачей оптимизацию форм образования.

Педагогические технологии обучения — системные категории, структурными составляющими которых являются: цели обучения, содержание обучения, средства педагогического взаимодействия, организация учебного процесса, субъект и объект (обучаемый-учитель), результат деятельности.

К современным педагогическим технологиям относят:

- коллективные способы обучения;
- технологии лично—ориентированного образования;
- технология знаково—контекстного обучения;
- игровые технологии;
- активные методы обучения;
- проблемное обучение;
- информационные технологии;
- программированное обучение;
- интегрированное обучение;
- модульное обучение;
- технология опережающего обучения с использованием опорных схем;
- технология развивающего обучения;
- метод проектов;
- дистанционное образование и многие другие.

Выбор технологий обучения преподаватель осуществляет, руководствуясь, прежде всего, своим педагогическим опытом и требованиями ФГОС СПО. Ориентация технологий обучения на самостоятельную, исследовательскую работу, развитие творческих качеств у обучающихся требует перестройки оценки качества усвоенных знаний, навыков и способностей. Такая перестройка предусматривает возможный отказ от традиционной экспертной оценки в пятибалльной шкале и введение в контрольно-оценочную сферу педагогических измерений, обеспечивающих многомерные оценки качества учебных достижений. В современном обществе, когда речь идет о качестве подготовки выпускников, на первый план выходят потребности работодателя, которые связаны, в основном, с профессиональными требованиями к подготовке выпускников, с их умениями применять свои знания в реальных профессиональных ситуациях. Для решения этой проблемы, необходимо вовлекать каждого студента в активную познавательную и творческую деятельность. Этого можно добиться, используя современные педагогические технологии, необходимые для активной мыслительной деятельности, развития коммуникативной компетенции студентов, технологии, основанные на сотрудничестве, сотворчестве, где преподаватель выступает в роли партнера, координатора, консультанта. Наиболее перспективными, на наш взгляд, являются технологии, связанные с различными формами интерактивного обучения, проектной деятельности, нестандартными формами проведения занятий.

В целом в данной работе будут использоваться следующие педагогические технологии:

*Информационно-коммуникационные технологии* активно применяют в образовательном процессе. Популярность вышеназванной технологии связана с тем, что современный период развития общества характеризуется влиянием на него компьютерных технологий, которые проникают во все сферы человеческой деятельности, обеспечивают распространение информационных потоков в обществе, образуя глобальное информационное пространство.

В рамках реализации стандартов нового поколения особая роль отводится информатизации образования.

Перечислим несколько примеров, как используется данная технология:

- электронные презентации;
- тренажеры;
- электронные учебники;
- электронные лабораторные работы.

Этот процесс сопровождается существенными изменениями в педагогической теории и практике образовательного процесса, связанными с внесением корректив в содержание технологий обучения, которые должны быть адекватны современным техническим возможностям, и способствовать гармоничному вхождению обучающегося в информационное общество. Педагог становится ключевой фигурой программы внедрения информационно-коммуникационных технологий в образование. Усиление роли информатизации в образовании делает необходимым формирование информационно-коммуникационной компетенции преподавателей и студентов.

С целью развития познавательной деятельности, формирования определенных умений и навыков, необходимых в практической деятельности, развития общих компетенций на занятиях используются *игровые технологии*. Практика подтверждает эффективность применения игровых технологий в особенности на 1 курсах, поскольку они способствуют преодолению трудностей, связанных с процессом адаптации студентов к новым условиям обучения.

*Технологии активного и проблемного обучения* направлены на активизацию учебно-познавательной деятельности обучающихся. Развитие самостоятельного творческого и профессионального проблемного мышления, развитие способности квалифицированно решать нестандартные профессиональные задачи, а также аналитических, коммуникативных и других педагогических умений и рефлексивных способностей обучающихся.

*Технология критического мышления* предполагает развитие творческого мышления, умения принимать взвешенные решения, работать с информацией, анализировать различные стороны явлений, высказывая при этом собственное мнение.

В образовательном процессе техникума, реализуется *технология анализа конкретных ситуаций (кейс-метод)*, коммуникативного обучения, эвристического образования, педагогических мастерских, индивидуальная образовательная траектория, направленные на формирование у специалиста навыков анализа и критического мышления, развитие коммуникативных навыков, презентационных умений, умений эффективно взаимодействовать и принимать коллективные решения, умение действовать в нестандартных ситуациях, осуществление саморазвития обучающегося, креативности, социальной компетенции, основанные на индивидуальном подходе к обучающимся.

Таким образом, педагогические технологии играют важную роль в подготовке рабочих по профессии «Сварщик» (электросварочные и газосварочные работы). В особенности очень важен правильный выбор технологий обучения самим педагогом. В связи с этим процесс преподавания становится сбалансированным и оптимизированным, исходя из целей обучения, содержания обучения, средств педагогического взаимодействия, организации учебного процесса, субъект и объект (педагог–обучаемый) и результата деятельности.

### **1.3 Выбор средств обучения**

Применение на уроке тех или иных средств зависит от преподавателя и от принятой им методики изучения учебного материала. Урок может быть насыщен самыми современными средствами обучения, но желаемый результат не будет достигнут. Зачастую это связано с типичными педагогическими ошибками, снижающими эффективность применения средств обучения, сре-

ди которых выделяют следующие: неправильное определение дидактической роли и места средств обучения на уроке, несоответствие возможностей средств обучения их дидактической значимости; бесплановость, случайность их применения; перегруженность урока средствами обучения; недостаточная методическая подготовленность педагога.

Как избежать этих ошибок и достичь желаемого результата? Так как средства обучения оказывают сильное воздействие на ход, организацию и результаты учебного процесса важен их правильный отбор и планирование включения.

Рассмотрим *факторы, влияющие на отбор средств обучения к уроку*. Прежде всего, это *дидактические цели*, которые педагог будет решать на уроке. В соответствии с ними педагог отбирает те средства обучения, которые помогают подготовить к восприятию нового, передать новую информацию, проиллюстрировать ее применение, обобщить, или проверить уровень усвоения полученных знаний, выработанных умений и навыков и т.п. Однако применение средств обучения в учебно-воспитательном процессе не должно превращаться в самоцель.

Выбрать наиболее эффективное средство обучения только по цели не представляется возможным, так как один и тот же учебный материал может быть преподнесен разными средствами. Поэтому следующий фактор, влияющий на выбор средств обучения к уроку – это *содержание учебного материала предмета*. Как известно, в зависимости от ведущего компонента содержания обучения, выделяют предметы формирования системы знаний, формирования отношений, формирования способов деятельности. Исходя из этого, отбираются средства обучения, дидактические возможности которых соответствуют специфике содержания обучения тому или иному предмету. Так, вербальные и учебно-наглядные средства в большей степени способствуют формированию системы знаний и отношений, учебно-лабораторные средства – формированию способов деятельности, технические средства – и того и другого.

При отборе содержания учебного материала к уроку необходимо выделить основные информационные элементы, для которых следует отобрать целесообразные средства обучения. Для этого преподаватель проводит изучение материала основного средства обучения, учебника, соотносит его с содержанием учебного материала урока. Он отмечает те параграфы учебника, в которых учебный материал изложен просто и доступно, отмечает средства графической наглядности учебника, которые будут способствовать раскрытию содержания учебного материала. Затем выбирает средства обучения, дополняющие имеющиеся средства графической наглядности в учебнике, учитывая их функциональные возможности.

Известно, что один и тот же учебный материал можно усвоить на разном уровне, что зависит и от характера деятельности учащихся в процессе обучения. Следовательно, обоснованный выбор средств обучения будет определяться еще одним фактором – *методами обучения*.

В дидактике в настоящее время еще не разработано единой классификации методов обучения, пробежимся по классификации, предложенной М. И. Махмутовым [3]:

- Монологический метод;
- Показательный метод;
- Диалогический метод;
- Эвристический метод;
- Исследовательский метод.

Следующий фактор, влияющий на выбор средств обучения – это *форма организации обучения*. Каждая форма организации обучения, будь это урок–игра, урок–экскурсия, урок–лабораторная работа и пр. Они диктуют свои требования к отбору средств обучения (наличие того или иного оборудования, его количество). Кроме этого, использование средств обучения влияет на внутреннюю, методическую подструктуру урока. Так, например, использование ТСО в начале урока сокращает подготовительный период с трех до 0,5 минуты, а усталость и потеря внимания наступают на 5-10 минут позже

обычного. Использование ТСО в интервалах между 15-ой и 20-ой минутами и между 30-ой и 35-ой минутами позволяет поддерживать устойчивое внимание обучаемых практически в течение всего урока. При монотонном использовании одного средства при изучении нового материала у обучаемых уже к 30 минуте возникает запредельное торможение.

Выбор средств обучения на урок тесно связан с различными видами деятельности педагога и обучаемых, зависит от них, поэтому средства обучения должны использоваться там, где корректно моделируют элементы деятельности, обеспечивают реализацию ее в требуемом виде.

На выбор средств обучения к уроку будут оказывать влияние и другие факторы – это материальное оснащение учебных кабинетов, возраст учащихся, методическая подготовленность педагога, географическое положение школы.

Учет этих факторов при отборе средств обучения требует большой подготовительной работы педагога при планировании урока. Рассмотрим примерный *алгоритм деятельности преподавателя по выбору средств обучения к уроку*.

1. Провести анализ содержания учебного материала программы, учебника, дополнительных пособий с целью выявления учебного материала, для изучения которого необходимо применение средств обучения и определить цели их применения.

2. Отобрать из фонда пособий те, которые необходимы для решения поставленной цели.

3. Ознакомиться с этими средствами (определить степень исправности, провести хронометраж и пр.) и конкретизировать, уточнить задачи их применения.

4. Выделить необходимые средства, которые должны быть дополнительно разработаны, их разработка и создание. Причем к созданию средств обучения могут привлекаться обучаемые.

5. Определить место выбранных средств обучения на уроке. В какой части урока наиболее целесообразно их использовать и с какой целью – в качестве иллюстративного материала, при постановке проблемы, в целях организации самостоятельной работы, при закреплении и т.п.

6. Согласовать средства обучения к уроку между собой, продумать методику работы с ними на уроке.

Как видим, эффективность средств обучения определяется их соответствием конкретным учебно-воспитательным целям, задачам, специфике учебного материала, формам и методам организации труда учителя и учащихся, материально-техническим условиям и возможностям.

## **2 Анализ учебно-нормативной документации подготовки рабочего по профессии «Сварщик» в контексте освоения Профессионального Модуля 01. Подготовительно-сварочные работы**

### **2.1 Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по профессии «Сварщик» (электросварочные и газосварочные работы)**

Настоящий федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования (ФГОС СПО) представляет собой совокупность обязательных требований к среднему профессиональному образованию по профессии 150709.02 Сварщик (электросварочные и газосварочные работы) для образовательного учреждения среднего профессионального образования и образовательного учреждения высшего образования, которые имеют право на реализацию имеющих государственную аккредитацию программ подготовки квалифицированных рабочих, служащих по данной профессии, на территории Российской Федерации (далее – образовательное учреждение).

#### Характеристика подготовки по профессии

Таблица 2 - Нормативные сроки освоения программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих (ППКРС) СПО

Образовательная база приема	Наименование квалификации	Нормативный срок освоения ППКРС при очной форме получения образования
На базе среднего (полного) общего образования	Газосварщик; Электрогазосварщик на автоматических и полуавтоматических машинах;	10 месяцев
На базе основного общего образования	Электросварщик ручной сварки; Газорезчик	2 года 5 месяцев

В рекомендуемый перечень возможных сочетаний профессии, возможно, входят: газорезчик, газосварщик. Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах, электросварщик ручной сварки.

Срок освоения по ППКРС СПО по очно – заочной форме получения образования увеличиваются:

1. На базе среднего (полного) общего образования – не более чем на 1 год;
2. На базе основного общего образования – не более чем на 1,5 года.

### Характеристика профессиональной деятельности выпускников

Область профессиональной деятельности выпускников: электросварочные и газосварочные работы.

Объектами профессиональной деятельности выпускников являются:

- Технологические процессы сборки и электрогазосварки конструкций;
- Сварочное оборудование и источники питания, сборочно-сварочные приспособления;
- Детали, узлы и конструкции из различных материалов;
- Конструкторская, техническая, технологическая и нормативная документация.

Обучающийся по профессии «Сварщик» (электросварочные и газосварочные работы) готовится к следующим видам деятельности:

- Подготовительно-сварочные работы;
- Сварка и резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугунов во всех пространственных положениях;
- Наплавка дефектов деталей и узлов машин, механизмов, конструкций и отливки под механическую обработку и пробное давление;

- Дефектация сварных швов и контроль качества соединений.

### Требования к результатам освоения ППКРС

Требования к результатам освоения ППКРС выражаются в общих компетенциях (ОК) и профессиональных компетенциях (ПК), которыми должен обладать выпускник образовательных учреждений системы СПО по профессии «Сварщик» (электросварочные и газосварочные работы).

Компетенция — способность применять знания, умения, успешно действовать на основе практического опыта при решении задач общего рода, также в определенной широкой области.

Общекультурные компетенции – это базовая компетентность личности, обеспечивающая вхождение в мировое пространство культуры и самоопределение в нем, применение профессиональных знаний и умений в практической деятельности, овладение нормами речевого этикета и литературного языка, а также культурой межнационального общения и способностью ориентироваться в социуме.

Профессиональные компетенции — способность успешно действовать на основе практического опыта, умения и знаний при решении профессиональных задач.

