***Задание:***

*Внимательно прочитать и составить конспект по контрольным вопросам*

***Ответить на контрольные вопросы:***

*1 Преимущества и недостатки способа ремонтных размеров при восстановлении сопряжений деталей*

*2 Классификация способов восстановления поверхностей деталей*

*3 Восстановление поверхностей деталей способом наращивания дополни­тельного слоя материала*

*4 Восстановление поверхностей деталей способом дополнительных ремонтных деталей*

*5 Классификация способов восстановления поверхностей деталей*

*6 Выбор способа восстановления поверхностей деталей*

*7 Основные требования к процессу на­плавки*

*8 Виды наплавки*

*9 Процесс ручной газовой наплавки*

*10 Процесс автоматической наплавки под слоем флюса*

*11 Процесс автоматической наплавки в среде защитных газов*

*12 Процесс автоматической вибродуговой наплавки*

*13 Процесс электродуговой металлизации*

Подготовьте ответы на экзаменационные вопросы по МДК 01.02

Вопросы скинуты в вашу группу

**Тема 2.7**

**МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ И ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ**

**КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ**

В процессе работы машины элементы сопряжений изнашиваются, т.е. изменяются их структурные параметры, к ко­торым относятся: шероховатость поверхности, геометрическая форма, размер поверхности.

Совокупность изменений перечисленных параметров приво­дит к изменению основного структурного параметра сопряже­ния - посадки, что проявляется в увеличении зазора или уменьшении натяга в соединении.

Восстановление посадок в сопряжениях деталей машин осу­ществляется тремя способами:

1) без изменения размеров деталей;

2) изменением первоначальных размеров:

3) восстановлением первоначальных размеров деталей.

Восстановление посадки без изменения, размеров деталей осуществляется следующими способами: регулировкой зазора, заменой одной из изношенных деталей или перестановкой ее в дополнительную рабочую позицию.

Способ восстановления посадки регулировкой зазора обычно применяется для легко доступных и малоответственных сопря­жений и сводится к перемещению одной или нескольких дета­лей. В результате восстанавливается первоначальный зазор. Од­нако этот способ не обеспечивает восстановления первоначально­го ресурса сопряжения, так как не устраняются искажение гео­метрической формы и изменение первоначальной шероховатости.

Регулировку зазора в сопряжениях подшипников, конических пар шестерен, рычажных механизмов в зависимости от их конст­руктивных особенностей выполняют одним из следующих прие­мов: удалением или постановкой прокладок; подтягиванием (ре­гулировкой) резьбовых или клиновых соединений; автоматиче­ской регулировкой, например, пружиной и т.д.

Например, регулировка зазоров у конических роликовых подшипников производится за счет изменения толщины ком­плекта прокладок.

Начальный зазор в соединении подшипник - шейка вала восстанавливают уменьшением числа прокладок в стыке между по­лукольцами. Перемещением разрезной конусной втулки с помо­щью гайки относительно конусной поверхности внутреннего кольца подшипника восстанавливают исходный натяг в соедине­нии этого кольца с шейкой вала. За счет изменения толщины комплекта прокладок регулируют зазор в зацеплении конических шестерен главных передач ведущих мостов тракторов, автомоби­лей и комбайнов.

Нередко конструкцией механизмов предусматривается авто­матическое регулирование зазора, например, между тормозными колодками и тормозным барабаном колеса автомобиля. Здесь одна из соединяемых деталей (тормозная колодка) перемещается в сторону компенсации износа по мере его нарастания, поддер­живая стабильный зазор. Упрощенный вариант автоматического регулирования зазора - автоматическое поддержание за счет пружины контакта деталей, например, щеток и коллектора элек­трической машины.

Восстановление посадки регулировкой особенно эффективно в соединениях с резко меняющейся, особенно со знакоперемен­ной, нагрузкой, поскольку энергия удара в зависимости от зазора в соединении возрастает по параболе.

Однако в соединениях типа вал - подшипник, рассчитанных на работу в условиях жидкостного трения, при простой регули­ровке зазора исходная надежность соединения не восстанавлива­ется, поскольку не устраняется искажение геометрической фор­мы работающих поверхностей. Зазор в соединении опять быстро достигает предельного значения. Этим объясняется тот факт, что конструкция соединения шейка коленчатого вала - вкладыш де­лается нерегулируемой.

Способ перестановки деталей в другое положение (позицию) основан на использовании симметричного расположения одина­ковых по всем параметрам поверхностей, одна из которых всегда, или почти всегда, оказывается нагруженной и поэтому изнаши­вается, а другая всегда, или почти всегда, работает вхолостую (например, две эвольвентные поверхности зуба шестерни, две поверхности цевочного зацепления зуба ведущей звездочки при­вода гусеничного полотна трактора и т.п.). Поэтому при ремонте допускаются перестановка справа налево и наоборот пары шес­терня - зубчатое колесо конечной передачи гусеничного тракто­ра, перестановка ведущих звездочек гусеничного полотна и т.п.

Способ эффективен при ремонте втулочно-роликовых цепей. Из-за одностороннего износа валиков и втулок цепь удлиняется в результате увеличения размера между соседними внутренними звеньями. Валики и втулки в пластинах поворачивают на 180° относительно их прежнего положения для работы неизношенны­ми поверхностями, благодаря чему шаг цепи восстанавливается практически до исходного, хотя при этом приходится полностью разбирать цепь.

Восстановление посадки заменой детали или ее перестановкой в дополнительную рабочую позицию не обеспечивает полного восстановления ресурса сопряжения, так как в этом случае новая деталь или неизношенная поверхность старой (при перестановке ее в новую позицию) работает в паре с частично изношен­ной деталью и, следовательно, зазор будет больше первона­чального.

Частичное восстановление посадки целесообразно, если ре­сурс отремонтированного сопряжения достаточен для работы в течение очередного межремонтного периода.

Восстановление посадки изменением первоначальных разме­ров деталей осуществляется способом ремонтных размеров. Сущность способа ремонтных размеров заключается в том, что одну из изношенных деталей сопряжения, обычно более трудо­емкую, подвергают механической обработке до заранее установ­ленного ремонтного размера с целью придания ей правильной геометрической формы и получения требуемой шероховатости поверхности, а другую деталь заменяют новой или заранее отре­монтированной до этого же ремонтного размера, что обеспечива­ет первоначальную посадку в сопряжении.

В паре вал - подшипник ремонтные размеры сопрягаемых поверхностей будут меньше, а в паре цилиндр - поршень больше первоначальных размеров.

Применяют свободные и стандартные ремонтные размеры.

При использовании свободного ремонтного размера для дос­тижения начального зазора или натяга в соединении поверхность более дорогой детали обычно обрабатывают до удаления искаже­ния геометрической формы и изготовляют для комплектации соединения менее дорогую деталь под этот размер. Например, отверстие под втулку верхней головки шатуна растачивают до получения цилиндрической формы. Изготовляют втулку под по­лученный свободный размер с учетом ее посадки с требуемым натягом.

Преимуществами свободных ремонтных размеров являются минимальная трудоемкость механической обработки и макси­мальное количество ремонтных размеров.

Недостатки этого способа: 1) нельзя изготовить другую деталь сопряжения, пока не отремонтирована более трудоемкая; 2) ис­ключается взаимозаменяемость деталей.

При использовании стандартного ремонтного размера для достижения начального зазора или натяга в соединении поверх­ность более дорогой детали обрабатывают не только до выве­дения следов износа, но и снимают еще некоторый слой ма­териала с целью получения необходимой посадки с заранее из­готовленной менее дорогой деталью, имеющей стандартный ремонтный размер. Так обрабатывают шейки коленчатого вала до стандартных ремонтных размеров с целью комплектации их с вкладышами стандартных ремонтных размеров, зеркало гильзы для комплектации с поршнем стандартного ремонтного размера и т.д.

Таким образом, сборка соединений со свободными ремонтны­ми размерами всегда связана с подгонкой «по месту» и ее при­меняют в случаях, когда важно максимально сохранить материал дорогостоящей детали, а изготовление заменяемой детали не свя­зано с большими технологическими затруднениями и оказывает­ся возможным в условиях индивидуального производства. Заме­няемую деталь в этом случае можно заранее подготовить только в качестве полуфабриката.

Преимущество стандартных ремонтных размеров перед сво­бодными состоит в том, что в первом случае есть возможность организовать массовое промышленное производство заменяемых деталей и осуществлять ремонт машин по принципу частичной взаимозаменяемости, что существенно сокращает его продолжи­тельность.

Ремонтные размеры валов и отверстий отличаются от номи­нальных, как правило, на доли миллиметра, т.е. находятся в од­ном интервале размеров, поэтому допуски остаются прежними. Требования к макрогеометрии, шероховатости, твердости и изно­состойкости поверхности не меняются.

Какую деталь надо заменить и какую восстановить решают, в основном, исходя из экономических соображений. Более дорогую деталь почти во всех случаях целесообразно оставить и обрабо­тать, а дешевую заменить. Следует заметить, что деталь с не­сколькими соединяемыми поверхностями может выступать в ро­ли заменяемой или восстанавливаемой. Например, поршень по отношению к гильзе — заменяемая деталь, а по отношению к поршневым кольцам увеличенной толщины - восстанавливаемая. Канавки в поршне протачивают под кольца ремонтного размера по толщине. Отверстие в бобышках также может быть разверну­то под палец большей размерной группы.

Таблица 1 **Ремонтные размеры** для **некоторых** деталей **бурового оборудования**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Восстанавливаемая поверхность | Первоначальный размер, мм | Ремонтные размеры, мм | | | |
| I | II | III | IV |
| Шпоночный паз кри­вошипного вала бурового насоса | 50+0'17 по ширине | 52,0 | 54,0 | 58,0 | 60,0 |
| Отверстие малой голов­ки шатуна бурового насоса | 180Н7 (диаметр отверстия) | 181Н7 | 182Н7 | \_ | \_ |
| Внутренняя резьба ствола вертлюга | М 130x3 | М135хЗ | - | - | - |

Стандартные ремонтные размеры широко используют для со­единений коленчатый вал - вкладыш, гильза - поршень, пор­шень - поршневой палец, гильза - поршневое кольцо и др.

Число стандартных ремонтных размеров для соединений од­ного и того же вида в машинах разных марок неодинаково и за­висит от многих факторов: износа деталей, при котором должна быть прекращена эксплуатация соединения; однородности мате­риала детали по глубине от поверхности; точности оборудования и инструмента, применяемого при обработке детали под ремонт­ный размер и изготовлении заменяемых деталей; конструктивной прочности деталей; ограничений, накладываемых рабочими про­цессами самих машин и пр.

Стандартные ремонтные размеры устанавливают заблаговре­менно, определяют их количество и численные значения. Под эти размеры выпускают комплекты запасных частей.

В табл. 9.1 в качестве примера приведены ремонтные размеры для некоторых деталей оборудования для бурения скважин.

Для определения ремонтных размеров пары вал - подшипник рассмотрим следующие два случая:

1) износ вала равномерный по окружности (рис. 9.1, *а);*

2) износ вала односторонний (рис. 9.1, *б).*

Вал с равномерным износом ремонтируется механической об­работкой (при наличии на изношенной поверхности царапин, рисок и т.п.), либо (при хорошем качестве изношенной поверх­ности) простой заменой сопряженной детали деталью с ремонт­ными размерами.

