

溶接全書

15
肉盛溶接・溶射

蓮井 淳・森垣 脩 共著

ХАСУИ А., МОРИГАКИ О.

НАПЛАВКА
И НАПЫЛЕНИЕ

Перевод с японского *В. Н. Попова*

Под редакцией
В. С. Степина, канд. техн. наук *Н. Г. Шестеркина*

産報出版



МОСКВА
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»
1985

ББК 34.641
X12
УДК 621.792+621.793.7

621.791

ПРЕДИСЛОВИЕ

В целях популяризации знаний в области сварочной техники Японский институт сварки в сотрудничестве с издательством «Сампо сьуппан» предпринял в послевоенный период выпуск 20-томной серии книг по сварке под названием «Библиотека сварщика», внесшей большой вклад в дело повышения технического уровня в различных областях сварочного производства. С тех пор издание неоднократно пересматривалось и дополнялось в соответствии с новыми техническими достижениями, однако за срок около 20 лет, прошедших со времени публикации «Библиотеки сварщика», ее содержание изрядно устарело, и многие разделы перестали отвечать современным требованиям. В связи с этим было решено выпустить новую серию под названием «Энциклопедия сварки», которая должна была соответствовать современному уровню развития техники.

В настоящей книге приведены некоторые сведения, которыми располагают современная наука и техника по наплавке и напылению.

В процессе эксплуатации машин и механизмов их детали зачастую работают в жестких условиях контактирования с высокотемпературными газами, различными агрессивными средами и абразивными веществами, вызывающими интенсивную коррозию или износ поверхности. По мере повышения скорости действия машин и механизмов, увеличения их размеров и производительности условия работы поверхности деталей становятся все более жесткими. В связи с этим возникает необходимость применения специальных мер, обеспечивающих радикальное повышение жаропрочности, коррозионной стойкости, износостойкости и других важных свойств поверхности материалов. Эта задача может быть успешно решена применением наплавки и напыления как способов поверх-

Хасуи А., Мorigаки О. Наплавка и напыление/Пер. с яп.
X12 В. Н. Попова; Под ред. В. С. Степина, Н. Г. Шестеркина.— М.:
Машиностроение, 1985.— 240 с., ил.

В пер. 1 р. 40 к.

Приведены новые сведения о технологии и практике применения в Японии процессов наплавки и напыления. Изложены методы нанесения покрытий наплавкой и напылением, обеспечивающие повышение износостойкости, коррозионной и эрозивной стойкости рабочих поверхностей деталей. Приведены сведения о наплаваемых и напыляемых материалах, указаны возможные области использования описываемых методов, а также преимущества и недостатки последних, подробно рассмотрены вопросы подготовки поверхности деталей перед нанесением покрытий.

Для инженерно-технических работников сварочного производства, специализирующихся в области наплавки и напыления материалов.

X 2704060000-117 117-85
038(01)-85

ББК 34.641
6П4.3

© Printed in Japan, 1978

© Перевод на русский язык, «Машиностроение», 1985 г.

Библиотечка
ИТЭ «ЗАРС»

ностного упрочнения материалов. Современные достижения в разработке и совершенствовании оборудования позволили значительно улучшить эксплуатационные свойства наносимых покрытий. Это особенно важно в условиях экономии сырья и повышения эффективности использования энергии.

Материал книги написан авторами в соответствии с их практической деятельностью: главы, относящиеся к наплавке, — О. Мorigаки, главы, посвященные напылению — А. Хасуи. В тексте есть ссылки на публикации, вышедшие в Японии и других странах, авторам которых следует выразить глубокую благодарность.

ГЛАВА 1

СПОСОБЫ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

К рабочим поверхностям деталей машин в зависимости от условий их эксплуатации предъявляют определенные требования по различным свойствам: износостойкости, жаростойкости, коррозионной стойкости и др. Прочность деталей достигается путем использования соответствующих материалов с необходимыми исходными свойствами. Иными словами, при проектировании машин необходимо исходить из прочности современных материалов.

