

НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО НА КАФЕДРЕ «МАЛЫЙ БИЗНЕС В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ», РОЛЬ КАФЕДРЫ В ЖИЗНИ СТУДЕНТА

Сейдуров М.Н. – к.т.н., ст. преподаватель, Иванайский А.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время, в связи со сложной демографической ситуацией и уменьшающимся количеством студентов, ужесточилась ситуация на рынке образовательных услуг. Одним из главных конкурентных преимуществ является наличие качественно организованной практики студентов с последующим их трудоустройством. Лидером в эффективном сотрудничестве высшей школы и производства является кафедра «Малый бизнес в сварочном производстве» (МБСП), инициировавшая создание в Алтайском крае образовательного кластера на базе АлтГТУ.

Кроме того, на кафедре МБСП ежегодно ведется набор студентов на курсы рабочих профессий. Образовательный центр «Сварка» при ЦППС «Кадры машиностроения» проводит набор студентов, желающих параллельно с учебным процессом получить профессиональную подготовку по рабочим профессиям: «Контролер сварочных работ», «Сварщик пластмасс», «Электросварщик ручной сварки».

На протяжении всей истории становления и развития кафедры сварки в штатном коллективе работали лучшие специалисты, которые осуществляли выпуск высоко квалифицированных кадров, востребованных не только в России, но и зарубежом. Наши выпускники «на вес золота» и сегодня, когда происходит переломный момент в высшем образовании и переход на многоуровневую систему подготовки.

В соответствии с Соглашением о сотрудничестве студенты специальности «Оборудование и технология сварочного производства» регулярно проходят производственную и преддипломную практики в ОАО «Новосибирское Авиационное Производственное Объединение им. В.П. Чкалова» – одним из крупнейших самолетостроительных предприятий России.

В 2009 г. газета НАПО им. В.П. Чкалова «Взлетная полоса» написала об обоюдной пользе сотрудничества между их предприятием и АлтГТУ. После прохождения практик и защиты дипломных проектов по тематике предприятия 5 выпускников осталось работать на предприятии. По итогам практики в 2010 г. студентам группы СП-61 была вручена благодарность за высокое качество работы. Руководство НАПО им. В.П. Чкалова отметило, что студенты, направленные на практику, имеют хорошую подготовку [1].

В начале 2010 г. сотрудниками кафедры МБСП были выполнены работы по возобновлению сотрудничества с ОАО «Бийский котельный завод» – ведущим российским производителем комплекса оборудования средней и малой мощности для промышленной и коммунальной теплоэнергетики [2]. В результате чего студенты были направлены на предприятие для прохождения производственной практики и подготовки к дипломному проектированию.

Кроме того, кафедра сварки АлтГТУ имеет многолетний опыт сотрудничества с одними из крупнейших предприятий в России – ОАО «АлтайВагон» (г. Новоалтайск), ОАО «Сибэнергомаш» (г. Барнаул), ОАО «Алтай-Кокс» (г. Заринск). Представители этих и многих других предприятий ежегодно входят в состав ГАК кафедры МБСП, среди них: Зуев В.И. – директор ООО «Сибдиагностика», Руденко В.В. – главный сварщик ОАО «АлтайВагон», Вяткин Г.Н. – ведущий специалист по сварке ОАО «Сибэнергомаш», Чеснокова Т.В. – главный технолог ОАО «БВРЗ» (рисунок 1). Бессменным председателем ГАК кафедры МБСП в последние годы является заместитель Губернатора Алтайского края Ряполов В.А. – к.т.н., доцент [3].

В октябре 2010 г. были проведены первые открытые лекции для студентов-сварщиков 4 курса на производственной площадке ООО «Сибирь-Технология-Сервис» [4]. Лекционный материал по дисциплине «Источники питания для сварки» сопровождался практической демонстрацией конструкции и устройства традиционных и современных источников питания, а также прогрессивных способов сварки и резки. Лекции читали к.т.н., ст.

преподаватель кафедры МБСП Сейдуров М.Н. и начальник коммерческого отдела ООО «Сибирь-Технология-Сервис» Ковалев С.В.

В 2010-2011 гг. студенты кафедры МБСП проходили практику и дипломное проектирование на строительстве нового моста через р. Катунь (рисунок 2).



Рисунок 1 – Защита дипломного проекта студента гр. СП-51 Собачкина А.В., в составе ГАК: Руденко В.В., Радченко В.Г., Ряполов В.А., Зуев В.И., Вяткин Г.Н.

Мостовой переход через р. Катунь у с. Ая – это мост федерального значения, который соединил 2 субъекта РФ: Алтайский край и республику Алтай. Руководство Мостоотряда 96 АФ ОАО «Сибмост» обратилось за квалифицированной помощью на кафедру МБСП АлтГТУ, так как объект имеет большое значение, а на кафедре работают лучшие специалисты в этой области.



а)



б)

Рисунок 2 – Студент гр. СП-61 Теушаков И.А. (а) ведет ультразвуковой контроль сварных соединений мостовой переход через р. Катунь у с. Ая (б)

В работе под руководством лауреата Ленинской премии, д.т.н., профессора Радченко В.Г. были задействованы авторитетные специалисты в области сварочного производства: профессор Чепрасов Д.П., профессор Радченко М.В., доцент Иванайский Е.А. Кроме того, активно участвовали молодые ученые-сварщики: доцент Иванайский А.А., ст. преподаватель Сейдуров М.Н.

Сотрудники кафедры сварки осуществляли надзор за соблюдением технологического регламента выполнения сварочных работ, проводили визуальный и измерительный, а также ультразвуковой контроль качества сварных соединений ответственного назначения [5].

Следует отметить, что коммунальный мост через р. Обь в г. Барнауле был изготовлен при непосредственном участии кафедры сварки. Алтайская научная школа металловедения сварки спасла от разрушения и дала новую жизнь погибающему мосту, что было отмечено премией Алтайского края в области науки и техники.

С мая по ноябрь 2011 г. наши выпускники уже трудились на особо опасном объекте, подведомственном ОАО «АК «Транснефть» (рисунок 3). Выпускники гр. СП-61: Данилов Н.В. (мастер по сварке), Бокарев М.Ю. (мастер по монтажу) и Назаров И.В. (специалист по неразрушающему контролю) прошли боевое крещение в г. Ангарске при реконструкции нефтяных резервуаров типа РВСП объемом от 2 тыс. м³ до 20 тыс. м³ [6].

Научный руководитель этого проекта, к.т.н., доцент Иванайский Е.А. был куратором студентов гр. СП-61 на протяжении нескольких лет. Иван Назаров, отработав на практике профессиональные навыки, поступил в аспирантуру.



Рисунок 3 – Доценты Иванайский Е.А. и Иванайский А.А., выпускники 2011 г. – Данилов Н.В. и Назаров И.В.

В феврале 2011 г. состоялась первая экспедиция ученых АлтГТУ в Заполярье. Кандидаты технических наук – доцент Иванайский Е.А. и ст. преподаватель Сейдуров М.Н. (рисунок 4, а) проследовали по маршруту «Барнаул – Новосибирск – Пурпе (ЯНАО) – Ванкорское месторождение (Туруханский район Красноярского края) [7].

Ванкор – первое крупное месторождение нефти в Красноярском крае, запущенное в эксплуатацию в августе 2009 г. Специалистам предстояло обучить и аттестовать сварщиков, провести аттестацию сварочного оборудования непосредственно на изготовления магистральных трубопроводов нефти ОАО «НК «Роснефть». Сотрудники кафедры успешно справились с поставленными задачами и познакомились с настоящей заполярной зимой с температурой воздуха от -42 до -50°С. С декабря по март до месторождения можно

добраться только по «зимнику» (автомобильной дороге, эксплуатация которой возможна только в зимних условиях), а дальше на вертолете.

В декабре 2011 г. состоялась вторая экспедиция ученых АлтГТУ в Заполярье. Доценты кафедры МБСП, кандидаты технических наук Иванайский Е.А. и Иванайский А.А. совершили путешествие по маршруту «Барнаул – Сургут – Уренгой – Ванкорское месторождение» (рисунок 4, б). Специалисты кафедры выполняли работы по аттестации персонала и контролю сварных соединений на линии по переработке отходов бурения Ванкорского нефтяного месторождения в рамках программы «Евро АЗС» [8].



а)



б)

Рисунок 4 – Экспедиции ученых в Заполярье: а) Сейдуров М.Н, февраль 2011 г.; б) Иванайский Е.А., декабрь 2011 г.

В декабре 2011 г. под руководством заведующего кафедрой, д.т.н., профессора Радченко М.В. сотрудники кафедры МБСП и ООО «Сварочный центр» (г. Бийск) провели научно-практический семинар «Сварочное оборудование и материалы Lincoln Electric» [9]. Семинар состоял из теоретической и практической части (рисунок 5).



а)



б)

Рисунок 5 – Теоретическая (а) и практическая (б) части научно-практического семинара «Сварочное оборудование и материалы Lincoln Electric»

На практической части было представлено оборудование для ручной дуговой и аргонодуговой сварки, механизированной сварки в среде углекислого газа, плазменной резки, а также широкая линейка сварочных материалов для различных способов сварки. В работе семинара приняли участие руководители ведущих предприятий Алтайского края.

В апреле 2012 г. на заседании кафедры МБСП 6 лучших студентов 5 курса гр. СП-71 получили почетные грамоты [10]. «За отличные успехи в учебе» награждены: Бакланов Д.И.,

Влеско А.С., Михалев БН. «За успехи в научно-исследовательской работе» награждены: Музоватов И.В. (рисунок 6), Русаков А.А. «За активное участие в жизни кафедры» награжден Журко А.С.



Рисунок 6 – Награждение студента гр. СП-71 Музоватов И.В. почетной грамотой «За успехи в научно-исследовательской работе»

В 2012 г. кафедре МБСП (бывшей «ОиТСП» – Оборудование и технология сварочного производства) исполняется 50 лет со дня открытия. За последние годы на кафедре сварки проведена большая организационная работа по привлечению студентов к научно-исследовательской работе, а также к работе по повышению престижа инженерных профессий. Благодаря плодотворному сотрудничеству с ведущими предприятиями Алтайского края, г. Новосибирска, г. Красноярска, г. Москвы и др. выпускники кафедры МБСП не испытывают проблем с трудоустройством.

Литература

1. Практика в НАПО «Взлетная полоса» / Официальный сайт АлтГТУ. Отдел практик. [Электронный ресурс] // Новости. – Режим доступа: <http://www.altstu.ru/structure/unit/op/news/1615/> – Загл. с экрана.
2. Сотрудничество с Бийским котельным заводом / Официальный сайт АлтГТУ. Кафедра малого бизнеса в сварочном производстве. [Электронный ресурс] // Новости. – Режим доступа: <http://www.altstu.ru/structure/chair/mbasp/news/1348/> – Загл. с экрана.
3. Защита дипломных проектов / Официальный сайт АлтГТУ. Кафедра малого бизнеса в сварочном производстве. [Электронный ресурс] // Новости. – Режим доступа: <http://www.altstu.ru/structure/chair/mbasp/news/2578/> – Загл. с экрана.
4. Сотрудничество с ООО «Сибирь-Технология-Сервис» / Официальный сайт АлтГТУ. Кафедра малого бизнеса в сварочном производстве. [Электронный ресурс] // Новости. – Режим доступа: <http://www.altstu.ru/structure/chair/mbasp/news/1680/> – Загл. с экрана.
5. Строительство нового моста через реку Катунь / Официальный сайт АлтГТУ. Кафедра малого бизнеса в сварочном производстве. [Электронный ресурс] // Новости. – Режим доступа: <http://www.altstu.ru/structure/chair/mbasp/news/1404/> – Загл. с экрана.
6. Наука и производство на кафедре сварки / Официальный сайт АлтГТУ. Кафедра малого бизнеса в сварочном производстве. [Электронный ресурс] // Новости. – Режим доступа: <http://www.altstu.ru/structure/chair/mbasp/news/3017/> – Загл. с экрана.

7. Экспедиция в Заполярье / Официальный сайт АлтГТУ. Кафедра малого бизнеса в сварочном производстве. [Электронный ресурс] // Новости. – Режим доступа: <http://www.altstu.ru/structure/chair/mbasp/news/2183/> – Загл. с экрана.

8. Вторая экспедиция в Заполярье / Официальный сайт АлтГТУ. Кафедра малого бизнеса в сварочном производстве. [Электронный ресурс] // Новости. – Режим доступа: <http://www.altstu.ru/structure/chair/mbasp/news/3240/> – Загл. с экрана.

9. Семинар «Сварочное оборудование и материалы Lincoln Electric» / Официальный сайт АлтГТУ. Кафедра малого бизнеса в сварочном производстве. [Электронный ресурс] // Новости. – Режим доступа: <http://www.altstu.ru/structure/chair/mbasp/news/3138/> – Загл. с экрана.

10. Награждение лучших студентов / Официальный сайт АлтГТУ. Кафедра малого бизнеса в сварочном производстве. [Электронный ресурс] // Новости. – Режим доступа: <http://www.altstu.ru/structure/chair/mbasp/news/3526/> – Загл. с экрана.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ГАЗОВОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

Михалев Б.Н. – студент, Радченко М.В. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Сварка в настоящее время – один из наиболее надежных технологических способов соединения сталей и сплавов. Тем не менее, в мировой практике периодически происходят техногенные катастрофы, сопровождающиеся мощными разрушениями, а часто и человеческими жертвами.

