

01202549

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР
МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧИЛИЩЕ им.БАУМАНА

НЕ НА ДОМ
ВЫДАЕТСЯ

На правах рукописи

ДИКУН Вадим Николаевич

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ
АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ БИМЕТАЛЛА
16ГС+Х17Н13М3Т ПОД ФЛЮСОМ
С ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫМИ
ПОРОШКАМИ МЕТАЛЛОВ**

(05. 04.05.-Машины и технология сварочного производства)

(Диссертация написана на русском языке)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва-1973

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР
МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧИЛИЩЕ им.БАУМАНА**

На правах рукописи

ДИКУН Вадим Николаевич

М 202549

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ
АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ БИМЕТАЛЛА
16ГС+Х17Н13М3Т ПОД ФЛЮСОМ
С ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫМИ
ПОРОШКАМИ МЕТАЛЛОВ**

(05.04.05.-Машины и технология сварочного производства)

(Диссертация написана на русском языке)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1202549

Дикун В.Н. Исследование с

Москва-1973

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте по монтажным и специальным строительным работам.

Научный консультант — доктор технических наук, профессор В.В.ФРОЛОВ.

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, доцент О.И.СТЕКЛОВ.

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник Г.И.ГЕРАСИМЕНКО.

Ведущее предприятие — ЦНИИПроектстальконструкция

Автореферат разослан " 1978 г.

Защита диссертации состоится " 1978 г.

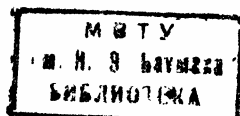
в часов на заседании Совета
МВТУ им.Н.Э.Баумана, по адресу: г.Москва, 107005, 2-я
Бауманская, 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
МВТУ им.Н.Э.Баумана.

Ваши отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью, просим направлять по указанному адресу.

Ученый секретарь Совета

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ



Директивами XXIV съезда КПСС по девятому пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР предусматривается рост выпуска продукции химической и нефтехимической промышленности в 1,7 раза. Развитие этих отраслей неразрывно связано с расширением использования коррозионно-стойких материалов — хромоникелевых сталей, биметаллов с плакирующим хромоникелевым слоем и другими сплавами.

Отечественный и зарубежный опыт проектирования, изготовления и эксплуатации химической, нефтехимической и целлюлозно-бумажной аппаратуры и энергетических установок свидетельствует о том, что хромоникелевая аустенитная сталь может быть заменена биметаллом, это позволяет значительно снизить расход хромоникелевой стали.

Подавляющее большинство биметалла предназначается для изготовления сварных конструкций крупногабаритного оборудования и аппаратов, которые поставляются на монтаж в виде отдельных заготовок, которые имеют подготовку кромок под ручную сварку штучными электродами. Это обусловлено проектами на оборудование, а в ряде случаев и непосредственно технологическими трудностями выполнения специальной разделки (заготовки сферического резервуара).

Целью настоящей работы являлась разработка метода автоматической сварки плакирующего слоя биметалла, позволяющего выполнять соединение за один проход без специальной разделки кромок, и создание соответствующих сварочных материалов.

Работа состоит из введения, шести глав, выводов,

библиографии и приложений.

В первой главе излагается современное состояние вопроса сварки плакирующего слоя биметалла и разнородных сталей. Отмечается, что исследованиями Асниса А.Е., Герасименко И.Н., Земзина В.Н., Кармазинова Н.П., Каховского Н.И., Кузмака Е.М., Красулина Ю.Л., Любавского К.В., Лившица Л.С., Медовара Б.И., Пальчука И.Ю., Петрова Г.Л., Ратина Ф.А., Тимофеева И.М., Шоршорова М.Х., Юнгера С.В. и др. определены условия, которые обеспечивают получение требуемых механических и специальных свойств сварного соединения. К их числу относятся: разделка кромок, способствующая полному провару соединения, уменьшение расплавления основного металла, разделная сварка слоев и ее строго определенная последовательность при использовании соответствующих сварочных материалов.

В этих целях для автоматической сварки плакирующего слоя применяется специальная разделка кромок со снятием плакирующего слоя на определенную ширину, используется расщепленный электрод, сварка осуществляется в два прохода с применением двух марок высоколегированных проволок; первый проход выполняется электродной проволокой с высоким запасом аустенитности для создания переходного высоколегированного шва.

Для сварки плакирующего слоя за один проход и обеспечения требуемого химического состава металла шва автором обосновывается введение в сварочную ванну высоколегированного порошка металлов.