Важнейшими факторами, определяющими эксплуатационную надежность и срок службы деталей и конструктивных элементов машин, являются также свойства материалов поверхностей этих деталей и элементов. Например, наземные здания и сооружения подвергаются разрушению под воздействием дождя, ветра и солнечных лучей, суда — от постоянного контакта с морской водой, химическое оборудование интенсивно изнашивается в результате агрессивного действия различных химикатов, жидкостей и газов, строительные машины изнашиваются от абразивного действия грунта и песка, изнашивание деталей машин общего назначения происходит в результате взаимного трения их рабочих поверхностей.

Увеличение размеров оборудования, повышение его быстродействия и производительности сопровождаются ужесточением условий работы его узлов и механизмов. Увеличение срока службы деталей машин можно обеспечить путем образования на поверхности этих деталей и элементов слоев или покрытий, обладающих высоким уровнем требуемых свойств — коррозионной стойкости при высоких температурах, износостойкости, твердости, жаростойкости и др.

Такой путь представляет значительные резервы экономии сырьевых ресурсов. Применение технологии улучшения свойств поверхности материалов расширяет перспективу проектирования и производства различного оборудования с более высоким уровнем эксплуатационных показателей, что, в свою очередь, позволяет сократить потребление энергии и повысить производительность труда в различных отраслях промышленности. Существуют разнообразные способы поверхностной обработки, из которых основные, имеющие промышленное применение, перечислены в табл. 1.1 [1—4].

1.1. Способы поверхностной обработки

Способы	Существо способа	Особенности и назначение
<i>Химические и электрохимические способы</i>		
Электролитическое металлопокрытие	Осаждение металла с образованием покрытия на поверхности изделия при пропускании тока между анодом (пластиной из металла, наносимого на изделие) и катодом (обрабатываемым изделием)	Никелирование осуществляют для повышения коррозионной стойкости. Никелевое покрытие, обладающее твердостью <i>HV</i> 140—240, используют в декоративных целях или для реставрации изношенных деталей машин Хромирование обеспечивает получение твердого или мягкого покрытия. Хромовое покрытие, обладающее высокой коррозионной стойкостью, используют для декоративных целей, а твердое (твердость <i>HV</i> 800—1000), с высокой износостойкостью — для повышения износостойкости деталей машин, реставрации изношенных деталей и поверхностного упрочнения штампов и пресс-форм для обработки металлов и пластмасс
Химическое металлопокрытие	Образование покрытия на поверхности металлических изделий за счет осаждения ионов металла из водного раствора хлорида металла без применения электрического тока	Используют для покрытия латуни, кадмием, медью, золотом, никелем, оловом и другими металлами
Химическое покрытие	Образование фосфатного, оксалатного, оксидного или иного химического неметаллического покрытия на поверхности металлических изделий, погруженных в раствор требуемого состава и выдерживаемых в нем при температуре до 200°C	Применяют при обработке изделий из алюминия, меди, магния, стали и других металлов для повышения коррозионной стойкости, в декоративных целях или как грунтовку перед окраской, в частности как способ повышения коррозионной стойкости высокопрочных болтов, автомобильных деталей и др.
<i>Физические способы</i>		
Горячее металлопокрытие погружением	Образование покрытия путем погружения металлического изделия в ванну расплавленного металла	Горячее алюминирование — погружение стальных изделий в ванну расплавленного алюминия с температурой не ниже 680°C, с образованием поверхностного слоя сплава железа с

Продолжение табл. 1.1

Способы	Существо снособа	Особенности и назначение
		алюминием толщиной до 0,1 мм для повышения их стойкости к окислению и коррозионной стойкости при высоких температурах Горячее цинкование — погружение стальных изделий в ванну расплавленного цинка с температурой 450°C для образования металлопокрытия, состоящего из слоя чистого цинка и твердого слоя сплава железа с цинком
Диффузионное насыщение	Диффузионное насыщение поверхностного слоя изделия металлом или сплавом при высокой температуре с использованием насыщающего состава, основным компонентом которого является металл, сплав или металлическое соединение	Диффузионное насыщение алюминием осуществляют в смеси алюминиевого порошка с небольшим количеством хлористого аммония при температуре 850—1000°C. На поверхности изделия образуется слой сплава железа с алюминием, обладающий высокой стойкостью к окислению и коррозионной стойкостью при высокой температуре Диффузионное насыщение хромом осуществляют в смеси феррохрома, йодистого аммония и порошкового каолина при температуре нагрева 950—1100°C при обработке углеродистой стали, содержащей до 0,3% С, и 800—950°C — при обработке высокоуглеродистой стали. Первую из сталей обрабатывают для повышения коррозионной стойкости, вторую — для повышения твердости
Сульфидирование	Образование сульфидного слоя на поверхности стальных изделий в результате диффузии свободной серы, образующейся при температуре обработки (до 600°C) за счет распада сульфуратора, состоящего из нейтральной соли, карбоната или другого неорганического вещества с добавлением сернистого соединения	Сульфидный слой предотвращает заедание, повышает износостойкость