В России для осуществления контроля качества сварочных работ на опасных промышленных объектах в 1992 году под руководством академика Алешина Н.П. было создано Национальное Агентство Контроля Сварки (НАКС), в структуре которого в стране сегодня работают более 100 Аттестационных центров.

В функции НАКС входят: аттестация специалистов сварочного производства, их специальная подготовка, аттестация сварочных материалов, оборудования и сварочных технологий. Аттестация сварочных технологий – наиболее сложная и ответственная процедура, предусматривающая по сути аттестацию предприятия на готовность к использованию технологии. В процессе производственной аттестации сварочной технологии фигурируют три основных документа:

- 1) «Заявка на проведение производственной аттестации технологии сварки»;
- 2) «Программа производственной аттестации технологии сварки»;
- 3) «Заключение о готовности организации-заявителя к использованию аттестованной технологии сварки».

«Заявку» оформляет сама организация-заявитель, затем формируется «Программа аттестации» организацией-заявителем совместно с аттестационным центром. Завершающим этапом процесса аттестации является «Заключение». Созданием заключения занимается аттестационный центр, который затем направляет его в НАКС.

Эти документы содержат повторяющуюся и дополняющую друг друга информацию и заполняются вручную. Это может привести к возникновению ошибок, связанных с человеческим фактором. Сокращение их количества возможно достигнуть путем автоматизации процесса формирования документов, то есть написанием программы, что является актуальной проблемой.

Итак, целью работы служит разработка программы, которая обеспечит максимально возможную степень автоматизации процесса формирования заявки на проведение аттестации, программы производственной аттестации технологии сварки и заключения о готовности организации-заявителя к использованию аттестованной технологии сварки.

В качестве базового примера в данной работе было выбрано газовое оборудование и наиболее распространенный технологический процесс ручной дуговой сварки покрытыми

электродами.

Для достижения данной цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) Составление точного и понятного словесного описания того, как должна работать будущая программа, что должен делать пользователь в процессе ее работы.
- 2) Подобрать язык программирования, при помощи которого будет написана программа.
- 3) Составить алгоритм.
- 4) Создание программного кода на языке программирования.
- 5) Отладка программы.
- 6) Тестирование программы.
- 7) Создание «Руководства пользователя».

В результате проведенной работы была написана программа по автоматическому формированию заявки на проведение производственной аттестации технологии сварки, программы производственной аттестации технологии сварки и заключения о готовности организации-заявителя к использованию аттестованной технологии сварки.

Программа написана в текстовом процессоре Microsoft Word с использованием языка Visual Basic, который является встроенным в приложения Office 2010. Она обладает простым и понятным интерфейсом, что значительно упрощает работу с ней.

Так как генерирование документов ведется автоматически, то повторяющуюся информацию необходимо вводить один раз, а не в каждом документе как при использовании шаблонов. Это значительно сокращает время на формирование документов, следовательно, повышается уровень труда и производительность.

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ГАЗОВОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

Михалев Б.Н. – студент, Радченко М.В. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Каждому предприятию для производства опасных технических устройств, которые находятся под контролем РОСТЕХНАДЗОРА, необходимо проходить аттестацию сварочных технологий, так как использование неаттестованных технологий является недопустимым. Для аттестации технологий сварки необходимо наличие уже аттестованных сварочных материалов, сварочного оборудования, сварщиков и специалистов сварочного производства, поэтому аттестация сварочных технологий является завершающим этапом и гарантом того, что организация-заявитель обладает техническими, организационными и квалификационными возможностями для выполнения сварочных работ по данной технологии при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств.

При этом процедура аттестации базируется на большом количестве нормативной документации, регламентирующей технологический процесс сварки и контроль качества сварных соединений. Поиск необходимой информации в этих источниках требует значительных затрат во времени. Поэтому актуальным является вопрос необходимости создания базы нормативно-технической документации, которая значительно ускорит поиск нужной информации и снизит возможность ошибки эксперта-сварщика. Наиболее распространенным способом сварки газопровода является ручная дуговая сварка покрытыми электродами, поэтому в рамках проекта рассматривается технология ручной дуговой сварки стального газового оборудования.

В данной работе была поставлена цель:

Сформировать базу данных для аттестации технологии ручной дуговой сварки применительно к газовому оборудованию.

Для достижения данной цели поставлены следующие задачи:

1. Сбор информации по вопросам аттестации сварочных технологий области газового оборудования.
2. Выбор программы для создания базы данных и изучение ее возможностей.
3. Разработка алгоритма формирования базы данных.

4. Формирование разделов базы данных.
5. Проверка работоспособности базы данных.

В результате проведенной работы была сформирована база данных на основе программы Microsoft Excel, которая содержит всю необходимую информацию для формирования заключения об аттестации технологии ручной дуговой сварки покрытыми электродами применительно к стальному газовому оборудованию в соответствии с РД 03-615-03. Она содержит разделы по выбору материалов свариваемых деталей, сварочных материалов, допускаемых толщин свариваемых деталей, а также пункты по подготовке деталей к сварке и контролю качества сварных соединений.

Сформированная база данных содержит возможность получения необходимой информации «простым кликом мыши». В ней также содержится полезная дополнительная информация, оформленная в виде ссылок. Работа с данными ведется при помощи управляющих кнопок.

База данных создана с возможностью расширения по типу опасных технических устройств. Она проста в эксплуатации и значительно сокращает время поиска необходимой информации, которую ранее нужно было искать в большом количестве бумажных документов. Это повышает уровень качества анализа документов и производительность экспертизы. Проверкой работоспособности послужила разработанная при помощи базы данных операционная технологическая карта сборки и ручной дуговой сварки соединений газопровода.

ТОЧЕЧНАЯ СВАРКА ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ЛИСТОВ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

Влеско А.С. – студент, Мандров Б.И. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Разрушение и повреждение искусственных водоемов, плотин, ненапорных емкостей различного назначения может привести к последствиям, связанным с загрязнением окружающей среды. Для разрешения этих проблем при сооружении объектов используют противοфилтpационные устройства мембранного или оболочкового типа из полимерных материалов.

Противοфилтpационное устройство мембранного типа входит в состав строящихся сооружений или служит для защиты несущего основания от разрушения при протечке жидкости и создания герметичного рабочего объема. Используется при строительстве водоемов, накопителей жидких отходов, золоотвалов теплоэлектростанций, городских свалок и т.п.

Противοфилтpационное устройство оболочкового типа входит в состав реконструируемых ненапорных емкостей и предназначено для обеспечения плотности емкости, имеющей повреждения механического и коррозионного характера.

В качестве основного материала при строительстве противοфилтpационных устройств как мембранного типа, так и оболочкового типа используют листы из полиэтилена низкого давления (ПЭНД).

В данной работе рассмотрены некоторые аспекты сборки под сварку противοфилтpационных устройств оболочкового типа. Сборка устройств вышеуказанного типа может происходить различными способами, но конечной целью сборки будет являться сборка левой и правой боковин в единый узел для подготовки их к сварке. Базовой деталью является технологическая подкладка, так как она формирует шов. Листы ПЭНД выкладывают по шаблону, который устанавливается в углубление технологической подкладки.

Сварной шов противοфилтpационного устройства оболочкового типа располагается в вертикальной плоскости, что технически не позволяет использовать сварку нагретым клином. Для целей сварки могут быть использованы экструзионная сварка и сварка нагретым газом с присадочным прутком. Однако при использовании этих способов сварки возникает

трение между материалом и рабочим инструментом, что приводит к смещению листов относительно друг друга и технологической подкладки. Для решения этой проблемы нами предлагается взаимную фиксацию элементов противофльтрационного устройства при сборке осуществлять при помощи точечной сварки, осуществляемой нагретым газом.

На данный момент времени ни в одном нормативном документе не приведены режимы точечной сварки полиэтилена, связи с этим гарантировать качество сварного соединения нельзя. В связи с этим нами были проведены эксперименты по определению влияния параметров режима сварки (температуры, время нагрева и длины от торца сопла до основного материала) на прочность точечного сварного соединения.

Для измерения всех вышеприведенных параметров была изготовлена установка, состоящая из штатива, основание которого имело отверстие, электрического фена, зажимного устройства, насадки с соплом, регулировочных прокладок и термопары, подключенной к мультиметру DC 838.

Первым этапом поиска решения данной проблемы являлось сопоставление температур: на торце сопла и введенным ее значением в сварочный аппарат, которое отображается на дисплее. В прокладку через отверстие в штативе была установлена термопара и относительно этой термопары установлено сопло, причем зазор между торцом сопла и термопарой равен нулю. Далее по трем измерениям вычислялось среднее значение температуры, и производились построения графиков по каждому значению температуры.

Эксперименты показали, что необходимый температурный интервал для получения вязкотекучего состояния, достигается на режиме 320 °С в интервале времени от 15 с до 30 с и на режиме 300 °С интервале времени от 22 до 30 с.

Заключительным этапом работы, является определение величины разрушающей нагрузки образцов, сваренных на трёх различных температурных режимах (280 °С; 300 °С и 320 °С) с соблюдением одинакового зазора между соплом и верхней пластиной (2 мм), давления на сварную точку (105 Н) и времени нагрева (30 с). Было сварено три серии образцов по 5 штук в каждой. Было установлено, что с увеличением температуры растет прочность сварного соединения. Максимальная прочность сварного соединения достигается при температуре 320 °С. Максимальное удлинение составляет 4,8 мм и достигается при температуре 320 °С. Разрушение образцов, выполненных на соответствующих режимах, имеет вязкотекучий характер.

Выводы:

1. Противофльтрационные устройства играют важную роль при сооружении объектов, для которых значительную проблему представляет фильтрация влаги.
2. При использовании экструзионной сварки и сварки нагретым газом с присадочным прутком необходимо фиксировать элементы противофльтрационного устройства на стадии сборки.
3. Для взаимной фиксации элементы противофльтрационного устройства может быть использована точечная сварка нагретым газом.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ СТЕНЫ ВЕСОПОВЕРОЧНОГО ВАГОНА СЕРИИ А-300

Сибиряков С.В. – студент, Шевцов Ю.О. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Вагоностроение является одной из ведущих отраслей промышленности. Это связано с выпуском большого количества вагонов различных серий и их модификаций.

Весопроверочный вагон служит для проверки контрольных весов на станциях и относится к типу специализированных.

На ОАО «Алтайвагон» производится штучное изготовление вагонов серии А-300. Это условие создает препятствие для механизации и автоматизации операций сборки и сварки. Вследствие его на данном предприятии применяется ручное или частично механизированное оборудование для сборки, сварка производится полуавтоматом в среде углекислого газа.

Перечисленные факторы указывают на высокую трудоемкость изготовления вагонов данной серии.

Для повышения производительности труда и снижения трудоемкости изготовления стены предлагается:

- все узлы и элементы изделия собирать и сваривать в специализированных кондукторах и стендах;
- для поворота узлов стены в удобное для сварки положение использовать кантователи;
- для наиболее протяженных швов использовать автоматическую сварку в среде углекислого газа;
- для уменьшения потерь на разбрызгивание при сварке вместо проволоки Св-08Г2С применить проволоку Св-08Г2СЦ, у которой потери на разбрызгивание на 6% меньше.

На базовом предприятии для сварки стены боковой применяют следующее оборудование:

- для сварки обвязки применяется полуавтомат А-547у с выпрямителем ВС-300;
- для сварки стоек примеряется полуавтомат А-1197 с выпрямителем ВС-600;
- для сварки стены боковой применяется автомат АДФ-1002 и полуавтомат;
- для сварки стены боковой применяется автомат АДФ-1002 и полуавтомат А-1711 с выпрямителями ВС-600.

Исходя из анализа базового техпроцесса и исходных данных, выбираем следующее сварочное оборудование:

- для сварки обвязки автомат А-1711 с выпрямителями ВС-600;
- для сварки стоек полуавтомат А-765 с выпрямителем ВДУ-504;
- для сварки стены боковой автомат АДСП-1 и полуавтомат А-755 с выпрямителями ВДУ-504.

Применение сварочной проволоки Св-08Г2СЦ, позволило уменьшить разбрызгивание на 6% чем у применяемой на ОАО «Алтайвагон».

Заменили полуавтоматическую сварку в среде углекислого газа на автоматическую на участках имеющих большую протяжённость сварных швов. Для увеличения производительности труда применили специально разработанное оборудование, так же уменьшили количество ОПР. Все эти операции позволили снизить трудоёмкость на 38,3%, уменьшить себестоимость на 13,4%. Экономический эффект от внедрения составил 380 тыс. руб.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ СЕКЦИИ КРЫШИ ВАГОНА 11-287

Трошин В.И. – студент, Шевцов Ю.О. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Развитая транспортная сеть всегда была одним из условий успешной народнохозяйственной деятельности страны. Железнодорожный транспорт является ведущей отраслью в организации транспортной системы России в силу ряда его особенностей: низкой себестоимости перевозки грузов, большой грузоподъемности железнодорожного транспорта и относительно высоких скоростей перемещения грузов.