Рассмотрим ОК и ПК в рамках ПМ 01 Подготовительно-сварочные работы:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективно-

го выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний.

ПК 1.1. Выполнять типовые слесарные операции, применяемые при подготовке металла под сварку.

ПК 1.2. Подготавливать газовые баллоны, регулирующую и коммуникационную аппаратуру для сварки и резки.

ПК 1.3. Выполнять сборку изделий под сварку.

ПК 1.4. Проверять точность сборки.

### Требования к структуре ППКРС

ППКРС предусматривает изучение следующих учебных циклов:

1. Общепрофессиональный;
2. Профессиональный.

и учебные разделы:

1. Физическая культура;
2. Учебная практика;
3. Производственная практика;
4. Промежуточная аттестация;
5. Государственная аттестация.

Обязательная часть ППКРС должна составлять около 80 % от общего объема времени, отведенного на ее освоение. Вариативная часть (около 20 %) дает возможность расширения и (или) углубления подготовки, определяемой содержанием обязательной части, получения дополнительных компетенций,

умений и знаний, необходимых для обеспечения конкурентоспособности выпускника в соответствии с запросами регионального рынка труда и возможностями продолжения образования. Дисциплины, междисциплинарные курсы и профессиональные модули вариативной части определяются образовательной организацией.

Общепрофессиональный учебный цикл состоит из общепрофессиональных дисциплин, профессиональный учебный цикл состоит из профессиональных модулей в соответствии с видами деятельности, соответствующими присваиваемой квалификации. В состав профессионального модуля входит один или несколько междисциплинарных курсов. При освоении обучаемыми профессиональных модулей проводятся учебная и производственная практика.

Образовательной организацией при определении структуры ППКРС и трудоемкости ее освоения может применяться система зачетных единиц, при этом одна зачетная единица соответствует 36 академическим часам.

Фрагмент структуры ППКРС в контексте ПМ 01 Подготовительно-сварочные работы, представлен ниже в таблице 3

Таблица 3 – Фрагмент структуры ППКРС

Индекс	Наименование учебных циклов, разделов, модулей, требования к знаниям, умениям, практическому опыту	Всего максимальной учебной нагрузки обучающегося (час./нед.)	В т.ч. часов обязательных учебных занятий	Индекс и наименование дисциплин, междисциплинарных курсов (МДК)	Коды формируемых компетенций
1	2	3	4	5	6
П.00	Профессиональный учебный цикл	258	202		
ПМ.00	Профессиональные модули	258	202		

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6
ПМ.01	<p>Подготовительно-сварочные работы</p> <p>В результате изучения профессионального модуля обучающийся должен:</p> <p><b>иметь практический опыт:</b>  выполнения типовых слесарных операций, применяемых при подготовке металла к сварке;  подготовки баллонов, регулирующей и коммуникационной аппаратуры для сварки и резки;  выполнения сборки изделий под сварку;  проверки точности сборки;</p> <p><b>уметь:</b>  выполнять правку и гибку, разметку, рубку, резку механическую, опилование металла;  подготавливать газовые баллоны к работе;  выполнять сборку изделий под сварку в сборочно-сварочных приспособлениях и прихватками;  проверять точность сборки;</p> <p><b>знать:</b>  правила подготовки изделий под сварку;  назначение, сущность и технику выполнения типовых слесарных операций, выполняемых при подготовке металла к сварке;  средства и приемы измерений линейных размеров, углов, отклонений формы поверхности;  виды и назначение сборочно-сварочных приспособлений;  виды сварных швов и соединений, их обозначения на чертежах;  типы разделки кромок под сварку;  правила наложения прихваток;  типы газовых баллонов и правила подготовки их к работе.</p>			МДК.0 1.01. Подготовка металла к сварке МДК.0 1.02. Технологические приемы сборки изделий под сварку	ОК 1 ОК 2 ОК 3 ОК 4 ОК 6 ОК 7 ПК 1.1 ПК 1.2 ПК 1.3 ПК 1.4 ПК 1.5 ПК 1.6

## 2.2 Анализ учебного плана

Учебный план – перечень учебных дисциплин с указанием объема их изучения, в том числе объема аудиторных занятий, с разбивкой по учебным периодам, с указанием видов аттестации и сроков её проведения.

При реализации образовательной программы среднего (полного) общего образования в пределах ППКРС СПО, учебное время, отведенное на теоретическое обучение в объеме 2052 часа, распределяется на изучение базовых

вых и профильных учебных дисциплин общеобразовательного учебного цикла в течении всего периода обучения. Вариативная часть в количестве 180 часов распределена на изучения дисциплин по выбору обучающихся. Изучение учебных дисциплин общеобразовательного цикла осуществляется рас-средоточено одновременно с освоением ППКРС. Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета или экзамена.

Фрагмент учебного плана в рамках ПМ 01 Подготовительно сварочные работы, представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Фрагмент плана учебного процесса (ППКРС СПО) по профессии «Сварщик (электросварочные и газосварочные работы)

Индекс	Наименование циклов, дисциплин, профессиональных модулей, МДК, практик	Формы промежуточной аттестации	Учебная нагрузка обучаемых (час.)				Распределение обязательной нагрузки по курсам и семестрам (час. в семестр)					
			максимальная	Самостоятельная работа	Обязательная аудиторная		I курс		II курс		III курс	
					всего занятий	в т. ч.	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр
						лаб. и практ. занятий	сем. 17 нед	сем. 24 нед	сем. 16 нед	сем. 23 нед	сем. 15 нед	сем. 0 нед
<b>П.00</b>	<b>Профессиональный учебный цикл</b>	<b>1дз/3дз2э/1дз/3дз/7дз2э</b>	<b>1483</b>	<b>241</b>	<b>1242</b>	<b>214</b>	<b>156</b>	<b>216</b>	<b>190</b>	<b>282</b>	<b>398</b>	<b>0</b>
<b>ПМ.00</b>	<b>Профессиональные модули</b>	<b>1дз/3дз2э/1дз/3дз/6дз2э</b>	<b>1419</b>	<b>209</b>	<b>1210</b>	<b>182</b>	<b>156</b>	<b>216</b>	<b>190</b>	<b>266</b>	<b>382</b>	<b>0</b>
<b>ПМ.01</b>	<b>Подготовительно-сварочные работы</b>	<b>1дз,3дз,1э(к)</b>	<b>258</b>	<b>56</b>	<b>202</b>	<b>66</b>	<b>134</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
МДК.01.01	Подготовка металла в сварке	ДЗ	87	29	58	36	40	18	0	0	0	0
МДК.01.02	Технологические приемы сборки изделий под сварку	ДЗ	81	27	54	30	40	14	0	0	0	0
УП.01	Учебная практика	ДЗ	54	0	54	0	54		0	0	0	0
ПП.01	Производственная практика	ДЗ	36	0	36	0	0	36	0	0	0	0

Рассмотрев фрагмент учебного плана в контексте ПМ 01 Подготовительно – сварочные работы мы узнали, что данный ПМ проходит у обучаемых на первом курсе 17 недель первого семестра и 24 недели второго семестра. Для прохождения такого курса обучаемым потребуется всего пройти 258 часов учебной нагрузки, из них 56 часов уходят на самостоятельную работу, остальные 202 часа относятся к аудиторной нагрузке, в которую включены: 2 МДК (01.01; 01.02) – 87 часов и 81 часовой общей нагрузки; учебная практика – 54 часа; производственная практика – 36 часов.

Для всей учебной нагрузки представлены формы промежуточной аттестации, такие как:

- ДЗ – дифференцированный зачет;
- З – зачет;
- Э – экзамен.

### **2.3 Рабочая программа ПМ 01**

Учебная программа – это документ, отражающий целевые установки и содержательную основу учебного предмета по соответствующему учебному плану, логику построения курса, принципы выбора технологий обучения, методов контроля достигнутого образовательного уровня.

Содержание РП ПМ 01 – Подготовительно-сварочные работы:

- Паспорт программы ПМ;
- Результаты освоения ПМ;
- Структура и содержание ПМ;
- Условия реализации программы ПМ;
- Контроль и оценка результатов освоения ПМ (виды профессиональной деятельности).

## Паспорт программы ПМ 01

### Область применения программы

РП ПМ может быть использована в дополнительном профессиональном образовании, профессиональной подготовке и предварительной подготовке, а также подготовке в области машиностроения и металлообработке при наличии среднего (полного) общего образования:

ВПД 1: Подготовительно-сварочные работы и соответствующих ПК:

- ПК 1.1 Выполнять типовые слесарные операции, применяемые при подготовке металла к сварке;
- ПК 1.2. Подготавливать газовые баллоны, регулирующую и коммуникационную аппаратуру для сварки и резки;
- ПК 1.3. Выполнять сборку изделий под сварку;
- ПК 1.4. Проверять точность сборки.

### Цели и задачи модуля – требования к результатам освоения модуля

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:

*Иметь практический опыт:*

- Выполнение типовых слесарных операций, применяемых при подготовке металла под сварку.

*Уметь:*

- Выполнять правку и гибку, разметку, рубку, резку механическую, опилование металла.

*Знать:*

- Правила подготовки изделий под сварку;
- Назначение, сущность и технику выполнения типовых слесарных операций, выполняемых при подготовке металла под сварку;
- Типы разделки кромок под сварку.

#### Рекомендуемое количество часов на освоение ПМ

Всего – 258 часов, включая:

- Обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося – 202 часа;
- Самостоятельной работы обучающегося – 56 часов;
- Учебной практики – 54 часа.

#### **Результат освоения ПМ 01**

Результатом освоения рабочей программы учебной практики является сформированность у обучаемого первоначальных практических профессиональных умений, в рамках модулей ОПОП СПО по основным видам профессиональной деятельности (ВПД).

#### **Структура и примерное содержание учебной практики ПМ 01**

Структура и примерное содержание учебной практики в рамках ПМ 01 Подготовительно-сварочные работы, показана в тематическом плане учебной практики, содержащую наименование тем учебной практики и виды выполняемых работ обучаемыми за отведенное время прохождения (таблица 5).

Таблица 5 – Тематический план учебной практики

Код ПК	Код и наименование ПМ	Количество часов по ПМ	Виды работ	Наименование тем учебной практики	Количество часов по темам	Уровень усвоения
ОК1 ОК2 ОК3 ОК4 ПК1.1 ПК1.2 ПК1.3 ПК1.4	<b>ПМ 01</b> <b>Подготовительно – сварочные работы</b>	72	1. Измерение размеров и углов измерительным инструментом	Тема 1.1 Слесарные операции при подготовке металла к сварке	36	2
			2. Разметка, рубка, правка, гибка металла			2
			3. Механическая резка металлов.			2
			4. Опиливание металла			2
			5. Подготовка газосварочного оборудования к работе			2
			1. Сборка изделий под сварку в сборочно-сварочных приспособлениях в нижнем положении сварного шва	Тема 1.2 Сборка изделий под сварку	36	2
			2. Сборка изделий под сварку в сборочно-сварочных приспособлениях в разных положениях сварного шва			2
			3. Сборка изделий под сварку на прихватках			2
			4. Подготовка газовых баллонов к работе			2

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

- 1 – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
- 2 – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством);
- 3 – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач).

## **Условия реализации программы ПМ 01**

### Кадровое обеспечение образовательного процесса

Требования к квалификации педагогических кадров, осуществляющих руководство практикой.

Мастера производственного обучения должны иметь 4 – 5 разряд по профессии «Электрогазосварщик», что на 1 – 2 разряда выше, чем предусмотрено образовательным стандартам для выпускников (3 – 4 разряд).

### Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация учебной практики предполагает наличие учебных мастерских: «Слесарной», «Сварочной», «Сварочного полигона», лаборатории «Испытания материалов и контроля качества сварных соединений».

Оборудование учебных мастерских:

1. «Слесарной»: слесарные верстаки по количеству обучающихся; набор слесарного инструмента; набор измерительных инструментов; приспособления; набор шаблонов, щупов, универсальные измерители разделки кромок; станки: трубоотрезной, шлифовальный, вертикально-сверлильный, настольно-сверлильный.

2. «Сварочной»: трансформаторы; выпрямители; балластные реостаты; полуавтомат для сварки в активном газе; установка для сварки плавящимся электродом в среде активного газа; полуавтомат для сварки в инертном газе; сварочные провода, кабель; электрододержатели; сварочные маски; ацетиленовые генераторы; сварочные горелки; металлические пластины; металлические щетки; слесарные молотки.

Оборудование лаборатории «Испытания материалов и контроля качества сварных соединений»: рабочее место преподавателя; посадочные места обучающихся; компьютер с лицензионным программным обеспечением; уль-

тразвуковой дефектоскоп; разрывная машина; комплект сварочных образцов с дефектами; измерительные инструменты; лупы для выявления дефектов сварных швов.

Оборудование сварочного полигона: сварочные посты для электродуговой сварки, полуавтоматической сварки, контактной сварки, аргонодуговой сварки; энергетический комплекс установок для электронно-лучевой сварки; лазерная технологическая установка; установки для кислородной резки металлов и газовой сварки; аппараты для плазменной резки металлов; слесарные тиски, трубные вращатели, зажимные устройства для листового проката, угловые шлейф-машинки.

### Информационное обеспечение обучения

Основные источники:

1. Маслов Б. Г., Выборнов А. П. Производство сварных конструкций: учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования / Б. Г. Маслов, А. П. Выборнов. – 3-е изд., перераб. – М.: «Академия», 2010. – 288 с.

2. Чернышов Г. Г. Сварочное дело, сварка и резка металлов: учебник для нач. проф. Образования / Г. Г. Чернышов. – М.: ИРПО; ПрофОбрИздат, 2002. – 496 с.