Способы	Существо способа	Особенности и назначение
Цементация	Диффузионное насыщение углеродом поверхности изделий из низкоуглеродистой или низколегированной стали при температуре 800—950°C. По виду карбюризатора цементация бывает газообразной (среда — оксид углерода, метан или иной восстановительный газ, содержащий углерод), твердой (среда — древесный уголь, углекислые натрий, кальций и барий или их смесь), жидкой (среда — соляная ванна на основе цианистого натрия)	Для упрочнения поверхностного слоя до твердости <i>HV</i> 700—850. Используют для обработки автомобильных и других деталей машин, инструментов
Азотирование	Образование нитридного слоя на поверхности изделий из стали, содержащей алюминий, хром, молибден и другие легирующие элементы, при нагреве до 475—580°C в среде аммиака. Азотирование бывает жидким и газовым	Для повышения износостойкости, коррозионной стойкости и усталостной прочности поверхностного слоя зубчатых колес и других деталей машин с твердостью <i>HV</i> 500—1200
Нитроцементация	Одновременное насыщение поверхности изделий из углеродистой стали азотом и углеродом при нагреве до температуры 750—900°C в атмосфере, состоящей из газообразного карбюризатора с добавлением нескольких процентов аммиака, с последующей закалкой изделия от температуры обработки	Для повышения износостойкости и коррозионной стойкости поверхности изделий
Газопламенная закалка	Образование упрочненного слоя закалкой после нагрева поверхности стальных изделий пламенем горючей смеси (ацетилена, пропана или светильного газа с кислородом)	Для повышения износостойкости за счет повышения твердости
Индукционная закалка	Упрочнение закалкой посредством нагрева поверхности стального изделия током высокой частоты (ТВЧ)	Для повышения износостойкости за счет повышения твердости

Способы	Существо способа	Особенности и назначение
Вакуумное осаждение	Нанесение слоя путем осаждения атомов или молекул металла или соединения на поверхность изделия при их возгонке в условиях высокого вакуума (остаточное давление 13,3—1,3 мПа)	Для улучшения металлического блеска и повышения оптических свойств поверхности изделий
Эмалирование	Нанесение на поверхность металлических изделий стеклянной глазури и обжиг	Для повышения коррозионной стойкости, жаропрочности, износостойкости, электроизоляционных свойств
Электроискровое упрочнение	Образование упрочненного слоя за счет диффузионного переноса вещества электрода в поверхностный слой изделия в условиях высокотемпературного искрового разряда между изделием и электродом при передаче колебательных движений от магнитного вибратора на электрод, вибрация которого сопровождается периодическим размыканием цепи, соединяющей электрод с изделием с помощью конденсатора, подключенного к источнику тока через сопротивление	Применяют как способ повышения износостойкости за счет поверхностного упрочнения. Используют для упрочнения штампов и пресс-форм
Наплавка	Нанесение слоя расплавленного металла на оплавленную металлическую поверхность путем плавления присадочного материала теплотой кислородно-ацетиленового пламени, электрической или плазменной дуги и др.	Для восстановления изношенных деталей и создания на поверхности изделия слоя, обладающего повышенной износостойкостью, коррозионной стойкостью, жаропрочностью и другими свойствами
<i>Механические способы</i>		
Плакирование	Изготовление листа из двух и большего числа металлических слоев, соединенных между собой способом прокатки, сварки взрывом или литьем	В качестве плакирующего материала используют коррозионно-стойкую сталь, никель, монель-металл, медь, сплав «хастеллой», титан и другие металлы, обладающие высокой коррозионной стойкостью