Предприятие ОАО «Алтайвагон» каждый год обновляет парк выпускаемых вагонов для удовлетворения потребностей народного хозяйства, в том числе выпускает крытые вагоны модели 11-287, предназначенные для перевозки легковых автомобилей по магистральным железным дорогам колеи 1520 мм. Транспортируемые автомобили располагаются в два яруса. Вагон оснащен специальными устройствами, которые обеспечивают блокировку автомобилей во время транспортировки, а также благодаря особенностям конструкции удобен в эксплуатации и не требует больших трудозатрат при загрузке вагона.

В конструкции вагона данной модели продолжением второго яруса является крыша вагона, которая состоит из трех секций. Конструкция секции крыши представляет собой каркас, состоящий из дуг, двух обвязок и стрингеров. Дуги представляют собой три балки

(профиль вагонной стойки, ГОСТ 5267.6-90), сваренных между собой. По углам дуг привариваются заделки. Обвязка представляет собой гнутый лист (ГОСТ 19903-74). Стрингеры привариваются между дугами. В конструкцию также входит настил 1440x980x1,5 мм, 1290x980x1,5 мм, изготовленный из низколегированной стали 10ХНДП.

При разработке конструкции секции крыши был выбран метод дуговой сварки в среде защитных газов. В качестве защитного газа используют углекислый газ. Особенностью сварки в углекислом газе является то, что при температурах дуговой сварки углекислый газ CO_2 диссоциирует и окисляет металл.

Для нейтрализации окислительного действия CO_2 в сварочную проволоку Св-08Г2С (ГОСТ 2246-70), предназначенную для сварки в углекислом газе, вводят несколько больше марганца и кремния (раскислители), которые, соединяясь при сварке с кислородом, восстанавливают свариваемый металл. Образующиеся при этом окислы марганца и кремния переходят в шлак. Во время сварки в среде защитных газов происходит разбрызгивание металла в пределах 10-12 %, это требует большего расхода газа, расхода электродной проволоки, вследствие этого происходит перерасход электрической энергии, что отрицательно влияет на себестоимость конструкции. Вследствие повышенного расхода электродной проволоки основное время сварочной операции увеличивается, что приводит к повышению трудоемкости.

В заводской технологии процесс сборки дуг осуществляется на неспециализированном стенде с большим использованием ручных зажимных устройств, что обуславливает большой объем сборочных и подгоночных работ и высокую трудоемкость. Настил устанавливается вручную при сборке секции крыши. Оборудование имеет низкий к.п.д.

С нашей точки зрения заводской технологический процесс может быть усовершенствован за счет:

- применения современного оборудования, как подающего механизма, так и источника питания, обеспечивающего снижение разбрызгивания металла.
- применения тонких электродных проволок с повышенным содержанием циркония Св-09Г2СЦ для меньшего разбрызгивания.
- использования автоматической сварки вместо механизированной.
- снижения расхода электрической энергии и металла за счет снижения разбрызгивания и за счет применения источника питания с высоким коэффициентом полезного действия 91-93 %.
- снижения расхода углекислого газа за счет снижения разбрызгивания.
- снижения трудоемкости за счет механизации сборочных работ.

Для сварки конструкции секции крыши в качестве сварочного оборудования используется сварочный выпрямитель ВС-600, у которого коэффициент полезного действия составляет 70 % и полуавтомат устаревшей модели А 1197, что приводит к большому разбрызгиванию металла.

Вследствие вышеизложенного нами был выбран инверторный источник питания марки «Форсаж». Эта установка предназначена для сварки низкоуглеродистых, низколегированных и коррозионно-стойких сталей. Она имеет плавную регулировку сварочного тока, снабжена вентилятором и защитой от перегрева. Диапазон сварочного тока от 40 до 315 А, масса 6,7-12,5 кг, коэффициент полезного действия составляет 91-92 %. Применение данного источника питания позволяет в сочетании с проволокой снизить разбрызгивание металла до 4 %, соответственно уменьшить ресурсоемкость (трудоемкость, энергоемкость, материалоемкость) сварочных операций и себестоимость изготовления секции крыши вагона.

Разработанная технология изготовления секции крыши вагона модели 11-287 на поточно-механизированной линии, позволила снизить трудоемкость сборочно-сварочных операций, механизировать и автоматизировать транспортные операции.

Внедрение данной технологии позволило:

- снизить себестоимость на 0,99 %;
- увеличить рентабельность в 1,01 раза;
- экономический эффект составил 128 тыс. руб./год.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ ДВЕРЕЙ ВЕСОПОВЕРОЧНОГО ВАГОНА СЕРИИ А-300

Спивак В.И. – студент, Шевцов Ю.О. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Вагоностроение на сегодняшний момент является одной из ведущих отраслей промышленности страны. Это связано с выпуском большого количества вагонов различных серий и их модификаций. В связи с этим одними из приоритетных направлений являются техническое переоснащение производственных мощностей, внедрение высокопроизводительных гидрокопировальных станков, создание высокоэффективного вагоносборочного производства, создание комплексной автоматизации технической подготовки производства. Данная работа посвящена разработке технологии изготовления дверей весоповерочного вагона.

Весоповерочный вагон служит для сверки грузов на весах и относится к типу специализированных.

На базовом предприятии ОАО «Алтайвагон» выпускаются цельнометаллические весоповерочные вагоны серии А-300, которые служат для сверки грузов на весах. Конструкция вагона требует свободный, неограниченный доступ во внутреннее пространство вагона для самозагрузки и выгрузки грузов, что и обеспечивают двери.

Рассматриваемое изделие – двери весоповерочного вагона представляют собой плоскую конструкцию, состоящую из листовых заготовок и сортового проката.

Каждая из дверей состоит из створки, выполненной из листового проката, общую жесткость которой обеспечивает каркас, выполненный из угольников и дуги плоского сечения. Местную жесткость каркаса обеспечивают ребра, установленные в пролетах между элементами каркаса, выполненные из листового проката. В состав элементов каркаса также входит группа запоров, которые обеспечивают фиксацию дверей в запертом положении. Петли являются звеньями шарнирного механизма, который обеспечивает поворот двери относительно вертикальной оси.

Используемая конструкция дверей весоповерочного вагона позволяет обеспечить жесткость, гарантирующую исключение коробления двери. Конструкция изготавливается из стали марки ВСтЗпс. Эта сталь относится к углеродистым конструкционным сталям обыкновенного качества. Стали группы В являются сталями повышенного качества и поставляются с гарантированными химическими и механическими свойствами. Прокат изготавливают из стали с химическим составом, соответствующим ГОСТ 380-94.

Базовое предприятие производит штучное изготовление вагонов серии А-300, что предусматривает техпроцесс. Это условие создает препятствие для механизации и автоматизации операций сборки и сварки. На основании чего на предприятие применяется ручное или частично механизированное оборудование для сборки, сварка производится полуавтоматом в среде CO_2 . Все перечисленные факторы указывают на низкую производительность, обусловленную проведением большого объема вспомогательных работ.

При сварке плавящимся электродом в защитном газе в зону дуги, горящей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием через сопло подается защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

В качестве электродного металла применяют сварочную проволоку близкую по химическому составу к основному металлу. Выбор защитного газа определяется его инертностью к свариваемому металлу, либо активностью, способствующей рафинации металла сварочной ванны.

Для сварки сталей различных классов применяют углекислый газ, но так как углекислый газ участвует в металлургических процессах, способствуя угару легирующих компонентов и

компонентов-раскислителей (кремния, марганца), то сварочную проволоку следует выбрать с повышенным их содержанием.

Сварку в защитных газах плавящимся электродом ведут на постоянном токе обратной полярности, т.к. на переменном токе из-за сильного охлаждения столба дуги защитным газом, дуга может прерываться. Скорость подачи сварочной проволоки определяет силу сварочного тока.

Для сварки в защитных газах плавящимся электродом характерен высокий процент потерь электродного металла вследствие угара и разбрызгивания. В качестве защитных газов при сварке неплавящимся электродом широко применяют смеси газов с различными соотношениями концентраций. Использование таких смесей повышает не только качество получаемых сварных соединений, но и производительность процесса сварки.

В связи с этим в данной работе предлагаются следующие мероприятия:

1. Использовать защитный газ, состоящий из смеси газов (95%) CO_2 и (5%) O_2 , что сократит потери на разбрызгивание на 5 %.

2. Большая протяженность, доступность и прямолинейность соединений в конструкции позволяет применить автоматическую сварку в среде защитных газов. Поэтому для наиболее протяженных типов сварных соединений вместо механизированной сварки в среде CO_2 применить автоматическую сварку в среде защитного газа.

3. Все узлы и элементы изделия собирать и сваривать в специализированных кондукторах и стендах;

4. Вместо сварочного выпрямителя ВС-600 применяемого на базовом предприятии, использовать инверторный источник питания Kempromig 3200.

Все вышеперечисленные мероприятия, применение нового сварочного оборудования и защитного газа позволили:

1. Уменьшить потери на разбрызгивание;

2. Снизить трудоемкость изготовления изделия на 55 %;

3. Снизить себестоимость изделия на 16,8 %;

4. Экономический эффект от внедрения составит 5535 тыс. руб./год.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ, РАБОТАЮЩИХ БОЛЬШЕ РАСЧЕТНОГО СРОКА СЛУЖБЫ

Тимофеев А.В. – аспирант, Иванайский Е.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время в Российской Федерации эксплуатируется значительное количество опасных технических устройств (ОТУ), имеющих срок службы 20 и более лет. Поэтому весьма актуальной является задача их комплексной диагностики, и определения их остаточного ресурса.

Нормативной базой для осуществления диагностики технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса ОТУ являются такие нормативные документы как ПБ 03-246-03, РД 03-484-02, а так же ряд других федеральных и отраслевых документов.

Особое внимание необходимо уделять технологическим трубопроводам, работающим при повышенных температурах, так как в металле сварного шва и околошовной зоны в условиях, когда активно протекают процессы ползучести, структура и свойства материалов претерпевают значительные изменения.

Изменения, происходящие в микроструктуре металла, обычно сопровождаются снижением характеристик кратковременной и длительной прочности, сопротивления ползучести.

Во время исследований за состоянием металла оборудования после длительной эксплуатации при повышенных температурах для прогнозирования его остаточного ресурса рассматриваются следующие факторы:

- изменения, произошедшие в микроструктуре;
- изменение механических свойств;

- значения характеристик длительной пластичности, определяющие опасность хрупких разрушений;
- величина деформации ползучести, контролируемой в процессе эксплуатации;
- уровень длительной прочности.

Были проведены исследования сварных соединений трубопроводов из стали 12Х1МФ, имеющие ресурс работы 250 тыс. часов, эксплуатировавшихся при температуре 520...550 °С и давлении 9 МПа.

В соответствии с требованиями ГОСТ 6996-66 вырезались образцы для проведения испытаний на статический и ударный изгиб, а так же проводились металлографические и фактографические исследования. Испытывались сварные соединения и основной металл прямых участков труб, а так же гибов трубопровода.

Установлено, что в процессе эксплуатации, наиболее сильное снижение предела прочности произошло у металла гибов, с 475 до 410 МПа, что значительно больше допустимого по требованиям нормативно-технической документации. Прочностные свойства металла прямых участков труб и сварных соединений снижались с 470 до 440 МПа.

Наиболее значительные изменения свойств были обнаружены при определении ударной вязкости (KCV) сталей после длительной эксплуатации. В металле прямых участков трубопроводов снижение ударной вязкости находилось в пределах 17-34 %, а в металле гибов в пределах 130-330 % по сравнению с исходными значениями. В процессе эксплуатации гибов величина KCV при +20 °С (KCV^{+20}) снизилась с 155-170 до 30-50 Дж/см². В процессе эксплуатации труб температурный порог хладноломкости переходит в область плюсовых температур.

В результате проведенных исследований установлено, что длительная эксплуатация труб из стали 12Х1МФ приводит к резкому охрупчиванию металла, проявляющемуся при динамических испытаниях. Особенно сильное снижение механических свойств наблюдается на участках гибов трубопроводов. Охрупчивание сопровождается сменой микромеханизма разрушения с вязкого транскристаллитного (путем зарождения, роста объединения микропор) на хрупкое. При этом основным механизмом хрупкого разрушения является транскристаллитный.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости проведения испытаний на ударный изгиб и определения работы зарождения и распространения трещины, при оценки допустимости продления срока службы технологических трубопроводов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СВАРКИ В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ ФИРМЫ FRONIUS ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СТЕНЫ БОКОВОЙ ГРУЗОВОГО ПОЛУВАГОНА

Бакланов Д.И. – студент, Мандров Б.И. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время большой объем грузоперевозок осуществляется железнодорожным транспортом, поэтому важно, чтобы производство вагонов было высокоэффективным, в том числе и при изготовлении полувагонов, предназначенных для перевозки грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков. При изготовлении полувагонов на некоторых предприятиях отрасли, используется сборочное оборудование с низким уровнем механизации, а соединение деталей выполняется при помощи механизированной сварки в углекислом газе. Для этого способа характерна высокая ресурсоемкость (трудоемкость, энергоемкость, материалоемкость), связанная со значительным разбрызгиванием расплавленного электродного металла (от 10 до 12%). Существующие методы снижения разбрызгивания электродного металла, как химического, так и электротехнического направления не дают ощутимого результата и поэтому с экономической точки зрения малоэффективны.

