

Задачи развития и совершенствования сварочных производств предприятий и организаций Республики Беларусь

Л. С. Денисов, д-р. техн. наук, председатель научно-производственной секции «Сварка и родственные технологии» Белорусского инженерного общества

Сварочные и родственные им технологии широко применяются практически во всех сферах деятельности человека и являются одним из базовых технологических процессов создающих материальную основу современного общества. Сегодня и в обозримом будущем это единственно надежный и эффективный способ быстро и качественно выполнять: разнообразные соединения металлических, неметаллических и композиционных конструкций, разделительную резку и обработку материалов, наплавку, защиту поверхностей изделий, машин, конструкций напылением и металлизацией.

На сегодняшний день в сварочном производстве республики занято более двухсот тысяч рабочих, инженеров и обслуживающего персонала; включая четырнадцать тысяч высококвалифицированных рабочих-сварщиков. Около полутора тысяч белорусских предприятий используют сварочные и родственные процессы при изготовлении готовой продукции и еще большее число при ремонтных и восстановительных работах. Ежедневно на объектах всех отраслей республики, сваривают, соединяют пайкой и склеиванием сотни тысяч различных соединений. На изготовление готовой продукции, ремонтные и восстановительные работы с применением сварочных и родственных им процессов и технологий расходуется около семидесяти пяти процентов потребляемого страной металлопроката. Ежегодно закупается более восьми с половиной тысяч единиц оборудования для сварки и термической резки, более тридцати тысяч тонн сварочных электродов, сварочной проволоки, различных газов, флюсов и припоев. При выполнении сварочных работ ежегодно потребляется около 2,5 млрд. кВт час электроэнергии. Более половины валовой национальной продукции изготавливается с применением

сварочных и родственных технологий.

Вместе с тем на фоне глобализации и жесткой конкурентной борьбе за рынки сбыта на первое место выдвигается качество продукции. Для сварочных производств – это достаточно сложный и проблемный вопрос. Прежде всего, процесс сварки играет особую роль при изготовлении продукции и

В международных стандартах ISO серии 9000 сварка квалифицируется как специальный процесс, результаты которого (степень соответствия сварных соединений установленным требованиям) нельзя в полной мере проверить контролем и испытаниями готовой продукции.

Эти стандарты могут применяться только ограниченно, так как они охватывают лишь частично факторы, влияющие на обеспечение качества сварки. Поэтому для управления качеством процесса сварки используются стандарты ISO 3834, учитывающие специальные требования.

Для обеспечения соответствия сварных конструкций заданным техническим требованиям при их производстве и эксплуатации необходимо предусмотреть механизмы надзора, управления и корректирующих воздействий при подготовке и реализации производственного процесса, начиная от этапа коммерческого предложения, анализа контракта, включая разработку, изготовление, контроль до сварки, во время сварки и после сварки, и заканчивая приемочными испытаниями.

относится к специальным процессам, требующим валидации* (СТБ ИСО 9001..2001, п.7.5.2). Валидация должна продемонстрировать способность процесса достигать запланированных результатов качества. Процесс сварки оказывает существенно влияние на все производственные процессы и особенно на качество соединений. Массовое производства сварных соединений должно отвечать требованиям надежности и работоспособности конструкций в целом и от качества

каждого соединения однозначно зависит качество всей продукции, ремонтируемых и восстанавливаемых машин, сооружений, трубопроводов и т.д.

По некоторым данным (Вести НАНБ, №2, 2007

* – Валидация (en validation; fr validation). Подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены, декларируемые свойства и характеристики подтверждаются, а поставленная цель (предназначение системы, комплекса, устройства и т.д.) достигнута.

г.) уровень брака в сварных соединениях, в силу целого ряда причин, на отдельных предприятиях и организациях достигает тридцати и более процентов. Затраты на исправление брака могут достигать 10-15 процентов от затрат на выполнение общего объема работ. Высокий процент брака существенно отражается на качестве продукции, повышается вероятность аварийности и техногенных катастроф с непредсказуемыми последствиями.