Ремонтные размеры шейки вала определяются из следующих соотношений:

1 ремонтный размер

***dp1 = dн - (δпр + 2х) = dн –ω***

2 ремонтный размер

***dp2  = dp1 – ω***

3 ремонтный размер

***dp3 = dp2 - ω***

где ***d*н** - первоначальный диаметр вала, мм;

***dp1, dp2, dp3*** ***-*** ремонт­ные размеры вала, мм;

***δ*пр** - максимальная величина износа вала на диаметр, мм;

***х*** *-* припуск на сторону на механическую обра­ботку для получения ремонтного размера, мм;

***ω*** *-* ремонтный интервал, мм

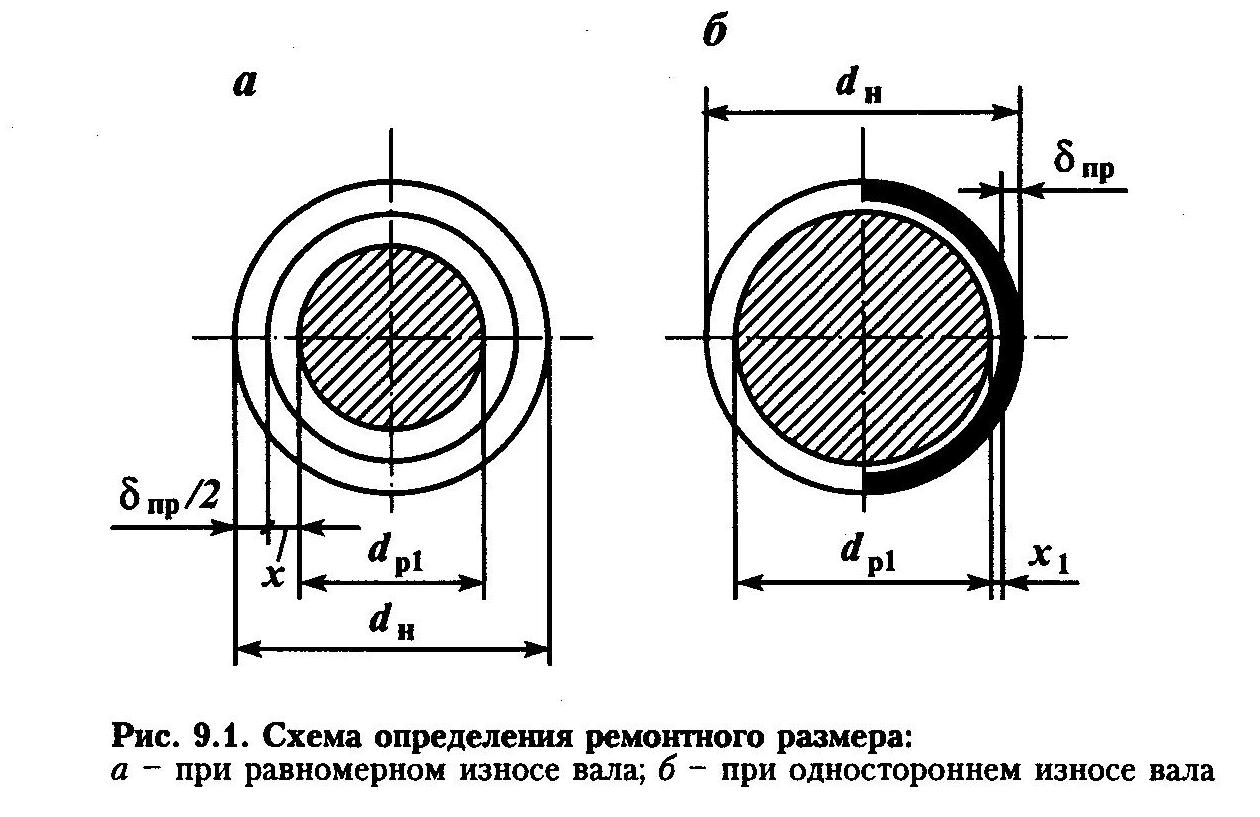
***ω*** = ***δ*пр** + *2х.*

При назначении числа ремонтных размеров следует учиты­вать, что изменение размеров детали уменьшает ее прочность, жесткость и в некоторых случаях приводит к увеличению пре­дельных нагрузок.

Число ремонтных размеров для валов

*п =*

где ***d min***- предельно допустимый наименьший размер вала, мм.



При восстановлении шейки вала с односторонним износом необходима механическая обработка для придания изношенной детали правильной геометрической формы и удаления дефектно­го поверхностного слоя.

Положительными сторонами способа ремонтных размеров яв­ляются увеличение срока службы и простота технологии ремонта более дорогой и трудоемкой детали сопряжения; возможность заранее организовать изготовление заменяемых деталей сопряже­ния, что позволяет сократить сроки ремонта и снизить его стои­мость.

К отрицательным сторонам этого способа следует отнести не­обходимость в замене сопряженной детали; наличие нескольких ремонтных размеров деталей, что помимо эксплуатационных не­удобств вызывает необходимость иметь лишний резерв запасных частей. Несмотря на эти недостатки ремонт крупных и дорогих деталей оборудования для бурения скважин и нефтегазодобычи часто производят способом ремонтных размеров.

Способ ремонтных размеров применяют при ремонте цилинд­ров компрессоров и двигателей внутреннего сгорания, цилиндро­вых втулок поршневых насосов, шеек коленчатых валов, зубчато­го венца стола ротора и других деталей.

Способ восстановления посадки доведением размеров сопря­гаемых поверхностей до первоначальных величин обеспечивает наиболее полное восстановление начальных структурных пара­метров сопряжения. При этом полностью восстанавливается его ресурс.

**КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ**

На ремонтных предприятиях применяют различ­ные способы восстановления разрушенных при эксплуатации поверхностей деталей. Их можно разделить на две основные группы:

1) с изменением первоначальных размеров ремонтируемой де­тали;

2) с восстановлением первоначальных размеров ремонтируе­мой детали.

К первой группе относится способ ремонтных размеров.

Ко второй группе относятся способ наращивания дополни­тельного слоя материала, способ дополнительных ремонтных де­талей, способ замены части детали.

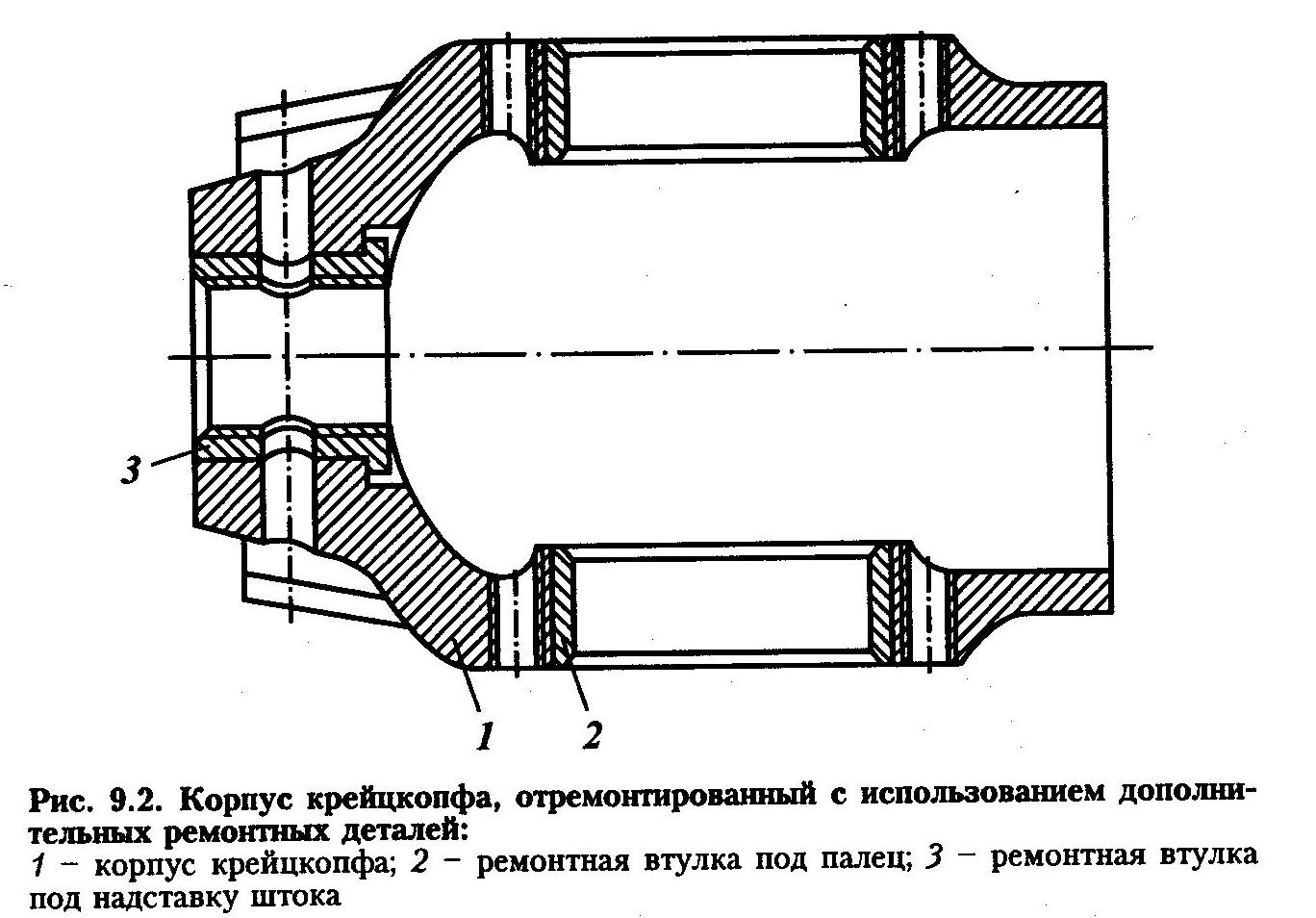
Способ наращивания дополнительного слоя материала приме­няется для восстановления номинальных геометрических пара­метров и физико-механических свойств восстанавливаемой поверхности. Применяются различные технологические методы на­ращивания дополнительного слоя материала с требуемым ком­плексом свойств. Выбор технологического метода наращивания определяется материалом и конструктивными особенностями ремонтируемой детали, характером дефектов, назначением и ре­жимом работы восстанавливаемой поверхности и др. Способ на­ращивания дополнительного слоя материала широко использует­ся при ремонте различных деталей. При этом полностью восста­навливается их ресурс.