Наиболее заметное снижение разбрызгивания, а значит и ресурсоемкости при изготовлении стойки может дать применение способа сварки в углекислом газе нового поколения, разработанного австрийской фирмой Fronius, получившего название CMT (Cold

Metals Transfer), при котором производится импульсная подача электродной проволоки (проволока отдергивается от капли расплавленного металла) с частотой до 70 Гц. Подача проволоки осуществляется высокочастотным сервомотором, позволяющим подстроить частоту импульсов подачи проволоки под частоту переноса капель. Это в сочетании подстройкой сварочного источника позволяет снизить разбрызгивание электродного металла до 1,5-3%. Снижение разбрызгивания до такого уровня сопровождается снижением каждой статьи расхода – углекислого газа, электроэнергии, трудоемкости и самой проволоки от 7 до 8,5%, а это приведет к снижению ресурсоемкости изготовления стены боковой грузового полувагона.

Другим важным достоинством предлагаемого способа сварки является снижение деформаций сварной конструкции и затрат ее на правку.

Трудоемкость выполнения сборочных операций в сварочном производстве сопоставима по своему значению с трудоемкостью сварочных операций, поэтому нами в качестве дополнительного направления для снижения трудоемкости изготовления стойки стены боковой грузового полувагона предлагается использовать специализированный сборочно-сварочный стенд. При разработке конструкции стенда нами были использованы современные быстродействующие зажимные и установочные устройства: магнитные, байонетные и пневматические.

Таким образом, можно сделать вывод о возможности снижения ресурсоемкости изготовления грузового полувагона при переходе с традиционного способа сварки в углекислом газе на сварку по методу фирмы FRONIUS и применения специализированного сборочного стенда

ОСОБЕННОСТИ РАСПАДА ПЕРЕОХЛАЖДЕННОГО АУСТЕНИТА ПРИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ВЫДЕРЖКЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ОБРАЗЦОВ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ И ХРОМОМОЛЕБДЕНОВЫХ СТАЛЕЙ

Иванайский А.А. – к.т.н., доцент, Иванайский Е.А. – к.т.н., доцент,

Сейдуров М.Н. – к.т.н., ст. преподаватель

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Изотермическая выдержка при термообработке образцов позволяет изучить спектр структур и понять механизм распада аустенита в низкоуглеродистых низколегированных сталях.

Образцы для ступенчатоизотермической закалки имели прямоугольную форму и размеры 7,5×12×2 мм. Выбор малых размеров продиктован необходимостью снижения тепловой инерционности. После нагрева в соляной ванне до 880 °С и выдержки в течение 10 мин. образцы переносили в свинцовую ванну. Время, затрачиваемое на перенос, не превышало 1 с. Температуру в свинцовой ванне для каждой новой партии образцов понижали на 50 °С в диапазоне от 600 до 400 °С. Время выдержки каждого последующего образца партии увеличивали, и оно соответственно составляло от 1 до 1200 с. После выдержки в свинцовой ванне образцы охлаждали в воде для перевода нераспавшегося аустенита в мартенсит.

Наличие остаточного аустенита определяли рентгеноструктурным анализом на дефрактометре «ДРОН-2,0» и URD6 (Германия) в Co-K α и Cu-K β излучении. Исследования микроструктуры выполняли на металлографическом микроскопе «NEOFOT-32» и электронном микроскопе УЭМБ-100К. Рентгеноспектральный анализ и растровая электронная микроскопия проводились на растровом электронном микроскопе LEO 450.

Исследования, проведенные на стали 15ХМ установили, что механизм распада аустенита в промежуточной области изотермической диаграммы (рисунок 1) не идентичен, стали 24Х2Н4Ч. Следует отметить, что превращение в данной стали протекает полностью, малое количество углерода и растворенных легирующих элементов не создают условия для его обогащения и повышения устойчивости (рисунок 2).

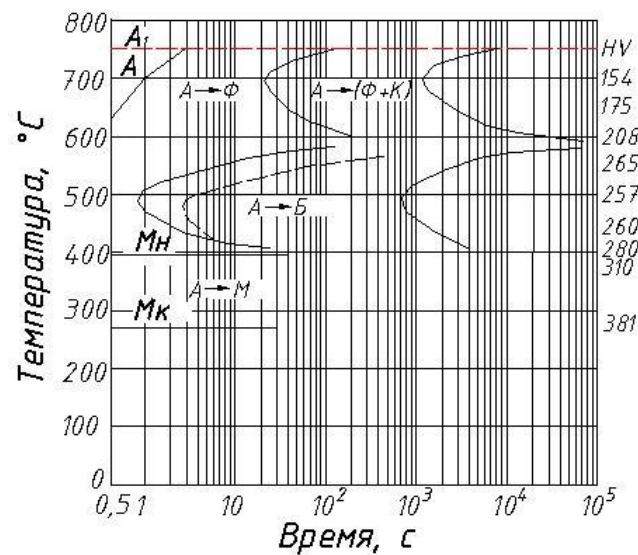


Рисунок 1. Диаграмма изотермического распада стали 15ХМ

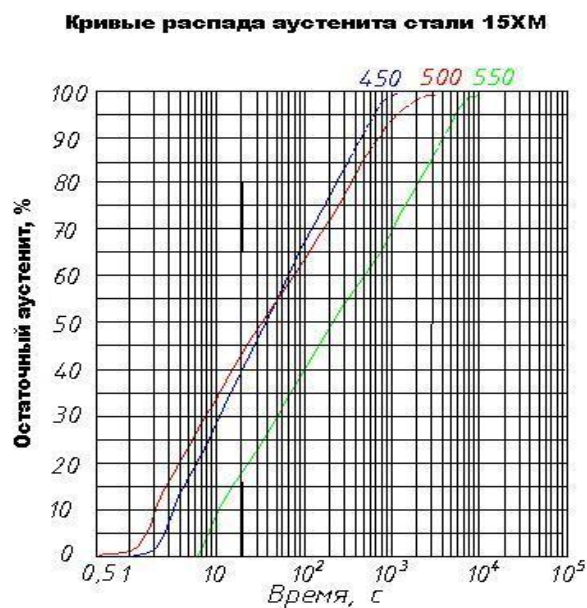
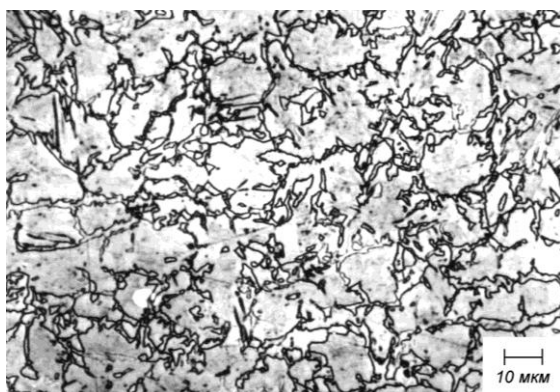
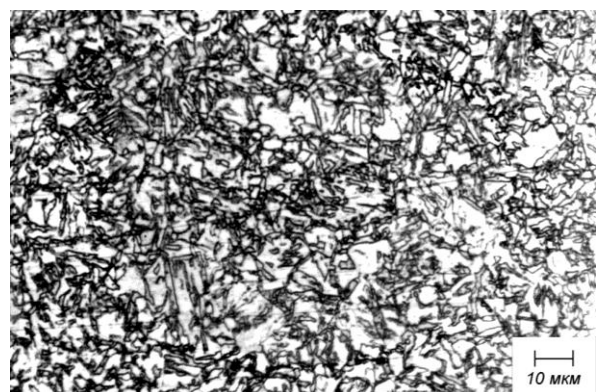


Рисунок 2. Кинетика распада аустенита стали 15ХМ

При температуре 500 °С, распад аустенита начинается с выделения добейнитной α -фазы по его границам зерен, через 5 с. общее количество распавшегося аустенита составляло 20 %, через 50 с. соответственно 50 %, при этом шел его интенсивный самоотпуск (рисунок 3).



а)



б)

Рисунок 3. Микроструктура стали 15ХМ при изотермической выдержке. Время выдержки: а) 5 с; б) 50 с

Через 15 мин. распад аустенита полностью завершается, структура представляет собой быстро травящуюся ферритную матрицу с мелкодисперсными глобулярными карбидами самоотпуска. При этом в стали 15ХМ зону повышенной устойчивости аустенита зафиксировать не удалось (рисунок 4). По значениям микротвердости образцов строились частотные кривые распределения.

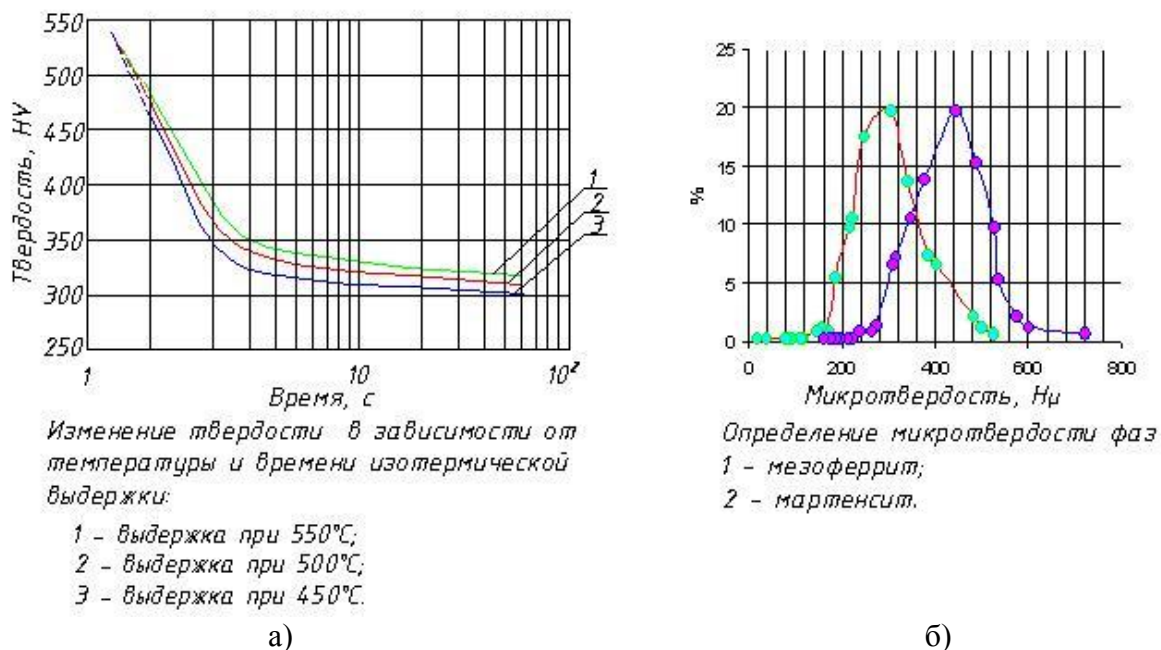


Рисунок 4. Влияние ступенчато-изотермической выдержки на твердость стали 15ХМ: а) в зависимости от времени выдержки; б) на микротвердость фаз

На рисунке 4, б показаны два пика распределения микротвердости образца, подвергнутого изотермической выдержке при температуре 500 °С в течении 20 с. Один от структурной составляющей – добейнитная α -фаза, другой – от мартенсита (нераспавшегося аустенита, переведенного в мартенсит при изотермической закалке).

В стали 22К распад аустенита происходит в течение 2...5 с. По этой причине при металлографическом исследовании стадии распада аустенита зафиксировать не удалось.

Исследования, проведенные при изотермической закалке стали 24Х2Н4ч (рисунок 5), показали, что в промежуточном интервале температур (600...400 °С) полного распада аустенита не происходит даже при двухчасовых выдержках. Нераспавшаяся часть аустенита при последующем охлаждении превращается в мартенсит. Количество нераспавшегося в промежуточном интервале аустенита тем больше, чем выше температура изотермической выдержки.

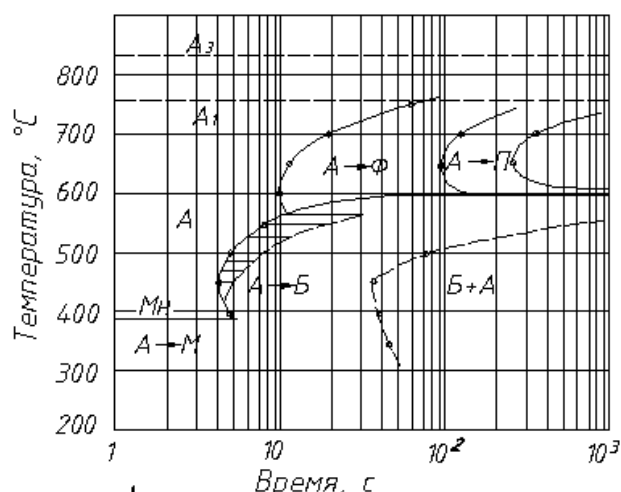


Рисунок 5. Диаграмма изотермического распада стали 24X2HAc

Для уточнения строения, фазового состава и кинетики формирования зернистых структур была проведена ступенчато-изотермическая закалка, позволившая наглядно, по стадиям проследить последовательность образования продуктов распада аустенита. При металлографическом анализе полученных структур был выявлен характер распада аустенита данной стали (рисунок 6).