Способы	Существо способа	Особенности и назначение
Дробеструйная обработка	Образование механически упрочненного слоя (наклеп) путем бомбардирования поверхности изделия металлической дробью	Для повышения усталостной прочности изделий с упрочнением поверхностного слоя на глубину 0,3—0,5 мм
Напыление	Образование на поверхности изделия покрытия из нагретых до плавления или близкого к нему состояния частиц распыляемого материала с использованием теплоты сжигания горючей смеси или теплоты дугового разряда в газовых средах	Для повышения износостойкости, коррозионной стойкости, жаропрочности или для восстановления изношенных деталей. В качестве напыляемого материала используют металлы, сплавы, соединения металлов и другие материалы

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНИКИ НАПЛАВКИ

2.1. Общие сведения. При длительной эксплуатации машин изнашивание деталей сопровождается снижением эксплуатационных показателей, что в частности вызывает ухудшение качества изготавливаемых изделий. Изнашивание рабочих поверхностей деталей нередко требует их полной замены. Это повышает себестоимость производства из-за больших амортизационных отчислений.

В ряде случаев изготовление деталей целиком из износостойкой легированной стали нерационально в связи с трудностью обработки и высокой стоимостью стали. Поэтому для решения задач повышения эксплуатационных показателей и увеличения срока службы деталей машин используют различные способы поверхностного упрочнения, в частности наплавку, нашедшую широкое применение в производстве разнообразных изделий — от крупногабаритных, таких как сосуды высокого давления атомных реакторов, установки для десульфурации мазута (для повышения коррозионной стойкости), валки прокатных станов в металлургии (для упрочнения), до мелких деталей типа выхлопных гнезд и клапанов двигателей внутреннего сгорания (с целью повышения жаропрочности и износостойкости). В последующих главах рассмотрены примеры применения технологии наплавки при производстве строительных машин, землесосных снарядов, металлургического оборудования, железнодорожного подвижного состава и сосудов высокого давления.

В промышленности применяют разнообразные способы сварки: ручную (газовую, дуговую покрытыми электродами), полуавтоматическую (дуговую в среде защитного газа или без защитной среды) и автоматическую (дуговую под флюсом). Для наплавки выбирают экономически целесообразный способ сварки, при котором на поверхность основного металла наносят равномерный слой сплава, обладающий высокой износостойкостью, коррозионной стойкостью или жаропрочностью [1].

Появление технологии наплавки относится к 1896 г., когда Спенсер получил патент на изобретение [1]. Однако промышленное применение началось несколько позже. В частности, в 1922 г. братья Студи впервые осуществили в США наплавку коронок нефтяного бура способом газовой сварки с использованием присадочного материала в виде стальной трубки, заполненной хромовым

сплавом [2]. Примерно в это же время была осуществлена наплавка клапанов двигателей внутреннего сгорания с помощью изобретенного Хейнзом сплава — стеллита (кобальтохромовольфрамового сплава) [2]. Первое время для наплавки использовали газовую сварку, но впоследствии по мере развития технологии сварки стали использовать и другие способы.

Начало автоматической наплавки относится к 1939 г., когда советские специалисты Михайлов и Ларионов осуществили наплавку с помощью покрытых электродов прямоугольного сечения [3]. В Японии исследования в области технологии наплавки были начаты в 1955 г. [4]. В настоящее время ее широко используют для нанесения коррозионно-стойкого покрытия на сосуды высокого давления атомных реакторов, для упрочнения валков прокатных станов и других крупногабаритных изделий.

Наплавка сыграла большую роль в деле увеличения производительности труда, повышения качества продукции и экономии сырья при производстве промышленного оборудования, его эксплуатации и ремонте. В дальнейшем предстоит освоение новых разработок по созданию сварочных материалов, обладающих более высокими технологическими и эксплуатационными характеристиками, а также более производительного оборудования.

По сравнению с другими способами поверхностной обработки металла технология наплавки обладает рядом преимуществ и недостатков.

2.2. Преимущества технологии наплавки. 1. Возможность нанесения металлического покрытия большой толщины. Это позволяет изготавливать сосуды высокого давления из обычной стали с последующей наплавкой коррозионно-стойкой стали на внутреннюю поверхность, что более экономично по сравнению с применявшейся ранее технологией изготовления сосудов из плакированной стали, получаемой прокаткой. Наплавка приносит также большой эффект при восстановлении деталей с большой величиной износа.

