

11361628

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

Московского ордена Ленина, ордена Октябрьской революции и ордена
Трудового Красного Знамени высшее техническое училище имени
Н.Э.Баумана

На правах рукописи

ЧЕРНОУСОВ Владимир Алексеевич

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА
СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ НА МОНТАЖЕ, ВЫПОЛНЕННЫХ
РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКОЙ

Специальность 08.00.20 - Стандартизация и управление
качеством продукции (в том
числе по отраслям народного
хозяйства)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1980

Диссертационная работа выполнена в специализированном тресте СЕВКАВТЕХМОНТАЖ Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР.

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор ВОЛЧЕНКО В.Н.

Официальные оппоненты:

д.т.н. Райхман А.З

к.т.н., профессор Блинов А.Н.

Ведущее предприятие: трест "Ожтехмонтаж".

Защита диссертации состоится "13" октября 1980г.
на заседании Специализированного Совета К 053.15.16 по организации производства и стандартизации при МВТУ им. Н.Э.Баумана по адресу: 107005, Москва Б-5, 2-я Бауманская ул., дом 5.

Ваши отзывы на автореферат в 2-х экземплярах с подписью, заверенной печатью учреждения, просим направлять по указанному

адресу в библиотеку Московского
У.Э.Баумана.

10.11 1980г.

М 361628

Ю.Н.МЫМРИН

-80г. Объем I печ.л.
принт МВТУ им.Н.Э.Баумана.

M 361628

Актуальность. Несмотря на существенные достижения в развитии сварочной техники и технологии, более 70% работ по сварке в строительстве осуществляют с помощью ручных способов, из которых около 2/3 приходится на сварку трубопроводов. Современные технологические трубопроводы работают в сложных условиях (высокие температуры и давления, агрессивные среды). Поэтому к качеству их изготовления предъявляют высокие требования. Тем не менее до проведения данных исследований средний уровень брака сварочных работ на объектах треста СЕВКАВТХМОНТАЖ достигал иногда 25-30%. Низкое качество сварки приводит к тому, что потери, связанные с переделкой брака по строительно-монтажному тресту составляют более 125 тыс. рублей в год, или до 12-15% всей стоимости работ по сварке трубопроводов. Кроме того, из-за наличия дефектов имеют место аварии, приносящие значительный экономический ущерб. Например, остановка технологической линии одного из химкомбинатов привела к ущербу в размере около 1,5 миллиона рублей, а затраты на ремонтные работы составили свыше 500 тыс. рублей.

Высокий уровень брака при сварке объясняется прежде всего, сложностью выполнения собственно процесса сварки труб, а также зависит от самого сварщика. Предварительными исследованиями автора было установлено, что сварщики, имеющие один и тот же разряд при прочих равных условиях, обеспечивают различный уровень качества, который может составлять от 1,5 до 3 баллов. По классификации, предложенной проф. Волченко В.Н., качество сварки оценивали по 5-ти балльной системе. При этом наивысшим считали 1-ый балл.

По данным советских и зарубежных специалистов и исследованиями автора установлено, что фактическая квалификация сварщика, а следовательно уровень качества сварки существенным образом зависит от работоспособности сварщика. Поэтому исследование причин, обуславливающих качество сварки на монтаже и разработка способов снижения уровня брака — достаточно важная задача.

Цель работы. Повышение качества сварки и производительности контроля за счет создания системы управления качеством, основанной на установлении взаимосвязей между выходным уровнем качества и профессионально-трудовыми показателями (ПТП) исполнителей. ПТП

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1361628

Черноусов В.А. Разработка и

включают фактическую работоспособность, разряд и квалификационный стаж сварщика.

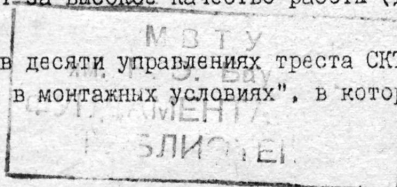
Примечание: Работоспособность фактическая (Рф) по медико-физиологическим показателям - это способность организма выполнять работу определенной категории тяжести. Медико-физиологическими показателями являются: сила, выносливость, реакция, координация и др., которые измеряют в относительных единицах. Максимальная фактическая работоспособность равна 100 условным относительным единицам.