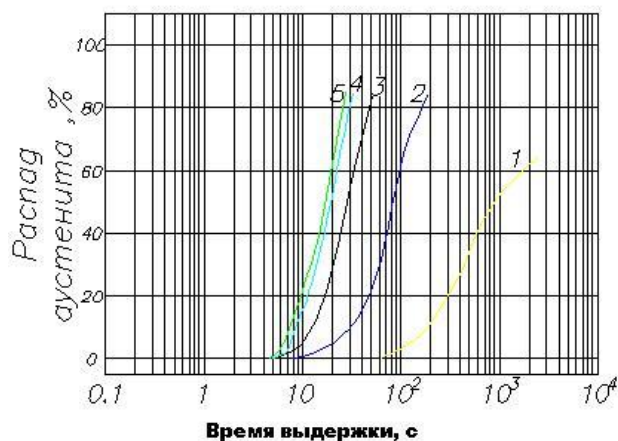


Рисунок 6. Кинетика распада аустенита стали 24X2HAc

Превращение при 550 °С начинается с появления добейнитной α -фазы. Добейнитная α -фаза образуется преимущественно по границам аустенитных зерен, где зарождение центров новой фазы облегчено (рисунок 7, а). Через 20 с. изотермической выдержки общее количество продуктов распада аустенита достигает 50-60 % (рисунок 7, б). В некоторых редких участках начинает просматриваться карбидная фаза в виде отдельных или чередующихся пластин-игл. Последние более отчетливо видны после травления щелочным раствором пикрата натрия. Эти участки механической смеси α -фазы и пластинчатых карбидов следует считать верхним бейнитом, однако в рассматриваемой структуре его еще мало. Основная часть структуры состоит из добейнитной альфа фазы, образовавшегося в результате $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения, в процессе которого карбиды не выделялись, а углерод диффузионно перераспределялся от фронта фазовой перекристаллизации в непревращенный аустенит.

Зерна добейнитной альфа фазы в основном имеют полиэдрическую форму и различаются размерами в зависимости от времени образования. Они в одних участках примыкают друг к другу, в других выглядят как островковые включения окруженные мартенситом, образовавшимся в процессе охлаждения. Следующие 40 с. превращение идёт

со значительно меньшей скоростью, что связано с увеличением концентрации углерода в непревращенном аустените и повышением его устойчивости.

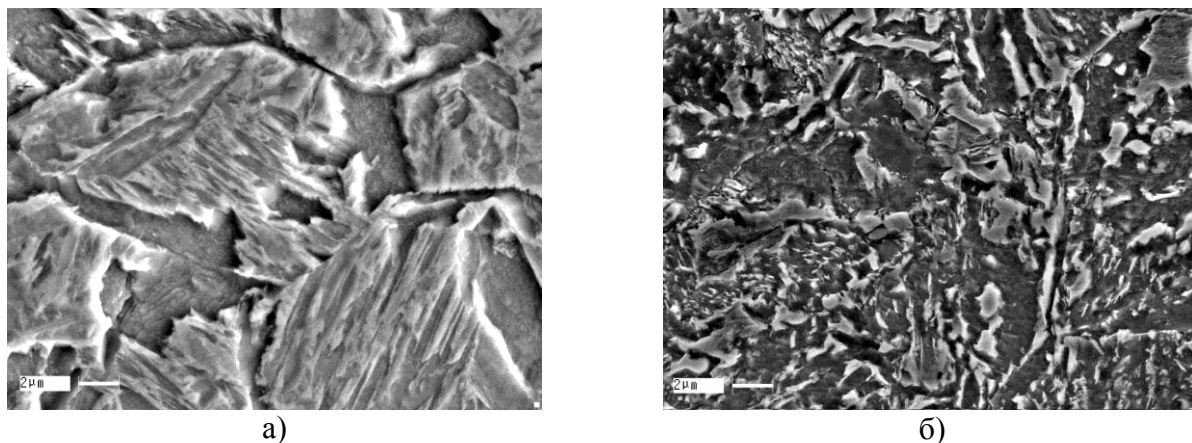


Рисунок 7. Структура стали 24X2HAc, подвергнутой изотермической закалке при температуре 550 °С в течении: а) 20 с; б) 60 с

За этот отрезок времени распалось ещё примерно 20 % аустенита, превратившись в основном в верхний бейнит. Электронная микроскопия не выявила наличия глобулярных карбидов, характерных для зернистого бейнита. Появились признаки отпуска добейнитной α -фазы, образовавшегося на начальных стадиях распада. Он стал склонен к растравливанию с плохо выявляемыми границами зерен. Дальнейшие выдержки, незначительно увеличивая количество изотермически распавшегося аустенита, приводят к развитию отпускных процессов (рисунок 8). В результате появляются мелкодисперсные глобулярные карбиды, придающие структуре более однородный зернистый вид. Однако такая структура уже не является непосредственным продуктом распада аустенита.

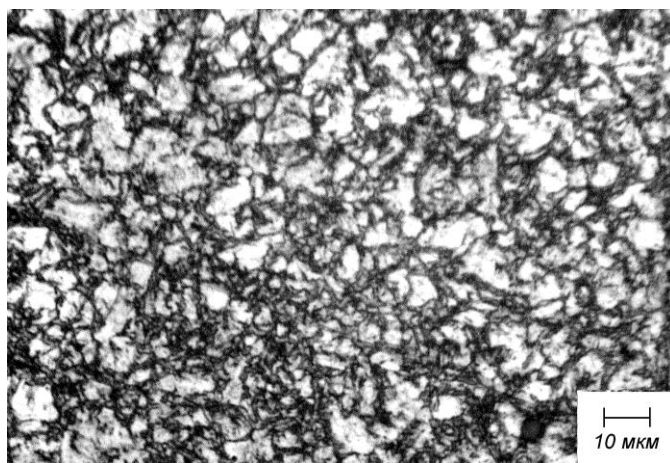


Рисунок 8. Микроструктура стали 24X2HAc, подвергнутой изотермической закалке. Время выдержки 300 с.

Образование добейнитной α -фазы наблюдается и при более низких температурах изотермического превращения, вплоть до температуры 450 °С. Количество аустенита, претерпевшего бескарбидный этап распада, с понижением температуры от 500 до 450 °С резко уменьшается, вследствие снижения диффузионной подвижности углерода. Количество верхнего бейнита в структуре соответственно растёт. Продукты превращения становятся дисперснее.

При температуре изотермической выдержки 400 °С распад аустенита начинается непосредственно с образования игольчатой механической смеси α -фазы и карбидов, идентифицированной как нижний бейнит.

Таким образом, установлены временные диапазоны выделения добейнитной альфа фазы в низкоуглеродистых низколегированных хромомолибденовых и хромоникелевых сталях из аустенита при изотермической закалке. Показано, что наличие в составе стали легирующего элемента никеля значительно увеличивает устойчивость и способствует последующему превращению нераспавшегося аустенита по сдвиговому механизму в мартенсит.

КОМПЛЕКС ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОПАСНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ СБОРА И ОБРАБОТКИ ОПТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Иванайский А.А. – к.т.н., доцент, Иванайский Е.А. – к.т.н., доцент,
Сейдуров М.Н. – к.т.н., ст. преподаватель, Музоватов И.В. – студент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

При поточном производстве опасных технических устройств, до 20 % стоимости закладывается на неразрушающий контроль. Для изделий из сталей мартенситного, мартенсито-ферритного класса, таких как хромомолибденовые, хромомолибденванадиевые стали, остро стоит вопрос образования поверхностных трещин. Наиболее целесообразно при выявлении обозначенных дефектов использовать магнитопорошковый контроль (МК). Однако использование этого вида контроля ограничено рядом факторов, связанных с наличием человеческого фактора и субъективной оценкой дефектоскописта. Это значительно усложняет процесс и делает его дорогим и менее производительным.

На кафедре «Малый бизнес в сварочном производстве» в настоящее время ведется разработка автоматического комплекса оценки качества при магнитопорошковом контроле. Основу комплекса составляет программный продукт, получивший название «GRLOG+».

«GRLOG+» предназначен для оценки изображений и выявления дефектов в литых ферромагнитных изделиях и в сварных швах. «GRLOG+» в совокупности с разрабатываемым оптическим модулем позволяет вести непрерывную оценку качества изготавливаемой продукции, по выбранным критериям отбраковки. Для улучшения анализа при контроле используется разработанный авторами инновационный цветной индикаторный ферромагнетик, обеспечивающий наиболее полную фиксацию отклонения магнитных полей при прохождении через дефектные места в изделии и создающий хороший контраст оптического изображения. Программа строится на уникальном алгоритме идентификации дефектов. Кроме прочего в программу встроен модуль оценки гистограммы изображения для каждого из трех каналов RGB, что позволяет использовать разрабатываемый инженерно-технический комплекс (ИТК) в различных производственных условиях за счет снижения вероятности образования ошибок при анализе в результате образования переэкспонированных областей кадра. В комплексе заложена функция определения эффективно контролируемой области, образованной магнитным полем, посредством измерения поля калиброванным датчиком Холла.

Разрабатываемый ИТК позволяет увеличить скорость контроля при увеличении качества выявления дефектов при снижении себестоимости контроля за счет многократного увеличения производительности.

Основным условием при контроле сварных соединений является наличие комбинированного освещения. Освещенность контролируемой поверхности обеспечивается на уровне 1000 лк. Используемые светильники имеют непрозрачный отражатель, обеспечивающий рассеяние света, и экран, а также излучатель для получения флюоресцирующего свечения.

В состав ИТК входит оптическая система, сохраняющая изображение на цифровой носитель. Далее изображение в одном из выбранных форматов поступает в программный продукт, где производится оценка изображения, выделяется область оценки, которая в свою очередь сканируется на наличие участков окрашенных цветным ферромагнетиком. Данные области выделяются, пронумеровываются, определяются геометрические размеры дефектных участков, при этом оператору предоставляется возможность корректировки в

режиме он-лайн, с возможностью отмены выделений или нанесения новых участков выпавших из анализа. После подтверждения правильности оценки, программа формирует отчет, где расписываются геометрические размеры детали или сварного соединения, размеры дефектов их пространственное расположение. Также оценивается допустимость их наличия в сварном соединении. При возникновении дефектов, размер которых выше браковочного уровня, сварное соединение выбраковывается и отправляется на ремонт.

Разрабатываемый инновационный комплекс может полностью вытеснить устаревшие методы ведения магнитопорошкового контроля во всех областях, где задействован этот способ контроля качества. Прежде всего, это – машиностроение, изготовление труб, монтаж ремонт и реконструкция газопроводов, нефтепроводов, объектов химической промышленности, вагоностроения, строительных конструкций, горнодобывающего оборудования, элеваторов, котельного оборудования и даже космической техники. Разрабатываемый инновационный цветной люминесцентный индикаторный ферромагнетик является уникальным и не имеет аналогов в России.

ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ НАПЛАВКА ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Собачкин А.В. – аспирант, Ситников А.А. – д.т.н., профессор,
Сейдуров М.Н. – к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Операции, связанные с обработкой грунта, а в частности, почвы (например, ее резание при проведении предпосевной обработки на полях края) является самой распространенной технологической операцией в современном сельскохозяйственном производстве и составляет не менее 70 % всего объема механизированных работ. При взаимодействии с почвой рабочие органы этих машин подвергаются интенсивному абразивному изнашиванию. При этом, данные узлы затупляются, что отрицательно влияет на устойчивость хода рабочих органов, изменяется их форма и ширина режущего лезвия [1]. Затупившиеся детали увеличивают тяговое сопротивление грунта и поэтому снижают производительность работы, при этом расход топлива возрастает на 15-20 %. Кроме того, абразивное изнашивание столь велико, что ресурс работы этого узла составляет буквально несколько часов. Поэтому, только сельскохозяйственные предприятия Алтайского края ежегодно потребляют свыше 200 тыс. лап культиваторов и сеялок.

В связи с этим, проблема повышения износостойкости и, следовательно, общего срока службы рабочих органов сельскохозяйственной техники (например, стрельчатых лап культиваторов, сеялок) остается актуальной.

Однако, известные и используемые до этого времени материалы для повышения износостойкости рабочих органов сельхозтехники не полностью удовлетворяют потребностям современного предприятия по своим физико-механическим свойствам либо по их стоимости (серийные наплавочные электроды отечественного производства не могут обеспечить требуемой износостойкости, а импортные – чрезвычайно дорогостоящи). Выход следует искать в создании новых материалов или композитов, отвечающих требованиям работы изделий на их основе в заданных условиях среды.

Для фермерских хозяйств, как потребителей рабочих органов сельхозтехники, наиболее предпочтителен вариант самостоятельного их восстановления. Например, технология ручной дуговой наплавки позволяет многократно увеличивать срок службы быстроизнашивающихся и тяжело нагруженных деталей, избавляет предприятие от закупки большого количества запасных частей, повышает надежность и работоспособность машин и механизмов. Ручная дуговая наплавка покрытыми электродами является наиболее простым и распространенным способом нанесения износостойкого материала на рабочую поверхность, причем, выполнение таких наплавочных работ не требует какого-либо специального или дорогостоящего оборудования. К достоинствам ручной дуговой наплавки следует отнести и универсальность данного способа [2].

Одним из способов достижения высокой износостойкости является применение твердых сплавов. Наличие в наплавленном слое тугоплавких карбидов металлов (TiC, NbC, VC, WC, MoC) повышает твердость и износостойкость металла, что в свою очередь увеличивает срок безаварийной работы рабочих органов техники.