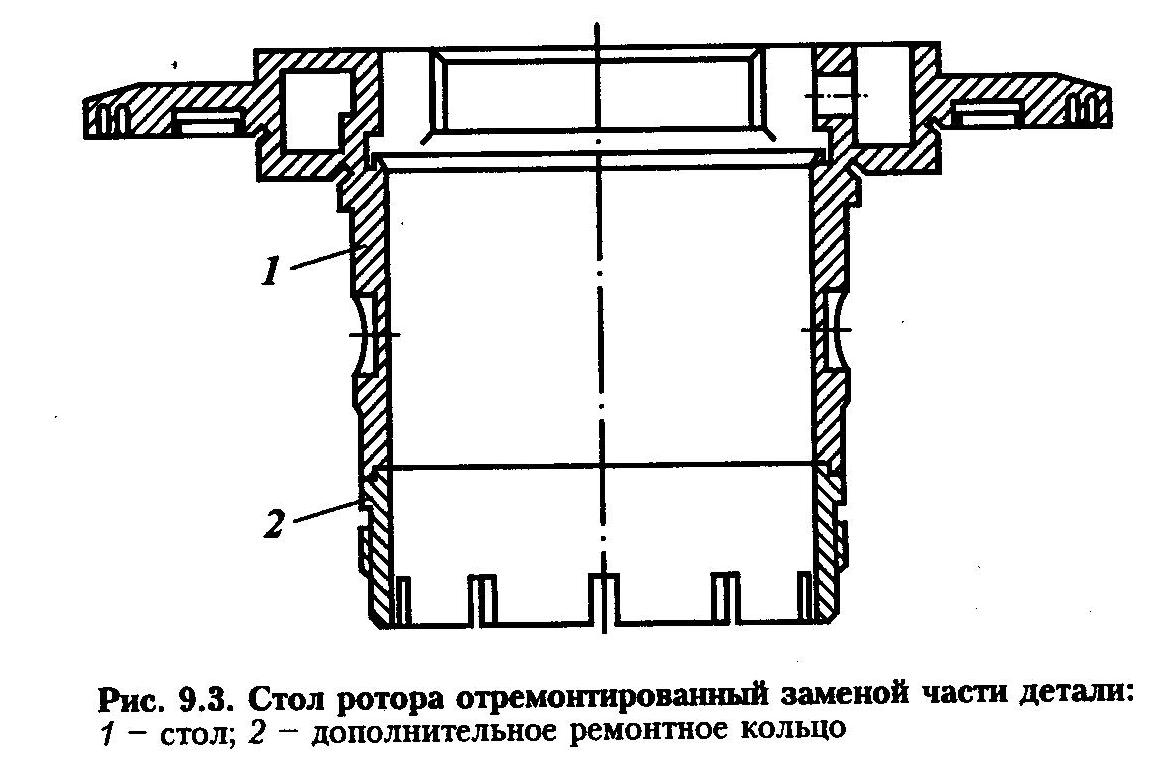
Способ дополнительных ремонтных деталей заключается в использовании дополнительных ремонтных деталей, которые за­крепляют непосредственно на изношенной поверхности. Толщи­на дополнительных ремонтных деталей обычно значительно пре­вышает величину износа ремонтируемой детали, в связи с чем перед установкой дополнительной детали необходимо удалить с изношенной поверхности слой металла. Пользуясь этим спосо­бом при восстановлении концевой шейки вала, обрабатывают шейку до меньшего размера, если позволяет механическая проч­ность, и напрессовывают дополнительную втулку, а затем произ­водят ее механическую обработку до первоначального размера и требуемой шероховатости поверхности. Возможно дополнитель­ное крепление втулки на валу штифтами, резьбовыми стопорами или электросваркой. При восстановлении шейки в средней части вала используют две полувтулки, которые устанавливают на предварительно обработанную шейку, крепят штифтами или сваркой, а затем производят их механическую обработку по на­ружной поверхности. Изношенные отверстия растачивают под больший размер и запрессовывают ремонтную втулку, которую обрабатывают до номинального размера отверстия детали. Тол­щина стенок ремонтных втулок из стали должна быть не менее 2-2,5 мм, из чугуна 4-4,5 мм.

На рис. 9.2 показано использование дополнительных ремонт­ных деталей для восстановления изношенных резьбовых отвер­стий в корпусе крейцкопфа бурового насоса. Изношенное отвер­стие предварительно растачивают и запрессовывают втулку с дополнительным креплением ее сваркой. Затем втулку растачи­вают и нарезают резьбу первоначального размера. Добавочные ремонтные детали могут быть изготовлены заранее.

Недостаток рассматриваемого способа ремонта заключается в уменьшении механической прочности основной детали вследст­вие механической обработки.

Способ замены части детали заключается в удалении изно­шенной части детали и присоединении вместо нее дополнитель­ной детали. Заменяемая часть детали соединяется с основной при помощи сварки, резьбы, клея или других способов, после чего производится ее окончательная механическая обработка для получения требуемой точности и шероховатости поверхности. Многие детали оборудования для бурения скважин и нефтегазо­добычи имеют одну или несколько прилегающих друг к другу





поверхностей, изнашиваемых наиболее интенсивно. Подобные детали, если позволяет их конструкция, целесообразно ремонти­ровать способом замены части детали.

Указанный способ применяют, например, при ремонте корпу­са турбобура, стола ротора и других деталей.

К недостаткам способа следует отнести сложность подобного ремонта для термически обработанных деталей.

На рис. 9.3 показан стол ротора, резьбовая часть которого восстановлена заменой части детали. Часть стола с изношенной резьбой срезают газовой горелкой, вместо нее приваривают над­ставку, которую затем обрабатывают и нарезают на ней новую резьбу.

**ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ**

Выбор способа восстановления поверхностей деталей определяется характером дефекта, материалом детали, особенно­стями ее конструкции и технологии изготовления, условиями работы. На выбор способа восстановления существенное влияние оказывают технико-экономические показатели, которые опреде­ляются производительностью процесса ремонта детали, стоимо­стью применяемых материалов и оборудования, серийностью ре­монтного производства, степенью повышения долговечности де­тали в результате ремонта, а также санитарно-гигиеническими условиями труда.

Анализ технологических возможностей различных способов восстановления поверхностей деталей машин показывает, что значительная часть поврежденных поверхностей может быть не только восстановлена, но и упрочнена с повышением ресурса по сравнению с ресурсом новых деталей. Поэтому при выборе наи­более рационального способа восстановления поверхности детали следует учитывать не только стоимость ремонта, но и изменение безотказности отремонтированной детали по сравнению с новой.

В.В. Ефремовым рекомендована следующая методика выбора рационального способа восстановления поверхностей деталей машин:

1) устанавливают перечень технически возможных способов восстановления поверхностей детали;

2) на основании программы ремонтного предприятия опреде­ляют размер партии ремонтируемых деталей;

3) разрабатывают технологические процессы ремонта деталей 338

различными входящими в перечень способами и определяют стоимость ремонта при использовании каждого из способов на конкретном предприятии;

4) учитывая, что рациональным способом восстановления, очевидно, будет не только самый дешевый, но и обеспечивающий увеличение межремонтного периода, следует связать эти оба фактора.

М.А. Елизаветин рекомендует выбирать наиболее рациональ­ный способ восстановления поверхностей деталей по нескольким показателям или по одному обобщающему показателю, например, по относительной стоимости, т.е. стоимости ремонта детали, от­несенной к ресурсу после ремонта.

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАПЛАВКОЙ**

Наплавка - процесс нанесения расплавленного ме­талла необходимого состава на поверхность детали, нагретую до температуры плавления. При наплавке нанесенный слой металла прочно соединяется с основным металлом вследствие образова­ния металлической связи. Наплавку применяют для восстанов­ления размеров детали и придания заданных свойств ее поверх­ности путем правильного выбора химического состава и структу­ры наплавленного металла.

Наплавка является разновидностью сварки. Однако наплавоч­ные процессы отличаются от сварочных. При наплавке свароч­ный процесс используется для наращивания на основной металл слоя металла или сплава со свойствами, иногда отличающимися от свойств основного металла. В связи с этим к процессу на­плавки предъявляются следующие основные требования:

1) для обеспечения заданных физико-механических свойств наплавленного слоя процесс наплавки не должен изменять ис­ходного химического состава и структуры наносимого металла, т.е. при наплавке доля основного металла в наплавленном слое должна быть минимальной;

2) для сохранения прочности ремонтируемой детали процесс наплавки не должен изменять ее исходного химического состава, структуры и напряженного состояния;

3) наплавленный слой должен обладать достаточно высокой прочностью сцепления с основным металлом.

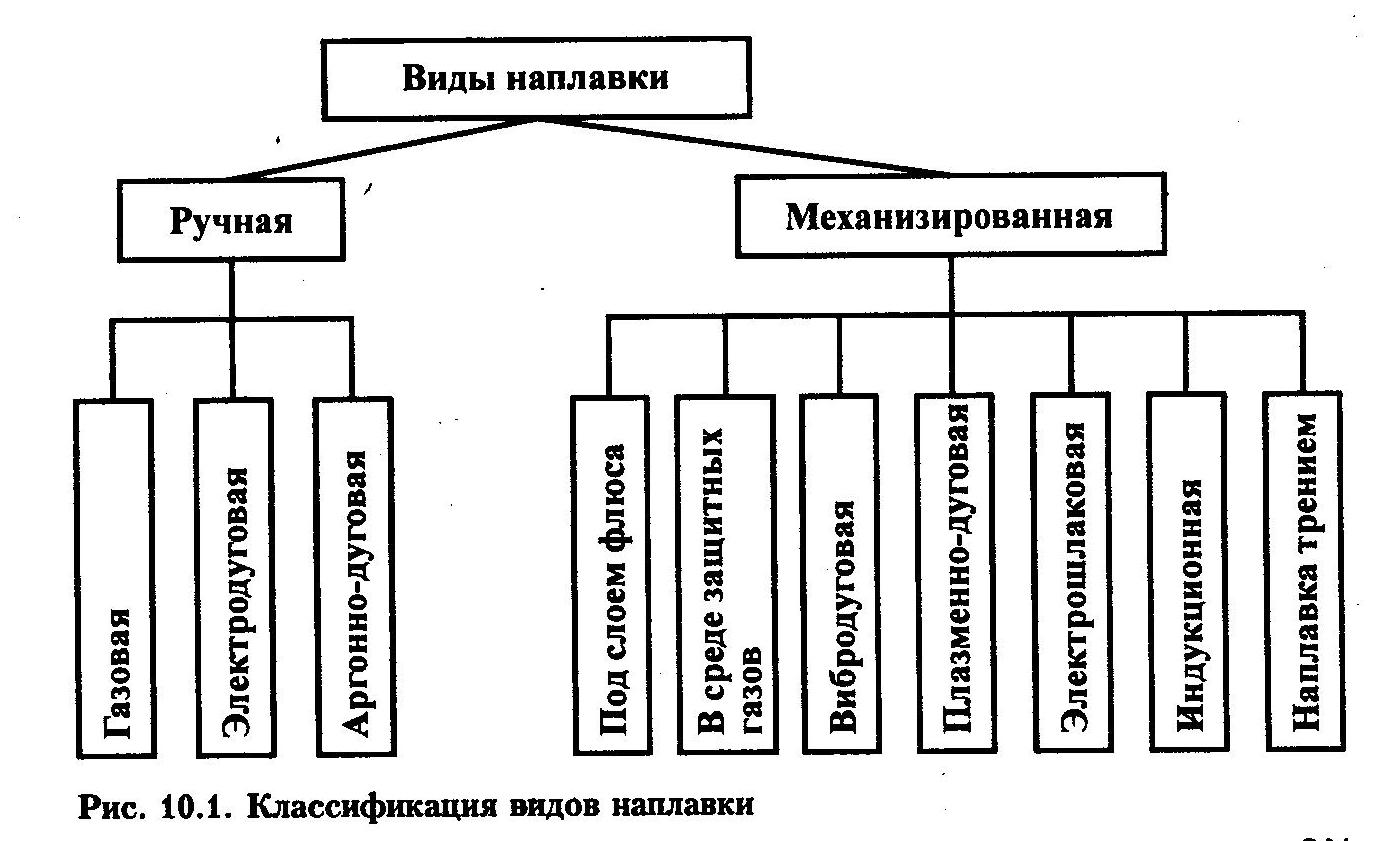
Для сохранения исходного химического состава, структуры и физико-механических свойств основного и наплавленного метал­лов следует как можно меньше перегревать наплавляемый ме­талл во избежание выгорания компонентов и не доводить основ­ной металл до расплавленного состояния, чтобы не допустить его перемешивания с наплавленным металлом и образования пере­ходной зоны с резко отличающимися свойствами. В то же время, чтобы обеспечить наибольшую прочность сцепления, требуется перегревать наносимый металл и доводить наплавляемую по­верхность детали до расплавленного состояния. В результате происходит перемешивание основного и наплавленного металла с образованием переходной зоны.