Дополнительные источники:

1. Электронные ресурс Учебник «Электросварочные и газосварочные работы» «Слесарные работы». Форма доступа: <http://metalhan.dling.ru>

2. Глизманенко Д. Л. Сварка и резка металлов: учебник для проф.-техн. училищ / Д. Л. Глизменко. – 6-е изд., перераб. – М.: «Высшая школа», 1967. – 448 с.

## Общие требования к организации образовательного процесса

Учебная практика проводится концентрировано и рассредоточено в рамках профессионального модуля. Длительность учебной практики 54 часа. Учебная практика проводится в учебных мастерских.

Освоению учебной практики должно предшествовать изучение следующих учебных дисциплин: «Основы инженерной графики», «Основы электротехники», «Основы материаловедения», «Допуски и технические измерения» и профессиональных модулей: «Подготовительно-сварочные работы».

### ВЫВОД:

Проанализировав РП в контексте ПМ 01 Подготовительно - сварочные работы мы рассмотрели 2 темы учебной практики (производственного обучения), а именно:

Тема 1.1 Слесарные операции при подготовке металла к сварке

Тема 1.2 Сборка изделий под сварку.

В первой теме «Слесарные операции при подготовке металла к сварке» включены в себя виды работ, такие как:

- Измерение размеров и углов измерительным инструментом;
- Разметка, рубка, правка, гибка металла;
- Механическая резка металлов;
- Опиливание металла.
- Подготовка газосварочного оборудования к работе.

Во второй теме «сборка изделий под сварку» включены следующие виды работ:

- Сборка изделий под сварку в сборочно-сварочных приспособлениях в нижнем положении сварного шва;
- Сборка изделий под сварку в сборочно-сварочных приспособлениях в разных положениях сварного шва;
- Сборка изделий под сварку на прихватках;

- Подготовка газовых баллонов к работе.

В машиностроении обечайка используется во многих ответственных конструкциях, а именно для создания резервуаров под нефтепродукты (цистерны), для транспортировки жидкостей. Также обечайки часто используют для возведения различных сооружений, конструкций (барабан лебедки).

Для того чтобы разработать комплекс средств обучения для обеспечения подготовки по рабочей профессии «Сварщик» (электросварочные и газосварочные работы) на тему «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере барабана лебедки» нам потребуется использовать часть данных видов работ, но некоторые из них придется изменить на более подходящие к этой теме. Например, заменить гибку металла на вальцовку обечайки.

### **3 Разработка учебно-методического сопровождения проведения учебной практики по ПМ 01**

#### **3.1 Подбор учебной информации по теме «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки»**

В процессе работы над темой выпускной квалификационной работы, целью которой является разработка комплекса средств обучения с использованием информационных технологий для подготовки по рабочей профессии «Сварщик», нами был проведен методический анализ учебной и научной литературы, а также информации Интернет-ресурсов по выбранной теме.

В рамках этого изучена и отобрана научная и учебная литература, содержащая информацию, изучаемую при прохождении дисциплины «Подготовка металла к сварке», в частности информация подходящая для нашей темы «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки».

В ходе проведенной работы рассмотрены и изучены следующие учебники, учебные пособия:

1. Уляшин Н.И., Уляшина Н.Н., Осипова И.В., Дорожкин Е.М. Механизированное оборудование для производства сварных конструкций. Компетентностных подход – Учебное пособие: Екатеринбург РГППУ 2014, 168 с. с ил.
2. Глизманенко Д.Л. Сварка и резка металлов. Изд.8-е, доп. Учеб. Для проф.-техн.училищ. М., «Высш. Школа», 1975. 479 с. с ил.
3. Справочник сварщика. Под ред. В. В. Степанова. Изд. 3-е М., «Машиностроение», 1974, 520 с.

4. К.И. Томас, Д.П. Ильященко Технология сварочного производства: учебное пособие; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011, 247 с.

5. Всё для надежной сварки [Электронный ресурс]: - Режим доступа: [svarkainfo.ru](http://svarkainfo.ru) . – Загл. с экрана.

6. Общие сведения о сварке [Электронный ресурс]:- Режим доступа: [prosvarku.ru](http://prosvarku.ru) . – Загл. с экрана.

7. Рыбаков В.М. 'Сварка и резка металлов' - Москва: Высшая школа, 1979, 214 с.

8. Стеклов О.И. Основы сварочного производства. М.: Высшая школа, 1981, 160 с.

Эти источники содержат различного рода информацию по технологии подготовки металла к сварке и сборочным операциям, что определенно подходит по нашей теме «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки». Они могут быть рекомендованы для детального изучения и преподавания данной темы, так как подходят по таким признакам как научная глубина изучаемого материала, доступность, связь теории с практикой.

### **3.2 Анализ научной и учебной литературы по изучаемой теме «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки»**

*Ульяшин Н.И., Ульяшина Н.Н., Осипова И.В., Дорожкин Е.М. Механизованное оборудование для производства сварных конструкций. Компетентностный подход: учебное пособие.* В этом учебном пособии очень хорошо рассмотрены такие вопросы как, механизация и автоматизация заготовительных работ; приспособления, оборудования и установочные элементы для сборки обечаек по кольцевым и продольным швам.

*Глизманенко Д.Л. Сварка и резка металлов.* В учебнике изложен основной материал по подготовке металла к сварке, представлена тема сборка изделий под сварку, приводятся сведения по сварочному оборудованию и технологии сварки в защитных газах.

*Ст епанов В.В. Справочник сварщика.* В справочнике не достаточно материала, который бы подошел к нашей теме.

*К.И. Томас, Д.П. Ильященко Технология сварочного производства:* учебное пособие. В этом учебном пособии нет материала, который бы подошел к нашей теме.

*Рыбаков В.М. Сварка и резка мет аллюв.* В книге даны сведения по основному материалу и по подготовке металла к сварке, представлена тема сборка изделий под сварку, приводятся сведения по сварочному оборудованию и технологии сварки в защитных газах.

*Стеклов О.И. Основы сварочного производства.* В книге изложены основы теории сварки, кратко описано устройство оборудования и аппаратуры для подготовки металла к сварке, рассмотрены приемы выполнения различных сварных швов, приведены сведения о перспективных видах сварки, механизации и автоматизации сварочного производства.

Таким образом, рассмотренные источники могут быть использованы для разработки комплекса средств обучения на тему «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки», каждый из них в разной мере. Главное звено обучения – процесс усвоения обучаемыми учебной информации, выполняемый под руководством преподавателя и самостоятельно. В связи с тем, что всегда существует проблема тщательного отбора необходимой учебной информации, которая изначально способствует усвоению и формированию основных понятий по теме, затем отбирается основная информация, формирующая практическую направленность использования полученных теоретических знаний, и дополнять данную информацию может расширенный блок, содержащий современные научные

знания по данной тематике, которые могут меняться исходя из развития научно-технического прогресса.

### **3.3 Структурно-логическая схема**

Активизация учебно-познавательной деятельности является едва ли не центральной проблемой современной дидактики, а методы обучения – основная забота предметно-методических систем. Поэтому задача педагога стоит в выборе методов обучения, дающих наиболее устойчивый результат. Повышению эффективности усвоения материала в машиностроении будут способствовать методы, сочетающие в себе разнообразные способности системного характера. В современном образовательном учреждении под этими способностями подразумевают общие компетенции.

Одним из наиболее эффективных методов формирования этих компетенций является использование в учебном процессе структурно-логических схем (СЛС).

Использование СЛС в преподавании машиностроительных дисциплин не только помогает структурировать и усвоить материал, но и прививает студентам навыки самоорганизации, повышает культуру мышления за счет способности к обобщению, анализу и систематизации информации. СЛС используется для выделения основного содержания учебного материала, с них же может начинаться знакомство с новой темой. Преподаватель не только сообщает студентам, что они будут изучать, но и какие взаимосвязи существуют между отдельными понятиями и процессами. В виде СЛС может быть оформлен и весь курс в его структуре.

Структурируем всю проанализированную научную и учебную информацию и поместим все обозначения выбранных нами учебных элементов в таблицу 6.

Таблица 6 – Обозначения учебных элементов по теме «Подготовка металла к сварке»

№ п\п	Учебный элемент
1	Подготовка металла к сварке
2	Зачистка
3	Гибка (вальцовка обечайки)
4	Правка
5	Сборка (продольного шва)
6	Сборка (кольцевого шва)
7	Металлическая щетка
8	Шлифовальная машина
9	Валковые машины
10	Молоток
11	Гидравлические стяжки
12	Оборудование для ручной дуговой сварки
13	Оборудование для полуавтоматической сварки
14	Центраторы
15	Трехвалковые вальцы
16	Четырехвалковые вальцы
17	Внешние центраторы
18	Внутренние центраторы

Структурировав всю подобранную нами научную и учебную литературу, содержащую информацию на тему «Подготовка металла к сварке», мной был разработан граф учебной информации по теме «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки», представленный ниже (рис. 1).

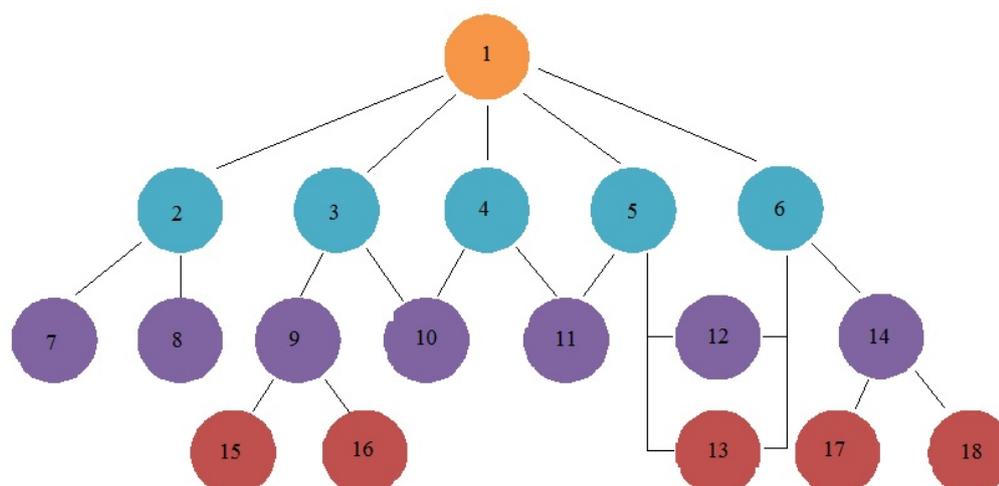


Рисунок 1 – Граф учебной информации по теме «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки»

### **3.4 Разработка средств обучения на тему «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки»**

В данной дипломной работе разработано несколько средств обучения, а именно:

- Плакат по теме «Принцип работы валковых машин»;
- Презентация по теме «Сборка продольного стыка обечайки»;
- Инструкционная карта по теме «Сборка продольного стыка обечайки»;
- Плакат по теме «Центраторы»
- Презентация по теме «Центраторы».

Для разработки некоторых средств обучения была использована программа Power Point. В этой программе слайды можно быстро создавать, редактировать, сортировать. На слайдах можно размещать разнообразное содержимое – от текстовых блоков до объектов мультимедиа. Подготовленные в ней презентации отличаются многообразием структуры и содержания.

При разработке презентации важно знать: что целесообразно вынести на слайды, а что имеет смысл просто сказать словами; как распределить информацию между слайдами; что разумнее использовать в каждом конкретном случае – текст или иллюстрацию; как размещать информацию на самих слайдах; как расставить акценты – цветом, расположением, иллюстрацией. Тема презентации должна задавать стиль презентации.

Завершающий слайд – благодарность к аудитории за внимание к преподавателю и содержит обычно фразу «Спасибо за внимание!» или «Всем студентам желаю удачи!».

По окончании выступления следует поинтересоваться, есть ли у кого-нибудь вопросы. Отвечать на них вежливо и доброжелательно.

Рассмотрим каждое из разработанных средств обучения, по отдельности.

Мной была проанализирована информация по валковым машинам и разработан плакат на тему «Принцип действия валковых машин» (плакат на рисунке 2)



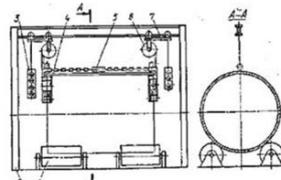
Рисунок 2 – Плакат «Принцип работы валковых машин»

В плакате подробно представлена пошаговая вальцовка прокатного листа в обечайку с помощью трехвалковой и четырехвалковой машины. Они предназначены для гибки листового металла и придания им цилиндрической формы.

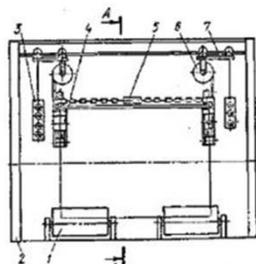
Проанализировав информацию на тему «Сборка продольного стыка обечайки», мной была разработана электронная презентация в программе Microsoft Power Point, состоящая из 8 слайдов. Ниже показан общий вид этой презентации на рисунке 3.

## ПРЕЗЕНТАЦИЯ НА ТЕМУ «СБОРКА ПРОДОЛЬНОГО СТЫКА ОБЕЧАЙКИ»

### Установка для сборки продольного стыка обечайки



### Портальная рама



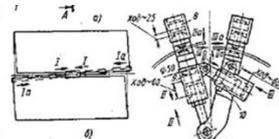
### Роликовые опоры

С помощью роликовых опор конструкция цилиндрической формы (например обечайка) может находиться в неподвижном состоянии, что позволяет закрепить ее на нужном нам положении и начать выполнять сборку.