Перспективным экологически чистым методом получения композиционных материалов для наплавки является проведение реакций самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС-реакций) в металлических матрицах [3]. Преимущества такого синтеза состоят в высокой дисперсности и равномерности распределения частиц образующихся фаз в матрице, в общем случае недостижимые при использовании простого смешивания ранее синтезированных соединений.

В связи с этим целью работы является апробация технологии ручной дуговой наплавки порошковыми электродами из композиционных СВС-материалов для создания износостойких покрытий рабочих органов сельскохозяйственной техники.

Получение требуемого наплавочного композита происходит путем смешивания порошков углерода, титана и наплавочного порошка ПР-Н70Х7С4Р4-3 в определенном соотношении. Затем эта порошковая смесь подвергается механической активации в планетарной шаровой мельнице в течение заданного интервала времени. После механоактивации в полученной смеси проводится СВС-реакция, необходимая для синтеза карбида титана в никель-хромовой матрице, которая осуществляется в режиме фронтального горения. В результате реакции синтезируется требуемый композит TiC+ПР-Н70Х7С4Р4-3. Получившаяся смесь является готовым порошком для наплавки.

Изготовление основы электрода происходит путем протягивания стальной пластины через фильеру с тремя отверстиями разного диаметра. Процесс протягивания схематично изображен на рисунке 1, а.

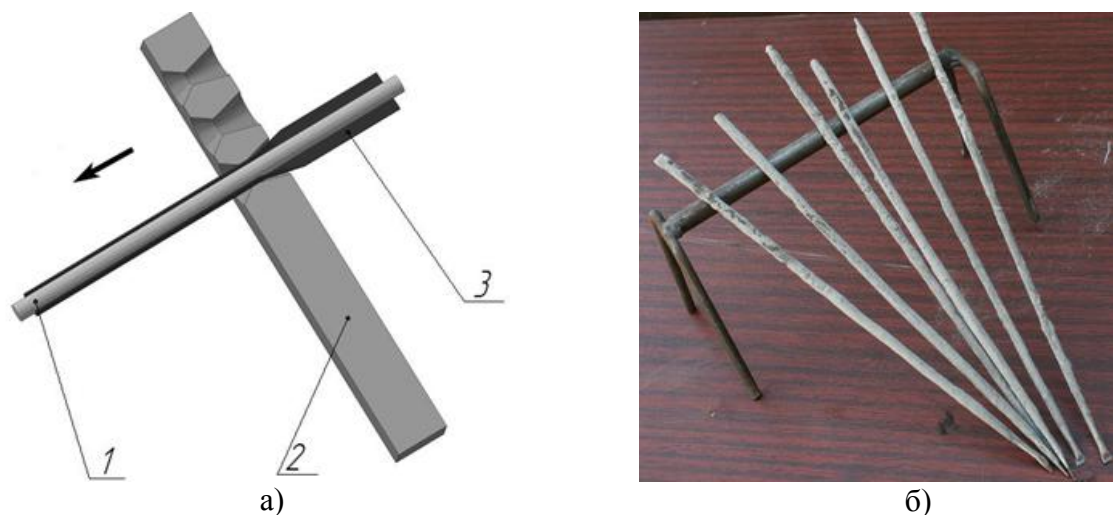


Рисунок 1. Схема протяжки трубки (а): 1 – стержень, 2 – фильера, 3 – пластина; экспериментальные образцы порошкового электрода (б)

Далее идет этап непосредственного изготовления электрода. Для этого СВС-порошок засыпается внутрь трубки. После чего края трубки плотно зажимаются, и на электрод наносится обмазка методом окунания. Получившийся электрод подвергается стандартной операции – сушке в термопечи. После этого электрод является готовым изделием (рисунок 1, б) и им можно проводить наплавку рабочих органов с целью повышения износостойкости.

В заключение стоит отметить, что применяемый способ повышения износостойкости позволит многократно (в 2-4 раза) увеличить срок службы рабочих органов сельскохозяйственной техники (например, стрельчатых лап культиваторов, сеялок).

Особым достоинством является возможность применения данного способа непосредственно на предприятиях АПК в отличие от прочих способов повышения

износостойкости, для которых необходимы заводские условия и наличие дорогостоящего оборудования.

Кроме того, наплавка порошковыми электродами из СВС-материалов позволит проводить износостойкую наплавку рабочих органов сельскохозяйственной техники и обеспечить оптимальную структуру наплавленного слоя, а также его высокую микротвердость и износостойкость [4, 5].

Литература

1. Буклагина, Г.В. Приоритетные направления восстановления и упрочнения деталей тракторов и сельскохозяйственных машин / Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2003. – № 3. – С. 896.
2. Сухарев, А.С. Сравнительная оценка получения покрытий методами наплавки / А.С. Сухарев, А.А. Зябрев // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2006. – № 2. – С. 125-126.
3. Интегральные технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза / В.В. Евстигнеев, Б.М. Вольпе, И.В. Милюкова, Г.В. Сайгутин. – М.: Высшая школа, 1996. – 284 с.
4. Покрытия из механоактивированных СВС-материалов для рабочих органов сельскохозяйственных машин, наплавленные ручным дуговым способом / А.А. Ситников, В.И. Яковлев, А.В. Собачкин, М.Н. Сейдуров, М.Е. Татаркин // Ползуновский вестник. – 2012. – № 1/1. – С. 273-277.
5. Структура и свойства наплавленных электродуговых покрытий из порошков механоактивированных СВС-композиов / А.А. Ситников, В.И. Яковлев, М.Н. Сейдуров, М.Е. Татаркин, А.В. Собачкин, Н.В. Степанова, И.Ю. Резанов // Обработка металлов. – 2011. – № 3. – С. 51-55.

ПОВЫШЕНИЕ АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ БИОСОВМЕСТИМЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ДЕТОНАЦИОННО-ГАЗОВЫМ СПОСОБОМ

Попова А.А. – аспирант, Назаров И.В. – аспирант, Яковлев В.И. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений современного медицинского материаловедения является создание имплантатов для замены поврежденных участков ткани [1]. При этом возникает необходимость нанесения на имплантаты биосовместимых покрытий, которые не оказывают отрицательного действия на живой организм и стимулируют процессы регенерации ткани. К таким материалам относится гидроксиапатит (ГА) – $(\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2)$. В настоящее время для формирования таких покрытий применяется ряд методов: магнетронное напыление, золь-гель метод, паровое осаждение и т.д. [2]. Все они обладают двумя существенными недостатками: низкими адгезионными свойствами и отклонением состава покрытия от стехиометрии ГА, близкой к стехиометрии костного материала позвоночных.

Задача создания прочных, сплошных биосовместимых покрытий с высокой адгезией и стехиометрией ГА может быть решена одним из перспективных методов напыления кальций-фосфатных покрытий – детонационно-газовым напылением. Технологические устройства импульсного действия имеют высокие удельные мощности, отличаются простотой преобразования энергии взрыва в полезную работу при минимальном термическом воздействии на напыляемый материал. При детонационно-газовом напылении важным технологическим параметром является скорость движения напыляемых частиц, которая способствует ускорению физико-химических процессов в контакте и, следовательно, повышению прочности покрытия.

Цель данной работы – повышение адгезионной прочности кальций-фосфатных покрытий, полученных детонационно-газовым способом.

В качестве материала использовался порошок гидроксиапатита кальция размером 150-300 мкм. Нанесение покрытий на титановые пластины (ВТ-1.0) размером 20х20х3 мм произведено на детонационно-газовой установке «Катунь-М»[3]. Перед нанесением покрытий проводилась пескоструйная обработка титановой основы с использованием порошка окиси алюминия Al_2O_3 фракции 250-380 мкм, а затем химическое травление путем протравливания поверхности в кислотном травителе, нагретом до температуры кипения, на основе 30% раствора соляной кислоты и 60% раствора серной кислоты следующего состава: $0,1 HCl + 0,8 H_2SO_4 + 0,1 H_2O$. Покрытие на поверхность титановой подложки наносилось с частотой выстрелов 4 Гц, количество выстрелов составляло 250-400.

При напылении чистого ГА шероховатость таких покрытий составляет 5,5-6,5 мкм, а толщина – до 200 мкм. Формируются однородные по толщине и фазовому составу покрытия. Для оценки адгезионной прочности покрытия к подложке из титана использовался метод отрыва [4]. Результаты исследования адгезионной прочности покрытий показали, что она достигает 20 МПа.

С целью увеличения прочности покрытия были использованы так же порошки из композиционных материалов состава $NiAl(40\%)+ГА$, полученных методом механоактивированной обработки.

Механическую активацию (МА) исходных реакционных смесей $NiAl(40\%)+ГА$, проводили в планетарной шаровой мельнице АГО-2 с водяным охлаждением. Объем каждого из двух стальных барабанов мельницы 160 см^3 . Диаметр шаров 8 мм, масса шаров в каждом барабане 200 г, масса образца 10 г. Центробежное ускорение шаров 400 м с^{-2} (40 g). Для предотвращения окисления во время МА барабаны с образцами вакуумировались и затем заполнялись аргоном до давления 0,3 МПа. После МА образцы выгружались из барабанов в боксе с аргонной атмосферой.

Полученные детонационные покрытия из композиционного материала представлены на рисунке 1.

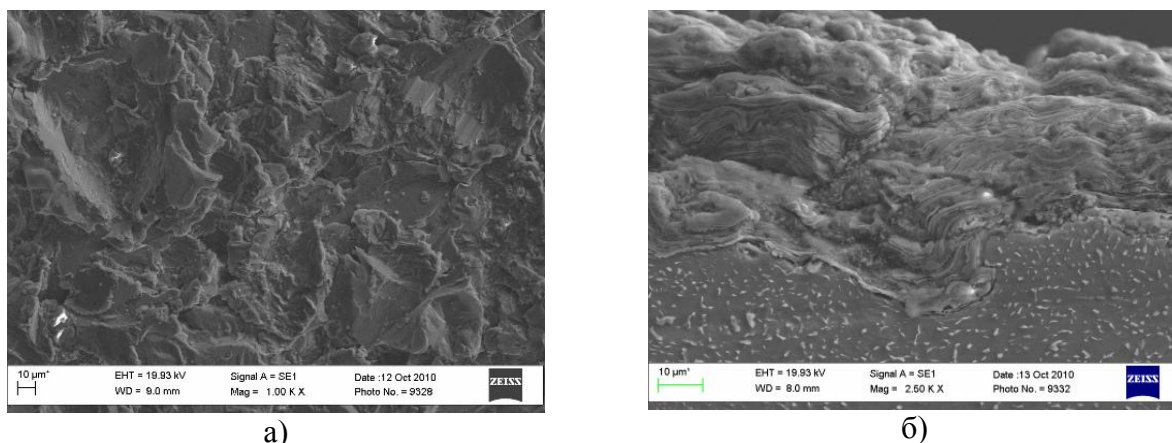


Рисунок 1. РЭМ изображения покрытий состава $NiAl(40\%)+ГА(Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2)$: а – поверхность покрытия, б – поперечный срез

При напылении композиционного материала шероховатость покрытий составляет 3,5 мкм, а толщина – до 150 мкм. Адгезионная прочность увеличивается до 70 МПа.

Вывод: Детонационное покрытие из композиционных материалов состава $NiAl(40\%)+ГА$ имеет адгезионную прочность покрытия 70 МПа, что соответствует требованиям медиков по прочности.

Литература

1. Pichugin V.F., Surmenov R.A., Shesterikov E.V. et al. // Surf. Coat. Technol. 2008. V. 202. P. 3913.
2. Shtansky D.V., Gloushankova N.A., Bashkova I.A. et al. // Surf. Coat. Technol. 2006. V. 201. P. 4111.

3. Яковлев, В.И. Экспериментально – диагностический комплекс для физических исследований порошковых СВС-материалов при детонационном напылении [Текст]: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Барнаул, АлтГТУ, 2003. – 19 с.

4. Тушинский Л.И. Методы исследования материалов: Структура, свойства и процессы нанесения неорганических покрытий. – М.: Мир, 2004. – 384 с.

ЭЛЕКТРОШЛАКОВАЯ СВАРКА КОТЛА ДЛЯ РАФИНИРОВАНИЯ СВИНЦА

Музоватов И.В. – студент, Иванайский Е.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Электрошлаковая сварка находит все большее применение при изготовлении толстостенных сосудов в химическом машиностроении. Однако, на предприятии ОАО «Сибэнергомаш» для сварки меридианных швов котла для рафинирования свинца используется ручная дуговая сварка в несколько проходов. Недостатками данного вида работ являются высокая трудоемкость процесса, большой расход сварочных материалов, а также большое количество возможных дефектов. Очевидно, что метод ручной дуговой сварки в данных условиях не отвечает современным требованиям к качеству изделий, соответственно является целесообразным его замена на способ электрошлаковой сварки.

Электрошлаковая сварка как способ неразъемного соединения металла неограниченной толщины за один проход является одним из ведущих процессов производства крупных сварных металлоконструкций. Объемы использования и рациональные области применения ЭШС могли бы быть более значительными, если бы в процессе образования сварного соединения на его отдельных участках не происходило снижения стойкости против хрупкого разрушения по сравнению с основным металлом.