На практике эту проблему решают путем соответствующего выбора технологических режимов наплавки, стараясь обеспечить достаточную прочность соединения основного и наплавленного металлов и в то же время в минимальной степени изменить их исходное состояние. При этом одним из определяющих факторов является производительность процесса.

Масса наплавленного металла обычно незначительна по от­ношению к массе основного металла, так как у детали изнашива­ется, как правило, небольшой слой, который необходимо восста­новить или создать более износостойкий слой. Процесс наплавки отличается высокой экономичностью.

Наплавка является распространенным методом восстановле­ния поверхностей деталей оборудования для бурения скважин и нефтегазодобычи, таких как валы, зубчатые колеса, муфты, звез­дочки, клапаны и штоки буровых насосов и другие детали.

Для ремонта деталей применяют ручные и механизированные виды наплавки (рис. 10.1). Наибольшее распространение на ре­монтных предприятиях нефтегазовой отрасли получили ручная газовая и электродуговая наплавки, автоматическая и полуавто­матическая наплавки электрической дугой под слоем флюса и вибродуговая наплавка. Автоматическая и полуавтоматическая наплавки применяют на специализированных ремонтных пред­приятиях при ремонте большого числа однотипных деталей.



Выбор наплавляемого материала производят с учетом мате­риала ремонтируемой детали, ее формы, размеров, технических требований, условий работы и применяемого вида наплавки. Широко используется стальная сварочная проволока. Углероди­стые и легированные сварочные проволоки применяют для вос­становления размеров изношенных деталей. Высокохромистые проволоки обеспечивают высокую износостойкость и коррозион­ную стойкость наплавленного слоя. Хромоникелевыми аустенит-ными проволоками наплавляют детали, подверженные коррозии и кавитации.

Широко применяют наплавку порошковой проволокой, пред­ставляющей металлическую оболочку из низкоуглеродистой стальной ленты толщиной 0,5-1,0 мм, наполненную порошковы­ми сплавами. Порошковую проволоку используют в основном при наплавке высоколегированных и высокоуглеродистых спла­вов, что позволяет повысить производительность наплавки при высоком легировании наплавленного металла.

Для ручной газовой и электродуговой наплавки обычно ис­пользуют металлические электроды, что объясняется сравни­тельной простотой процесса наплавки и возможностью широкого регулирования химического состава и свойств наплавленного слоя. Регулирование химического состава и свойств наплавлен­ного слоя осуществляют через покрытие или через электродный стержень или комбинированным методом. Для предотвращения появления деформаций и трещин при наплавке применяют пред­варительный нагрев детали в пределах 200-400 "С, предвари­тельный изгиб детали в направлении, обратном деформации, по­гружение детали в воду без смачивания наплавляемой поверхно­сти, наложение наплавляемых валиков в определенной последо­вательности, высокий температурный отпуск детали после на­плавки.

**РУЧНАЯ ГАЗОВАЯ НАПЛАВКА**

При ручной газовой наплавке расплавление основно­го и присадочного материала осуществляется теплом, выделяю­щимся в процессе сгорания горючих газов (ацетилена, пропанбу-тановых смесей и др.) в среде кислорода (рис. 10.2).

Наиболее распространенным горючим газом, применяемым на ремонтных предприятиях, является ацетилен.

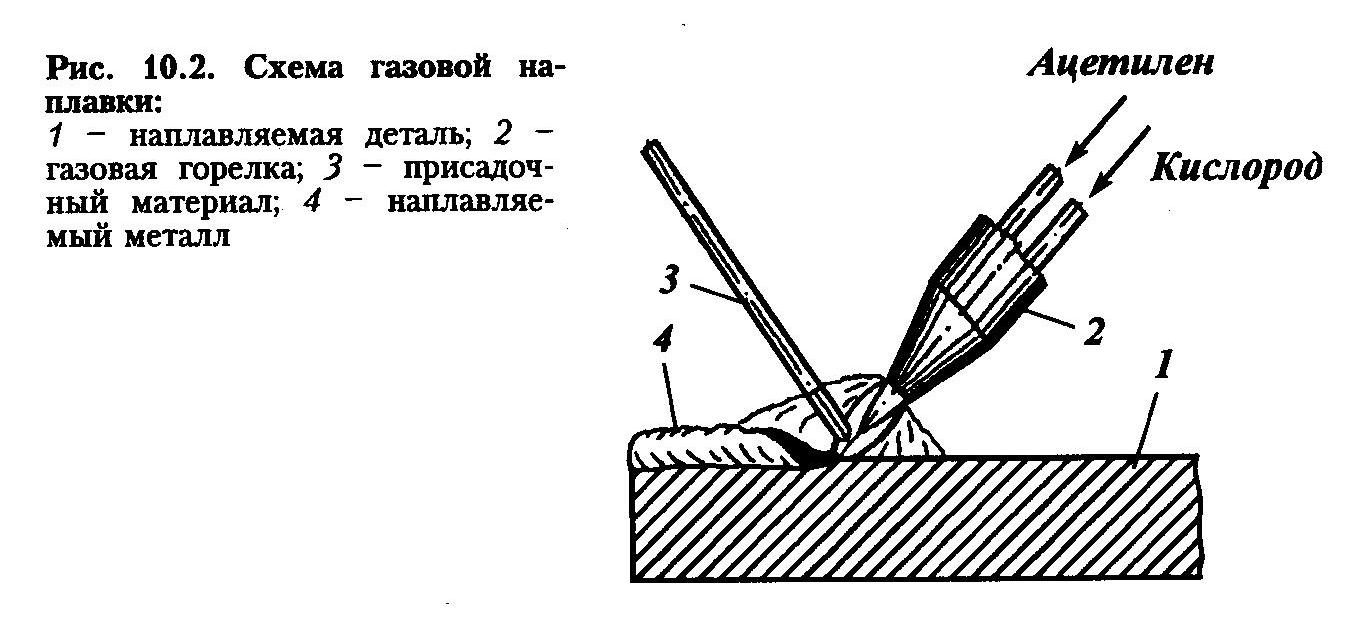
В зависимости от соотношения подаваемых в горелку ацети­лена и кислорода можно получить нормальное, науглероживаю­щее и окислительное пламя. Нормальное или, как его часто на­зывают, нейтральное пламя образуется при соотношении кисло­рода и ацетилена в смеси, равном 1,0-1,2. Нормальное пламя является восстановительным в отношении к свободной закиси железа и в зоне плавления ограничивает окисление поверхности. При соотношении кислорода и ацетилена, составляющем 0,8-0,9, возникает науглероживающее пламя, а при соотношении, равном 1,2-1,5, окислительное пламя. Выбор сварочного пламени влияет на качество сварного шва или наплавки, а также на производи­тельность процесса. Наплавку поверхностей деталей из стали с содержанием углерода до 0,5 % ведут нормальным пламенем. Науглероживающее пламя используется для наплавки поверхно­стей деталей из сталей с содержанием углерода более 0,5 %.

На ремонтных предприятиях для ручной газовой наплавки широко применяют инжекторные горелки среднего давления.

При ручной газовой наплавке качество шва и наплавленного слоя в значительной мере зависит от состава присадочного мате­риала.

Нагрев основного металла и присадочного материала при га­зовой наплавке легко регулируется, что позволяет избежать не­желательного глубокого проплавления основного металла и сме­шивания его с наплавочным материалом. Толщина наплавляемо­го слоя обычно колеблется от 2,5 до 4 мм.

К недостаткам газовой наплавки следует отнести неравномер­ность толщины наплавленного слоя.



**РУЧНАЯ ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ НАПЛАВКА**

При электродуговой наплавке источником тепла для расплавления металлов является электрическая дуга, возникаю­щая между электродом и металлом ремонтируемой детали. Ка­чество наплавленного слоя определяется диаметром электрода, типом и маркой электрода, силой тока, напряжением на дуге, родом и полярностью тока, скоростью сварки и положением шва в пространстве.

При ручной электродуговой наплавке чаще всего используют­ся металлические электроды, представляющие металлический стержень, на поверхность которого нанесен слой покрытия, предназначенного для стабилизации горения дуги, защиты рас­плавленного металла от кислорода и азота воздуха, легирования наплавленного металла. В состав электродных покрытий входят следующие группы компонентов: стабилизирующие, шлакообра-зующие, газообразующие, раскисляющие, легирующие и связую­щие. Электроды изготовляют диаметром 1,6-12 мм и длиной 225-450 мм. В зависимости от назначения стальные электроды подразделяются на типы.

Тип и марку электродов выбирают в зависимости от химического состава металла ремонтируемой де­тали и требований, предъявляемых к наплавленному слою.

Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины на­плавляемого слоя. При толщине наплавки менее 2 мм рекомен­дуется применять электроды диаметром 3 мм, а при большей толщине наплавки - электроды диаметром 4-5 мм.

Сварочный ток устанавливается в зависимости от диаметра выбранного электрода.

Напряжение в дуге зависит от ее длины. Питание дуги может осуществляться постоянным или пере­менным током. Род тока и полярность выбирают в зависимости от толщины и химического состава металла ремонтируемой дета­ли. В электрической дуге больше тепла концентрируется на ано­де, поэтому, если требуется небольшой нагрев детали, ее подсое­диняют катодом, т.е. наплавку ведут током обратной полярности.

Переменный ток широко используется для наплавки деталей из углеродистых и низколегированных сталей средней и большой толщины, а постоянный для деталей малой толщины.

Для питания дуги переменным током применяют сварочные трансформаторы, а для питания дуги постоянным током исполь­зуют сварочные генераторы или выпрямители.

Наплавку изношенных поверхностей производят в несколько слоев с перекрытием каждого предыдущего валика на 1/3 шири­ны, что обеспечивает его отжиг и препятствует образованию за­каленной зоны. Перед наплавкой каждого последующего слоя металла необходимо очищать предыдущий слой от шлака.

При наплавке выделяется значительное количество тепла, что может вызвать коробление детали. Поэтому наплавку следует вести с перерывами, обеспечивающими остывание слоя, и соблю­дать определенный порядок наложения валиков. Так, системати­чески поворачивая деталь, производят наплавку первого слоя.

При ремонте закаленных деталей ненаплавляемую часть дета­ли погружают в воду во избежание отпуска. Наплавку легиро­ванных сталей производят при большой плотности тока с пред­варительным подогревом поверхности.

Для повышения производительности ручной электродуговой наплавки рекомендуется применять наплавку металлическим электродом с присадочным прутком, пучком электродов, а также электродами больших диаметров с повышенным коэффициентом наплавки а. Ручную электродуговую наплавку целесообразно применять при небольшом объеме работ, а также при наплавке труднодоступных мест.

К преимуществам ручной электродуговой наплавки относятся удобство и простота процесса. Недостатки ее - низкая произво­дительность низкая стабильность дуги и невы­сокое качество наплавки.

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ НАПЛАВКА ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА**

При указанном виде наплавки электрическая дуга горит под слоем флюса, подаваемого систематически в зону на­плавки. В зоне горения дуги оплавляются поверхность детали, электрод и прилегающий слой флюса. Электродная проволока по мере оплавления автоматически подается в зону дуги одновре­менно с флюсом. При плавлении флюса выделяется газ и обра­зуется газовая оболочка, защищающая расплавленный металл от взаимодействия с окружающим воздухом и выгорания легирую­щих элементов. Кроме того, флюсовое покрытие способствует сохранению тепла дуги и препятствует разбрызгиванию жидкого металла.