Методы исследования. Поставленные задачи решали теоретически и экспериментально с применением корреляционного и регрессионного анализа и теории принятия решений. При оценке ПТП использована теория интегральной оценки медико-физиологических показателей при физическом и умственном труде.

Научная новизна. На основе экспериментально-теоретических исследований впервые разработана система регулирования качества работы сварщиков на монтаже. Система позволяет устанавливать причины появления дефектов в швах и определять функционально оперативные связи для их устранения. При этом установлена зависимость выходного уровня качества от ПТП, которая описана линейным уравнением при коэффициенте корреляции 0,85. Установлено, что для обеспечения сварки с высоким баллом качества (1-2) показатель работоспособности должен быть 65-95 отн.единиц, а квалификационный стаж составлять 6-9 лет. Разработана также методика назначения объемов приемочного контроля, по которой объем выборки определяют не только статистически обоснованным числом испытаний, но и значениями двух коэффициентов: работоспособности и пространственного положения шва.

Практическая ценность. Получена вероятностная номограмма связывающая ПТП сварщиков и уровень выходного качества требуемый при изготовлении конструкций. Разработана и опробована "Методика профессионального отбора, обучения и оценки квалификации сварщиков", которая позволяет: подготовить сварщиков высокой квалификации за оптимально короткий срок, более объективно оценивать их исполнительское мастерство по разработанным критериям, ввести четкую систему доплат за высокое качество работы (доплата "за балльность").

Разработана и внедрена в десяти управлениях треста СКТМ "Методика выборочного контроля в монтажных условиях", в которой, в



отличие от известных методик, определяют объем выборки с учетом фактической квалификации исполнителя и пространственного положения шва.

Разработаны и внедрены "Рекомендации по управлению качеством ручной дуговой сварки в монтажных условиях", позволившие снизить уровень брака в 2-3 раза и получать экономический эффект в размере до 120 тыс. рублей в год. Новая система управления качеством сварки подготовлена к внедрению в организациях Минмонтажспецстроя СССР.

Апробация работы. Основные научные и практические результаты докладывались на двух Всесоюзных конференциях по управлению качеством сварки на монтаже в г.Минске (1974, 1980 гг.), на научном семинаре кафедры "Машин и автоматизация сварочных процессов" МВТУ им.Н.Э.Баумана (1978 г.), на секции сварки ВНИИМонтажспецстроя (1977 г.), во ВНИИСт (1977 г.) и на семинарах управлений треста.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 120 стр. машинописного текста и состоит из введения, пяти глав и общих выводов. В работе содержится 31 рис., 13 табл., список литературы из 44 наименований и приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе выполнен анализ способов контроля, а также видов и норм допустимых дефектов, причин их возникновения.

Одним из основных резервов повышения качества сварки является научно-обоснованная система назначения способов и планов контроля. Проведенный анализ существующей системы контроля качества сварки трубопроводов показал отсутствия единых принципов при назначении методов и объемов контроля на однотипную продукцию по различным правилам контроля (ПК). На основе сравнительных исследований технико-экономической эффективности различных методов контроля, выполненных Волченко В.Н., Гурвичем А.К., Райхманом А.З., Яблоником Л.М., Химченко Н.В. и др., а также собственных исследований была предложена методика назначения способов и объемов контроля. В качестве основного метода обнаружения внутренних дефектов в сечении шва рекомендована ультразвуковая дефектоскопия и частично (нержавеющие стали и соединения из углеродистых сталей толщиной ≤ 4 мм) радиография. Для изделий, работающих под давлением, а также швов, выполняемых аустанитными электродами, на

первом этапе необходимо осуществлять капиллярную дефектоскопию первого слоя корня шва. Такая необходимость вызвана тем, что около 70% всех трещин возникают при сварке первого слоя корня шва.

В процессе исследования было установлено, что уровень брака в ряде случаев искусственно завышается из-за "жесткости" действующих норм на допустимые дефекты. На практике это приводит к забракованию соединения и дальнейшей вырубке дефектного участка, в котором обнаружен незначительный дефект, считающийся недопустимым по отдельным ПК. Анализом установлено, что по различным ПК для одних и тех же изделий нормы допустимых дефектов отличаются в 3-10 раз, а нормы допуска задаются различными показателями (абсолютный размер дефекта, количество и размер дефектов, количество дефектов на длине шва, относительная величина дефекта и т.д.).