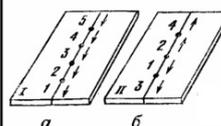


### Гидравлическая стяжка

В результате вальцовки, при неправильном приложении усилия к гибочному ролику, торцевые кромки обечайки не совпадают. Такая обечайка является непригодной для работы. Для этого используют гидравлические стяжки. Гидравлическая стяжка – приспособления для выравнивания продольного стыка по касательной плоскости.



### Прихватки

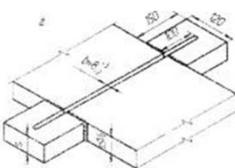


Порядок наложения прихваток:  
а – сварка от кромки; б –  
Сварка от середины шва

При сварке тонкого металла и коротких швах длина прихваток не должна превышать 5 мм, а ее шаг 50-100 мм. При сварке толстолистовой стали и швов значительной длины длина прихватки может составлять 20-30 мм с шагом в 300-500 мм. Режимы прихватки должны быть на 20 % больше режимов сварки

### Выводные планки

Выводная планка – планка из металла, стыкуемая так, что бы получить полное сечение шва в его конце (избежав, таким образом, образование кратера в начале и конце шва).



**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**

Рисунок 3 – Общий вид электронной презентации на тему «Сборка продольного стыка обечайки»

Презентацию «Сборка продольного стыка обечайки» начинаю со схемы установка для сборки продольного стыка обечайки (слайд на рисунке 3).

Установка для сборки продольного  
стыка обечайки

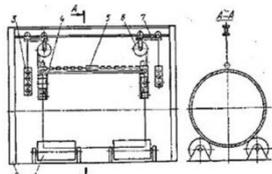


Рисунок 4 – Слайд 2 «Установка для сборки продольного стыка обечайки»

Рассмотрим установку по отдельности и начнем с порталной рамы (слайд на рисунке 5).

Портальная рама

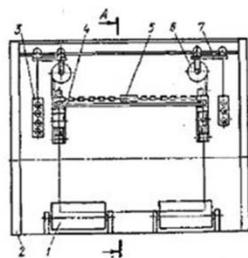


Рисунок 6 – Слайд 3 «Портальная рама»

Рассмотрим следующую часть установки – роликовые опоры (слайд на рисунке 6).

Роликовые опоры

С помощью роликовых опор конструкция цилиндрической формы (например обечайка) может находится в неподвижном состоянии, что позволяет закрепить ее на нужном нам положении и начать выполнять сборку.



Рисунок 6 – Слайд 4 «Роликовые опоры»

Рассмотрим следующую часть установки – гидравлические стяжки (слайд на рисунке 7).

### Гидравлическая стяжка

В результате вальцовки, при неправильном приложении усилия к гибочному ролику, торцевые кромки обечайки не совпадают. Такая обечайка является непригодной для работы. Для этого используют гидравлические стяжки.

Гидравлическая стяжка – приспособления для выравнивания продольного стыка по касательной плоскости.

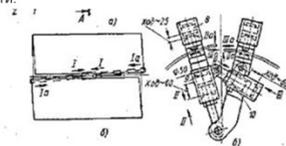
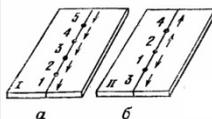


Рисунок 7 – Слайд 5 «Гидравлическая стяжка»

Рассмотрим режимы, применяемые для сварки (слайд на рисунке 8).

### Прихватки



Порядок наложения прихваток:  
а – сварка от кромки; б –  
сварка от середины шва

При сварке тонкого металла и коротких швах длина прихваток не должна превышать 5 мм, а ее шаг 50-100 мм. При сварке толстолистовой стали и швов значительной длины длина прихватки может составлять 20-30 мм с шагом в 300-500 мм. Режимы прихватки должны быть на 20 % больше режимов сварки

Рисунок 8 – Слайд 6 «Прихватки»

Рассмотрим определение и схему установки выводных планок (слайд на рисунке 9).

### Выводные планки

Выводная планка – планка из металла, стыкуемая так, что бы получить полное сечение шва в его конце (избежав, таким образом, образование кратера в начале и конце шва).

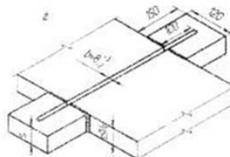


Рисунок 9 – Слайд 7 «Выводные планки»

При составлении презентации мною соблюдены все нормативные требования к ее использованию на уроках теоретического обучения. Просмотр статических изображений на экране отраженного свечения мною предусмотрен 15 минут, в данной презентации мною использовано 8 слайдов, изложение нового материала представлено в 6 слайдах, цветовая гамма в 3 цветах.

По этой же теме была разработана инструкционная карта, где рассмотрен порядок операций и применяемое оборудование. Инструкционная карта показана на рисунке 10.

#### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА СБОРКИ ПРОДОЛЬНОГО СТЫКА ОБЕЧАЙКИ

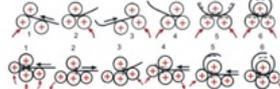
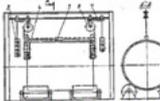
№	Операции	Оборудование
1	Очистка прокатного листа перед вальцовкой	Шлифовальная машинка Metabo 
2	Вальцовка обечайки	Четырехвалковые вальцы серии HR4W 4006  
3	Сборка обечайки	Установка для сборки продольного стыка обечайки 
4	Установка обечайки на роликовые опоры	Роликовые опоры серии Bendmak CR-5 
5	Выравнивание продольного стыка	Гидравлическая стяжка 
6	Прихватки	Прихватки 
7	Установка выводных планок	Выводные планки 

Рисунок 10 – Инструкционная карта сборки продольного стыка обечайки

Следующим этапом именно подготовки к сварке является сборка кольцевых швов. При этом всегда возникает проблема эллипсности обечаек. Це-

лесообразно применение центраторов для сборки кольцевых швов. В данной работе был создан плакат по теме «Центраторы», который представлен на рисунке 11.

## ЦЕНТРАТОРЫ

НАРУЖНЫЙ ЦЕНТРАТОР



Технические характеристики наружного центратора	
Диаметр центрируемых труб, мм	530
Масса, кг	25

ВНУТРЕННИЙ ЦЕНТРАТОР



Технические характеристики внутреннего центратора	
Диаметр труб, мм	1420
Толщина стенки, мм	14-40
Габаритные размеры, мм: длина (без штанг) диаметр	3150; 1420
Масса, кг (без штанг и ЗИП)	2040

Рисунок 11 – Плакат «Центраторы»

Представляю электронную презентацию на тему «Центраторы» (общий вид на рисунке 12).

### Презентация на тему «Центраторы»

#### Назначение центраторов

- Для обеспечения соосности и совмещения торцевых кромок труб и обечеек при сварке применяют наружные и внутренние центрирующие приспособления – центраторы.



#### Наружный центратор

- По конструкции данный центратор представляет собой многогранник, соединенный шарнирами, состоящий из стандартных звеньев, осей и прижимных роликов. Достоинством данного вида является его универсальность. Цепные центраторы способны работать с трубами самых разных диаметров в пределах от 90 мм до 1000 мм.



#### Применение наружных центраторов

- Для установки и фиксации наружного центратора на трубе используется прижимной механизм с упорной шайбой. Для каждого диаметра трубы предназначена определенная модель центратора.
- Группа цепных центраторов объединяет приспособления, работа которых основана на применении цепи, затягиваемой вокруг свариваемых труб.



Рисунок 12 – Общий вид электронной презентации на тему «Центраторы»

В данной презентации мною использовано 7 слайдов, изложение нового материала представлено в 5 слайдах, цветовая гамма в 3 цветах.

#### ВЫВОД:

Комплекс разработанных мною средств обучения, а именно:

- Плакат по теме «Принцип работы валковых машин»;
- Презентация по теме «Сборка продольного стыка обечайки»;
- Инструкционная карта по теме «Сборка продольного стыка обечайки»;
- Плакат по теме «Центраторы»
- Презентация по теме «Центраторы».

Могут использоваться в рамках ПМ 01 Подготовительно-сварочные работы по подготовке рабочих по профессии «Сварщик» (электросварочные и газосварочные работы).

## 4 Технологическая часть

### 4.1 Анализ и характеристика сварной конструкции

Барабан лебедки состоит из двух деталей: обечайки толщиной 10 мм и диаметром 1400 мм; двух фланцев толщиной по 20 мм, диаметром 1500 мм каждый, со сквозным отверстием диаметром 500 мм. Такая конструкция применяется в машиностроении для намотки и хранения тросов. Общая масса всей конструкции равна 1422 кг. На рисунке 13 показан чертеж барабана лебедки.

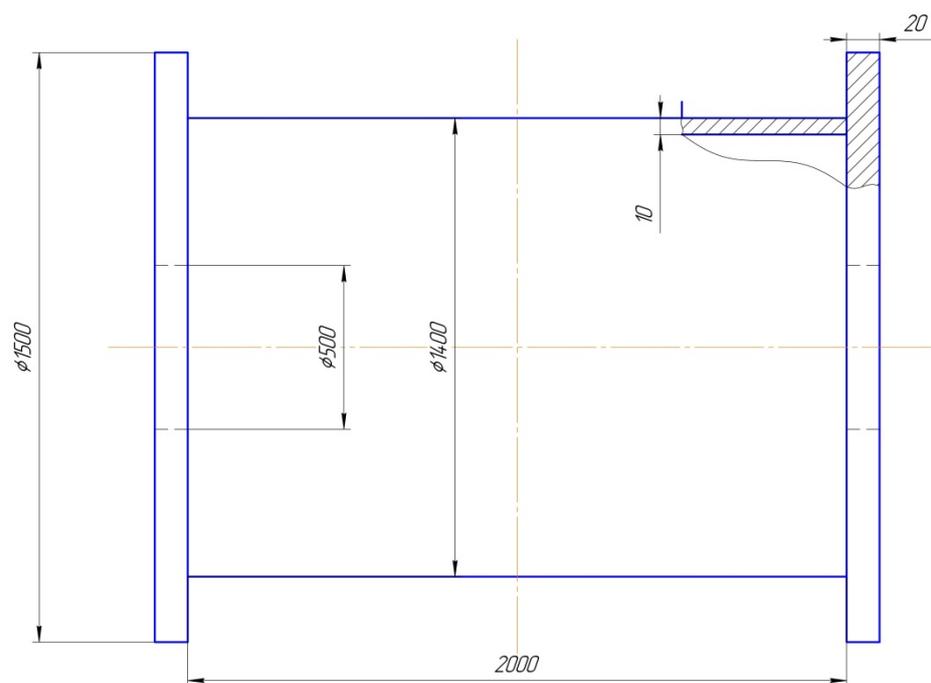


Рисунок 13 – Барабан лебедки

## 4.2 Характеристика конструкционного материала

### Химический состав и механические свойства стали

Назначение стали 35ГЛ – Легированная сталь для отливок применяется для дисков, звездочек, зубчатых венцов, барабанов, шкивов, крестовин, траверсов, ступиц, вилок, решетчатых стрел и других тяжелонагруженных деталей экскаватора, крышек подшипников, цапф.

Рассмотрим химический состав и механические свойства стали 35ГЛ.

Таблица 7 – Химический состав в %, материала 35ГЛ по ГОСТ 977-88 [4]

C	Si	Mn	S	P
0,3-0,4	0,2-0,4	1,2-1,6	До 0,04	До 0,04

Таблица 8 – Механические свойства при T=20С, материала 35ГЛ [4]

Сортамент	Размер мм	$\sigma_b$ МПа	$\sigma_T$ МПа	$\delta_5$ %	$\Psi$ %	КСУ кДж/м <sup>2</sup>	Термообработка
Отливки, К30, ГОСТ 977-88	До 100	540	294	12	20	294	Нормализация 880-900 °С, Отпуск 600-650 °С
Отливки, КТ35 ГОСТ 977-88		589	343	14	30	491	Закалка 850-860 °С, Отпуск 600-650 °С

Обозначения:

Механические свойства:

$\sigma_b$  - Предел кратковременной прочности, [МПа]

$\sigma_T$  - Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]

$\delta_5$  - Относительное удлинение при разрыве, [%]

$\Psi$  - Относительное сужение, [%]

КСУ - Ударная вязкость, [кДж/м<sup>2</sup>]

НВ - Твердость по Бринеллю, [МПа]

Припуски на механическую обработку должны соответствовать ГОСТ 26645–85.

Для изготовления различных изделий в машиностроении используют также углеродистые и низколегированные стали, (какой является сталь 35ГЛ) содержание углерода в которой увеличено по сравнению с содержанием углерода в низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталях общего назначения, что при соответствующей термообработке позволяет существенно повысить их прочность. В зависимости от режима термообработки временное сопротивление этих сталей составляет 60-150 кгс/мм<sup>2</sup>. Содержание углерода в них равно 0,25-0,5% (в нашей стали содержание равно 0,35%) при суммарном легировании до 3-4% (в нашей ~3.5%).

Повышение содержания углерода, а также степени легирования стали увеличивает склонность стали к резкой закалке, в связи с чем такие стали обладают высокой чувствительностью к термическому циклу сварки и околошовная зона оказывается резко закаленной, а, следовательно, хрупкой при всех режимах сварки, обеспечивающих удовлетворительное формирование шва

Для снижения скорости охлаждения околошовной зоны с целью получения в ней структур, обладающим некоторым запасом пластичности, достаточным для предотвращения образования трещин под действием термомеханического цикла, при сварке этих сталей необходим предварительный подогрев свариваемого изделия.