На рис. 10.3 представлена схема наплавки под слоем флюса тел вращения. Между поверхностью детали *5* и электродной проволокой *3* возбуждена электрическая дуга. Расплавленная капля металла электрода *3,* смещаясь в направлении вращения детали, смешивается с расплавленным основным металлом дета­ли, образуя сварочную ванночку. При остывании образуется на­плавленный валик, который покрыт шлаковой коркой 7 и час­тично неиспользованным флюсом *1.*

Шлаковая корка, образующаяся при остывании, снижает ско­рость охлаждения наплавленного металла, что создает благопри­ятные условия для формирования шва. Поверхность наплавки под слоем флюса получается гладкой с плавным переходом от валика к валику. Этим способом можно наплавлять плоские, ци­линдрические, конические и фасонные поверхности в один или несколько слоев. Толщина слоя наплавки практически неограни­чена.

Для питания дуги обычно используют постоянный ток обрат­ной полярности. В качестве источника тока применяют свароч­ные генераторы или выпрямители.

Для наплавки применяют как универсальное оборудование, так и специализированные установки. Для наплавки цилиндри­ческих и плоских поверхностей выпускаются сварочные автома-346

ты. При ремонте широко применяют ручные переносные полуав­томаты.

Для повышения производительности наплавки применяют многоэлектродную наплавку, а также наплавку пластинчатыми электродами или электродной лентой.

Для получения требуемых свойств наплавленного металла не­обходимо вводить в него легирующие элементы. Применяют сле­дующие способы легирования:

1) легированной электродной проволокой с обычными флю­сами;

2) порошковой проволокой с обычными флюсами;

3) обычной сварочной проволокой с легирующими флюсами;

4) обычной электродной проволокой и обычными флюсами с предварительной засыпкой легирующих материалов на наплав­ляемую поверхность (обычно ферросплавов); иногда вместо по­рошковой смеси изготовляют обмазки, наносимые на наплавляе­мую поверхность.

Легированную электродную проволоку и обычные плавлен­ные флюсы наиболее широко применяют при ремонте деталей.

Составы флюсов зависят от химического состава основного металла детали и электродов. Применяют две группы флюсов: плавленные и керамические. Для наплавки используют высоко­марганцовистые и высококремнистые плавленные флюсы.

Для наплавки деталей, подвергшихся сильному износу, при­меняют керамические флюсы, легирующие металл наплавки, позволяющие получать наплавленный металл высокой твердости. Обычно слой флюса составляет 40-60 мм над слоем наплавленного шва.

Преимуществами автоматической наплавки под слоем флюса по сравнению с ручной электродуговой наплавкой являются:

1) высокая производительность процесса;

2) высокое качество наплавленного слоя;

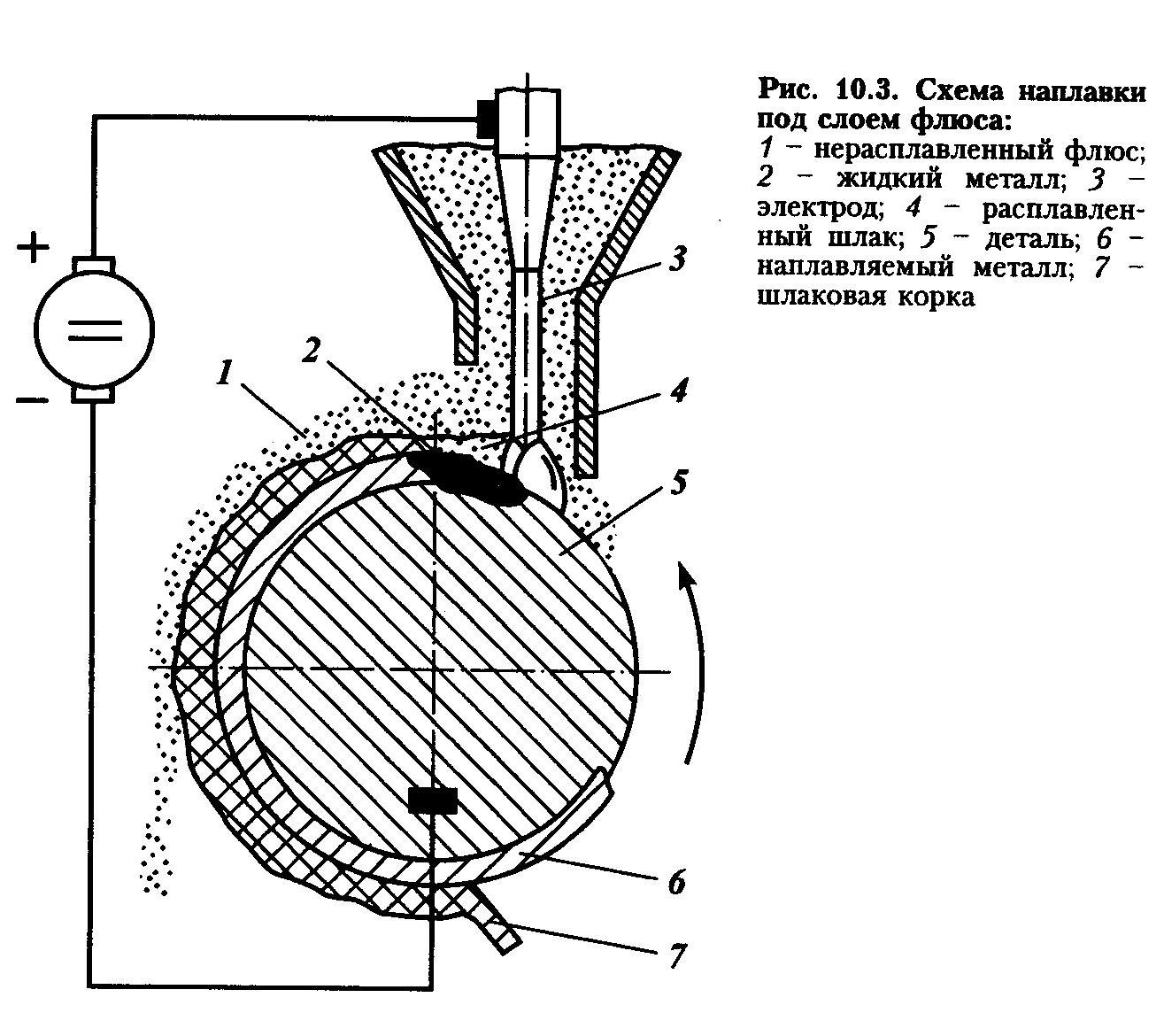
3) возможность широкого регулирования свойств наплавлен­ного слоя;

4) наличие закрытой дуги, улучшающее условия труда;

5) лучшее использование электроэнергии и материала прово­локи.

Основным недостатком наплавки этого вида является высокая доля основного металла в наплавленном слое вследствие значительного проплавления основного металла.

Для уменьшения объема расплавленного основного металла и снижения степени его перемешивания с металлом электрода применяют наплавку по винтовой линии с малым шагом, на­плавку с введением в зону горения дуги дополнительного прутка или проволоки, многоэлектродные способы наплавки с питанием от одного источника тока, наплавку ленточным электродом в ви­де широкой тонкой ленты, оплавление которой осуществляется непрерывно перемещающейся по кромке ленты дугой.



Доля основного металла в этих случаях снижается до 10 %, а при трех- или четырехслойной наплавке - до нуля в верхнем слое. При этом увеличивается на 20-40 % коэффициент наплав­ки и производительность процесса. Автоматическую наплавку под слоем флюса нельзя применять для восстановления отвер­стий малых диаметров и наружных поверхностей диаметром ме­нее 40 мм.

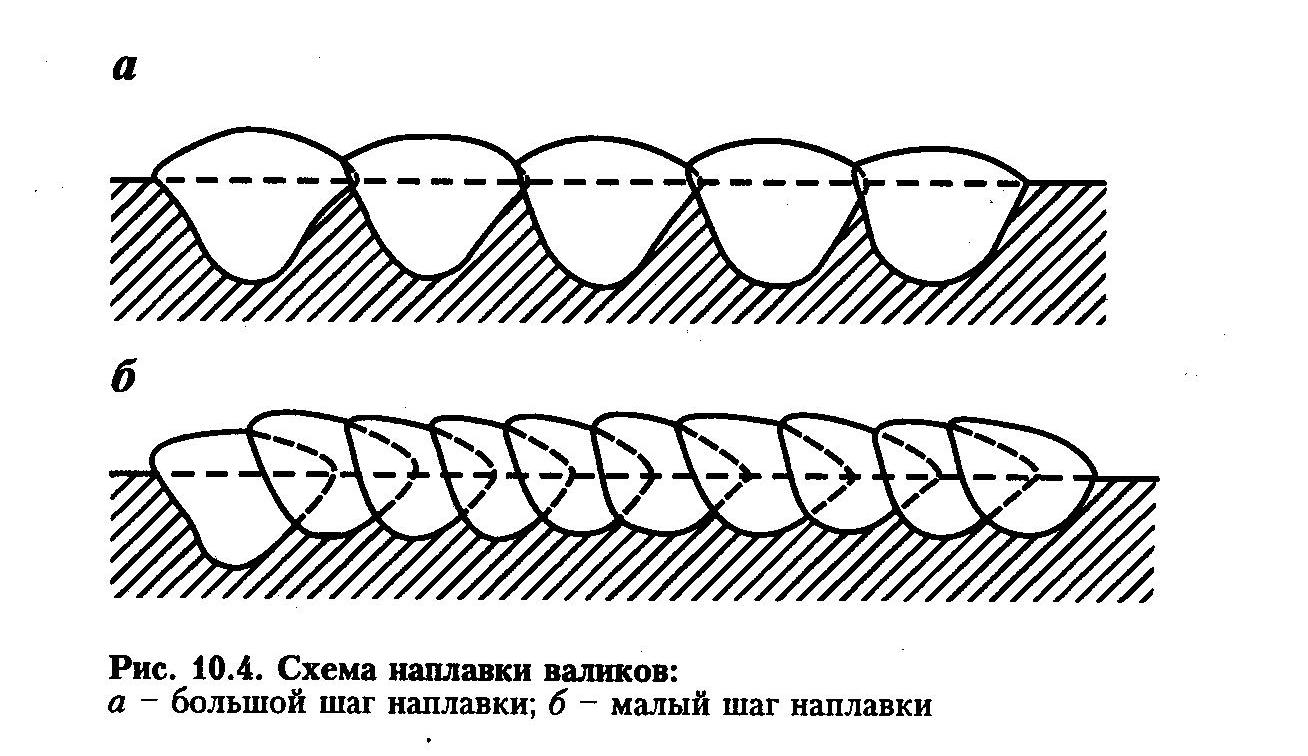
Автоматическую наплавку под флюсом целесообразно приме­нять при ремонте большого числа однотипных деталей, когда требуется наплавлять значительный слой металла толщиной от 5 до 40 мм.