2. Высокая производительность. При наплавке валков прокатных станов или сосудов высокого давления с помощью ленточных электродов производительность процесса достигает 15—25 кг/ч.

3. Относительная простота конструкции и транспортабельность оборудования, приспособленного для выполнения работ вне помещений. Например, наплавка покрытыми электродами или полуавтоматическая позволяет ремонтировать изношенные детали землеройных и других строительных машин в полевых условиях.

4. Отсутствие ограничений по размерам наплавляемых поверхностей изделий. Наплавку можно применять для таких крупногабаритных объектов, как сосуды высокого давления атомных реакторов и конусы засыпных аппаратов доменных печей, тогда как другие способы поверхностной обработки (горячее или электролитическое металлопокрытие, цементация и т. д.) имеют существенные ограничения по размерам обрабатываемых изделий. Например, толстостенные сосуды высокого давления можно изготавливать из технологического стального листа с последующей износостойкой

наплавкой внутренней поверхности, что значительно проще, чем изготовление таких сосудов из плакированного стального листа, не обладающего достаточной технологичностью.

5. Простота выполнения, не требующая высокой квалификации сварщика. Достаточно высокая квалификация сварщика необходима только при ручной наплавке покрытыми электродами, тогда как при механизированной наплавке (например, при наплавке под флюсом) процесс значительно упрощается. Сварщик, хорошо овладевший сваркой, например, при строительстве зданий и мостов, производстве химического оборудования и других отраслях, может достаточно квалифицированно выполнять наплавку.

6. Возможность нанесения износостойкого покрытия на основной металл любого состава. При упрочнении закалкой, азотированием и другими аналогичными способами высокий эффект поверхностного упрочнения достигается лишь для металла определенного состава, тогда как при наплавке состав и свойства основного металла не имеют большого значения. В случаях, когда основной металл имеет низкую свариваемость, предварительно наносят подслои низкоуглеродистой стали, а затем наплавляют слой твердого металла. Отсутствие ограничений по составу (типу) стали для наплавляемых изделий позволяет снизить себестоимость производства и упростить технологию изготовления изделий.

7. Возможность повышения эффективности наплавки путем ее сочетания с другими способами поверхностной обработки. После наплавки изделие иногда подвергают пламенной закалке или азотированию. Например, для облегчения обработки резанием валы, ролики, валки и другие изделия можно наплавлять материалом с твердостью $HV < 400$ и после механической обработки упрочнять пламенной закалкой.

2.3. Недостатки технологии наплавки. 1. Ухудшение свойств наплавленного слоя из-за перехода в него элементов основного металла. При ручной наплавке покрытыми электродами или автоматической наплавке под флюсом деталей из низкоуглеродистой или низколегированной стали монель-металлом вследствие интенсивного разбавления первого слоя наплавленного металла основным металлом и значительного увеличения содержания в составе наплавленного слоя железа коррозионная стойкость его заметно снижается.

2. Деформация изделия, вызываемая высокой погонной энергией наплавки. Неправильный выбор режима наплавки может привести к чрезмерной деформации изделия после наплавки и браку. Для сохранения точности формы и размеров наплавляемого изделия приходится принимать особые меры: наплавку изделия вести в зажатом состоянии, исключая его деформацию; создавать предварительную деформацию изделия с таким расчетом, чтобы деформация, вызываемая наплавкой, направленная в противоположную сторону, обеспечивала возврат к исходной правильной форме изделия; осуществлять последующую механическую обработку до окончательных размеров.

НАПЛАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

3. Некоторая неравномерность свойств наплавленных изделий, обусловленная тем, что наплавленный слой, в отличие от плакированного, имеет характерные свойства и особый состав, присущие металлу сварных швов. В этой связи исключается возможность использования при наплавке неквалифицированного сварщика, так как он не сможет обеспечить получения изделий стабильного качества. В этом случае обязательно обучение сварщиков. Следует учитывать также, что и опытный сварщик может допускать ошибки из-за недостаточной теоретической подготовки.

В частности, следует знать, что при наплавке аустенитной коррозионно-стойкой стали для предотвращения образования горячих трещин необходимо применение такой стали, в структуре которой содержится несколько процентов феррита, что не позволяет получить в наплавленном слое полностью аустенитную структуру, какая бывает обычно в плакированном слое.

