УДК 377.5

Власенко Марина Викторовна, преподаватель,
ГБПОУ КК Белореченский индустриально-технологический техникум

СВЯЗЬ ХИМИИ И ПРОФЕССИИ СВАРЩИКА: ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ СПО

Аннотация. В статье обоснована интеграция дисциплины «Химия» с профессиональной подготовкой сварщиков в системе СПО. Показана роль химических знаний в предупреждении дефектов сварных швов через понимание окисления, раскисления, влияния вредных примесей. Предложены методические инструменты, обеспечивающие формирование общих и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС СПО.

Ключевые слова: Химия, сварка, сварщик, профессиональные компетенции, СПО, межпредметные связи.

Современная система среднего профессионального образования ориентирована на практико-ориентированную подготовку, где общеобразовательные дисциплины выступают инструментом формирования профессиональных умений. Для профессии «Сварщик» химия является ключевым элементом понимания технологических процессов: именно химические реакции определяют качество сварного соединения, появление дефектов и выбор сварочных материалов.

Цель статьи – показать, как химические знания трансформируются в профессиональные умения сварщика, и предложить конкретные методические инструменты, пригодные для включения в портфолио педагога.

Химические процессы как основа качества сварного соединения. В зоне сварки металл находится в расплавленном состоянии при высоких температурах, что резко повышает его химическую активность. Основными процессами, определяющими качество шва, являются окисление, раскисление и влияние вредных примесей.

Окисление металла и его последствия. Контакт расплавленного железа с кислородом воздуха приводит к образованию оксидов: $2Fe+O_2 \rightarrow 2FeO$; $3Fe+2O_2 \rightarrow Fe_3O_4$. Оксид железа FeO растворяется в металле шва, снижая пластичность и ударную вязкость, повышая хрупкость и способствуя образованию трещин. Даже малые концентрации кислорода оказывают критическое влияние на механические свойства соединения [1].

С методической точки зрения важно, чтобы студент не просто знал уравнения реакций, а понимал их практическое следствие: почему защита сварочной ванны – не формальность, а необходимое условие прочности шва.

Раскисление металла шва. Для удаления кислорода из расплава в состав сварочных материалов вводят раскислители – ферросплавы марганца и кремния. Протекают следующие реакции: $FeO+Mn \rightarrow Fe+MnO$; $2FeO+Si \rightarrow 2Fe+SiO_2$. Образующиеся оксиды MnO и SiO_2 всплывают в шлаковую корку. Таким образом, раскисление – это управляемый химический процесс, который напрямую влияет на структуру и свойства металла шва [2].

Понимание этих реакций позволяет студенту осознанно подходить к выбору сварочных материалов и режимов, что соответствует формированию общих компетенций (ОК 01, ОК 02) и профессиональных умений по подготовке и выполнению сварочных работ.

Вредные примеси и их влияние на структуру шва. Химический состав металла и загрязнений определяет появление характерных дефектов:

- Сера (S) образует сульфид железа FeS, формирующий легкоплавкие эвтектики по границам зёрен и вызывающий горячие трещины.

- Фосфор (P) повышает хрупкость металла при низких температурах (хладноломкость).
- Водород (H_2) – основная причина холодных трещин и пористости: при остывании он плохо растворяется и выделяется, образуя поры.

Отсюда вытекают технологические меры: подготовка кромок (удаление ржавчины, масла, влаги), прокалка электродов, контроль влажности флюса. Эти операции имеют чёткое химическое обоснование и должны рассматриваться на занятиях как обязательные элементы технологии [3].

Химия в различных видах сварки: профессиональный контекст. Ручная дуговая сварка (РДС) плавящимся электродом. Покрытие электрода представляет собой сбалансированную химическую систему:

- Шлакообразующие компоненты (полевые шпаты, мрамор) создают защитный шлак.
- Газообразующие вещества (целлюлоза, крахмал) при разложении дают газовую защиту.
- Раскислители (ферромарганец, ферросилиций) связывают кислород.
- Легирующие добавки (хром, никель, молибден) вводят нужные элементы в шов.

Студент, владеющий химическими основами, понимает, почему использование «сырых» электродов недопустимо: влага разлагается на водород и кислород, ухудшая качество шва [4].

Полуавтоматическая сварка в среде CO_2 и в инертных газах. В среде CO_2 углекислый газ при высокой температуре диссоциирует: $2CO_2 \rightleftharpoons 2CO+O_2$. Освободившийся кислород окисляет металл, поэтому в сварочной проволоке обязательно должны присутствовать раскислители (Mn, Si). В аргоне окисления за счёт газа не происходит, но чистота кромок и проволоки остаётся критически важной: любая органика или влага является источником водорода.