Так как исследуемые конструкции работают в основном при статических нагрузках ($\sim 98\%$), на основании работ Румянцева С.В. и Макарова И.И. в качестве показателя нормы допустимости дефекта рекомендован его относительный размер. Подобный принцип заложен в японских нормах и предусматривает изменение относительной величины допустимого дефекта пропорционально толщине сварного соединения.

Выполненные нами ранее работы по совершенствованию технологии сварки и методов контроля не обеспечили в необходимой мере повышения требуемого уровня качества. Необходимо было выяснить, какие дефекты возникают при сварке трубопроводов, найти причины их образования и способы предупреждения. На основе статистического анализа результатов радиографического контроля более 2000 участков и частичного вскрытия (100 уч.) нами построены вероятностные распределения по видам и размерам встречающихся дефектов. Установлено, что основными дефектами исследуемых стыков труб являются шлаковые включения (32%), поры (37%) и непровары ($\sim 31\%$). При этом распределение размеров пор и шлаковых включений описывается нормальным законом, что указывает на действие случайных причин их образования. Распределение длины непровара не подчиняется какому-либо известному закону, что свидетельствует о воздействии закономерных факторов, вызывающих непровары. Замечено, что брак конструкций вызван в основном (65%) образованием непроваров.

Исследование дефектности и брака показало, что при сварке трубопроводов в условиях монтажа действуют несколько причин образования дефектов и по признакам, зависящим от сварщика, их можно разделить на две группы:

1. не зависящие от сварщика, условно названные организационными, объективными и случайными;

2. зависящие от сварщика, условно названные индивидуальными.

Организационные причины включают неисправность оборудования, низкое качество подготовки под сварку, несовершенство нормативно-технической документации, условия сборочно-сварочных работ.

Объективные — низкое качество исходного материала и электродов.

Случайные — колебания режимов сварки, внешние возмущения.

Индивидуальные — работоспособность, квалификация сварщика, квалификационный стаж.

Для установления влияния каждой из названных причин на качество технологического процесса была применена следующая методика дифференциации причин:

а) анализ карт учета качества, в которых фиксируются данные, необходимые для установления причин дефектности;

б) анкетный опрос сварщиков по определенной закодированной форме, в которой в качественном виде фиксировались работоспособность и квалификация исполнителя, вопросы организации сварочных работ и предполагаемые причины дефектов;

в) анализ радиограмм;

г) метод исключения индивидуальных причин.

При использовании первых двух методов причина образования дефекта устанавливалась путем последовательного исключения заведомо известных факторов. Оба метода не позволяют в ряде случаев в явном виде устанавливать причину дефекта.

Суть третьего метода состояла в анализе радиограмм, полученных при просвечивании образцов или готовых изделий, в которых на предварительном этапе заведомо исключалось влияние определенных факторов и устанавливалось действие других причин.

Например, для установления влияния индивидуальных причин готовились образцы под сварку в строгом соответствии с инструкцией и после проведения тщательного предварительного контроля производилась сварка образцов двумя сварщиками, имеющими различные показатели работоспособности или квалификации. В процессе

эксперимента было замечено, что сварщики, имеющие один и тот же разряд и производительность, но различные показатели работоспособности, показывают различное качество к концу смены (примерно за 2 часа до окончания работ).

С целью исключения влияния индивидуальных причин на образование дефектов производили автоматическую сварку под флюсом около 500 стыков, а затем определяли виды и размеры встречающихся дефектов. Анализ качества сварки этих стыков показал, что основными дефектами при автоматической сварке под флюсом являются протяженные непровары (200-250 мм) и цепочки пор. При ручной сварке дефекты подобного типа, как правило, не встречаются, и, если они имели место, то причиной их образования считались организационные или объективные факторы.

Анализируя качество работы II7 сварщиков и дифференцируя причины образования дефектов по изложенной выше методике, установили, что основной причиной появления непроваров (~44%) и шлаковых включений (~40%) являются ПТП сварщиков. Образование пор вызвано в первую очередь действием организационных причин и случайных явлений.

Следует особо отметить, что доля брака по индивидуальным причинам составляет более 70% от общего уровня брака.