К основным преимуществам этого метода относится возможность сварки за один проход металлов практически любых толщин, при этом не требуется удаление шлака и установка лишнего оборудования. Но, несмотря на его производительность, этот способ имеет существенный недостаток. Электрошлаковый процесс стабилен и устойчив при большой мощности, выделяющейся в сварочной ванне. Большая часть тепла, выделяющаяся в сварочной ванне, переносится через кромки стыка в основной металл. Таким образом, тепло расходуется не только на полезную работу, но и на вредную, вызывающую перегрев около шовной зоны. Вследствие этого происходит рост зерна, что приводит к дефектным структурным превращениям. Чтобы избежать этого, проводится последующая термообработка – нормализация. Последующая термообработка связана с использованием специального термического оборудования, с повышением трудоемкости, с увеличением длительности технологического процесса, с потерями металла на окалину. Затраты на зачистку металла от окалины значительно превосходят другие затраты.

Использование электрошлаковой сварки повышает производительность труда в 1,5-5 раз по сравнению с другими способами сварки. Повышение производительности достигается за счет:

- отсутствия необходимости в специальной подготовке кромок свариваемых деталей и малую чувствительность их к качеству обработки;
- высокого качества защиты сварочной ванны от воздуха;
- сравнительно низкую стоимость сварочных материалов;
- возможность получения за один проход сварных соединений теоретически любой толщины.

Простота механизации сварочных процессов позволяет обеспечить снижение трудоемкости операций и количества рабочих для выполнения сварочных работ. В свою очередь, снижение количества рабочих снижает затраты на заработную плату и себестоимость изделия.

Для внедрения ЭШС в производство котлов для рафинирования свинца, было выполнено следующее:

- спроектированы приспособления для сварки;

- подобрано сварочное оборудование;
- выбраны режимы сварки;
- выполнен план цеха изготовления данной продукции;
- рассчитан экономический эффект от внедрения предлагаемого способа сварки.

Ожидаемыми результатами внедрения данного вида сварки являются: автоматизация и механизация процесса изготовления котла для рафинирования свинца, повышение производительности труда, уменьшение количества дефектов.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БЛАГОПРИЯТНЫХ ХЛАДОСТОЙКИХ СТРУКТУР В НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЯХ

Сейдуров М.Н. – к.т.н., ст. преподаватель, Ковалев С.В., аспирант
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Определение условий формирования благоприятных хладостойких структур в низколегированных сталях является актуальной, но достаточно трудоемкой задачей и требует глубоких научных исследований, основанных на использовании методик изучения тонкой структуры и фазового состава металла и существующих на сегодняшний день теоретических знаний о механизме формирования глобулярных наноразмерных спецкарбидов (отличных от цементита – Fe_3C , образующихся при наличии тугоплавких элементов – Cr, W, V, Nb, Ti и др.).

В процессе сварки повышение дисперсности структуры низколегированных сталей возможно в результате фрагментации кристаллов и выделения наноразмерных глобулярных карбидов. При этом обеспечивается сохранение прочности при одновременном повышении пластичности, вязкости и хладостойкости.

Исследовались образцы-имитаторы, подверженные воздействию поперечных сварочных напряжений и упруго-пластических деформаций. Тонкую структуру и фазовый состав изучали с помощью растровой (EVO50) и просвечивающей электронной микроскопии (Technai G2 FEI), микрохимического (EDS X-Act (Oxford Instruments)) и рентгеноструктурного анализа (ARL X'TRA).

Исследования проводили на образцах из хромоникелевых низколегированных сталей промышленных плавов, химический состав которых приведен в таблице 1.

Таблица 1 Химический состав плавов исследуемых сталей

Марка стали	Химический состав, %						
	C	Cr	Ni	Si	Mn	S	P
20X2H	0,20	1,14	1,48	0,20	0,26	0,023	0,01
	0,20	1,34	1,31	0,17	0,37	0,023	0,01
	0,20	1,26	1,41	0,15	0,31	0,03	0,02
25X2H	0,23	1,55	1,14	0,32	0,24	0,005	0,015
	0,23	1,39	1,31	0,24	0,31	0,021	0,01
30X2H	0,28	1,44	1,85	0,29	0,30	0,02	0,012
	0,28	1,45	1,75	0,26	0,31	0,021	0,012
	0,28	1,39	1,48	0,27	0,31	0,02	0,012

Структурные изменения иллюстрируются диаграммами анизотермического распада аустенита (АРА). Выявлено, что повышение хладостойкости низколегированных сталей возможно в структуре металла околошовной зоны (ОШЗ) сварного соединения при формировании промежуточной структуры зернистой морфологии, в состав которой входят фрагментированный мезоферрит (добейнитная α -фаза), а также наноразмерные частицы карбида хрома $(\text{Fe, Cr})_{23}\text{C}_6$ глобулярной формы.

При формировании промежуточной структуры зернистой морфологии распад аустенита протекает в высокотемпературном интервале промежуточной области (рисунок 1).

Происходит плавное и непрерывное нарастание микропластической деформации, приводящее к значительному снижению уровня внутренних напряжений и подавлению склонности к образованию микротрещин.

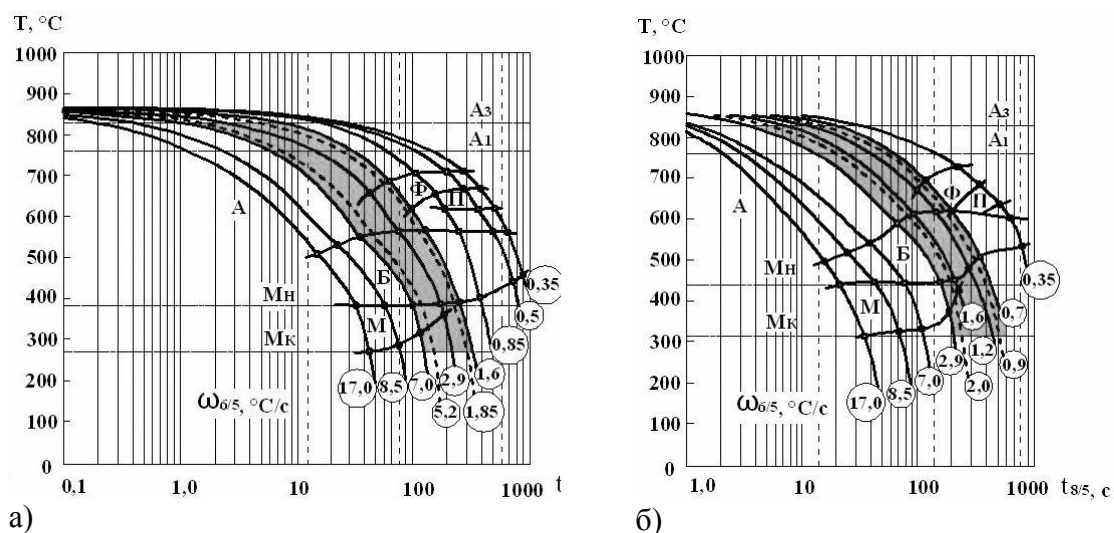


Рисунок 1 Диаграммы АРА в ОШЗ на участке полной перекристаллизации (а) и на участке перегрева (б) стали 25Х2Н под действием термических (пунктирные линии) и термомеханических (сплошные в затемненной области) циклов сварки

Установлено, что в результате распада аустенита от температур 1100-1350 °С и выше благоприятная промежуточная структура зернистой морфологии, стойкая к образованию холодных трещин, формируется при условии низких скоростей охлаждения в интервале фазовых превращений (от 0,7 до 2,9 °С/с) и кратковременного пребывания выше 1350 °С (до 15 с), в противном случае происходит формирование игольчатых бейнитно-мартенситных структур с пластинчатой формой карбидной фазы типа Fe_3C .

Основную роль в формировании наноразмерных карбидов хрома и других сильных карбидообразующих элементов, таких как ванадий, титан, вольфрам играет наличие никеля, являющегося основной связующей α -фазы, подверженной фрагментации в ходе термомеханического воздействия на металл.

Следовательно, для расширения диапазона формирования промежуточных структур зернистой морфологии в низколегированных сталях при автоматической сварке под слоем флюса необходимо разработать уникальный химический состав металлохимической присадки, повышающей хладостойкость сварных соединений. Установлено, что на повышение хладостойкости сварных соединений решающее влияние оказывает увеличение доли фрагментированного феррита и наличие глобулярных спецкарбидов размером 10-20 нм.

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП ДЛЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ СПОСОБОМ СВЕРХЗВУКОВОЙ ГАЗОПОРШКОВОЙ НАПЛАВКИ

Нагорный Д.А. – аспирант, Радченко М.В. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Известно, что для сельскохозяйственной промышленности актуальной является проблема высокого износа рабочих поверхностей сельхозоборудования для обработки земли, в частности лап культиваторов и сеялок.

Большинство предприятий, выпускающих сельхозпродукцию, производят цельноштампованные стрелчатые лапы из стали 65Г (в некоторых случаях используют даже сталь 45), имеющей недостаточную стойкость к абразивному износу. Для увеличения износостойкости лезвий стрелчатых лап некоторые предприятия в качестве способа упрочнения используют индукционную наплавку порошковых сплавов на основе сормита.

Следует отметить, что данный способ предполагает наличие дорогостоящего высокочастотного оборудования, что препятствует его использованию в рамках малого предприятия. При этом гарантийной наработки лап, упрочненных индукционной наплавкой, в 25 га не всегда бывает достаточно для проведения предпосевных работ, а притупление кромок в 2-3 мм, не соответствующее ОСТ-23.2.164-87, приводит к существенному увеличению расхода ГСМ и снижению качества почвообработки.

Существующие способы газотермического напыления, широко используемые в промышленности, не обеспечивают высокого сцепления упрочняющих слоев с основой, что исключает их применение для упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Высокая прочность сцепления упрочняющих слоев из износостойких сплавов с основой достигается при упрочнении лап способами плазменной (успешно используемой ОАО ВИСХОМ, г. Москва), а также газопорошковой наплавки. В результате использования плазменной наплавки для упрочнения режущих частей культиваторных лап их рабочий ресурс увеличивается в 2-3 раза. Однако, как показывает практика, все используемые методы наплавки с расплавлением присадочного материала и частичного оплавления основного слоя предусматривают достаточное притупление (не менее 3 мм) режущего клина во избежание расплавления режущей кромки, не обеспечивающее требуемой остроты почвообрабатывающего инструмента.

Альтернативным решением проблемы высокого износа рабочих органов почвообрабатывающего оборудования является замена цельноштампованных конструкций культиваторных лап на штамповарные, что позволяет снизить расход материалов, уменьшить затраты на изготовление дорогостоящей штамповой оснастки и повысить гибкость производства. При использовании штамповарных конструкций лап культиваторов и сеялок их режущие лезвия изготавливаются из рессорно-пружинной стали марки 50ХГА, а хвостовик лапы из сталей марок 45 и Ст. 3.

Примером такого производства является ОАО «АНИТИМ» (г. Барнаул), где производят лапы культиваторов и сеялок штамповарных конструкций, режущие части которых дополнительно упрочняют методом электроискрового легирования (ЭИЛ) твердосплавами марки ВК8 [1]. Данный способ упрочнения рабочих поверхностей позволяет выдерживать величину притупления кромок лезвий в пределах 0,4-0,5 мм, что обеспечивает их необходимую остроту. Однако, согласно требованиям ОСТ 23.2.164-87, толщина упрочняющего слоя на рабочей поверхности лап должна составлять не менее 0,4 мм, что должно обеспечивать необходимую износостойкость, а следовательно и существенное повышение долговечности стрелчатых лап (в 3-4 раза) по сравнению серийно выпускаемыми лапами ресурсом наработки до 20-25 га, зачастую недостаточной для проведения необходимых работ по обработке почвы. В действительности же толщина упрочняющего слоя, получаемая в процессе ЭИЛ, в среднем составляет не более 0,2 мм, что на практике приводит к значительному снижению расчетного ресурса рабочих поверхностей.

С 2005 года научным персоналом кафедры «Сварочное производство» при АлтГТУ им. И.И. Ползунова проводятся исследования по реализации способа сверхзвуковой газопорошковой наплавки (СГП-наплавки) посредством высокоскоростного газопламенного потока, формируемого соплом Лаваля [2].

За счет высокой скорости истечения из среза сопла Лаваля (М5) газопламенный поток сжимается, что повышает его удельную тепловую мощность, которая в 1,6-2 раза превышает аналогичные показатели дозвуковых наплавочных горелок. В процессе наплавки это позволяет производить более концентрированный нагрев поверхности и быстрее достигать температуры «запотевания», сводя к минимуму потери на теплоотвод к соседним участкам металла основы.

В процессе лабораторных исследований было установлено, что покрытия (использовался порошковый сплав ПГ-СРЗ ОМ), нанесенные экспериментальным устройством для СГП-наплавки в сравнении с дозвуковой ГП-наплавкой имеют более однородную внутреннюю структуру (насыщенную мелкой упрочняющей фазой). Испытания на износ о жестко закрепленные частицы (ГОСТ 13344-79) показали, что износостойкость

покрытий, получаемых СГП-наплавкой в 1,8-3 раза превышает, износостойкость слоев, нанесенных дозвуковыми наплавочными горелками (ГН-5П).