## Определение свариваемости стали

### *Оценка склонности металла к появлению горячих трещин*

Из перечисленных параметров наиболее существенным при сварке и наплавке углеродистых и низколегированных сталей является сопротивляемость к образованию трещин.

Горячие трещины чаще всего возникают при ослаблении деформационной способности металла из-за появления в структуре легкоплавких хрупких эвтектик, дефектов кристаллического строения, внутренних и внешних напряжений.

Вероятность появления при сварке или наплавке горячих трещин можно определить по показателю Уилкинсона (Н.С.S):

$$\text{Н.С.S.} = 1000 * C * (S + P + \text{Si}/25 + \text{Ni} / 100) / (3 * \text{Mn} + \text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}) \quad (1)$$

Условием появления горячих трещин является  $\text{Н.С.S.} > 2$ . Расчёт вероятности появления горячих трещин при сварке стали 35ГЛ.

$$\text{Н.С.S.} = 1000 * 0,35 * (0,04 + 0,04 + 0,012) / 4,2 = 7,6$$

По расчетам  $\text{Н.С.S}$  стали 35ГЛ  $> 2$  следовательно, вероятно появления горячих трещин при сварке стали 35ГЛ. Поэтому для предотвращения данной проблемы следует применить следующее:

- повышение чистоты и улучшение качества свариваемого металла;
- использование сварочной проволоки повышенной чистоты по отношению к вредным примесям и электродных покрытий, которые состоят из композиций со строгим ограничением содержания кремния, фосфора и других нежелательных примесей;

- соблюдение установленных режимов процесса сварки и различных технологических приемов для уменьшения концентрации напряжений, возникающих в сварных соединениях.

*Оценка склонности металла к появлению холодных трещин*

Для оценки склонности металла к появлению холодных трещин чаще всего используется углеродный эквивалент, которым можно пользоваться как показателем, характеризующим свариваемость, что определяется по данной формуле:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}, \quad (2)$$

где С – содержание углерода в %;

Mn – содержание марганца в %;

Cr – содержание хрома в %;

V – содержание ванадия в %;

Mo – содержание молибдена в %;

Ni – содержание никеля в %;

Cu – содержание меди в %;

P – содержание фосфора в %.

Таблица 9 – Классификация сталей по свариваемости [5]

Группа сталей	Свариваемость	Эквивалентный углерод $C_{\text{э}}$ , %	Технологические меры			
			подогрев		Термообработка	
			перед сваркой	во время сварки	перед сваркой	во время сварки
1	Хорошая	меньше 0,2	-	-	-	желательна
2	Удовлетворительная	0,2 ÷ 0,35	необходим	-	желательна	необходима
3	Ограниченная	0,35 ÷ 0,45	необходим	желателен	необходима	необходима
4	Плохая	больше 0,45	необходим	необходим	необходима	необходима

Расчет свариваемость стали 35ГЛ:

$$C_s = 0,35 + 0,25 + 0,02 = 0,6 \%$$

Исходя из таблицы 8 и полученного нами значения, сталь 35ГЛ – плохо/трудносвариваемая (не применяемая для сварки), т. к.  $C_s = 0,6 \% > 0,45 \%$ . Технологические меры, требуемые для сварки данной стали – это подогрев и термообработка перед и во время сварки. Технология сварки подобного класса сталей самые широкие, для предотвращения и уменьшения вероятности образования трещин существует полный набор технических действий:

- предусмотреть присадочные материалы, способные обеспечить получение пластичных структур при заданном уровне перемешивания присадочного материала и основного;
- желательно выполнить предварительный отжиг свариваемых деталей, с целью обеспечения пластических структур;
- предварительный сопутствующий подогрев;
- последующая термообработка обязательна;
- возможно применение механической послойной проковки «на горячую»;
- возможно применение термообработки после наложения каждого слоя.

#### *Расчет температуры предварительного подогрева*

Температуру предварительного подогрева свариваемой стали можно рассчитать по следующей формуле:

$$T(^{\circ}\text{C}) = \sqrt{[C_{\text{eq}}] - 0,25}, \quad (3)$$

где  $[C_{\text{eq}}] = [C_c] * (1 + 0,005 * e); \quad (4)$

$$[C_c] = C + Mn / 6 + Cr / 5 + Mo / 5 + V / 5 + Ni / 15 + Cu / 15 \quad (5)$$

где  $e$  – толщина свариваемого металла, мм;

$C$  – содержание углерода в стали, %;

$Mn$  – содержание марганца в стали, %;

$Cr$  – содержание хрома в стали, %;

$Mo$  – содержание молибдена в стали, %;

$V$  – содержание ванадия в стали, %;

$Ni$  – содержание никеля в стали, %;

$Cu$  – содержание меди в стали, %.

Рассчитаем температуру предварительного подогрева для стали 35ГЛ:

$$[C_c] = C + Mn / 6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15 = 0,3 + 0,2 = 0,5 \text{ \%}.$$

Расчёт  $[C_{eq}]$  со значением  $e = 10$  мм:

$$[C_{eq}] = [C_c] * (1 + 0,005 * e) = 0,5 * 1,05 = 0,5.$$

$$T(^{\circ}C) = 350\sqrt{[C_{eq}] - 0,25} = 350\sqrt{0,5 - 0,25} = 247^{\circ}C.$$

Примем температуру подогрева, равную от 200 до 225 °С.

## 4.3 Выбор способа сварки и сварочных материалов

### Выбор способа сварки

Перечислим возможные способы сварки для имеющейся конструкции:

- Ручная дуговая сварка (РДС);
- Механизированная сварка в среде защитных газов;
- Автоматическая сварка в защитных газах.

Рассмотрим преимущества и недостатки каждого из перечисленных способов сварки.

*Преимущества РДС:*

- Возможность сварки в труднодоступных местах;
- Сварка во всех пространственных положениях;
- Простота в эксплуатации оборудования.

*Недостатки РДС:*

- Низкая производительность;
- Качество сварного шва зависит от профессионализма сварщика;
- Тяжелые вредные условия труда для сварщика.

*Преимущества механизированной сварки в среде защитных газов:*

- Возможность сварки в различных пространственных положениях;
- Отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака;
- Высокая производительность и легкость механизации и автоматизации процесса;

*Недостатки механизированной сварки в среде защитных газов:*

- Необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги;
- Возможность нарушения газовой защиты при сдувании струи газа движением воздуха или при забрызгивании сопла;
- Потеря металла на разбрызгивание, при котором брызги прочно соединяются с поверхностями шва и изделия;
- Наличие газовой аппаратуры и в некоторых случаях необходимость водяного охлаждения горелок.

*Преимущества автоматической сварки в защитных газах:*

- высокое качество соединения при работе с разными металлами и сплавами вне зависимости от пространственного положения детали;
- широкий диапазон толщин свариваемого металла — от десятой доли до нескольких десятков миллиметров;
- возможность визуального контроля сварочной дуги и ванны, процесса образования сварочного шва;
- узкая зона термического воздействия;
- при многослойной сварке не надо зачищать швы;
- высокая производительность работ;
- ненужность удалять флюс или шлак, зачищать швы.

*Недостатки автоматической сварки под флюсом:*

- необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги;
- использование защитных газов.

Проанализировав все перечисленные варианты способов сварки для данного конструкционного изделия можно сделать вывод, что автоматическая сварка в защитных газах подходит по всем заданным требованиям. А

именно: высокая производительность; удалять флюс или шлак и зачищать швы не нужно; широкий диапазон толщин свариваемого металла; максимально надежная защита зоны сварки.

### **Выбор сварочных материалов**

В зависимости от основного материала изделия и способа сварки необходимо выбрать вспомогательные материалы (электроды, сварочную проволоку, флюс, газ), обеспечивающие легкое зажигание и устойчивое горение дуги, равномерное расплавление покрытия, легкое удаление шлака после сварки.

#### *Сварочная проволока Св-08ГА*

Омедненная сварочная проволока Св-08ГА применяется для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей в газовой смеси (Ar-82% + CO<sub>2</sub>-18%) и чистом CO<sub>2</sub>. Проволока изготавливается следующих диаметров: 0,8 мм; 1,0 мм; 1,2 мм; 1,6 мм; 2,0 мм.

Св-08ГА: сварочная проволока с содержанием углерода 0,8%, марганца <1%, т.к. суммарно легирующих элементов менее 1%, то это низкоуглеродистая проволока, буква А означает, что проволока из высококачественной стали – низкое содержание вредных фосфора и серы.

#### *Достоинства сварочной проволоки Св-08ГА:*

- равновесность проволоки, качественное медное покрытие обеспечивает стабильность токоподвода в контакте (проволока-наконечник);
- постоянство диаметра по длине проволоки обеспечивает стабильность прохождения проволоки по направляющим шлангам без заклинивания;
- рядная послойная намотка проволоки на кассетах К 415, обеспечивают повышение производительности сварочного оборудования.

Механические свойства и химический состав проволоки представлены в таблицах 10 и 11.

Таблица 10 – Химический состав проволоки Св-08ГА, % ГОСТ 2246 – 70 [6]

С	Mn	Si	S	P
До 0,1	0,35-0,6	До 0,03	До 0,2	До 0,02

Таблица 11 – Механические свойства проволоки Св-08Г2С [5]

Временное сопротивление разрыву, Мпа	Относительное удлинение, %	Минимальное среднее значение твердости, Нv	Предел текучести, Мпа
630	Не менее 23	195	Не менее 580

### *Газовая смесь К-18*

Электрогазосварочные работы в чисто газовой среде в индустриально развитых странах давно остались в прошлом. Им на смену пришли многокомпонентные газовые смеси улучшенного состава. Для полноценной защиты дуги применяются смеси, основанные на аргоне, гелии и других технических газах. Опыт по использованию газовых смесей показал: газовые смеси по своим показателям повышают финальное качество соединения по аналогии с чистыми газами.

Газовая смесь «К-18» - это смесь 82 % аргона и 18 % диоксида углерода. Газовая смесь, К-18 (18% CO<sub>2</sub>+Ar). Наиболее универсальные двухкомпонентные смеси для сварки углеродистых конструкционных и некоторых легированных сталей. Универсальна.

Сварка с использованием защитной сварочной смеси в баллонах широко используется западными и отечественными производителями. Ее применяют как для мелких бытовых изделий, так и для крупнейших металлоконструкций.

Для проведения большинства электросварочных работ на сегодняшний день требуется применение сварочной смеси, цена которой лишь немного превышает традиционную среду защитных газов. Наилучшей считается сварочная смесь в баллонах, на основе аргона. Такая сварочная смесь в баллонах

состоит на 82% из аргона и на 18% из углекислого газа. Использование сварочных смесей на основе аргона вместо традиционной углекислоты, позволит существенно повысить качество сварки без модернизации оборудования и изменения технологий.

#### **4.4 Определение параметров шва и режимов сварки**

##### **Режимы сварки**

Рассчитаем режимы сварки для каждого типа соединения в нашем изделии, а именно на соединения Т1 и С5.

В процессе изготовления нами будет использована механизированная (полуавтоматическая и автоматическая) сварка в среде защитных газов. Прихватки и непротяженные швы будем сваривать полуавтоматической сваркой, режимы которой подберем, опираясь на справочную литературу.

Более протяженные швы будем сваривать с использованием автоматической сварки в среде защитных газов. Для выбора сварочного оборудования проведем расчеты режимов автоматической сварки таврового и стыкового соединения в соответствии с ГОСТ 14771-76 [7].

Сперва рассчитаем соединение типа Т1. Схема таврового сварного соединения Т1 по ГОСТ 14771–76 приведена на рисунке 14.

Исходные данные:

Толщина металла

$$S = 10 \text{ мм}$$

$$S_1 = 20 \text{ мм}$$

Величина зазора

$$b = 0$$

$K_T$  (катет шва) = 10 мм, т.к. в угловых и тавровых соединениях, где размеры шва могут быть произвольными, катет шва делают равным минимальной толщине  $S$  свариваемых материалов.

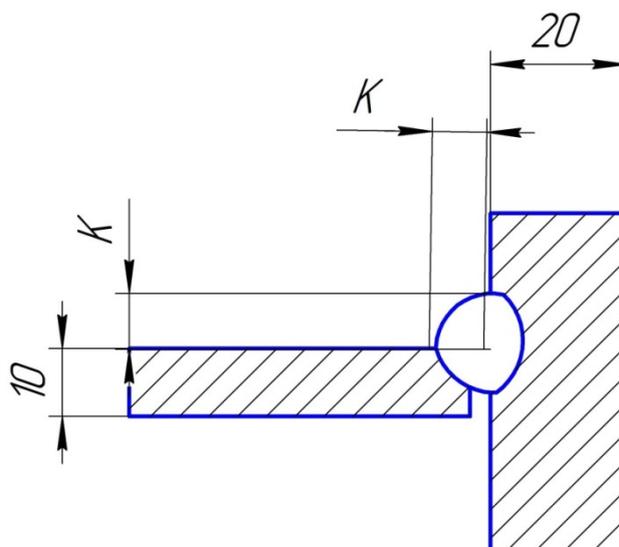


Рисунок 14 – Схема соединения Т1

Для тавровых соединений площадь поперечного сечения шва  $F_H$ ,  $\text{мм}^2$  определяется по формуле:

$$F_H = 0,5 \cdot K^2 + 1,05 \cdot K, \quad (6)$$

где  $F_H$  – площадь поперечного сечения шва,  $\text{мм}^2$ ;

$K$  – катет шва, мм;  $K = 10$  мм.