Организационные и объективные причины могут быть устранены совершенствованием структуры службы по управлению качеством, а дефектность, вызванная случайными факторами, может служить основанием при расчете базового уровня качества сварки в монтажных условиях.

Индивидуальные причины, оказывающие доминирующее влияние на качество сварки трубопроводов, требуют более детальных исследований.

Вторая глава посвящена исследованию влияния ПТП сварщиков на качество работы.

В существующих правилах аттестации сварщиков их квалификация оценивается по трехбалльной шкале (на практике, как правило, подменяется двухбалльной). Эта шкала оказалась неприемлемой для оценки квалификации, т.к. она не позволяет установить более точную количественную разницу в уровне качества. Поэтому в работе использовалась 5-ти балльная шкала, принятая в странах СЭВ и детально разработанная в трудах МВТУ.

При анализе ПТП, рассматриваемых в настоящей работе, в качес-

тве оценочного критерия каждого показателя был принят средний балл качества одного сварщика (B) и группы сварщиков ($\bar{B}$).

Средний балл качества каждого сварщика определяли по соотношению:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^s i m_{ie}}{\sum m_{ie}} \quad (1)$$

где i - балл качества

m_{ie} - количество стыков каждого сварщика, оцененных i -м баллом, для e - интервала группы.

Средний балл качества группы сварщиков с определенным интервалом работоспособности вычисляли по формуле:

$$\bar{B} = \frac{\sum_{i=1}^N B_{ie}}{N} \quad (2)$$

где N - число сварщиков в интервальной группе.

Среднее квадратическое отклонение (σ) баллов качества совокупности сварщиков вычисляли по формуле:

$$\sigma(\bar{B}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\bar{B}_i - \bar{B})^2}{N}} \quad (3)$$

По установленным критериям анализировали качество сварки 117 сварщиков 4-6 разряда, имеющих работоспособность 96-25 отн.единиц при стаже работы от 3 до 30 лет.

На основе выполненных исследований установлено, что качество сварки в монтажных условиях существенным образом зависит от ПП сварщика. Наиболее высокое качество достигается, когда фактическая работоспособность сварщика лежит в интервале от 70 до 95 отн.единиц при стаже работы от 6 до 9 лет. Сварщики, имеющие работоспособность не более 50 отн.ед., а стаж более 13 лет, в большинстве своем не могут обеспечить выполнение работ выше 3,3 балла (4 разряд). Это объясняется тем, что с течением времени происходит снижение выносливости организма, мышечной силы, ухудшение координации движения и потеря остроты зрения.

Было также замечено, что из всего количества сварщиков, окончивших технические училища и приступивших к работе на монтаже, только 10-15% подтверждают присвоенный им разряд, а по истечении некоторого срока их трудовой деятельности (2 года), только 50% могут достичь квалификации, соответствующей 5 и 6 разряду. У ряда рабочих, допускаемых к выполнению сварочных работ в условиях

монтажа, отсутствовали необходимые ПТП.

Чтобы исключить имеющиеся несовершенства в работе, предлагается комплексная, научно-обоснованная система отбора, обучения, аттестации и расстановки сварщиков. Сущность этой системы состоит в том, что на первом этапе производится отбор кандидатов в сварщики. Он включает проверку работоспособности, рецепторной и эмоциональной сфер и психо-технический отбор.

Одним из основных показателей, определяющих пригодность кандидата в сварщики, является работоспособность. На основе учета суммы биологически значимых факторов, принимая интегральный коэффициент тяжести труда равный 60 баллам, была рассчитана необходимая работоспособность для лиц, допускаемых ко второму этапу. Установлено, что для обеспечения хорошего качества сварочных работ в условиях монтажа в течение длительного периода времени необходимо, чтобы кандидаты в сварщики имели на первоначальном этапе работоспособность не менее 87 отн.ед. Проверку рецепторной и эмоциональной сфер, психо-технический отбор осуществляют по методике НИИтруда, а состояние зрительно-двигательной координации по методике Георгиева Г.И. или НИИтруда.

На втором этапе отобранные кандидаты в сварщики проходят теоретическую и практическую подготовку и в заключение должны заварить контрольные стыки в условиях, приближенных к реальным. В отличие от существующей методики, устанавливающей дискретное число образцов равное 2, в работе предлагается назначать необходимое число образцов в зависимости от определенного уровня надежности:

$$n_0 = Z_{\gamma} \frac{\sigma^2}{\sigma_z^2}, \quad (4)$$

где Z_{γ} - доверительная вероятность;

σ^2 - генеральная дисперсия, известная из истории качества;

σ_z^2 - выборочная дисперсия.