Современное мировое сообщество (как производители, так и потребители) повышают качество технологических и производственных процессов путем внедрения и сертификации систем качества на основе международных стандартов ISO-9001, ISO-3834 и др. Это достаточно эффективный инструмент предотвращения брака на стадии производства и готовой продукции в целом. В Беларуси для этих целей внедряются и сертифицируются системы менеджмента качества по СТБ ИСО 9001-2001 в национальной системе сертификации. Отдельные предприятия и организации сертифицируются с привлечением зарубежных фирм. Такой сертификат признается и другими странами. Вместе с тем при сертификации белорусских предприятий, имеют место серьезные упущения, относящиеся к сварочному производству.

Во-первых, сертификация не оказывает должного влияния на результаты работы сварочного производства — качество его продукции. Это объясняется тем, что предприятия, имеющие стандарт менеджмента качества (СМК), не выполняют п.7.5.2 СТБ ИСО-9001, а сертифицирующие органы и внутренний аудит не замечают этого недостатка. Поскольку процесс сварки по определению СТБ ИСО-9001 отнесен к специальному процессу, выполнение п.7.5.2 должно быть главенствующим и обязательным.

Во-вторых, в республике сегодня нет ни одного органа по сертификации сварочных производств в соответствии ISO-3834 (части 1,2,3,4,5,6). Данный международный стандарт полностью нацелен на сварочное производство и его упорядочение. Стандарт устанавливает требования к качеству сварки на трех уровнях, в том числе всесторонние требования. Например, в странах Западной Европы фир-

мы, где на качество продукции сварка оказывает влияние, не могут получить сертификат на СМК ISO 9001, не получив сертификата на соответствие ISO-3834.

Отсутствие сертификации сварочных производств по ISO-3834 и невыполнение п.7.5.2, к сожалению, блокирует активное освоение передовых сварочных технологий, развитие и прогресс сварочной науки и производства, останавливает раз-

витие сварочной отрасли. Несомненно, такая ситуация существенно влияет на качество выпускаемой белорусской продукции сегодня, снижает ее конкурентоспособность и должна тяжело отразиться на предприятиях и государстве в целом, при вступлении Республики Беларусь

в Всемирную торговую организацию, .

Для решения изложенных проблем по вопросам качества продукции сварочных производств (СП) необходимо: всем предприятиям, выполняющим сварочные работы, реализовать пункт 7.5.2 и уже к 2010 году начать внедрение и сертификацию СП по ISO-3834. Создать в республике орган по сертификации сварочных производств и начать обучение на семинарских занятиях технологов и руководителей сварочных работ по п.7.5.2 и системе ISO-3834. Разработать методики по учету и анализу качества процессов сварки, применительно к конкретному предприятию, с целью

систематического (ежедневного) определения результатов работы по качеству отдельного сварочного поста (сварщика), отдельного цеха (участка) и в целом по предприятию, организации, заводу, применительно к п.7.5.2 СТБ

Качество сварного соединения необходимо обеспечивать в процессе производства. Даже всеобъемлющее и тщательное контролирование невозможно улучшить качество сварных соединений.

Для того, чтобы сварные конструкции соответствовали установленному уровню качества и не причиняли серьезных проблем во время их производства и эксплуатации, необходимо обеспечить контроль, начиная со стадии проектирования, подбора материалов и заканчивая производством и дальнейшим контролем качества изделия.

Главными целями внедрения системы качества в сварочном производстве являются:

- постоянное улучшение качества выпускаемой сварочной продукции,
- повышение квалификации сотрудников всех уровней, работающих на предприятии в области сварки,
- освоение современных высокопроизводительных сварочных технологий.

ISO-9001 и ISO-3834. Наличие механизма учета и анализа качества СП указанные стандарты не предусматривают, но это позволит вести учет дефектности, анализировать дефектность и различные отклонения, устанавливать причины брака и виновника брака, проводить корректирующие воздействия и разрабатывать мероприятия по предупреждению брака, совершенствовать технологический процесс и факторы производства, что особенно важно при резком повышении качества в сжатые сроки.