Рассчитываем  $F_H$  по формуле (6):

$$F_H = 0,5 \cdot 10^2 + 1,05 \cdot 10 = 60,5 \text{ мм}^2$$

Форма и геометрические размеры шва определяются параметрами:

- глубиной проплавления  $h$ ,
- шириной шва  $e$ ,
- полной высотой шва  $H$ ,
- высотой усиления  $g$ ,
- площадями:
  - поперечного сечения наплавленного электродного металла  $F_H$ ,

- переплавленного основного металла  $F_o$ ,
- сварного шва  $F_{ш}$  и др. в соответствии с ГОСТ 14771 – 76.

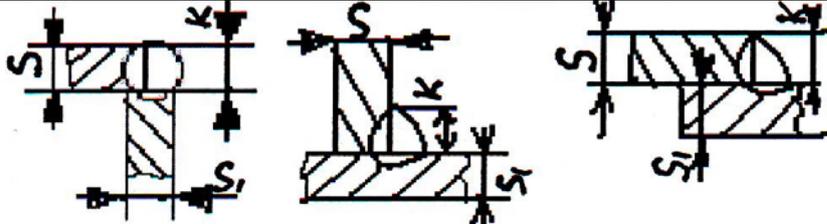
Основными параметрами автоматической сварки в смеси газов  $Ar + CO_2$  являются:

- диаметр электродной проволоки  $d_э$ ,
- сварочный ток  $I_{св}$ ,
- плотность тока  $j$ ,
- напряжение на дуге  $U_д$ ,
- скорость сварки  $V_{св}$ ,
- скорость подачи электродной проволоки  $V_{пш}$ ,
- расход смеси газов  $Q_г$ .

#### *Определение диаметра электродной проволоки*

Диаметр электродной проволоки  $d_э$  зависит от толщины металла  $S$  и глубины проплавления  $h$ . Однако глубина проплавления зависит от величины зазора между кромками, формами подготовки кромок. Чтобы учесть эти факторы, вводим расчетную глубину проплавления  $h$  которую можно определить по таблице 12.

Таблица 12 – Определение расчетной глубины проплавления при механизированной сварке

Вариант	Эскиз шва и формы подготовки кромок	Формула для определения расчетной глубины проплавления
6		$h_p = (0,7 \dots 1,1)K,$ $K \leq 1,2S$

Для однопроходного таврового шва глубина провара  $h$ , мм выбирается из условия

$$h = (0,7 \div 1,1) * K, \quad (7)$$

где  $h$  – глубина провара, мм;

$K$  – катет шва, мм;

$S = 10$  мм.

Подставив значение  $K$  в формулу 7, получим:

$$h = (0,7 \div 1,1) \cdot 10 = (7 \div 11) \text{ мм}$$

Математическая обработка практических рекомендаций дает выражение для расчета диаметра проволоки, мм:

$$d_{3..} = \sqrt[4]{h} \pm 0,05h_p, \quad (8)$$

$$d_{3..} = \sqrt[4]{(7 \div 11)} \pm 0,05 = 1,62 \div 1,77.$$

Предельные отклонения  $d_{3..}$  ограничиваются способом сварки по уровню автоматизации и положением шва, согласно таблице 13. Полученный расчетным путем  $d_{3..}$  округляем до ближайшего стандартного:  $d_{3..} = 1,6$  мм.

Таблица 13 – Ограничения диаметра электродной проволоки при сварке в среде защитных газов

Положение шва	Диаметр электродной проволоки (мм) при сварке	
	механизированной	Автоматической
«Лодочка», нижнее	0,8...2	0,8...2,0
Вертикальное	$\leq 1,2 \dots 1,4$	–
Горизонтальное, потолочное	$\leq 1,2$	–

Расчет сварочного тока,  $A$ , при сварке проволокой сплошного сечения производится по формуле:

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} j \quad (9)$$

где  $j$  - плотность тока в электродной проволоке, А/мм<sup>2</sup>. При сварке в СО<sub>2</sub> рекомендуем  $j = 100-110$  А/мм<sup>2</sup>;

$d_3$  - диаметр электродной проволоки, мм

Подставим данные в формулу 9 и рассчитаем  $I_{\text{св}}$ :

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} \cdot 110 = 221 \text{ А},$$

Принимаем сварочный ток за 220 А

Определим напряжение на сварочной дуге  $U_{\text{д}}$  по формуле:

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{св}} \quad (10)$$

Подставим данные в формулу 10.

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 \cdot 220 = 25 \text{ В}$$

Скорость сварки  $V_{\text{св}}$  рассчитываем по формуле, м/ч

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}{100 \cdot \gamma \cdot F_{\text{н}}} \quad (11)$$

Скорость подачи проволоки  $V_{\text{пш}}$  рассчитываем по формуле, м/ч

$$V_{\text{пш}} = \frac{4 V_{\text{св}} \cdot F_{\text{н}}}{\pi d_3^2} \quad (12)$$

где  $I_{св}$  – сила сварочного тока, А;  $I_{св} = 220$  А;

$\gamma$  – плотность металла, г/см<sup>3</sup>,  $\gamma = 7,8$  г/см<sup>3</sup>;

$F_H$  – площадь наплавленного металла, мм<sup>2</sup>.

$\alpha_H$  – коэффициент наплавки, г/А·ч, находится по формуле:

$$\alpha_H = \alpha_P \cdot (1 - \psi) \quad (13)$$

где  $\psi$  – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание. Известно, что при сварке в среде газовой смеси К-18  $\psi = 3,8$  %;

$\alpha_P$  – коэффициент расплавления проволоки, г/А·ч, рассчитывается по формуле:

$$\alpha_P = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{св}}{d_3} \quad (14)$$

Подставим данные в формулу 14.

$$\alpha_P = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{220}{1,6} = 14 \text{ г/А·ч};$$

Подставим полученные данные в формулу 13.

$$\alpha_H = 14 \cdot (1 - 0,038) = 13,47 \text{ г/А·ч};$$

Подставим данные в формулу 11 для получения  $V_{св}$ .

$$V_{св} = \frac{13,47 \cdot 220}{100 \cdot 7,8 \cdot 0,605} = 6,3 \text{ м/ч}$$

Примем скорость сварки за 7 м/ч.

Подставим данные в формулу 12 для получения  $V_{\text{шт.}}$  в тавровых сварных соединениях:

$$V_{\text{шт.}} = \frac{4 \cdot 6,3 \cdot 60,5}{3,14 \cdot 1,6^2} = 189,7 \text{ м/ч}$$

Примем скорость подачи проволоки за 190 м/ч.

Рассчитаем расход защитного газа  $\text{Ar}+\text{CO}_2$ , л/с, по формуле:

$$Q_{\text{зг}} = 0,0033 \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \quad (15)$$

Подставив в формулу 15 наши значения, получим:

$$Q_{\text{згi}} = 0,0033 \cdot 220^{0,75} = 0,19 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{зг}} = 11 \text{ л/мин}$$

Вылет электрода  $L_э$  рассчитывается по формуле:

$$L_э = 10 \cdot d_э \quad (16)$$

Подставим данные в формулу 17:

$$L_э = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ мм}$$

*Проверим оптимальность расчетов режимов сварки*

Найдем глубину провара  $h$  при сварке в смеси защитных газов

$$h = \frac{0,0165}{2,18} \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_n}} \quad (17)$$

Таким образом, для глубины провара необходимо определить погонную энергию  $q_n$ :

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta_{ш}}{V_{св}} \quad (18)$$

где  $\eta_{ш} = 0,7 \div 0,75$  для защитных газов.

Также для глубины провара нужно определить коэффициент формы провара  $\psi_{пр}$ , который зависит от величины сварочного тока, диаметра электрода и напряжения дуги.

$$\psi_{пр} = k \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \frac{d_э U_d}{I_{св}} \quad (19)$$

где  $k'$  - коэффициент, величина которого зависит от рода тока и полярности.

Величина коэффициента  $k'$  при плотности тока  $j < 120$  А/мм<sup>2</sup> при сварке постоянным током обратной полярности равен:

$$k' = 0,367 j^{0.1925} \quad (20)$$

Подставим данные в формулу 18 и найдем погонную энергию  $q_n$ :

$$q_n = \frac{220 \cdot 25 \cdot 0,7}{6,3} = 59230 \text{ Дж/см}$$

Подставим полученные данные в формулу 20 и найдем коэффициент  $k'$ :

$$k' = 0,367 \cdot 110^{0.1925} = 0,91$$

Подставим данные в формулу 19 и найдем коэффициент формы провара:

$$\psi_{\text{пр}} = 0,91 \cdot (19 - 0,01 \cdot 220) \cdot \frac{1,6 \cdot 25}{220} = 2,78$$

По формуле 17 получим глубину провара  $h$ :

$$h = \frac{0,0165}{2,18} \sqrt{\frac{59230}{2,78}} = 10,2 \text{ мм} \approx 10 \text{ мм}$$

Глубина провара получилась средняя, что подходит к нашим режимам сварки.

Рассчитаем режимы для автоматической сварки под флюсом для соединения С5. Схема стыкового сварного соединения С5 по ГОСТ 14771–76 приведена на рисунке 15.

Исходные данные:

Толщина металла

$$S = S_1 = 10 \text{ мм}$$

Величина зазора

$$b = 2 \text{ мм}$$

Высота шва

$$g = 2 \text{ мм}$$

Ширина шва

$$e = 12 \text{ мм}$$

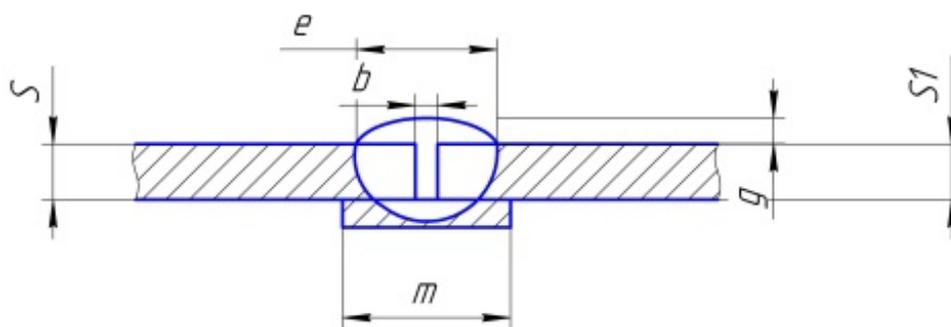


Рисунок 15 – Схема соединения С5

Для стыковых соединений площадь поперечного сечения шва  $F_H$ , мм<sup>2</sup> определяется по формуле:

$$F_H = (S \cdot b) + (0,75 \cdot e \cdot g) \quad (21)$$

где  $F_H$  – площадь поперечного сечения шва, мм<sup>2</sup>;

Рассчитаем  $F_H$  по формуле (6):

$$F_H = (10 \cdot 2) + (0,75 \cdot 12 \cdot 2) = 38 \text{ мм}^2$$

Форма и геометрические размеры шва определяются параметрами:

- глубиной проплавления  $h$ ,
- шириной шва  $e$ ,
- полной высотой шва  $H$ ,
- высотой усиления  $g$ ,
- площадями:
  - поперечного сечения наплавленного электродного металла  $F_H$ ,
  - переплавленного основного металла  $F_o$ ,
  - сварного шва  $F_{ш}$  и др. в соответствии с ГОСТ 14771 – 76.

Основными параметрами автоматической сварки в смеси газов  $Ar + CO_2$  являются:

- диаметр электродной проволоки  $d_s$ ,

- сварочный ток  $I_{св}$ ,
- плотность тока  $j$ ,
- напряжение на дуге  $U_{д}$ ,
- скорость сварки  $V_{св}$ ,
- скорость подачи электродной проволоки  $V_{пш}$ ,
- расход смеси газов  $Q_{г}$ .

#### *Определение диаметра электродной проволоки*

Диаметр электродной проволоки  $d_э$  зависит от толщины металла  $S$  и глубины проплавления  $h$ . Однако глубина проплавления зависит от величины зазора между кромками, формами подготовки кромок. Чтобы учесть эти факторы, вводим расчетную глубину проплавления  $h$ , которую можно определить по таблице 14.

Таблица 14 – Определение расчетной глубины проплавления при механизированной сварке

Вариант	Эскиз шва и формы подготовки кромок	Формула для определения расчетной глубины проплавления
1		$h_p = S - 0,5b$

Для однопроводного стыкового шва глубина провара  $h$ , мм выбирается из условия

$$h = S - 0,5b, \quad (22)$$

Подставив все значения в формулу 22, получим:

$$h = 10 - 1 = 9 \text{ мм}$$

Математическая обработка практических рекомендаций дает выражение для расчета диаметра проволоки, мм:

$$d_{э..} = \sqrt[4]{h} \pm 0,05h_p, \quad (8)$$

$$d_{э..} = \sqrt[4]{9} \pm 0,05 = 1,73 \pm 0,05 .$$

Предельные отклонения  $d_{э.}$  ограничиваются способом сварки по уровню автоматизации и положением шва, согласно таблице 15. Полученный расчетным путем  $d_{э..}$  округляем до ближайшего стандартного:  $d_{э..} = 1,6$ мм.