4. Более ограниченный, чем, например при напылении, выбор сочетаний основного и наплавленного металла. Наплавка допускает разнообразные сочетания основного и наплавочного материалов, однако в отличие от напыления имеются определенные ограничения. Например, при изготовлении стальных сосудов с титановым покрытием используют напыление или плакирование прокаткой либо взрывом. Титан обладает удовлетворительной свариваемостью, однако при наплавке стали титаном на границе основного металла и наплавленного слоя образуется хрупкая прослойка интерметаллических соединений, что практически исключает возможность применения методов наплавки титаном.

5. Трудность наплавки мелких изделий сложной формы. Наплавка сопровождается оплавлением поверхностного слоя основного металла и протекает в условиях непрерывного перемещения сварочной ванны, состоящей из смеси основного и наплавляемого металлов. При наплавке мелких изделий условия для нормального формирования такой ванны ухудшаются. При сложной форме изделий также затруднено ее плавное перемещение, что исключает образование ровного качественного наплавленного слоя.

Изложенные выше преимущества и недостатки процесса наплавки следует учитывать при выборе оптимального способа ее осуществления, требуемого сварочного оборудования и материалов.

В процессах наплавки в зависимости от назначения используют следующие наплавочные материалы.

1. Покрытые электроды для дуговой наплавки используют в виде стержней с нанесенным на них покрытием, продукты сгорания и разложения которого обеспечивают защиту дуги и ванны жидкого металла от окружающего воздуха. Электродный стержень изготавливают обычно из проволоки диаметром 3,2—8 мм или литьем. Если невозможно изготовить проволоку, наплавляемый материал (например, карбид вольфрама) используют в виде порошка, которым заполняют стальные трубки.

В японском промышленном стандарте Z3251 определены следующие три вида покрытий электродов, предназначенных для износостойкой наплавки: основного типа (фтористокальциевое) В, высокорутиловое R и карбонатно-рутиловое BR. Главным компонентом состава основного покрытия служит карбонат, к которому добавляют флюорит (плавиковый шпат) и ферросилиций.

Благодаря низкому содержанию водорода в наплавленном металле, получаемом при наплавке электродами с покрытием основного типа, значительно снижается опасность возникновения трещин при наплавке деталей из высокоуглеродистой и легированной стали, а также крупногабаритных стальных отливок без предварительного подогрева. Однако это покрытие уступает двум другим видам покрытия по технологичности при наплавке. Наплавка электродами с высокорутиловым покрытием, содержащим до 35% диоксида титана, отличается высокой технологичностью, характеризуемой, в частности, стабильностью горения дуги, отсутствием разбрызгивания, хорошим отделением шлаковой корки от поверхности валика при небольшом проплавлении основного металла, образованием ровного валика наплавленного металла, а следовательно, простотой последующей механической обработки. Вместе с тем металл, наплавленный электродами с этим покрытием, отличается повышенным содержанием водорода, поэтому при наплавке крупногабаритных отливок или основного металла, подвергающегося закалке с охлаждением на воздухе, существует опасность возникновения трещин. Электроды с карбонатно-рутиловым покрытием занимают по технологическим характеристикам промежуточное положение: отличаются сравнительно хорошей технологич-

ностью при наплавке, обеспечивая стойкость наплавленного металла к возникновению трещин.

2. Проволоку сплошного сечения для автоматической и полуавтоматической наплавки под флюсом и в среде защитного газа используют обычно диаметром 0,8—6,4 мм. С целью получения требуемых свойств и качества наплавленного слоя металла в состав проволоки при выплавке стали обычно вводят марганец, кремний, алюминий, титан и другие раскислители, а также никель, хром, молибден и ванадий в качестве легирующих элементов.

При наплавке в среде защитного газа используют проволоку, состав и свойства которой обеспечивают отсутствие разбрызгивания и высокую технологичность, тогда как при выборе проволоки для наплавки под флюсом такие соображения технологичности учитывают меньше.

3. Ленточные электроды в Японии применяют в основном толщиной 0,4 мм при ширине 25; 37,5; 50; 75 мм и в отдельных случаях шириной 100 и 150 мм.