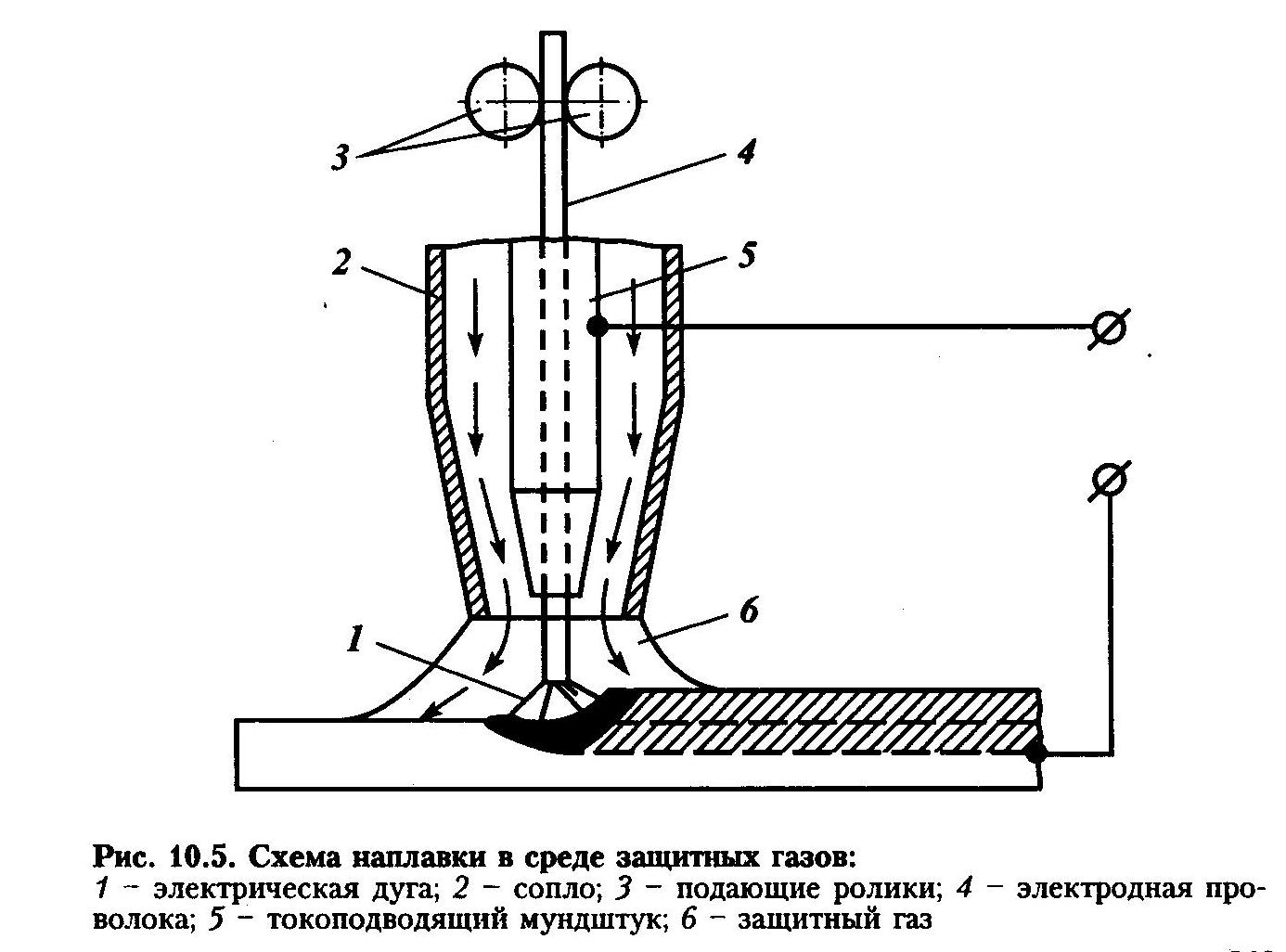
**АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ НАПЛАВКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ**

При этом виде наплавки защитный газ, подаваемый в зону наплавки под избыточным давлением, изолирует свароч­ную дугу и плавильное пространство от кислорода и азота воз­духа (рис. 10.5).

Наплавку углеродистых, легированных сталей и чугуна про­изводят в среде углекислого газа; для высоколегированных ста­лей применяют аргон. При высокой температуре сварочной дуги происходит диссоциация углекислого газа. Образовавшийся ато­марный кислород окисляет металл, что приводит к выгоранию железа и других примесей стали. Чтобы прекратить окисление, а также пополнить выгоревшие примеси при наплавке в углеки­слом газе применяют электродную проволоку, легированную марганцем и кремнием, которые связывают кислород и раскис­ляют ранее образовавшуюся закись железа. Образующиеся окис­лы марганца и кремния переходят в шлак.

Содержание углерода в электродной проволоке должно быть небольшим, в противном случае могут образоваться поры и горячие трещины в металле шва.





Для получения наплавленного слоя с особыми свойствами применяют порошковую проволоку.

Для наплавки в среде защитных газов используется серийное оборудование, применяемое для автоматической и полуавтомати­ческой электродуговой наплавки под слоем флюса. Однако в этом случае вместо узла подачи флюса используется устройство для подсушки и подачи углекислого газа.

Наплавку ведут на постоянном токе, в результате уменьшает­ся глубина проплавления и увеличивается количество электрод­ного металла в-нал лав ленном слое. Цилиндрические поверхности можно наплавлять кольцевыми валиками по винтовой линии с поперечными колебаниями или продольными валиками. Это определяется размером детали, ее конструкцией и химическим составом металла детали. Чтобы уменьшить деформации, пло­ские детали следует наплавлять отдельными участками, «враз-бежку».

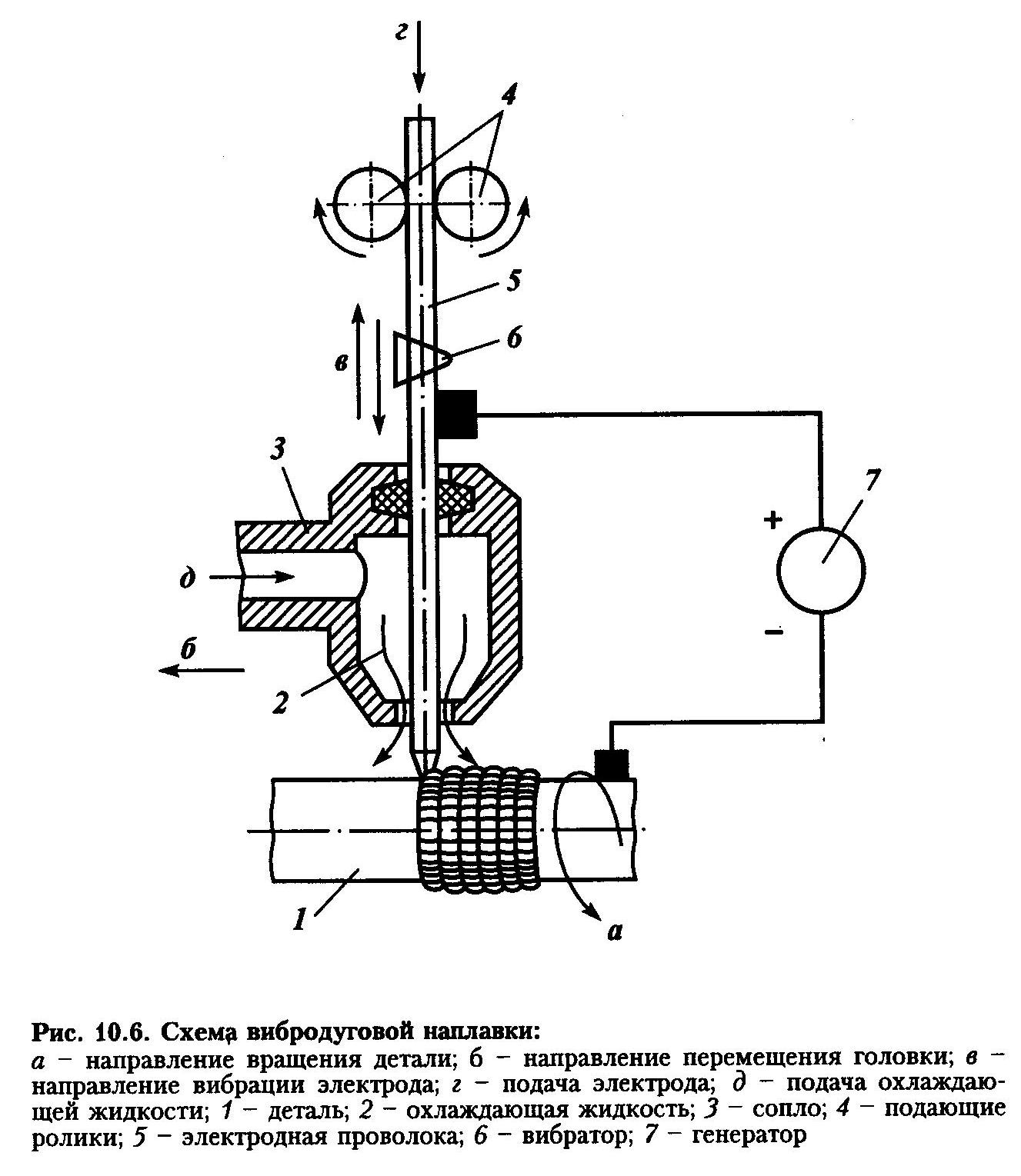
Наплавку в среде защитных газов применяют, когда невоз­можна или затруднительна подача флюса и удаление шлаковой корки, например при наплавке мелких деталей, внутренних по­верхностей и деталей сложной формы.

Преимуществами наплавки в среде защитных газов являются высокая производительность и простота ведения и управления процессом. Недостатки ее - сложность работы на открытом воз­духе из-за срыва струи углекислого газа под действием ветра и окислительная способность углекислого газа, высокая стоимость инертных газов.

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ ВИБРОДУГОВАЯ НАПЛАВКА**

Автоматическая вибродуговая наплавка основана на использовании тепла кратковременной электрической дуги, возникающей в момент разрыва цепи между вибрирующим элек­тродом и наплавляемой поверхностью. Отличительной особенно­стью этого вида наплавки является возможность получения на­плавленного слоя малой толщины 0,3-2,5 мм, охлаждение по­верхности наплавки в результате прерывистого характера про­цесса, что позволяет значительно уменьшить нагрев детали, сни­зить в ней остаточные напряжения и предотвратить ее деформи­рование.

Электродная проволока *5* (рис. 10.6) подается в зону наплав­ки через вибрирующий мундштук наплавочной головки при по­мощи роликов *4* подающего механизма. Ток от генератора посто­янного тока 7 подводится к детали *1* и электродной проволоке *5.*

****

Электрод вибрирует с частотой 25-100 Гц, в результате чего происходят частые короткие замыкания электрода на деталь. Вибрация электрода осуществляется электромагнитным или ме­ханическим вибратором *6,* встроенным в наплавочную головку. В процессе горения дуги на конце электрода образуется капля жидкого металла, которая переносится на наплавляемую поверх­ность в момент разрыва дуги. Это позволяет получить тонкий и прочный наплавленный слой при небольшом нагреве ремонти­руемой детали. В зону наплавки из сопла подается охлаждающая среда, которая снижает величину прогрева металла детали и позволяет в широких пределах регулировать структуру и свойства наплавленного слоя. В качестве охлаждающей среды применяют 5%-ный водный раствор кальцинированной соды или 20%-ный водный раствор глицерина. Образующийся при подаче жидкости пар надежно защищает расплавленный металл от кислорода и азота воздуха. В результате быстрого охлаждения наплавленный слой закаливается, становится твердым, износостойким. При од­ном и том же материале электродной проволоки можно получить различную структуру наплавленного слоя в зависимости от ко­личества охлаждающей жидкости и способа ее подачи. Основны­ми недостатками наплавки в среде жидкости являются неравно­мерная твердость, наличие газовых пор и трещин, снижение усталостной прочности восстанавливаемых деталей. Применение флюса или защитных газов, а также разделение зон наплавки и охлаждения позволяет значительно улучшить качество наплавки и повысить прочность деталей, работающих при циклических нагрузках. В качестве защитного газа обычно используется угле­кислый газ.