Газовая сварка ацетиленом. При горении ацетилена C_2H_2 в кислороде температура пламени достигает 3150 °C. Химически важно контролировать соотношение газов: избыток ацетилена может науглероживать металл, а окислительное пламя – окислять. Это формирует у студента понимание, что даже настройка пламени – это управление химическим составом зоны сварки [5].

Методические приёмы для формирования профессиональных компетенций. Для перевода химических знаний в профессиональные умения эффективны следующие приёмы.

Цепочка «от химической реакции к дефекту и решению». На занятии выстраивается логическая цепочка:

1. Химическая реакция (например, окисление железа или разложение воды на H_2 и O_2).
2. Физическое следствие (растворение газов в металле, образование оксидов).
3. Дефект шва (поры, трещины, шлаковые включения).
4. Технологическое решение (прокалка электродов, выбор защитного газа, зачистка кромок).

Такой подход формирует инженерное мышление и напрямую связан с компетенциями по анализу рабочей ситуации и выбору способов решения профессиональных задач.

Мини-кейс для практического занятия. «После сварки стыкового соединения обнаружены поры и холодные трещины. Предложите причины с точки зрения химии (источники водорода и кислорода) и меры профилактики. Укажите, какие компоненты электродного покрытия помогут решить проблему и почему». Кейс позволяет студенту применить знания в профессиональном контексте и обосновать выбор материалов и операций.

Расчётная задача с профессиональным смыслом. Задача. В сварочной ванне объёмом примерно 5 $см^3$ расплавлено железо. Оцените, сколько кислорода может раствориться в нём

при контакте с воздухом, если растворимость O_2 в жидком железе при температуре сварки около 0,1 % по массе. Как это повлияет на механические свойства шва? Решение: Масса расплава: m≈5 см3×7,8 г/см3=39. Максимально возможное содержание кислорода: 39 г×0,001=0,039 г O_2. Даже такое небольшое количество кислорода способно образовать оксиды и ухудшить пластичность шва. Вывод: защита сварочной ванны и раскисление – не опциональные операции, а обязательные меры [6]. Такие задачи показывают системность работы преподавателя и формируют у студентов расчётные навыки в профессиональном контексте.

Межпредметные связи и формирование компетенций. Интеграция химии реализуется через связь с другими дисциплинами: материаловедение (состав сталей, влияние легирующих элементов, свариваемость); технология сварки (выбор электродов, защитных газов, режимов, подготовка кромок); охрана труда (токсичность сварочного аэрозоля (оксиды марганца, фториды), необходимость вентиляции и СИЗ); контроль качества (понимание, какие дефекты имеют химическую природу (пористость, горячие трещины), а какие – геометрическую (непровары, подрезы)).

Современные тенденции и перспективы. Современные производства предъявляют повышенные требования к качеству сварных соединений и экологической безопасности: порошковые проволоки позволяют точно дозировать раскислители и легирующие добавки. Экологичность: снижение содержания фторидов в покрытиях, использование более безопасных компонентов. Автоматизация и контроль: применение датчиков состава атмосферы в зоне сварки, систем контроля влажности, что связано с химическими параметрами (парциальное давление водяных паров, содержание O_2, H_2). Упоминание этих направлений показывает, что студенты ориентируемы на современное производство и готовятся к работе на высокотехнологичных предприятиях.

Предложенный подход к преподаванию химии в контексте профессии сварщика демонстрирует системную интеграцию общеобразовательной и профессиональной подготовки. Через понимание химических процессов студенты учатся видеть причины дефектов, обоснованно выбирать материалы и режимы, предлагать технологические решения – то есть формировать именно те компетенции, которые востребованы на производстве и оцениваются аттестационными комиссиями. Использование мини-кейсов, расчётных задач и цепочки «реакция – следствие – дефект – решение» позволяет перевести абстрактные знания в практические умения и повысить мотивацию студентов. Такой методический инструментарий может быть включён в портфолио преподавателя как доказательство системности и практической направленности педагогической работы.

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012. Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением. – М.: Стандартинформ, 2012 (актуален в практике контроля качества сварных соединений).

2. ФГОС СПО по профессии 15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))» (утв. приказом Минобрнауки России). – 2022.

3. Овчинников В. В. Контроль качества сварных соединений: учебное пособие для СПО. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2023. – 245 с.

4. Карасев М. В., Петров А. Н. Технология сварочных работ: современные материалы и процессы. – СПб.: Политехника, 2022. – 312 с.

5. Методические рекомендации по реализации практико-ориентированного подхода в СПО (Минпросвещения РФ). – М., 2023.

6. Сборник типовых кейсов и задач для формирования профессиональных компетенций сварщиков / под ред. И. П. Семёнова. – Екатеринбург: Изд-во колледжа, 2024. – 88 с.