Наплавку ленточными электродами осуществляют обычно способом дуговой сварки под флюсом. Для наплавки антикоррозионных покрытий применяют ленты из легированных сталей и сплавов, а для износостойкой наплавки слоев твердого сплава, ввиду невозможности изготовления из такого сплава холоднокатаной ленты, в основном используют порошковую ленту, представляющую собой оболочку из низкоуглеродистой стали с сердцевиной, заполненной шихтой из легирующих и шлакообразующих компонентов.

В СССР разработана порошковая лента (рис. 1), широко применяемая для наплавки под флюсом, в среде углекислого газа и открытой дугой [1].

4. Флюсы, применяемые для автоматической наплавки, подобно электродному покрытию способствуют стабилизации дуги, обеспечивают защиту ее от окружающего воздуха, протекание химических реакций и выполнение ряда металлургических функций в процессе наплавки.

При наплавке используют флюсы трех видов: керамические, плавные и смешанные. Плавные флюсы получают путем плавления минерального сырья при температуре выше 1300°C с последующим охлаждением, измельчением, просеиванием и классификацией по крупности. Плавные флюсы, в состав которых входят окислы и фториды, отличаются однородностью и стабильностью структуры, низкой влагопоглощающей способностью. Наплавка высокоуглеродистой и высоколегированной стали с использованием плавных флюсов отличается высокой технологичностью, выража-