В качестве источников тока используют генераторы постоян­ного тока или селеновые выпрямители.

Для наплавки цилиндрической поверхности деталь устанав­ливают в центрах токарно-винторезного станка и вращают с за­данной скоростью. На суппорте станка закрепляют наплавочную головку.

При наличии эксцентричной выработки, превышающей 0,5 мм, необходимо предварительно устранить ее механической обработкой. Качество наплавки зависит от параметров электри­ческого тока, скорости подачи электродной проволоки, амплиту­ды колебаний электрода, шага наплавки и скорости вращения детали.

В табл. 10.1 приведены рекомендуемые режимы вибродуговой наплавки в жидкости.

Таблица 10.1

**Режимы вибродуговой наплавки в жидкости**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Толщина наплавленного слоя, | | | | |
| Показатели | мм | | | | |
|  | 0,3 | 0,7 | 0,9 | 1,5 | 2,7 |
| Скорость наплавки, м/мин | 2,2 | 1,5 | 1,0 | 0,6 | 0,3 |
| Скорость подачи проволоки, м/мин | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,2 |
| Подача головки, мм/об | 1,5 | 1,Ь | 1,5 | 1,8 | 2,0 |
| Амплитуда колебаний, мм | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Расход жидкости, л/мин | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |

Качество наплавленного слоя во многом зависит от материала электродной проволоки. Марку проволоки выбирают в зависимо­сти от требуемых механических свойств наплавленного слоя.

Автоматическую вибродуговую наплавку применяют для на­ращивания изношенных наружных и внутренних цилиндриче­ских поверхностей, в частности, шеек валов, штоков буровых на­сосов, замков бурильных труб и других деталей.

К преимуществам вибродуговой наплавки относятся: возмож­ность получения тонких и прочных покрытий, .малая глубина зоны термического влияния, небольшой нагрев детали и незна­чительное выгорание легирующих элементов электродной прово­локи. Производительность при вибродуговой наплавке выше, чем при ручной электродуговой, но ниже, чем при наплавке под флюсом.

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ**

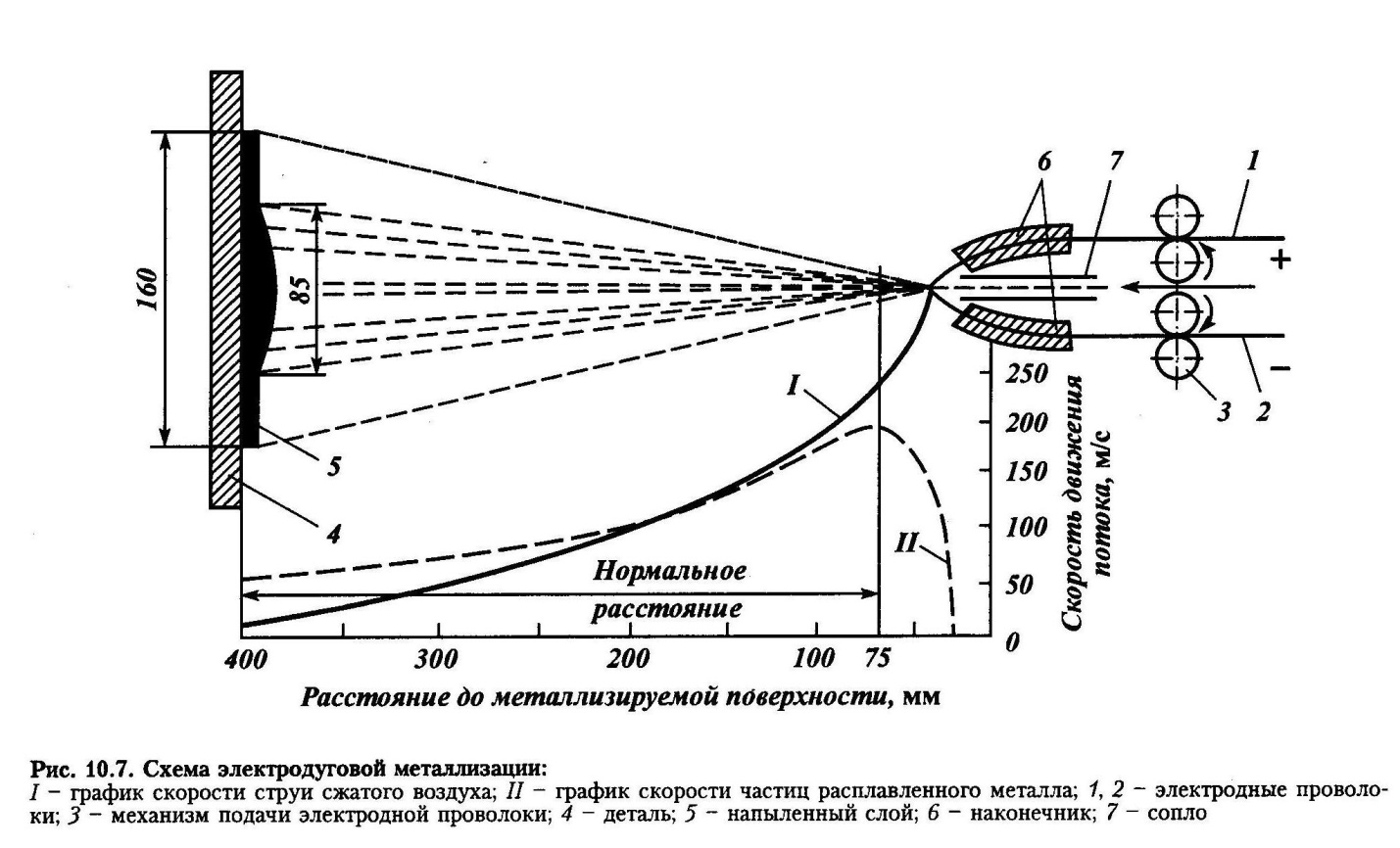
Процесс металлизации заключается в нанесении рас­плавленного металла на специально подготовленную поверхность детали распылением его струей воздуха или газа. Частицы рас­плавленного металла, ударяясь о поверхность детали, заполняют предварительно созданные на поверхности неровности, в резуль­тате чего происходит их механическое закрепление, а также воз­никает молекулярное схватывание между напыляемым и основ­ным металлом. В результате закалки, окисления и наклепа час­тиц напыляемого металла твердость материала покрытия повы­шается. Различают электродуговую, газовую, высокочастотную, плазменную и детонационную металлизацию. Напыляемый мате­риал применяется в виде проволоки, ленты или порошка. Плот­ность напыленного слоя зависит от скорости частиц при ударе, а следовательно, от расстояния между соплом и поверхностью детали. Расплавленная шарообразная частица стали при распыле­нии окисляется. На больших расстояниях пленка окислов успе­вает утолщиться, поэтому при ударе о поверхность происходит растрескивание оболочки с выбросом жидкого металла через трещины, и покрытие в этом случае складывается из перекры­вающих друг друга чешуек. При ударе частиц металла, не обра­зующих пленки окислов (медь и ее сплавы), получается покры­тие, в котором трудно обнаружить следы металлизационных частиц.

Широкое применение на ремонтных предприятиях получила электродуговая металлизация (рис. 10.7). Две электрически изо­лированные друг от друга электродные проволоки *1* и *2, к* кото­рым подводится электрический ток, перемещаются механизмом подачи *3* со скоростью 2,5-3,5 м/мин. При выходе из наконечни­ков 6 проволоки пересекаются и под действием возникающей при этом электрической дуги концы их расплавляются. Через сопло *7* подается струя сжатого воздуха под давлением 0,4-0,7 МПа, которая распыляет расплавленный металл на мельчай­шие частицы. Частицы раскаленного металла, двигаясь со скоро­стью 75-200 м/с, наносятся на специально подготовленную по­верхность детали *4,* создавая напыленный слой *5.* Размер частиц зависит от режима металлизации и природы напыляемого метал­ла и обычно изменяется от 0,01 до 0,2-0,3 мм. Скорость струи сжатого воздуха (кривая *Г)* быстро уменьшается по мере удале­ния от сопла и на расстоянии 200-300 мм оказывается ниже скорости частиц расплавленного металла (кривая *II),* движущих­ся по инерции, В связи с этим расстояние от сопда до металли­зируемой поверхности должно быть 75-150 мм; в этом диапазоне скорость частиц металла наибольшая, что обеспечивает более высокое качество напыляемого слоя.

В комплект оборудования электрометаллизационной установ­ки (рис. 10.8) входят электродуговой металлизатор *2,* компрессор *11* с электродвигателем *12* для подачи сжатого воздуха, ресивер *10* для снижения пульсаций воздушного потока, фильтр *9* для очистки сжатого воздуха от масла и влаги и сварочный транс­форматор *7* для питания электрической дуги током. Металлиза­цию ведут как на постоянном, так и на переменном токе. В пер­вом случае в качестве источника электрической дуги применяют сварочные генераторы, во втором случае - сварочные трансфор­маторы. Промышленностью выпускается специальный трансфор­матор для металлизационных установок.

Для электродуговой металлизации выпускают стационарные и ручные металлизаторы.

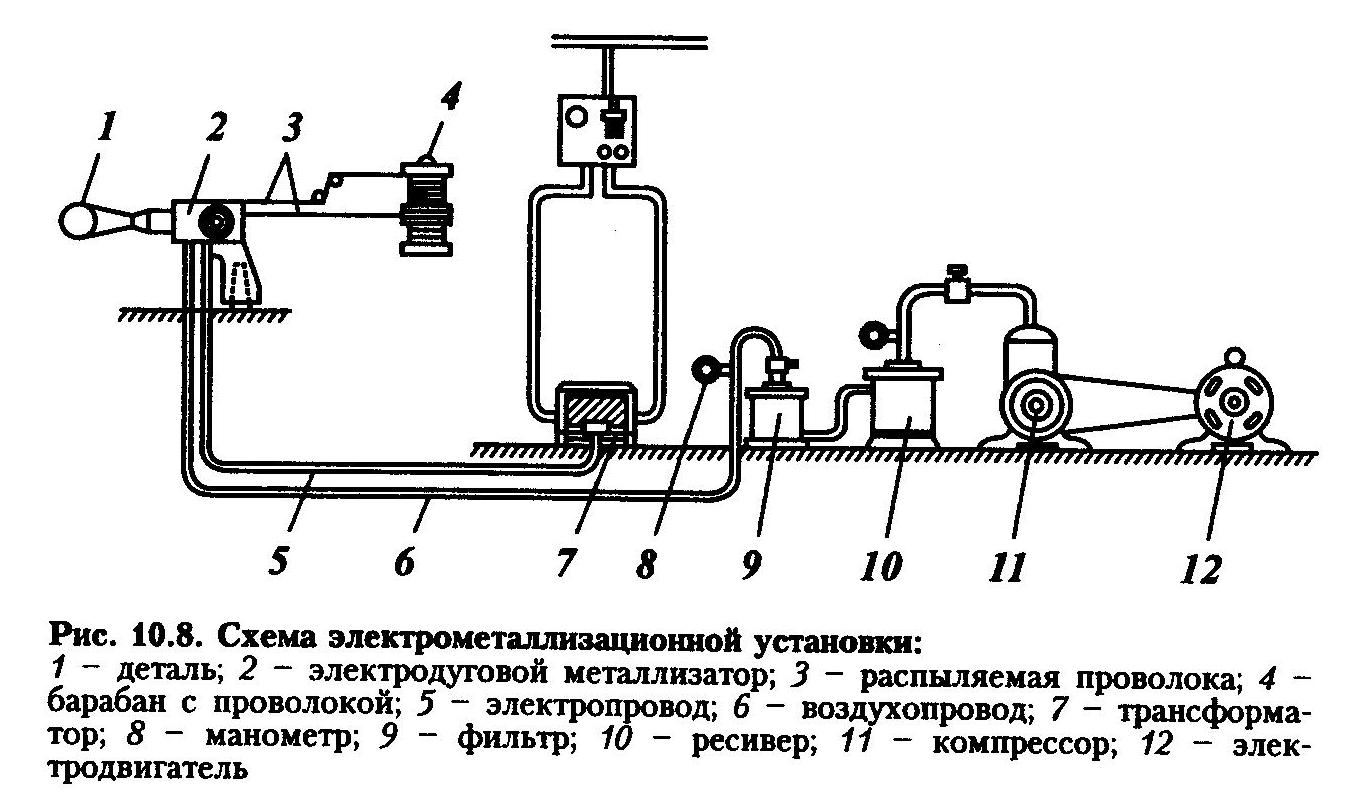
К преимуществам элетрометаллизации следует отнести высокую производительность процесса. Основные недостатки элек­трометаллизации - значительное выгорание легирующих элемен­тов, окисление напыляемого металла, низкие механические свой­ства напыленного слоя и большие потери металла при напыле­нии. Электродуговые металлизаторы могут быть использованы для напыления сталей и цветных металлов.