Таблица 15 – Ограничения диаметра электродной проволоки при сварке в среде защитных газов

Положение шва	Диаметр электродной проволоки (мм) при сварке	
	механизированной	Автоматической
«Лодочка», нижнее	0,8...2	0,8...2,0
Вертикальное	$\leq 1,2 \dots 1,4$	–
Горизонтальное, потолочное	$\leq 1,2$	–

Расчет сварочного тока, А, при сварке проволокой сплошного сечения производится по формуле:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_{э}^2}{4} j \quad (9)$$

где  $j$  - плотность тока в электродной проволоке, А/мм<sup>2</sup>. При сварке в CO<sub>2</sub> рекомендуем  $j = 100-110$ А/мм<sup>2</sup>;

$d_{э}$  - диаметр электродной проволоки, мм

Подставим данные в формулу 9 и рассчитаем  $I_{св}$ :

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} \cdot 110 = 221 \text{А,}$$

Принимаем сварочный ток за 220А

Определим напряжение на сварочной дуге  $U_d$  по формуле:

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_{св} \quad (10)$$

Подставим данные в формулу 10.

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 220 = 25В$$

Скорость сварки  $V_{св}$  рассчитываем по формуле, м/ч

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{100 \cdot \gamma \cdot F_n} \quad (11)$$

Скорость подачи проволоки  $V_{пш}$  рассчитываем по формуле, м/ч

$$V_{пш} = \frac{4 V_{св} \cdot F_n}{\pi d_s^2} \quad (12)$$

где  $I_{св}$  – сила сварочного тока, А;  $I_{св} = 220А$ ;

$\gamma$  – плотность металла, г/см<sup>3</sup>,  $\gamma = 7,8$  г/см<sup>3</sup>;

$F_n$  – площадь наплавленного металла, мм<sup>2</sup>.

$\alpha_n$  – коэффициент наплавки, г/А·ч, находится по формуле:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi) \quad (13)$$

где  $\psi$  – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание. Известно, что при сварке в среде газовой смеси К-18  $\psi = 3,8$  %;

$\alpha_p$  – коэффициент расплавления проволоки, г/А·ч, рассчитывается по формуле:

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{св}}{d_3} \quad (14)$$

Подставим данные в формулу 14.

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{220}{1,6} = 14 \text{ г/А·ч};$$

Подставим полученные данные в формулу 13.

$$\alpha_n = 14 \cdot (1 - 0,038) = 13,47 \text{ г/А·ч};$$

Подставим данные в формулу 11 для получения  $V_{св}$ .

$$V_{св} = \frac{13,47 \cdot 220}{100 \cdot 7,8 \cdot 0,38} = 9,9 \text{ м/ч}$$

Примем скорость сварки за 10 м/ч.

Подставим данные в формулу 12 для получения  $V_{шт}$  в тавровых сварных соединениях:

$$V_{шт} = \frac{4 \cdot 9,9 \cdot 38}{3,14 \cdot 1,6^2} = 187,2 \text{ м/ч}$$

Примем скорость подачи проволоки за 187 м/ч

Рассчитаем расход защитного газа  $Ar+CO_2$ , л/с, по формуле:

$$Q_{зг} = 0,0033 \cdot I_{св}^{0,75}, \quad (15)$$

Подставив в формулу 15 наши значения, получим:

$$Q_{зг1} = 0,0033 \cdot 220^{0,75} = 0,19 \text{ л/с}$$

$$Q_{зг} = 11 \text{ л/мин}$$

Вылет электрода  $L_э$  рассчитывается по формуле:

$$L_э = 10 d_э \quad (16)$$

Подставим данные в формулу 16:

$$L_э = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ мм}$$

*Проверим оптимальность расчетов режимов сварки*

Найдем глубину провара  $h$  при сварке в смеси защитных газов

$$h = \frac{0,0165}{2,18} \sqrt{\frac{q_n}{\psi_n}} \quad (17)$$

Таким образом, для глубины провара необходимо определить погонную энергию  $q_n$ :

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta_{ш}}{V_{св}} \quad (18)$$

где  $\eta_{ш} = 0,7 \div 0,75$  для защитных газов.

Также для глубины провара нужно определить коэффициент формы провара  $\psi_{пр}$ , который зависит от величины сварочного тока, диаметра электрода и напряжения дуги.

$$\psi_{пр} = k \cdot k' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \frac{d_э U_D}{I_{св}} \quad (19)$$

где  $k'$  - коэффициент, величина которого зависит от рода тока и полярности.

Величина коэффициента  $k'$  при плотности тока  $j < 120 \text{ А/мм}^2$  при сварке постоянным током обратной полярности равен:

$$k' = 0,367 j^{0.1925} \quad (20)$$

Подставим данные в формулу 18 и найдем погонную энергию  $q_n$ :

$$q_n = \frac{220 \cdot 25 \cdot 0,75}{9,9} = 41\,666 \text{ Дж/см}$$

Подставим полученные данные в формулу 20 и найдем коэффициент  $k'$ :

$$k' = 0,367 \cdot 110^{0.1925} = 0,91$$

Подставим данные в формулу 19 и найдем коэффициент формы провара:

$$\psi_{пр} = 0,91 \cdot (19 - 0,01 \cdot 220) \cdot \frac{1,6 \cdot 25}{220} = 2,78$$

По формуле 17 получим глубину провара  $h$ :

$$h = \frac{0,0165}{2,18} \sqrt{\frac{41666}{2,78}} = 8,6 \text{ мм} \approx 9 \text{ мм}$$

Глубина провара получилась средняя, что подходит к нашим режимам сварки.

Все данные по режимам сварки, типу и виду сварного шва, вспомогательным материалам свести в таблицу 16.

Таблица 16 – Режимы автоматической сварки в защитных газах

Тип сварного соединения	Сила тока, $I_d$ , А	Напряжение на дуге, $U_d$ , В	Скорость сварки, $V_{св}$ , м/ч	Диаметр проволоки, $d_э$ , мм	Вылет электрода $L_э$ , мм	Расход защитного газа $Ar+CO_2$ , $Q_{зг}$ л/с
T1	220	25	7	1,6	16	0,19
C5	220	25	10	1,6	16	0,19

#### 4.5 Выбор основного сварочного оборудования

При разработке проекта необходимо установить рациональный и качественный состав технологического оборудования (заготовительного, основного технологического, транспортного и для контроля качества).

Основными критериями для выбора рациональных типов оборудования и оснастки должны служить их следующие признаки: наименьшие габаритные размеры оборудования, обуславливающие минимальную необходимую площадь для размещения его в цехе; наименьшая возможная масса; наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания, техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой в разрабатываемом цехе технологии операций.

##### *Универсальный выпрямитель ВДУ-506*

Выпрямители типа ВДУ обеспечивают возможность получения как жестких, так и падающих внешних характеристик, поэтому их можно применять для ручной дуговой сварки, автоматической сварки плавящимся и неплавящимся электродами в защитных газах.

Универсальный выпрямитель состоит из понижающего трансформатора, дросселя насыщения с обмотками обратной связи выпрямительного блока.

Выпрямители типа ВДУ обеспечивают получение жестких внешних характеристик с повышенным напряжением холостого хода до 68 В, что значительно облегчает зажигание сварочной дуги и обеспечивает стабильное ее горение.



Рисунок 16 – ВДУ – 506

Таблица 17 – Техническая характеристика ВДУ – 506

Параметры	ВДУ – 506	
	Жесткая	Падающая
Напряжение питающей сети, В	220/380	220/380
Номинальный ток (при ПР = 60%), А	500	500
Напряжение холостого хода, В	50	45
Пределы регулирования напряжения, В	23-50	-
Пределы регулирования тока, А,	100-550	60-500
Масса, кг	-	400

#### *Подвесной самоходный автомат А-1416*

Подвесной самоходный автомат предназначен для электродуговой сварки низкоуглеродистых и легированных сталей плавящимся электродом (сплошная проволока) под флюсом на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки.

Регулирование скорости подачи электродной проволоки и скорости сварки, получаемое сменными шестернями, обеспечивает широкий диапазон применения автомата.



Рисунок 17 – Подвесной самоходный автомат А-1416

Таблица 18 - Техническая характеристика подвесного самоходного автомата А-1416

Параметры	Диапазон
Питание сети	380 В, 50 Гц, 3 фазы
Номинальный сварочный ток при ПВ = 60%, А	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	60-500
Диаметр проволоки, мм	1,2-2,0
Скорость подачи проволоки, м/ч	47-509
Скорость сварки, м/ч	12-120
Пределы регулирования времени растяжки дуги, с	0,5...1,2
Вертикальное перемещение сварочной головки: Ход, мм Скорость, м/ч	250 29,4
Поперечное перемещение сварочной головки: Ход, мм Скорость, м/ч	±75 от руки

Окончание таблицы 18

Регулировка угла наклона электрода (мундштука) к вертикали, град	±25 Ручное
Маршевая скорость перемещения сварочной головки, м/ч	950
Габаритные размеры, мм Сварочной головки Источника питания	960x860x1860 805x600x1030
Масса, кг Сварочной головки Источника питания	320 275

*Полуавтоматический сварочный аппарат EWM WEGA 501*

Полуавтоматический сварочный аппарат EWM WEGA 501 DW 090-005088-00502 используется в промышленном производстве для полуавтоматической сварки MIG/MAG. При покупке подающего механизма на выбор предлагаются две панели управления: классическая M1.02 и современная M2.40 (24 сварочных задания, цифровая индикация параметров). На передней панели корпуса расположены три отвода для разных материалов. Сварочный аппарат работает от сети напряжением 380 В и частотой 50 Гц.



Рисунок 18 – Полуавтоматический сварочный аппарат  
EWM WEGA 501

Таблица 19 – Технические характеристики полуавтоматического сварочного аппарата EWM WEGA 501

Параметры	Диапазон
Мах ток, А	500
Номинальное напряжение на входе, В	380(±15%)
Min ток, А	50
Допустимое отклонение напряжения, %	15
Вес, кг	200
Мах мощность, кВт	26,1
Наличие сетевой вилки	Да
ПВ на максимальном токе, %	60
Габариты, мм	1100x560x1000

### *Сварочная колонна T22101*

Используется для крепления и перемещения сварочного автомата при дуговой электросварке прямолинейных и кольцевых швов изделий. Колонны могут использоваться при совместной работе с универсальными, вертикальными, горизонтальными и роликовыми вращателями, также со стапелями для сварки продольных швов.

Колонны применяются в сборочно-сварочных цехах и участках для производства автоматической дуговой электросварки при изготовлении корпусных, балочных, цилиндрических и других металлоконструкций. Колонна может быть укомплектована различными сварочными автоматами, как для сварки под флюсом, так и в среде защитных газов. Колонны в зависимости от требований производства может снабжаться фильтровентиляционным агрегатом для отсоса вредных веществ из зоны сварки.

Стационарная колонна консольного типа состоит из следующих основных сборочных единиц: тумбы, опорно-поворотного устройства с приводом поворота, колонны, каретки с направляющими роликами и приводом перемещения консоли, консоли и механизма подъема.



Рисунок 19 – Сварочная колонна T22101

Таблица 20 - Техническая характеристика сварочной колонны T22101

Наименование	T22101
Движение консоли по горизонтали, мм	1000-2500
Перемещение консоли по вертикали, мм	1600
Скорость перемещения колонны, сварочной, маршевой, м/с	0,05
Скорость перемещения колонны, сварочной, маршевой, м/с	0,001-0,05
Скорость перемещения консоли, вертикальная, м/с	0,032
Угол поворота вокруг оси колонны, град.	360
Нагрузка на конец консоли при максимальном вылете, кН	2,0
Максимальный сварочный ток при ПВ=60%, А	1250
Параметры электросети, В/Гц	380/50
Габаритные размеры, мм	4400x1850x3415
Масса колонны (без источника питания), кг	2110

#### 4.6 Выбор вспомогательного сварочного оборудования

##### *Четырех валковые вальцы серии HR4W 4006*

Гидравлические четырехвалковые листогибочные машины фирмы "Россия" серии HR4W способны работать с толщиной листа от 1.0 до 200 мм и шириной до 8000 мм. Корпус вальцов представляет собой сварную монолитную конструкцию. Станина, валы и подшипники, использованные при производстве вальцов, соответствуют высоким стандартам качества (ЕС).

Основные особенности:

- На вальцах серии HR4W все валы установлены на подшипниках, которые не требуют никакого технического обслуживания или смазки за весь срок эксплуатации машины. Каждый подшипник полностью заполнен смазкой, герметически изолирован и практически не изнашивается;
- Гибочная машина имеет 4 вала с возможностью предварительной гибки (подгибки) – основной гибки – конечной гибки за один ход;
- Выносной пульт управления;
- Гидравлический привод вращения центральных валков;
- Гидравлический привод перемещения валков;
- Управление перемещениями с пульта управления.



Рисунок 20 – Четырехвалковые вальцы серии HR4W 4006

#### *Роликовые опоры серии Bendmak CR-5*

Bendmak CR-5 - высококачественный и бюджетный роликовый вращатель, являющийся идеальным решением для сварки заготовок одинакового диаметра.

Увеличивает скорость и производительность ручной сварки, т.к. значительно экономит производственное время, затрачиваемое на позиционирование заготовки краном и другие действия.

Как ручная, так и автоматическая регулировка роликов под диаметр заготовки. Автоматическая регулировка производится при помощи вала с резьбой или, как вариант, вручную.

Смена вращения роликов слева направо и регулировка скорости вращения производится при помощи удаленного устройства управления.

Ролики с полиуретановым покрытием препятствуют образованию вибрации во время автоматического процесса сварки и поглощают удары (функция амортизации) при загрузке заготовки.