Применительно к условиям монтажа и в зависимости от значения доверительной вероятности $n = 4 - 13$ шт.

На третьем этапе происходит накопление производственного опыта и повышение мастерства сварщиков. В соответствии с существующими положениями и на третьем этапе через определенный промежуток времени (6 мес.) сварщики обязаны проходить квалификационные испытания. На этом этапе должны устанавливать фактическую работоспособность, квалификацию и определять более оптимальные

условия работы. В работе впервые предлагается методика назначения числа образцов для квалификационных и приемочных испытаний, учитывающая показатель работоспособности и пространственное положение шва. В общем виде необходимое число образцов должно выбираться по соотношению

$$n = n_0 \cdot K_p \cdot K_n \quad (5)$$

где K_p - коэффициент, учитывающий показатель работоспособности, $K_p = 0,033 \cdot \text{Рф}$;

K_n - коэффициент, учитывающий положение шва в пространстве, $K_n = 0,4 - 1,0$.

Применения разработанной методики позволяет сократить объем приемочного контроля в 5-10 раз.

В третьей главе на основе множественного корреляционно-регрессионного анализа исследовалось влияние основных ПТП (разряда "R" и фактической работоспособности "Рф" на показатель качества "В". На основе анализа многочисленных статистических данных дефектности сварных соединений была выдвинута гипотеза о линейной связи между фактор-функцией $x_1(V)$ и фактор-аргументами $x_2(R)$ и $x_3(\text{Рф})$. Эту связь записывают в следующем виде:

$$\hat{x}_1 = b_0 + b_{12} x_2 + b_{13} x_3 \quad (6)$$

где b_0 , b_{12} и b_{13} - коэффициенты уравнения регрессии.

Установление вида связи сводится к определению коэффициентов уравнения регрессии, которые находят по формулам:

$$b_{12} = \frac{r_{12} - r_{13} \cdot r_{23}}{1 - r_{23}^2} \cdot \frac{Sx_1}{Sx_2} \quad (7)$$

$$b_{13} = \frac{r_{13} - r_{12} \cdot r_{23}}{1 - r_{23}^2} \cdot \frac{Sx_1}{Sx_3} \quad (8)$$

где r_{12} , r_{13} и r_{23} - коэффициент парной корреляции между факторами x_1 , x_2 и x_3 ;

Sx_1 , Sx_2 и Sx_3 - средние квадратические отклонения соответственно факторов x_1 , x_2 и x_3 ;

Значение коэффициента b_0 находят из уравнения

$$b_0 = \bar{x}_1 - b_{12} \bar{x}_2 - b_{13} \bar{x}_3 \quad (9)$$

где $\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$ и $\bar{x}_3$ - средние значения факторов x_1 , x_2 и x_3 .

Определив численные значения b_0 , b_{12} и b_{13} и подставив их в уравнение (6), получили математическую зависимость между выходным уровнем качества (баллом качества) и основными ПТП, которая имеет следующий вид:

$$B = 7,75 - 0,516R - 0,0336 Pq \quad (10)$$

Проверка адекватности уравнения регрессии по критерию Фишера показала, что полученное уравнение регрессии (при уровне значимости $\alpha = 0,05$) не противоречит опытным данным. Вычисленное для установления тесноты связи значение множественного коэффициента корреляции (0,85) показывает, что связь между показателем качества, квалификацией сварщика и фактической работоспособностью достаточно тесная.

Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии, коэффициентов парной корреляции и частных коэффициентов корреляции показала, что все они значимы (при уровне значимости $\alpha = 0,05$).

При этом анализ квантилей коэффициентов уравнения регрессии показывает, что фактическая работоспособность оказывает на выходной уровень качества большое влияние по сравнению с разрядом сварщика.

Из анализа уравнения (10) видно, что балл качества с увеличением разряда сварщика и показателя фактической работоспособности имеет тенденцию к уменьшению т.е. к увеличению выходного уровня качества. Решение этого уравнения позволило в дальнейшем получить вероятностную номограмму по расстановке сварщиков в зависимости от их ПТП и требуемого уровня качества.