ков, видом, количеством и размерностью дефектов. Следовательно, ДП или сочетание двух-трех причин можно описать структурной формулой дефектности:

$$ДП_i > \Sigma D_i = K_{пi} + K_{шi} + K_{нi} + \dots + K_{дi} \quad (5)$$

или

$$ДП_i > \Sigma L_i = K_{пi} + K_{шi} + K_{нi} + \dots + K_{L_i} \quad (6)$$

где:

ДП_i - доминирующая причина i-го фактора, i-ой совокупности, K_п, K_ш, K_н и т.д., статистические коэффициенты, характеризующие количество, протяженность и вид дефектов.

Соответственно формула дефектности может быть получена по всем частным показателям (Дб, Lб, Д0, L0). Аналогично получаем формулы статистической дефектности по отдельному исполнителю (сварщику), отдельному объекту, производственной организации и отрасли в целом.

Таким образом, устанавливаем: доминирующие факторы производства, вызывающие дефектность и их удельные веса; причинно-следственные связи дефектности с факторами производства. Каждому фактору соответствует определенный уровень дефектности; управляющая цепочка «фактор - причина - дефект» (Ф-П-Д), позволяющая по обратным связям количественно устанавливать причины дефектности с вероятностью P = (0.75-0.85).

ПЯТЫЙ ШАГ. Разработка адекватных объекту сварочных работ моделей для управления формированием и оптимизацией качества.

Формирование качества сварных соединений происходит в результате действия ряда факторов. При исследовании формирования качества сварного соединения (Kс), рис.1, были использованы схемы, состоящие из нескольких (рассматриваем пять) доминирующих факторов, установленных для конкретной области сварки с известными параметрами:

$$K_c > (\Sigma \Phi_i) > (\Phi_1 a_1, \dots, \Phi_n a_n); \quad (7)$$

Оценка Kс проводится по количеству, характеру и размерам дефектов. Схемы прослеживания процессов формирования качества сварного соединения по состоянию доминирующих факторов производства и их параметров показаны на рис. 1, 2.

В дальнейшем многофакторные и параметрические схемы трансформировались в модели для целей управления процессами и производством в системе качества по ИСО-9001.

Для представленных на рис. 1 и 2 параметрических моделей справедливо уравнение:

$$K_{вых} = F(K_{вх}; C_c; Y_B); \quad (8)$$

где:

K_{вых} — выходной уровень дефектности $\Sigma(D, L)_{вых}$;

K_{вх} — входной уровень дефектности $\Sigma(D, L)_{вх}$;

C_c — случайные помехи;

Y_B — управляющие воздействия.

Формирование входного качества K_{вх} и его оценка K_{вх} = (ΣDL) выполняется путем предварительной оптимизации факторов по параметрическим моделям, рис.2

Сущность управления качеством по модели, рис.1 заключается в сравнении K_{вых} с K_{зад} (расчетным). В случае K_{вых} > K_{зад} осуществляется регулирование (корректировка) технологических процессов и параметров факторов, обуславливающих K_{вых}. Алгоритм регулирования на основе имеющейся информации по K_{вых}, K_{вх}, C_c, Y_B закладываются в программу.

В общем случае формирование дефектов в реальном технологическом процессе описывается стохастической моделью, где суммарный показатель дефектности можно разложить на дефектность, вызванную систематическими погрешностями и на дефектность, вызванную случайными причинами.

На распределение показателя качества влияют, главным образом, систематические отклонения вызванные факторными параметрами. Общее распределение принимает ассиметричный характер за счет смещения среднего значения от заданного уровня. Это обстоятельство указывает на разладку технологического процесса. Для случайных отклонений величина центра распределения и размаха с течением времени остается неизменной.