Рисунок 21 – Роликовые опоры серии Bendmak CR-5

Таблица 21 - Техническая характеристика роликовых опор Bendmak CR-5

<b>Основные характеристики</b>	
Производитель	Bendmak
Страна производитель	Турция
Тип привода	Электрический
Минимальный диаметр заготовки	250 мм
Максимальный диаметр заготовки	3000 мм
Диаметр роликов	381 мм
Грузоподъемность	5000 кг
<b>Параметр подключения</b>	
Электропитание	3x380/50 В/Гц
<b>Габариты</b>	
Длина	2400 мм
Ширина	590 мм
Высота	560 мм
Вес	730 кг

### *Ультразвуковой дефектоскоп УД2 – 3С*

Ультразвуковой универсальный дефектоскоп УД2-3С выполняет все необходимые функции связанные с контролем продукции на поиск дефектов, разных типов нарушений однородности и общей сплошности исследуемых материалов, готовых изделий, полуфабрикатов, сварных изделий. Прекрасно

отслеживает и измеряет глубину залегания дефекта, скорость распространения колебаний ультразвуковых и толщину дефекта. Дефектоскоп работает используя 2 метода УЗ контроля: теневой и зеркально-эхо теневой. Аппарат имеет широкий диапазон рабочих частот, внешний блок питания, рабочее время 8 часов с подзарядкой в течение 30 минут.



Рисунок 22 – Ультразвуковой дефектоскоп УД2-3С

Технические характеристики дефектоскопа УД2-3С

- Диапазон рабочих частот приемника по уровню минус 3 дБ от 1 до 10 МГц.
- Частота следования импульсов возбуждения: режим  $L_0$  = 40 Гц; режим  $H_1$  - до 800 Гц.
- Амплитуда импульса не менее 150 В на нагрузке 50 Ом.
- Максимальная чувствительность приемника при соотношении сигнал/шум 6 дБ не более 80 мкВ
- Предел допускаемой абсолютной погрешности регулировки усиления не более + 2 дБ
- Диапазон регулировки усиления приемника от 0 до 110 дБ
- Предел допускаемой относительной погрешности измерения временных интервалов (Т) при определении глубины, координат залегания дефектов и толщины не более 3 %

Питание:

а) внешний блок питания от сети переменного тока 220 В, 50 Гц, с выходным напряжением 12 В;

б) встроенный аккумуляторный блок.

- Время непрерывной работы: от внешнего блока питания - не менее 8 часов, с последующим выключением на 30 минут; от аккумуляторного блока - не менее 4 часов.

- Потребляемая мощность не более 15 ВА.

- Габаритные размеры не более 280 х 282 х 50 мм.

- Масса дефектоскопа не более 3,5 кг.

- Средняя наработка на отказ не менее 2500 часов.

#### **4.7 Контроль качества**

Изготовление и монтаж сварных конструкций производится в соответствии со машиностроительными нормами, правилами и техническими условиями. Существующие способы контроля сварных швов и изделий позволяют выявлять практически все дефекты их, встречающиеся в практике сварки. В зависимости от ответственности сварных конструкций применяют соответствующие способы контроля. Контроль сварных соединений разделяется на два основных направления:

- Разрушающие виды контроля сварных соединений;

- Неразрушающие виды контроля сварных соединений.

Оба выше названных направления призваны в наибольшей степени обеспечить достижение главных целей любого промышленного производства — обеспечение качества выпускаемой продукции. В особенности качества продукции ответственного назначения.

### *Разрушающий контроль сварных соединений*

Объективная оценка качественных параметров сварных неразъемных соединений невозможна без выборочного разрушающего контроля. Разрушающий контроль проводится на образцах, изымаемых из произведенных партий готовой продукции.

К разрушающим видам проверки качества сварочных соединений относятся:

- Металлографические исследования для определения структуры сварных швов и околошовной зоны;
- Физико-химические исследования с целью определения коррозионной стойкости;
- Механические испытания с целью определения конкретных прочностных характеристик.
- К важным функциям контроля в сварочных производствах следует отнести и другие виды контроля, к которым относятся:
  - Контроль исходных материалов, заготовок и качества сборки;
  - Контроль оборудования, оснастки и приборов;
  - Контроль режимов сварки, пайки, склеивания;
  - Контроль квалификации производственного персонала.

### *Неразрушающий контроль сварных соединений*

Современные виды неразрушающего контроля являются эффективным средством улучшения и строгого соблюдения технологии, повышения и обеспечения стабильного качества выпускаемой продукции. В настоящее время широко применяют различные физические методы и средства неразрушающего контроля сварных соединений, позволяющие проверять качество сварки без нарушения пригодности сваренного изделия к использованию по назначению.

К неразрушающим видам проверки качества сварочных соединений относятся:

- Контроль внешнего вида сварных швов путем их осмотра и обмеров;
- Радиационные виды неразрушающего контроля, включающие радиографию, радиоскопию и радиометрию;
- Акустические (звуковые и ультразвуковые) виды неразрушающего контроля, которые включают следующие методы: эхо-импульсный, теневой, резонансный, свободных колебаний, реверберационный, эмиссионный;
- Магнитные виды неразрушающего контроля — магнитопорошковый, магнитографический, магнитоферрозондовый, индукционный;
- Электромагнитные (вихревых токов) методы — амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, спектральный;
- Капиллярные методы — люминесцентный, цветной;
- Методы контроля сплошности сварных швов течеисканием — радиационный, масс-спектрометрический, пузырьковый, манометрический, галоидный, газоаналитический, химический, акустический и др.
- Тепловые методы контроля — метод теплового контраста (термографический), метод теплового поля (тепловизионный), метод температурный (термометрический).

Для проверки сварных швов барабана лебедки в этой работе будут использоваться неразрушающие виды контроля качества соединений, а именно: визуально-измерительный контроль сварного шва; ультразвуковой вид контроля качества с помощью ультразвукового дефектоскопа УД2-ЗС.

Контроль качества сварных соединений с помощью ультразвуковых дефектоскопов в силу удобства его проведения получил очень широкое распространение – гораздо большее, чем магнитная и радиационная дефектоскопия. К его недостаткам относится сложность расшифровки сигнала (качественно сделать контроль сварного соединения способен только специалист,

прошедший обучение), ограниченность использования для металлов с крупным зерном (аустенитные стали, чугун и пр.).

#### 4.8 Технологический процесс сварки барабана лебедки

Таблица 22 – Технологический процесс сварки барабана лебедки

Наименование операций	Оборудование	Режимы, сварочные материалы
Очистка прокатного листа перед вальцовкой	Шлифовальная машинка Metabo	
Вальцовка обечайки	Четырехвалковые вальцы серии HR4W 4006	
Сборка обечайки	Стенд для сборки продольного стыка обечайки Полуавтоматический сварочный аппарат EWM WEGA 501	Газовая смесь К-18 Сварочная проволока Св-08ГА $I_{св. прихв.} = 260 \text{ А}$ $U_{д. прихв.} = 27 \text{ В}$ $L_{прихв.} = 25 \text{ мм}$ Шаг 200 мм
Сварка продольного шва обечайки	Стенд для сварки обечайки продольного шва Роликовые опоры серии Bendmak CR-5 Сварочная колонна T22101 Универсальный выпрямитель ВДУ – 506 Подвесной самоходный автомат А-1416	Газовая смесь К-18 Сварочная проволока Св-08ГА $I_{д} = 220 \text{ А}$ $U_{д} = 25 \text{ В}$ $V_{св} = 7 \text{ м/ч}$ $d_{э} = 1,6 \text{ мм}$ $L_{э} = 16 \text{ мм}$ $Q_{зг} = 0,19 \text{ л/с}$
Сборка фланцев с обечайкой	Установка для сборки обечайки по кольцевому стыку Роликовые опоры серии Bendmak CR-5 Внутренний центратор Полуавтоматический сварочный аппарат EWM WEGA 501	Газовая смесь К-18 Сварочная проволока Св-08ГА $I_{св. прихв.} = 260 \text{ А}$ $U_{д. прихв.} = 27 \text{ В}$ $L_{прихв.} = 25 \text{ мм}$ Шаг 200 мм
Сварка фланцев	Роликовые опоры серии Bendmak CR-5; Сварочная колонна T22101; Универсальный выпрямитель ВДУ – 506; Подвесной самоходный автомат А-1416	Газовая смесь К-18 Сварочная проволока Св-08ГА $I_{д} = 220 \text{ А}$ $U_{д} = 25 \text{ В}$ $V_{св} = 10 \text{ м/ч}$ $d_{э} = 1,6 \text{ мм}$ $L_{э} = 16 \text{ мм}$ $Q_{зг} = 11 \text{ л/мин}$
Очистка сварных швов после сварки	Шлифовальная машинка Metabo	
Контроль качества сварных соединений	Визуальный осмотр; Ультразвуковой дефектоскоп УД2 – 3С	

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При обучении рабочих в образовательных учреждениях системы СПО, одним из профессиональных модулей, формирующим профессиональные навыки, является «Подготовительно – сварочные работы», которая является одной из ключевых в цикле отраслевой подготовки. По ходу занятий обучаемые изучают теоретические основы подготовки металлов к сварке для дальнейшего применения на практике навыков правильного выбора инструмента и выполнения трудовых приемов.

Организационными формами обучения в ходе данного модуля являются теоретические и практические занятия, последним уделяется особое внимание. В нашей работе мы разработали комплекс средств обучения по теме «Подготовка металла и сборка металлоконструкции на примере изготовления барабана лебедки».

При разработке дипломной работы были решены следующие задачи:

- Проанализирована учебно-программная документация подготовки квалифицированных рабочих по профессии «Сварщик» (электросварочные и газосварочные работы).
- Изучены теоретические основы организации производственного обучения в образовательных учреждениях СПО.
- Спроектирован комплекс средств обучения ПМ 01.

Также разработана технология изготовления сварной конструкции – «Барабан лебедки».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Краевский, В.В.* Общие основы педагогики: Уч. для студ. высш. пед. уч. зав. / В.В. Краевский. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 256с.
2. *Хуторской, А. В.* Практикум по дидактике и современным методикам обучения / А.В. Хуторской // . – СПб., 2004. – С. 181.
3. *Махмутов, М.И.* Организация проблемного обучения в школе / М.И. Махмутов // . — М.: Высш. Школа, 1977. — 374 с.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт СПО по профессии 150709.02 Сварщик (электросварочные и газосварочные работы). - М.:, 2009. - 33 с.
5. *Виноградов, В.С.* Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки / А.С. Виноградов. – М.: Изд-во Высш. Школа, 1997. – 315 с.
6. *ГОСТ 977-88.* Единая система конструкторской документации. Отливки стальные. Общие технические условия. – Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с.
7. *ГОСТ 2246-70.* Единая система конструкторской документации. Проволока стальная сварочная. Технические условия. – Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с.
8. *ГОСТ 14771-76.* Единая система конструкторской документации. – Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с.
9. *Ульяшин, Н.И.* Механизированное оборудование для производства сварных конструкций. Компетентностный подход: Учебное пособие / Н.И. Ульяшин, Н.Н. Ульяшина, И.В. Осипова, Е.М. Дрожкин. – Екатеринбург: РГППУ 2014, 168 с. с ил.
10. *Глизманенко, Д.Л.* Сварка и резка металлов. Изд.8-е, доп. Учеб. Для проф.-техн.училищ. М., «Высш. Школа», 1975. 479 с. с ил.

11. *Рыбаков, В.М.* Сварка и резка металлов / В.М. Рыбаков. – М.: Высшая школа, 1979, 214 с.
12. *Стеклов, О.И.* Основы сварочного производства / О.И. Стеклов. - М.: Высшая школа, 1981, 160 с.
13. *Маслов, В.И.* Сварочные работы: Учебн. для нач. проф. образования: Учебное пособие для сред. проф. Образования / В.М. Маслов. – М.: ПрофОбрИздат, 2002. – 240 с.: ил.
14. *Скакун, В. А.* Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А. Скакун. - М.: Профессиональное образование, 1992.
15. *Подласый, И.П.* Педагогика: 100 вопросов – 100 ответов: учебн. пособие для студ. высш. учеб. Заведений / И.П. Подласый. – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 368 с.
16. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А. С. Куркин, Э.Л. Макаров [и др.]; под ред. В.М. Неровного. — 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.
17. *Жученко, А.А.* Практикум по «Методике профессионального обучения»: Учебное пособие. Ч. 1 / А. А. Жученко, Н. А. Смирнова. – Екатеринбург: 2003. - 84 с.
18. *Батышев, С.Я.* Профессиональная педагогика : учеб. для студентов, обучающихся по пед. спец. и направлениям / С. Я. Батышев. - М.: Ассоц. «Проф. образование», 1997. -512 с.
19. *Эрганова, Н.Е.* Методика профессионального обучения: учебное пособие / Н.Е.Эрганова. – Екатеринбург: Изд-во РГППУ, 2004. – 150 с.
20. *Акулов, А.И.* Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.
21. *Ленивкин, В.А.* Технологические свойства сварочной дуги в защитных газах / В.А. Ленивкин, Н.Г. Дюргеров, Х.Н. Сагиров. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.
22. *Акулов, А.И.* Сварка в машиностроении: А.И. Акулов. – М.: Ма-

шиностроение, 1978. - 198 с.

23. *Баранов, М.С.* Технология производства сварных конструкций / М.С. Баранов. – М.: Машиностроение, – 1966. – 220 с.

24. *Гитлевич, А.Д.* Механизация и автоматизация сварочного производства / А.Д. Гитлевич, Л.А. Этгоф. – М.: Машиностроение, 1979. – 280 с.

25. *Петров, Г.Л.* Сварочные материалы / Г. Л. Петров. – Ленинград: Машиностроение, 1972. – 163 с.

26. *Винокуров, В.А.* Сварка в машиностроении / В. А. Винокуров. – М.: Машиностроение 1979. – 217 с.