В соответствии с изложенным были сформулированы следующие задачи работы:

1. Теоретическое обоснование введения высоколегированного порошка в сварочную ванну для сварки плакирующего слоя за один проход.

2. Разработка марок высоколегированных порошков однородных по составу и форме частиц, исследование их свойств и методов введения в сварочную ванну.

3. Исследование технологических и металлургичес-

ких вопросов сварки под флюсом по слою высоколегированного порошка металлов.

4. Исследование состава металла шва плакирующего слоя, выполненного за один проход и его влияние на стойкость против межкристаллитной коррозии и на механические свойства биметалла.

5. Разработка оборудования и технологии автоматической сварки плакирующего слоя за один проход и внедрение в производство результатов исследований.

Исследования проводились при сварке плакирующего слоя биметалла $IGC+XI7Ni3M3T$, применяемого при изготовлении разнообразного технологического оборудования: котлов, сферических резервуаров и других крупногабаритных аппаратов.

Во второй главе приведено теоретическое обоснование введения высоколегированного порошка в сварочную ванну для сварки плакирующего слоя за один проход.

Особенностью процесса сварки плакирующего слоя за один проход является ограничение проплавления основного металла при одновременном обеспечении высокой производительности процесса по наплавленному металлу. Осуществление этого возможно при сварке по слою порошка предварительно нанесенного на свариваемые кромки.

Проведен анализ проплавления основного металла при наплавке только проволокой и в зависимости от количества порошка, вводимого в сварочную ванну. Выявлено, что наплавки, выполненные по слою порошка, на режимах с меньшей эффективной мощностью дуги по сравнению с одной проволокой, но равной производительностью по наплавленному металлу, характеризуются снижением глубины проплавления в среднем на 2 мм.

Показано, что высоколегированный порошок, введенный в сварочную ванну в количестве необходимом для легирования металла шва, способствует снижению проплавления основного металла, благодаря увеличению толщины жидкой прослойки сварочной ванны и применению режимов с меньшей

тепловой мощностью дуги по сравнению с одной проволокой. В связи с расплавлением порошка передней частью пятна нагрева и кратковременностью высокотемпературного воздействия можно допустить, что в сварочную ванну попадают частицы нерасплавившегося полностью порошка. Вполне возможно, что они будут способствовать процессу гетерогенного зарождения центров кристаллизации в расплаве сварочной ванны. При переохлаждении сварочной ванны не полностью расплавившиеся частицы порошка, повидимому, могут принять размеры, соответствующие зародышам критического радиуса, способным в данных условиях к самостоятельному развитию.

Для подтверждения вышеприведенного проведены серии экспериментов по наплавке под флюсом по слою смеси отдельных порошков хрома, никеля и молибдена. В хромоникельмолибденовом наплавленном металле, содержащем более 5% молибдена, были обнаружены кристаллы новой фазы, удаленные от границы сплавления. Кристаллы новой фазы располагались внутри аустенитно-ферритного наплавленного металла. Наблюдалось также наличие аустенитно-ферритного кристалла внутри новой фазы. В этом случае поверхность частиц молибдена являлась подложкой для развития кристаллизации, аналогично оплавленным зернам основного металла.

Для расчета химического состава наплавленного металла было предложено ввести коэффициент подачи порошка (f), который является отношением количества порошка (Q_n), наносимого на кромки, к количеству расплавленного электродного металла ($Q_э$) $f = Q_n / Q_э$. При этом общее количество наплавленного сварочного материала ($Q_{с.м.}$) выражается через количество расплавляемой электродной проволоки $Q_{с.м.} = Q_э(1+f)$.

Химический состав металла совместного расплавления электродной проволоки и порошка определяется по предложенному уравнению

$$[Me]_{с.м.} = \frac{f}{1+f} [Me]_{э} + \frac{1}{1+f} [Me]_n \quad (I)$$

где: $[Me]_{с.м.}$ - расчетное содержание элемента в металле,

$[M_2]_2, [M_2]_n$ — наплавленном сварочными материалами, %
 содержание элемента соответственно в электродной проволоке и порошке, %
 β, β_n — коэффициенты перехода элемента из проволоки и порошка.

Для сварки плакирующей стали ХІ7НІЗМЗТ за один проход необходимо, чтобы сварочные материалы обладали таким химическим составом наплавляемого металла, при разбавлении которого расплавленной частью металла шва основного слоя образуется металл шва, соответствующий требованиям типа 9А-ІМ2. Анализ химического состава электродных проволок свидетельствует, что такой состав сварочного материала не может быть достигнут при применении стандартной проволоки. Для компенсации разницы между требуемым составом сварочных материалов и составом электродной проволоки в сварочную ванну вводится высоколегированный порошок.