Четвертая глава. Помимо комплексного исследования зависимости квалификации сварщиков от ПТП, в работе изучались взаимосвязи между отдельными ПТП. В частности исследовались зависимости разряда сварщика от его работоспособности и стажа, которые в общем виде описываются полиномом четвертой степени, что характеризует "скорость" присвоения разряда в течение всего периода его работы.

На основе анализа этих зависимостей установлено, что "скорость" присвоения разрядов не отражает реального соотношения между фактической работоспособностью и квалификацией сварщика. Замечено, что наибольшая скорость роста разрядов достигает у сварщиков, которые имеют уже недостаточную работоспособность (Pq 55 отн. ед.), но большой стаж практической работы (более 12-15 лет). В то же время характерна замедленная скорость присвоения разрядов

у сварщиков, имеющих наиболее эффективные показатели ПТП. Такое несоответствие объясняется несовершенством существующей методики аттестации сварщиков. В работе предложены оптимальные ("желаемые") кривые скорости роста разрядов, которые показывают, что наибольший рост разрядов должен быть у сварщиков, имеющих Рф 75 отн. ед. и стаж работы 6-9 лет, обеспечивающие наиболее высокое качество. Предлагается повысить коэффициент использования сварщиков с указанными показателями, т.к. в настоящее время в обследованных управлениях он составляет 0,3.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали, что действующая в настоящее время система расстановки сварщиков по рабочим объектам не всегда удовлетворяет требованиям производства. С одной стороны не эффективно используют реальные возможности сварщиков, с другой стороны - не обеспечивают необходимый уровень качества изготовления сварных конструкций.

С целью устранения существующего несоответствия нами разработана вероятностная номограмма, связывающая ПТП сварщиков и требуемый уровень качества при изготовлении конструкций определенной категории (рис.1). Номограмма обеспечивает принятие правильного решения по указанным показателям с вероятностью 0,85. Номограмму используют следующим образом (см. рис.). Задавшись определенным классом инспекции (категорийности) конструкции, восстанавливаем перпендикуляр на $N'P'$ до пересечения с линией $A'N$. Затем из полученной точки проводим прямую, параллельную линии AA_1 до пересечения с AN , что позволяет установить, каков должен быть оптимальный стаж у сварщика. Из точки пересечения проводим линию, параллельную AN до пересечения с прямой $A'A$. Это позволит нам установить, какова должна быть работоспособность сварщика при выбранном стаже, чтобы обеспечить требуемый уровень качества. Данная номограмма позволяет осуществлять и обратную процедуру: зная работоспособность сварщика, его квалификацию и стаж работы, можно определить наиболее оптимальные условия его работы. Сварщиков с большим опытом, но с пониженными по сравнению с нормой показателями работоспособности, целесообразно использовать на работах с более легкими условиями труда (работа на заводах монтажных заготовок, установках для механизированной сварки). В этом случае они могут поддерживать высокий уровень качества в течение всей рабочей смены.

В пятой главе рассмотрены вопросы совершенствования норма-

тивно-технической документации и служб контроля. Внедрение теоретических и практических результатов, полученных в работе невозможно без содействия существующих служб контроля.

В настоящее время в монтажных условиях известны две разновидности служб контроля качества: строительные-монтажные сварочные лаборатории (СМСЛ), организованные при монтажных управлениях и СМСЛ при трестах. В результате анализа было установлено, что работа лабораторий, созданных при управлениях, наименее эффективна. Это объясняется следующими причинами. Вследствие малочисленности контролеров (2-4 чел.) лаборатории не могут осуществлять предупредительный контроль, а проводят только приемочный контроль. Причем производительность лабораторий при управлениях в 1,5-2 раза ниже, чем в более крупных лабораториях при трестах, насчитывающих от 10 до 30 человек. Вследствие плохой технической и методической оснащенности лабораторий при управлениях многие подведомственные им объекты контролируются нерегулярно, а в ряде случаев контроль отсутствует совсем. Одним из недостатков существующих лабораторий является их функциональная и административная зависимость от служб сварки, что мешает им вскрывать объективную картину качества и осуществлять действенное его регулирование. На основе анализа структуры служб контроля различных предприятий (ЗиЛ, 1-й Московский часовой завод и др.), с использованием передового опыта служб управления качеством, действующей в тресте "Белпромналадка", в тресте "СХИМ" создано бюро управления качеством (БУК) с подчинением заместителю главного инженера.