Следует отметить, что в ходе лабораторных исследований процесса СГП-наплавки анализировалась возможность нанесения покрытий на детали различных форм и размеров. На основании полученных результатов было установлено, что, применительно к упрочнению режущих частей почвообрабатывающих лап, использование способа СГП-наплавки с быстрым и концентрированным поверхностным нагревом позволит снизить величину притупления кромки лезвия, используемую при индукционной и плазменной наплавке по предварительной оценке с 3 мм, до 1,5-2 мм.

Учитывая вышесказанное, очевидно, что практическое использование способа СГП-наплавки для упрочнения почвообрабатывающего инструмента в качестве альтернативы ЭИЛ, а также индукционной и плазменной наплавки представляется актуальным решением, что подтверждается рядом технико-экономических показателей.

В рамках малого предприятия, либо мелкосерийного производства использование дорогостоящего оборудования, как для индукционной, так и для плазменной наплавки не всегда экономически и технически оправдано. В сравнении с процессом ЭИЛ, газопорошковая наплавка (как дозвуковая, так и СГП-наплавка) является более гибким и универсальным способом нанесения упрочняющих покрытий. Существующие компактные установки для ЭИЛ обладают низкой производительностью, а также весьма требовательны к размерам и форме используемых твердосплавов, поэтому их использование для упрочнения лезвий лап культиваторов нецелесообразно. Поэтому для обеспечения высокой производительности процесса ЭИЛ необходимо использование мощных и энергоемких сварочных источников питания (ОАО «Анитим» для реализации процесса ЭИЛ использует выпрямители ВДУ-506), тогда как для реализации процесса СГП-наплавки хватает мощности обычной бытовой розетки.

По предварительной оценке опытное устройство для СГП-наплавки позволяет обеспечить производительность упрочнения стрелчатых лап (СЗС) на уровне 8...10 лап/час. Расход порошкового сплава ПГ-СРЗ (ОМ) при этом составляет 80...140 грамм на одну лапу при толщине упрочняющего слоя δ до 1 мм. Производительность процесса нанесения упрочняющего слоя путем ЭИЛ (на примере действующего производства на ОАО «Анитим») составляет 15...18 лап/час (СЗС). Практический расход твердосплава ВК8 (Т15К6) при этом составляет 10...25 грамм на одну лапу при толщине покрытия $\delta = 0,15...0,2$ мм.

В результате проведения предварительных расчетов себестоимости нанесения износостойких покрытий (материал ПГ-СРЗ ОМ) с помощью СГП-наплавки установлено, что себестоимость упрочнения одной лапы (СЗС) составляет от 140 до 200 рублей, что в несколько раз (в 6-10 раз) превосходит себестоимость упрочнения методом ЭИЛ. При этом стоимость лапы СЗС без упрочнения составляет 140...170 руб/шт.

Тем не менее, результаты сравнительных исследований на износостойкость (о жестко закрепленные абразивные частицы (шлифматериал 14А), ГОСТ 13344-79) дают основание рассчитывать на существенное увеличение наработки культиваторных лап (в 3...3,5 раз), упрочненных с помощью СГП-наплавки (рисунок 1).

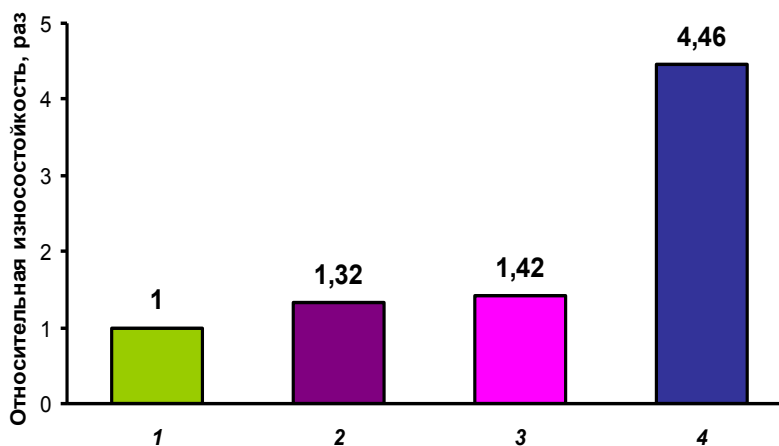


Рисунок 1. Относительная износостойкость покрытий: 1 – сталь 50ХГА (после закалки), 2 – ЭИЛ сплавом ВК8 (толщина $h=0,2..0,25$ мм), 3 – ЭИЛ сплавом Т15К6 ($h=0,2..0,25$ мм), 4 – СГП-наплавка ($h=0,7..1,0$ мм)

Обеспечение наработки стрелчатых лап до 70...100 га на одну лапу обеспечит существенный экономический эффект и позволит снизить риски, связанные с сельхозпроизводством (снижение урожайности при некачественной обработке земли). При этом снижение затупления режущих кромок стрелчатых лап и обеспечение их самозатачиваемости за счет более прочного слоя износостойкого покрытия позволит при обработке земли экономить расход ГСМ, что тоже немаловажно, учитывая их стоимость на сегодняшний день.

Таким образом, СГП-наплавка представляет собой перспективный способ упрочнения рабочих поверхностей стрелчатых лап, который можно использовать в качестве альтернативы ЭИЛ.

Литература

1. Анитим-ОАО. – [Электронный ресурс]. www.anitim-oao.ru.
2. Патент на полезную модель № 60410 Россия, МПК В22В 19/06. Устройство для сверхзвуковой газопорошковой наплавки /Радченко М.В., Шевцов Ю.О., Радченко Т.Б., Нагорный Д.А., Маньковский С.А.; заявл. 4.07.2006; опубл. 27.01.2007 в Б.И. № 3.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ

Киреев С.И. – студент, Сейдуров М.Н. – к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В современном сварочном производстве возникает потребность в экспресс-контроле влажности сварочных флюсов. Перед сваркой производственных стыков сварочные флюсы должны быть проконтролированы на содержание влаги согласно требованиям нормативной документации в зависимости от их марки и условий хранения. При неудовлетворительных результатах контроля сварочные флюсы должны быть прокалены на соответствующих режимах для удаления влаги. Дополнительная операция прокалки повышает трудоемкость процесса изготовления сварной конструкции.

Цель работы – проанализировать существующие методы контроля влажности сварочных флюсов. Количественное содержание влаги, предусмотренное стандартами, определяется самыми различными методами. Рассмотрим некоторые существующие методы определения влажности флюсов сварочных плавящихся, рекомендованные по ГОСТ 9087-81, ГОСТ Р 52222-2004 и ГОСТ 22974.14-90.

Гравиметрический метод определения массовой доли влаги от 0,01% до 1,0% в сварочных плавящихся флюсах выполняется в соответствии по ГОСТ 22974.14-90 «Метод определения содержания влаги».

Метод основан на нагревании в трубчатой печи при температуре 1000°C в токе кислорода анализируемого материала, превращении всего содержащегося в нем водорода во влагу и ее гравиметрическом определении после поглощения перхлоратом магния (ангидроном). Для предотвращения ошибок анализа выделяющиеся газообразные соединения фтора поглощаются монооксидом свинца на выходе из трубки.

Весовой метод определения массовой доли влаги в сварочных плавящихся флюсах выполняется в соответствии по ГОСТ 9087-81.

Для определения влажности флюса навеску массой 100±5 г помещают в предварительно высушенную металлическую чашку и выдерживают при температуре 300±10°C в сушильном шкафу в течение 60 ± 5 мин. После охлаждения в эксикаторе в течение 40±5 мин пробу взвешивают. Влажность флюса ВФ в процентах вычисляют по формуле:

$$B_{\phi} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

где M1 – исходная масса навески, г; M2 – конечная масса навески, г.

За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое результатов двух параллельных измерений, расхождение между которыми не должно превышать при влажности: от 0,02 до 0,04 – 0,005 %; от 0,04 до 0,08 – 0,007 %; от 0,08 до 0,20 – 0,10 %.

Электрометрические методы особенно широко применяются при разработке автоматических промышленных и неавтоматических лабораторных влагомеров.

В основу электрометрических методов измерения и электрометрических влагомеров положены зависимости между теми или иными электрическими параметрами материала и его влажностью. К этим методам относятся:

- кондуктометрический метод, основанный на зависимости между электропроводностью материала и его влажностью;
- поляризационный метод – измерение влажности по ЭДС поляризации, возникающей при пропускании постоянного тока через электроды во влажную среду;
- электростатический метод – измерение влажности, основанное на зависимости электростатического заряда от влажности материала;
- диэлькометрический метод, основанный на определении влажности материала по результатам измерения диэлектрической проницаемости. Этот метод часто называют «емкостным», потому что при своем возникновении и первоначальном развитии он основывался на измерении емкости датчика – конденсатора, в котором контролируемый материал играл роль диэлектрика, определяющего эту емкость в зависимости от диэлектрической проницаемости.

Емкостным датчиком называют преобразователь параметрического типа, в котором изменение измеряемой величины преобразуется в изменение емкостного сопротивления.

Емкостный датчик, измерительный преобразователь неэлектрических величин (уровня жидкости, механические усилия, давления, влажности и др.) в значения электрической ёмкости. Конструктивно емкостный датчик представляет собой конденсатор электрический плоскопараллельный или цилиндрический. Различают емкостные датчики, действие которых основано на изменении зазора между пластинами или площади их взаимного перекрытия, деформации диэлектрика, изменении его положения, состава или диэлектрической проницаемости.

Ценные качества емкостных датчиков – малая величина механического усилия, необходимого для перемещения его подвижной части, возможность регулировки выхода следящей системы и высокая точность работы – делают емкостные датчики незаменимыми в приборах, в которых допускаются погрешности лишь в сотые и даже тысячные доли процента.

Помимо преимуществ емкостные датчики обладают следующими недостатками:

- сравнительно небольшой коэффициент передачи (преобразования);
- высокие требования к экранировке деталей;
- необходимость работы на повышенной (по сравнению с 50 Гц) частоте.

Однако в большинстве случаев можно добиться достаточной экранировки за счет конструкции датчика, а практика показывает, что емкостные датчики дают хорошие результаты на широко распространенной частоте 400 Гц. Присущий конденсаторам краевой эффект становится значительным, лишь когда расстояние между обкладками сравнимо с линейными размерами рассматриваемых поверхностей. Этот эффект можно в некоторой степени устранить, используя защитное кольцо, позволяющее вынести его влияние за границы поверхности обкладок, реально используемой при измерении.

График зависимости реального расстояния срабатывания S_r от диэлектрической проницаемости материала объекта ϵ_r изображен на рисунке 1.

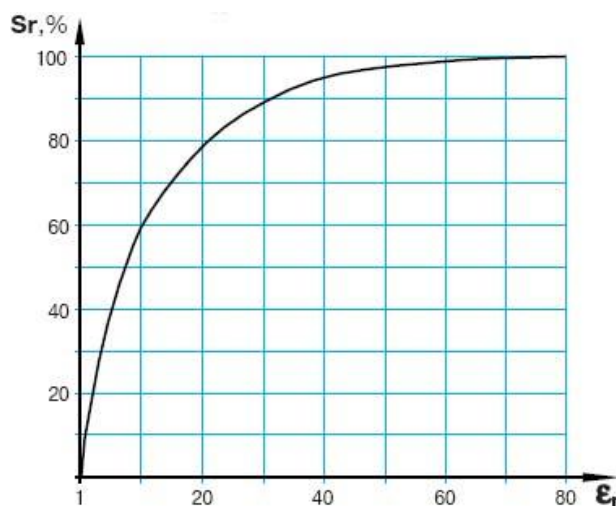


Рисунок 1. Зависимость реального расстояния срабатывания S_r от диэлектрической проницаемости материала объекта ϵ_r

Прибор, использующий емкостный метод, отличается простотой реализации, и имеет сравнительно невысокую стоимость в сочетании с высокими метрологическими характеристиками. В качестве исследуемого материала был выбран сварочный флюс АН-47. Подготовка проб осуществлялась в диапазоне влажности от 0,01% до 1%. Измерение влажности флюсов выше 1% не требуется, поскольку при такой влажности величина активной составляющей практически не меняется.

Неразрушающий экспресс-анализ контроля влажности сварочных флюсов емкостным методом осуществляли следующим образом. Прокаленный сварочный флюс (температура нагрева 350°C, выдержка 2 ч) засыпался в емкостной преобразователь, после чего уравнивался измерительный мост, результат которого фиксировался. За счет разбавления сварочного флюса различным количеством воды были сформированы испытательные пробы, на которых проводились повторные измерения. Для всех испытаний вес кюветы для проб был постоянным и составлял 7,04 г. В работе использовали весы тензометрические с точностью 0,001 г.

Для проведения металлографии были наплавлены автоматической сваркой под флюсом сварочной проволокой Св-10НМА диаметром 4 мм валики равной протяженности на одних и тех же режимах с использованием сварочного флюса АН-47 всех заявленных проб. В качестве основного материала использовали сталь 15ХСНДА. Применялся сварочный трактор ТС-17С совместно с трансформатором ТДФЖ-1002У2.

Проведены лабораторные испытания разработанного макета прибора контроля влажности на образцах проб сварочных флюсов различных марок. В результате проведенных исследований установлено, что высокая скорость получения данных и их достоверность вместе с простой методикой выполнения измерений в потоке сыпучего материала подтверждают перспективность применения прибора для определения влажности сварочных материалов при изготовлении сварных соединений ответственного назначения с помощью сварки под флюсом и при проведении аттестации.