Разработка состава порошка для сварки плакирующего слоя биметалла проводилась аналитически по структурной диаграмме Шеффлера и правилу смешения. Эквивалентное содержание хрома и никеля высоколегированного порошка, переходящего в металл шва плакирующего слоя, может быть выражено приближенно с учетом содержания этих элементов в порошке и доли его участия.

Составляющие эквивалента хрома принимались соответственно содержанию ферритообразующих элементов (учитывается влияние только хрома и молибдена) в плакирующем слое биметалла. Никель является основным аустенитообразующим элементом, и выражение для его эквивалента имеет более простой вид.

$$[C_{2 экв}]_n = \alpha [C_2]_n \beta_{C_2} + \alpha [Mo]_n \beta_{Mo} \quad (2)$$

$$[Ni_{экв}]_n = \alpha [Ni]_n \beta_{Ni} \quad (3)$$

где: α — доля участия порошка в шве плакирующего слоя.
 $[C_2], [Mo], [Ni]$ — содержание соответствующего элемента в порошке, %

$\delta_c, \delta_m, \delta_n$ - коэффициенты перехода элементов из порошка.

Доли участия металла основного слоя (α) и металла плакирующего слоя (β) зависят от энергетических параметров режима сварки и формирующих свойств флюса. Доли участия электродного металла (γ) и порошка (δ) находятся в зависимости от принятого коэффициента подачи порошка.

$$C = \frac{1}{1+\beta} [1 - (\alpha + \beta)] \quad (4)$$

$$d = \frac{1}{1+\beta} [1 - (\alpha + \beta)] \quad (5)$$

Аналитические исследования состава высоколегированного порошка, проведенные по структурной диаграмме и по правилу смешения, характеризовались близкими и сопоставимыми результатами по содержанию легирующих элементов в порошке. Вместе с тем они выявили, что содержание легирующих элементов порошка находится в следующих пределах: хрома 42-72%, никеля 15-40% и молибдена 7-15%.

В третьей главе изложены вопросы применения высоколегированных порошков металлов под неплавленным флюсом.

Порошки металлов, в виде которых находятся легирующие элементы, имеют различную форму гранул. При их смешивании образуется механическая смесь требуемого состава (условно названная многофазным порошком). При введении такой смеси в сварочную ванну неизбежно происходит сепарация частиц по форме и по удельному весу. Разработка мер по ее предупреждению и привела к изысканию нового сварочного материала - высоколегированного порошка металлов, однородного по форме частиц и химическому составу.

Было проведено сравнение свойств и состояния ряда порошков промышленного изготовления. По результатам анализа для исследований были выбраны высоколегированные порошки металлов, получаемые методом совместного восстановления смеси окислов (или смеси окислов и металлических порошков) гидридом кальция, который разработан в ЦНИИЧМ им.Бардина. Частицы данного порошка однородны по

структуре, химическому и фазовому составам, параметрам кристаллической решетки и идентичны литому сплаву того же состава (такой высоколегированный порошок условно назван однофазным).

Исследование свойств однофазных порошков марок Х78Н20Т2 и Х66Н30Т4 проводилось в наиболее трудных условиях перехода легирующих элементов в сварочную ванну — при сварке под неплавленным флюсом. При этом применялась проволока марки Св-08А, а однофазный порошок выполнял роль основного легирующего компонента при образовании высоколегированного наплавленного металла. В качестве шлакообразующей части неплавленного флюса использовались флюс КС-І (на основе мрамор-плавиковый шпат-рутил) и фторидные бескислородные флюсы АНФ-5 и АНФ-6. Связующим являлся силикат натрия.

Экспериментальными исследованиями установлено соотношение между массой однофазного порошка, вводимой во флюс ($Q_{\text{д.п.}}$) и массой шлакообразующей части флюса ($Q_{\text{ш}}$), которое выражается следующей зависимостью:

$$Q_{\text{д.п.}} = (0,50 - 0,65) Q_{\text{ш}} \quad (6)$$

При сварке стали ХІ8НІ0Т проволокой Св-08А под неплавленным флюсом с порошком марки Х66Н30Т4^х химический состав наплавленного металла, его механические свойства и стойкость против межкристаллитной коррозии соответствуют типу ЭА-І.