Следовательно, чтобы осуществлять регули-

Рис. 1. Схема-модель исследования образования дефектности

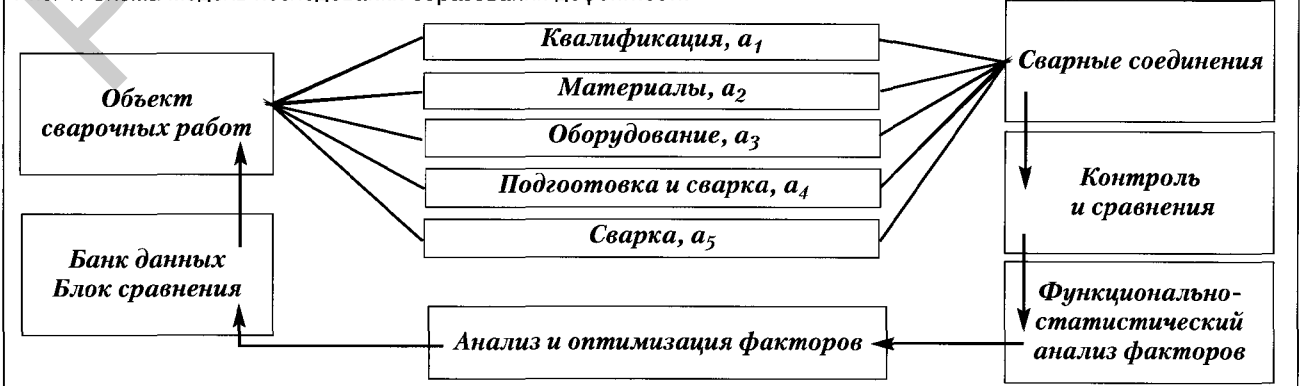


Рис. 2. Схема – модель исследования параметров фактора $\Sigma(D, I)$ – количество и протяженность дефектов



рование качества сварки на объекте необходимо анализировать алгоритм «Ф-П-Д» по обратным связям «дефект-причина-фактор» и производить корректирование технологии и условий производства. Эта задача и решается с помощью предложенной многофакторной модели, положенной в основу системы управления.

На предприятии обычно выявляется пять-семь доминирующих факторов, которые всесторонне исследуются для установления параметров, уровня дефектности и причин их. В результате проведенного анализа устанавливается

исходный уровень качества на выпускаемую продукцию и факторы, требующие совершенствования и инвестиций. В дальнейшем, исходя из состояния технического уровня для конкретных изделий, устанавливается, т.е. ежегодно планируется, контрольный уровень качества:

$$K_{\text{вых}} = (100 - B)\%; \quad (10)$$

где: B – статистический уровень брака.

Можно использовать для этих целей и другие показатели, например, ΣD , ΣI и т.д.

Выводы и предложения

1. Предложен механизм учета, анализа и корректировки процессов при управлении качеством сварочных работ в цехе, участке, рабочем месте.
2. Предложен механизм установления причинно-следственных связей, уровня дефектности (совершенства) в сварочных конструкциях от условий действующих факторов производства. Управляющая схема «Ф-П-Д» по обратным связям.
3. Внедрение новых эффективных способ сварки, управления процессами сварки и контроль сварных соединений на основе СТБ ИСО 3834 должны быть первостепенными приоритетами развития сварочного производства на предприятиях.
4. Качество и прогресс сварочного производства возможен только на основе разработки новых технологий и непрерывно анализа и совершенствования действующих технологических процессов.

5. Важной актуальной задачей на современном этапе, помимо проблемы качества является повышение квалификации специалистов (рабочих-сварщиков и ИТР), внедрение механизированных, автоматизированных способов сварки и робототехнических комплексов, позволяющих снизить зависимость процесса от человеческих факторов и резко повысить производительность и качество.
6. На действующих производствах необходимо выявлять дестабилизирующие факторы и устанавливать причины брака. Решение этой архиважной задачи позволит резко повысить качество сварных соединений, рост производительности и конкурентноспособность выпускаемой (ремонтируемой) продукции.