Основные задачи БУК:

- а) анализ качества сварки;
- б) установление причин брака;
- в) предупреждение появления брака с помощью организационных, технических и экономических мероприятий.

Для решения этих задач разработана и в ряде управлений реализована функциональная взаимосвязь БУК со всеми подразделениями треста и управлений. Лаборатории контроля в ходе выполнения сварочных работ проводят учет качества их выполнения каждым сварщиком. Эти данные поступают в БУК, где их анализируют, обрабатывают и устанавливают причины брака. После этого полученные результаты поступают в монтажные управления, а также управляющему и главному инженеру треста для принятия решений, уста-

новления премиальных сумм и т.п.

С целью систематизации и повышения оперативности сбора и учета информации необходимо было разработать единые формы учета качества сварочных работ. Это вызвано тем, что существующая документация на проведение монтажно-сварочных работ в ряде случаев регламентирует противоречивые требования к качеству сварочных работ. Например, при строительстве одного из объектов заказчик вынужден производить приемку монтажных работ по пяти нормативным документам. При этом основным показателем, по которому устанавливают требования на приемку монтажно-сварочных работ — давление пара по различным документам имеет нормативные значения, отличающиеся в 1,5–2 раза. Отсутствие единых требований в документации не позволяет объективно подойти к рациональной расстановке сварщиков на рабочие объекты и сформулировать однозначные требования к качеству сварных швов. Для устранения имеющегося несоответствия нами проведен анализ отечественных и зарубежных документов и разработаны рекомендации по унификации исполнительской документации. С этой целью в работе предлагается заменить "Журналы сварочных работ" на "Карты учета качества монтажно-сварочных работ" (КУ-2). Формы КУ-2 содержат необходимую информацию по сварке и контролю, и их применение исключает необходимость использования ряда форм и заключений.

Известно, что в существующих "Проектах производства работ" (ПТР) отсутствуют необходимые сведения по сварке, термообработке и контролю. В них дается ссылка на специальные технические условия (ТУ), которых на объектах, практически, нет. В результате слесарь, сварщик или монтажник не получает необходимых сведений по всему технологическому процессу изготовления конструкций. С этой целью в работе предлагается специальная форма КС, в которой излагаются в ясной и доступной форме рекомендации по производству сварочных работ на объекте.

Внедрение части выполненных разработок было начато в 1974 г. в трех монтажных управлениях, в которых на изначальный период уровень брака был одинаков. Одновременно анализировалось качество сварки в двух других управлениях, в которых система не внедрялась. В результате анализа было установлено, что в первых трех управлениях достигнуто резкое снижение уровня брака (в 2 раза), а в двух других брак продолжал оставаться на постоянном уровне. Начиная с 1977 г., разработанная система управления качеством

была внедрена в 10 монтажных управлениях. Было достигнуто снижение уровня брака по тресту на 15%, а в отдельных управлениях на 25%. Это позволило в конечном итоге существенным образом снизить число исправлений и связанные с этим затраты на переделку забракованных сварных швов.

Решением научно-технического совета Минмонтажспецстроя СССР разработанная система управления качеством работ при сварке с 1973г. рекомендована к внедрению во всей отрасли.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Проведенный комплекс экспериментально-теоретических исследований позволил разработать и внедрить систему управления качеством ручной дуговой сварки на монтаже, которая дает возможность устанавливать причины появления дефектов в швах. Определены функционально-оперативные связи для устранения дефектов.

2. Статистическим анализом дефектов установлено, что при сварке стыков трубопроводов на монтаже в швах образуются в основном поры (~87%), шлаковые включения (~32%) и непровары (~31%). Брак конструкций в основном (~65%) вызван образованием недопустимых непроваров.

3. Установлено, что образование дефектов вызывают четыре основные причины: организационные, объективные, случайные и индивидуальные. При этом доминирующей причиной появления дефектов недопустимого размера являются индивидуальные. Доля брака (исправлений) по индивидуальным причинам составляет более 70%.