В четвертой главе показаны технологические и металлургические особенности процесса наплавки под флюсом с высоколегированными порошками металлов.

Исследование технологических свойств флюсов для наплавки по слою порошка осуществлялось с использованием флюсов АН-26, АНФ-5, АНФ-6. Критериями оценки их свойств являлись: внешний вид наплавки, стабильность процесса сварки, формирующая способность, отделимость шлаковой корки, наличие дефектов наплавленного металла. Выявлено, что лучшими технологическими свойствами обладает флюс АН-26, затем следует флюс АНФ-6. Определены коэффи-

циенты перехода легирующих элементов порошка в наплавленный металл.

Влияние металлургического процесса сварки под флюсом и состава порошка на химический состав наплавленного металла и его стойкость против образования горячих трещин изучалось с применением однофазных порошков на хромоникелевой основе, разбитых на несколько групп в соответствии с легированием их различными элементами (Ti, Si, Mo, Nb).

Оценка влияния легирующих элементов порошка и кремния флюса на стойкость наплавленного металла против образования горячих трещин проводилась по специально разработанной методике, заключающейся в наплавке по слою порошка под флюсом АН-26 на пластину из Ст.3 проволокой марки Св-04Х19Н13М3. При постоянных параметрах режима сварки количество вводимого в сварочную ванну однофазного порошка постепенно увеличивалось до возникновения в шве горячей трещины или до достижения коэффициента подачи порошка, равного 1. При появлении в шве горячей трещины наплавка повторялась под флюсом АНФ-6; этим устранялось влияние кремневосстановительного процесса, и обеспечивался переход титана в наплавленный металл.

Экспериментальными исследованиями установлено, что количество расплавляемого порошка, а, следовательно, форма шва и его геометрические размеры не имеют первостепенного значения при образовании горячих трещин в валиках. Значительно большую роль играет химический состав наплавленного металла, поэтому влиянию данного фактора было уделено основное внимание. Установлены зависимости химического состава наплавленного металла от марки порошка и его коэффициента подачи. При этом определены зависимости между содержанием хрома и никеля, кремния и никеля, которые предназначены для подбора химического состава наплавленного металла, не пораженного горячими трещинами.

Установлено, что при сварке по слою порошка под флюсом АН-26 влияние титана на повышение стойкости про-

10

тив образования горячих трещин проявляется при его содержании в наплавленном металле более 0,10%. Для этого необходимо иметь в составе порошка 3-4% титана.

Показано, что увеличение содержания молибдена в наплавленном металле выше 4% не способствует повышению технологической прочности. Повышение концентрации никеля в наплавленном металле рациональнее осуществлять применением порошков с большим содержанием никеля, а не увеличением количества порошка, вводимого в сварочную ванну. Введение ниобия в количестве, требуемом для предотвращения межкристаллитной коррозии, может служить причиной появления горячих трещин.

Пятая глава посвящена исследованию и разработке метода сварки плакирующего слоя биметалла за один проход.

На основании экспериментальных исследований был разработан порошок марки X65Ni8Mn3^X для дополнительного легирования металла шва плакирующего слоя при сварке проволокой Св-04X19Ni1M3. Установлено, что при коэффициенте подачи порошка, равном 0,25-0,40 образуется химический состав металла шва плакирующего слоя, соответствующий типу ЭА-IM2.

Показано, что при автоматической сварке по слою порошка не требуется специальной разделки плакирующего слоя биметалла. Положительное влияние порошка, вводимого в сварочную ванну, заключается в уменьшении площади проплавления металла шва основного слоя и, соответственно, доли его участия в шве плакирующего слоя. В соединениях с X-образной разделкой биметалла доля участия расплавленной части металла шва основного слоя составляет 0,11-0,20 и 0,15-0,28 от металла плакирующего шва соответственно коэффициенту подачи порошка, равному 0,40 и 0,25.

Влияние параметров режима сварки на химический состав металла шва плакирующего слоя проявляется, в основном, в связи с их воздействием на объем расплавления низколегированного металла шва основного слоя и его перемешивания в сварочной ванне с высоколегированным нап-

лавляемым металлом. С ростом тока увеличивалась доля участия металла шва основного слоя, в связи с чем наблюдалось снижение содержания легирующих элементов в металле шва плакирующего слоя. Вместе с тем при сварке с нижним значением коэффициента подачи порошка, равным 0,25, содержание хрома, никеля и молибдена находилось в пределах требований на наплавленный металл типа ЭА-1М2, а при $f = 0,40$ содержание легирующих элементов превышало эти требования. Влияние напряжения дуги проявляется преимущественно в расплавлении плакирующего слоя биметалла.