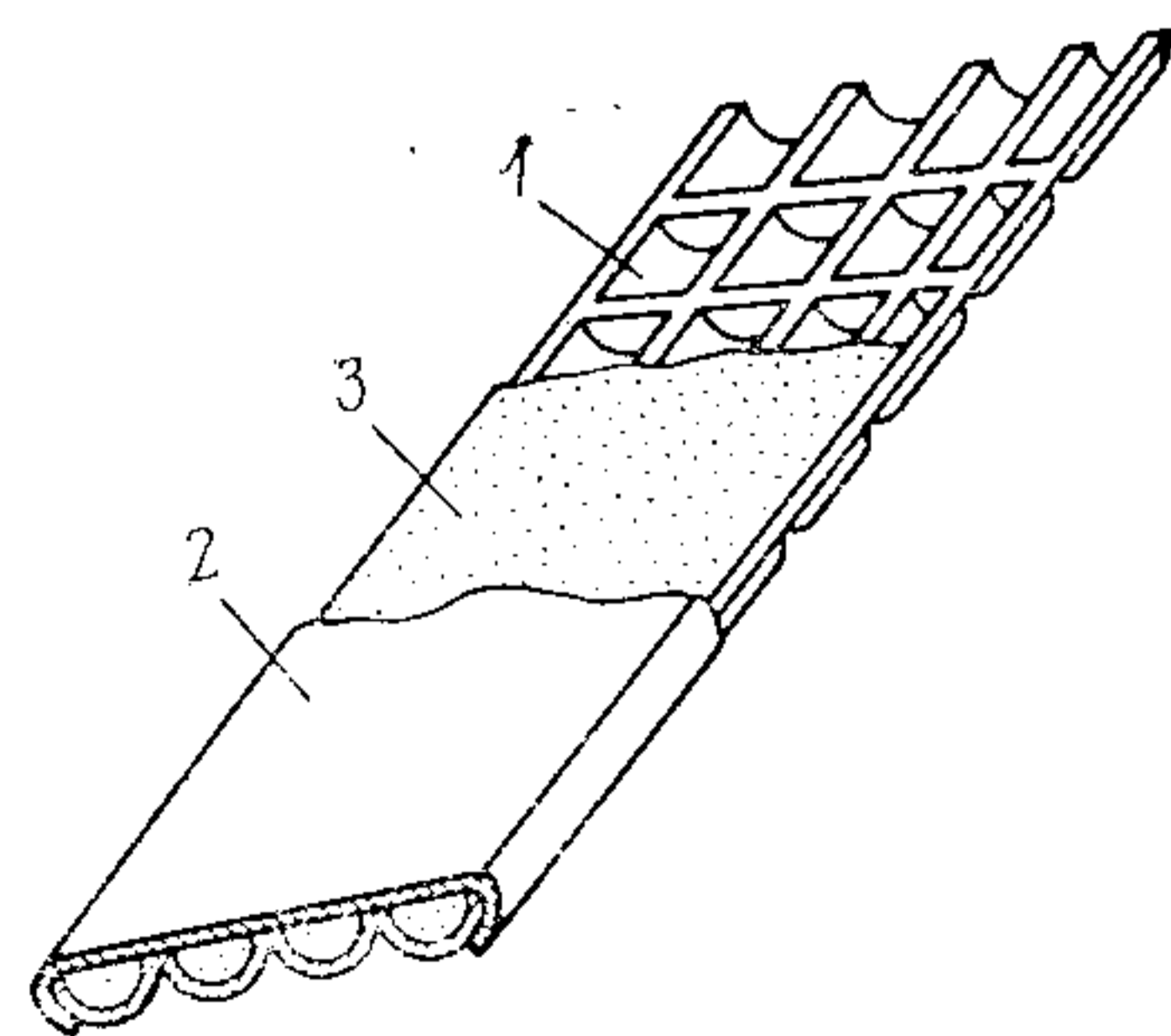


Рис. 1. Порошковая лента:
1 — нижняя гофрированная стальная лента; 2 — верхняя стальная лента; 3 — шихта: легирующие и шлакообразующие компоненты

ющейся, в частности, в хорошем отделении шлака при наплавке.

Керамические флюсы получают путем смешения минерального сырья с металлическим порошком и связующим веществом с последующим гранулированием до заданной крупности. Керамические флюсы, несколько превосходящие плавные по тугоплавкости, успешно используют для наплавки с большой погонной энергией, а возможность добавления легирующих элементов к этим флюсам создает предпосылку их широкого применения для наплавки и сварки коррозионно-стойкой и специальной стали. Смешанные флюсы (флюсовые смеси) получают путем смешения плавных и керамических флюсов и порошкового сырья разного состава в необходимой пропорции.

5. Порошковую проволоку получают путем заполнения флюсующими и металлическими порошками тонкостенной металлической оболочки с последующей обработкой ее для придания формы проволоки.

При автоматической дуговой наплавке под флюсом используют проволоку, сердцевина которой заполнена порошковым сплавом, а при автоматической и полуавтоматической наплавке в среде углекислого газа и открытой дугой применяют проволоку, сердцевина которой содержит раскислители, шлакообразующие компоненты, стабилизаторы дуги и порошковые сплавы.

3.1. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗНОСОСТОЙКОЙ НАПЛАВКИ

Японский промышленный стандарт Z3251 определяет покрытие электроды для дуговой наплавки твердыми сплавами. Типичным примером зарубежных стандартов в этой области является стандарт AWSA5.13 американского общества сварочной техники.

Ниже рассмотрены свойства и назначение материалов для износостойкой наплавки, классифицируемых по виду структуры наплавленного металла.

Перлитно-сорбитные материалы. Состав перлитно-сорбитных материалов — сталей, включающих небольшие добавки углерода, хрома, молибдена, ванадия и других легирующих элементов, подбирают с таким расчетом, чтобы после наплавки и охлаждения на

3.1. Состав и твердость наплавленного металла с перлитно-сорбитной структурой (наплавка покрытыми электродами)

Марка электродов	Состав, %				Твердость HV
	C	Si	Mn	Cr	
DF2A-R	0,12	0,39	0,59	0,81	230
DF2A-B	0,07	0,88	1,03	0,5	257
DF2B-B	0,22	0,7	0,93	0,75	292
DF2A-B	0,15	0,9	1,25	1,3	354

Металлолом

Первый научный сайт про металлы в Рунете

Большое спасибо за чтение ознакомительной версии контента с сайта “Металлолом”. Если вы заинтересованы в полной версии, пожалуйста - нажмите кнопку “Facebook” или “Twitter” и поделитесь своей находкой, чтоб остальным было легче найти наш сайт.

После этого вам нужно будет обновить страницу, где вы расшарили ссылку - и полный контент будет доступен вам для чтения онлайн прямо на сайте!

Если вы находите данный ресурс полезным - пожертвуйте, сколько можете

<https://secure.wayforpay.com/payment/mitalolom>



Важно!

Весь контент защищен авторскими правами и служит только для ознакомительных целей - например, когда вам нужно написать реферат или курсовую.

После прочтения и ознакомления, вам нужно будет удалить скачанный контент или оплатить издателю.