4. Впервые получена математическая зависимость выходного уровня качества от ПТП, которая описана линейным уравнением с коэффициентом корреляции равным 0,85. Установлено, что для обеспечения сварки с высоким баллом качества (1-2) показатель работоспособности должен быть равным 65-95 отн. ед., а квалификационный стаж сварщиков составляет 6-9 лет.

5. Предложена и внедрена комплексная методика отбора, обучения и оценки квалификации сварщиков, позволяющая отобрать кандидатов в сварщики с такими показателями работоспособности, которые при получении соответствующей квалификации будут обеспечивать необходимый уровень качества. Рекомендована система доплат сварщикам за высокое качество работы.

6. Разработана методика назначения объемов приемочного контроля, которая в отличие от известных методик учитывает зависи-

мость объема выборки от работоспособности сварщика и пространственного положения шва. Установлено, что объем выборки должен определяться произведением трех величин: статистически обоснованного числа испытаний, коэффициента работоспособности и коэффициента пространственного положения шва. Применение разработанной методики позволяет снизить объемы контроля в 5-10 раз при той же достоверности оценки качества.

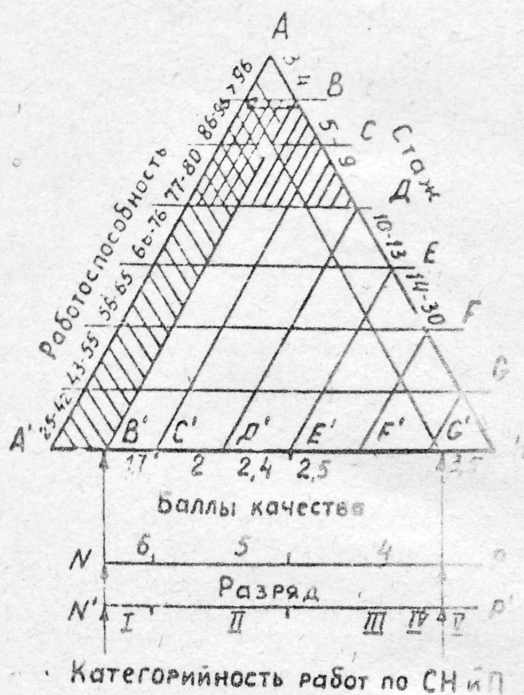
7. На основе экспериментально-теоретических исследований построена вероятностная номограмма, связывающая ПТП сварщиков и уровень выходного качества, требуемый при изготовлении конструкций. Данная номограмма является предпосылкой для рациональной расстановки сварщиков и служит неотъемлемой частью общей системы регулирования качества работы сварщиков на монтаже.

8. Разработаны и внедрены в 10 монтажных управлениях "Рекомендации по управлению качеством ручной дуговой сварки в монтажных условиях", применение которых позволило снизить уровень брака более чем в 2 раза и получить экономический эффект в размере около 120 тыс. рублей в год.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Проданец Ю.М. и др. О статистическом контроле качества сварки /Проданец Ю.М., Черноусов В.А., Околенов А.Н. Монтажные и специальные работы в строительстве, 1975, №9, с.22-23.
2. Черноусов В.А., Проданец Ю.М. О достоверности ультразвукового контроля на монтаже. Монтажные и специальные работы в строительстве, 1976, №7, с. 13-14.
3. Волченко В.Н. и др. Сравнение отечественных и зарубежных норм по качеству сварных соединений на монтаже /Волченко В.Н., Черноусов В.А., Проданец Ю.М. Монтажные и специальные работы в строительстве, 1977, №3, с.19-21.
4. Черноусов В.А. Временные рекомендации по управлению качеством ручной дуговой сварки на монтаже. Трест СЕВКАВТЕХМОНТАЖ, 1978.
5. Черноусов В.А. и др. Об оценке квалификации сварщиков, работающих на монтаже ручным дуговым способом /Черноусов В.А., Волченко В.Н., Алешин Н.П. Сварочное производство, 1979, №11, с. 24-25.
6. Черноусов В.А. Управление качеством труда сварщиков на монтаже. Монтажные и специальные работы в строительстве, 1979, №10, с. 21-22.

7. Черноусов В.А. Анализ профессионально-трудовых показателей сварщиков ручной дуговой сварки. - Научно-технический реферативный сборник Министерства монтажных и специальных строительных работ. Выпуск 5, с. 19-23.



Номограмма связи работоспособности и стажа с квалификацией сварщика