Показано, что легирование расплавленной части шва основного слоя однофазным порошком предотвращается резкое снижение концентрации легирующих элементов в металле шва плакирующего слоя при случайных отклонениях конструктивных параметров разделки.

Металлографические исследования и измерения твердости сварных соединений двухслойной стали с разделительным и переходным швом свидетельствовали об отсутствии в металле шва мартенситной структуры.

Создание стойкости против межкристаллитной коррозии осуществлялось путем металлургического воздействия на наплавленный металл двумя способами. При первом способе металл шва с аустенитно-ферритной структурой обладал повышенным содержанием хрома и молибдена по отношению к концентрации хрома, рассчитанной по зависимости

$C_{\Sigma} = 16,8 - 80 \cdot C$. При этом применялся низкремнистый флюс АН-26. Второй способ основывался на введении в сварочную ванну в качестве карбидообразующего элемента титана и применении бескислородного флюса АНФ-6.

Для исследования стойкости сварного соединения плакирующего слоя против межкристаллитной коррозии были выполнены швы с дополнительным легированием порошком марки Х65Н18М13 (флюс АН-26) и порошком марки Х52Н34М8Т4 (флюс АНФ-6), а также с основным легированием порошком марки Х52Н34М8Т4. Испытания по методу АМ (ГОСТ 6032-58)

показали, что сварные соединения плакирующего слоя обладали стойкостью против межкристаллитной коррозии. При этом межкристаллитные разрушения отсутствовали как в металле шва, выполненного с дополнительным легированием порошком марки Х65Н18М13, так и стабилизированного титаном при основном и дополнительном легировании порошком марки Х52Н34М8Т4.

Результаты исследований явились основанием для создания номограммы режимов сварки плакирующего слоя за один проход. Номограмма дает возможность связать величину площадей сечения разделки и наплавленного металла, скорости подачи проволоки и числа оборотов шнека дозатора порошка. Номограмма выполнена для гаммы значений коэффициента подачи порошка и скорости сварки.

Разработанная технология автоматической сварки плакирующего слоя была применена при монтаже оборудования из двухслойной стали: котлов емкостью 320 м³, а также сферических резервуаров емкостью 600 м³, впервые изготовленных в отечественной практике. Сварка осуществлялась с использованием серийного сварочного оборудования (ТС-35; АДС-1000-2) и установленного на нем дозатора.

В шестой главе рассматриваются технико-экономические показатели разработанного метода сварки плакирующего слоя биметалла. По сравнению с применявшейся до сего времени сваркой штучными электродами новый метод обеспечивает повышение производительности в 2,5-2,8 раза, а также существенное снижение стоимости сварочных работ.

ВЫВОДЫ

1. Разработан метод автоматической сварки плакирующего слоя биметалла за один проход, для которого созданы марки высоколегированных порошков металлов однородных по составу и форме частиц, и проведены исследования особенностей сварки под флюсом с этими порошками двухслойной стали 16ГС+Х17Н13М3Т.

2. Теоретически показано и экспериментальными исследованиями подтверждено, что при сварке по слою однофазного порошка не требуется наложение переходного высоколегированного шва.

3. Отношение количества порошка, вводимого в разделку, к количеству расплавляемого электродного металла принято за коэффициент подачи порошка, который соответствует определенному химическому составу металла шва плакирующего слоя при сварке за один проход. Предельные значения коэффициента подачи порошка определены экспериментально и составляют $0,25 \pm 0,40$ при дополнительном легировании металла шва порошком марки Х65Н18М13.

4. Определены зависимости химического состава наплавленного металла от состава порошков и коэффициента подачи, а также особенности их влияния на технологическую прочность наплавленного металла. Установлено, что содержание молибдена в наплавленном металле выше 4% не способствует повышению технологической прочности.

5. Показано, что высоколегированный порошок улучшает условия кристаллизации расплава несущего и плакирующего слоев, электродного и присадочного материалов с равномерным распределением легирующих элементов в металле шва.

6. Исследованиями свойств сварных соединений биметалла показано, что стойкость металла шва плакирующего слоя против межкристаллитной коррозии обеспечивается повышенным содержанием хрома и молибдена или благодаря стабилизации титаном за счет высоколегированного порошка. Металл шва плакирующего слоя по химическому и фазовому составу, механическим и коррозионным свойствам удовлетворяет требованиям технических условий стандартов и специальных технических условий на аппаратуру из двухслойных сталей.

7. На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана технология автоматической сварки монтажных соединений аппаратов из биметалла. Для расчета и подбора параметров режима сварки пла-

кирующего слоя разработана номограмма. Создано оборудование с дозирующим устройством и регулируемой подачей порошка на базе промышленной сварочной аппаратуры.

8. Разработанная технология автоматической сварки применяется при сооружении крупногабаритного оборудования из биметалла: котлов емкостью 320 м³ и сферических резервуаров емкостью 600 м³.

Работа отмечена серебряной медалью ВДНХ СССР.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. В.Н.Дикун - Вопросы повышения производительности автоматической сварки стали Х18Н10Т. Сб. "Повышение производительности сварочных работ в промышленности и строительстве", Вильнюс, 1967г.

2. В.Н.Дикун, А.М.Гофнер - Керамический флюс. Авторское свидетельство № 217187. Бюллетень № 15 1968.

3. В.Н.Дикун - Автоматическая однопроводная сварка плакирующего слоя двухслойной стали. Сб. "Совершенствование организации труда сварщиков в промышленности и строительстве", Вильнюс, 1968.

4. В.Н.Дикун - Исследование автоматической сварки кислотостойкой стали Х18Н10Т с применением специального флюса добавки. Сб. трудов ВНИИМонтажспецстроя вып. III ЦБТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1969г.

5. В.Н.Дикун - Механизация сварки монтажных соединений двухслойной стали. Сб. "Механизированная сварка на монтаже", ЦБТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1969.

6. В.Н.Дикун - Механизация процесса сварки двухслойной стали. ЦНИИТЭСТРОЙМАШ, 1969.

7. В.Н.Дикун, А.М.Гофнер, Л.В.Дубень - Новые сварочные материалы для автоматической сварки плакирующего слоя. Сб. трудов ВНИИМонтажспецстроя вып. IV ЦБТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1970.

8. В.Н.Дикун, Л.В.Дубень, Б.Б.Баркан - Автоматическая сварка биметаллического сферического резервуара емкостью 600 м³. XV Московская научно-техническая конференция по

итогах научных и производственных работ за 1969г. в области сварочного производства. Москва, 1970.

9. В.Н.Дикун, Л.В.Дубень, Ю.А.Чернов, О.Н.Соловьев- Порошковая проволока для сварки и наплавки под флюсом. Авторское свидетельство № 303162. Бюллетень № 16, 1971.

10. А.И.Дерябин, В.Н.Дикун, Л.В.Дубень - Автоматическая сварка при монтаже двухслойной регенерационной цистерны. "Бумажная промышленность" 1971, № 9.

11. Л.В.Дубень, В.Н.Дикун, Б.Б.Баркан, Б.И.Сай - Дозирующее устройство для подачи высоколегированных порошков при сварке и наплавке. "Химическое и нефтяное машиностроение", 1971, № 10.

12. В.Н.Дикун, Л.В.Дубень - Автоматическая сварка плакирующего слоя биметалла за один проход. Сб. "Новые методы сварки и передовая технология в производстве сварных конструкций" г.Пермь, 1971.

13. Л.В.Дубень, В.Н.Дикун, Ю.А.Клячко, Н.Р.Дегтяренко. Коррозионная стойкость швов плакирующего слоя биметалла. "Сварочное производство" 1972, № 11.

14. Г.И.Макаров, И.Л.Перлис, А.И.Дерябин, А.И.Алексеев, В.Н.Дикун - Опыт автоматической сварки крупногабаритных биметаллических аппаратов. Сб. "Передовые методы сборки и сварки в химическом и нефтяном машиностроении". г.Волгоград 1972.

15. В.Н.Дикун, Л.В.Дубень - Совершенствование методов сварки плакирующего слоя биметалла. Сб. трудов ВНИИМонтажспецстрой вып.У1 1972.

16. В.Н.Дикун, Л.В.Дубень. Применение высоколегированного порошка при автоматической сварке под флюсом плакирующего слоя биметалла. Сб. "Сварка разнородных и разноименных металлов". Общество "Знание" РСФСР. Москва 1973г.

Объем I п.л. Л-71997 Тираж 150 экз. Зак. № 1200

Москва, IIII4I, 2-ой Проезд Перова поля, 9. ВНИИМонтажспецстрой