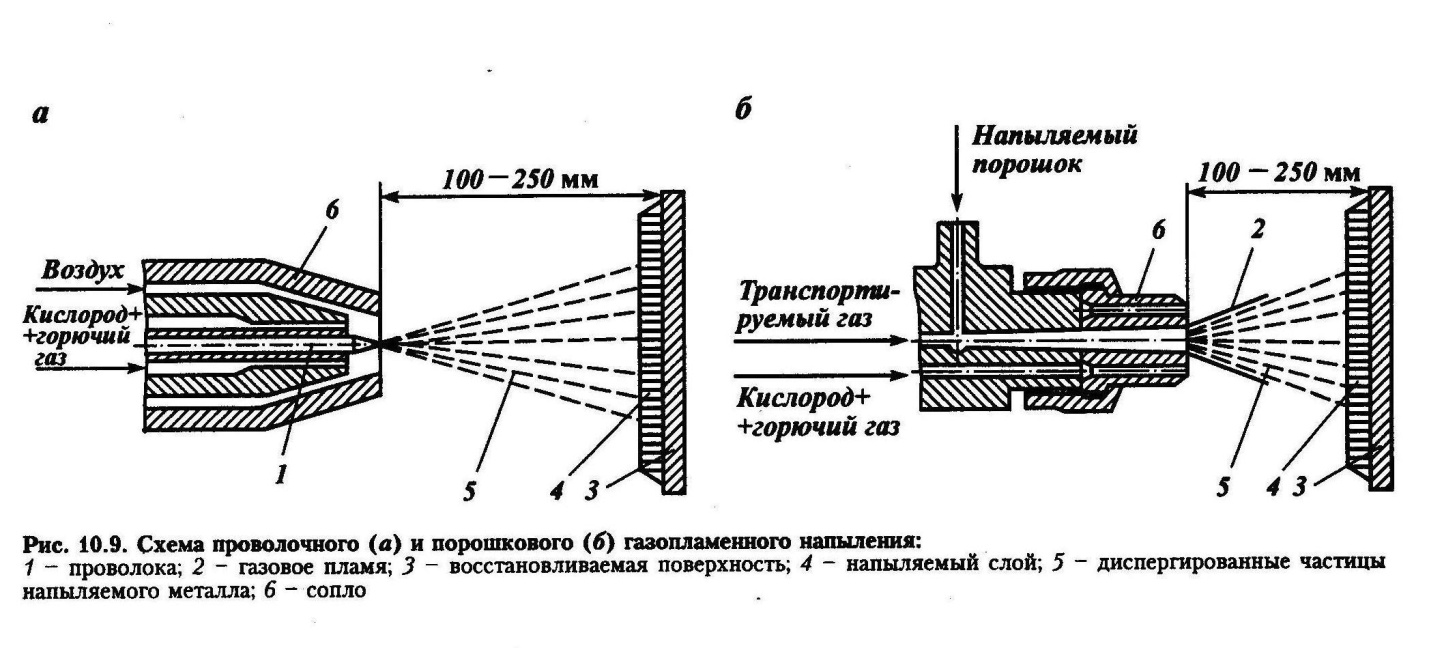


При газовой металлизации проволоку напыляемого металла расплавляют смесью, кислород + горючий газ, например ацети­лен, а распыление осуществляют сжатым воздухом или инерт­ным газом. Расход сжатого воздуха обычно составляет 0,6-0,8 м3/мин, давление 0,3-0,5 МПа. Давление ацетилена должно быть 0,004-0,06 МПа, а его расход 240-850 л/ч. Давление ки­слорода 0,2-0,7 МПа и расход 600-2100 л/ч. Напыляемые мате­риалы используются в виде проволоки или порошка.

Применяемая для напыления проволока подается со скоро­стью 4,5-6,0 м/мин в распылительную головку с помощью спе­циального подающего механизма, установленного в газометаллизаторе.

Схемы распылительных головок при использовании проволо­ки и порошка показаны на рис. 10.9. Через одно из отверстий в распылительную головку поступает смесь ацетилена с кислоро­дом и по каналам направляется к соплу. Сжатый воздух посту­пает через другое отверстие. При выходе из сопла струя сжатого воздуха распыляет частицы расплавленного металла и наносит их на поверхность детали. Рекомендуемое расстояние от сопла до детали 100-250 мм. Для газовой металлизации выпускают металлизаторы инжекционного типа, используемые для работ вручную и на станках.





Газовая металлизация обеспечивает получение покрытий вы­сокого качества. Выгорание легирующих элементов и содержание окислов в напыленном слое при газовой металлизации значи­тельно меньше по сравнению с электрометаллизацией.

Недостатком газовой металлизации является необходимость в горючем газе и более высокая стоимость покрытия. Газовая ме­таллизация широко используется для напыления тугоплавких сплавов и металлов, например титана.

Одним из прогрессивных методов является плазменно-дуговая металлизация. При пропускании электрического тока большой плотности через газовую среду, находящуюся под по­вышенным давлением, газ ионизируется. Наряду с положительно и отрицательно заряженными ионами в ионизированном газе содержатся электроны и нейтральные атомы. Такое состояние вещества называется плазмой. Плазма обладает высокой элек­трической проводимостью и образует вокруг себя магнитное по­ле, которое заставляет частицы плазмы сжиматься и двигаться узким пучком. Плазменная струя служит интенсивным источни­ком тепла; температура ее достигает 15 000 °С.

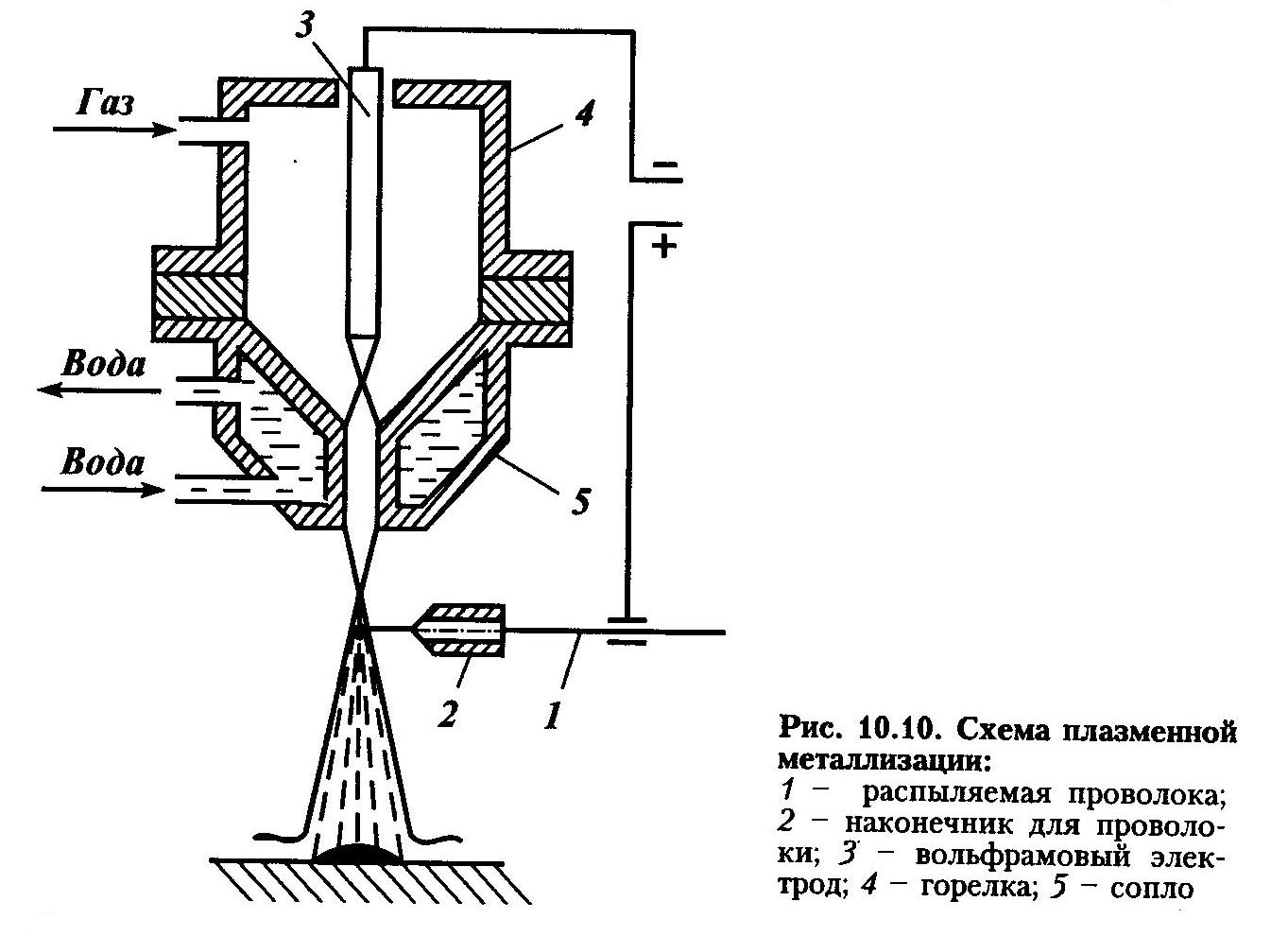
На рис. 10.10 показана схема плазменной металлизации. Ме­жду вольфрамовым электродом *3,* горелкой *4* и медным водоохлаждаемым соплом *5* создается дуговой разряд, который прохо­дит в узком канале, также охлаждаемом водой. В канал горелки *4* подается инертный газ, который под действием электрической дуги ионизируется и выходит из сопла *5* в виде плазменной струи. В зону плазменной струи непрерывно подается напыляе­мый материал *1.* Расплавленные плазмой частицы напыляемого металла увлекаются плазменной струей и с высокой скоростью напыляются на поверхность детали. Скорость потока плазмы достигает 9000 м/с.

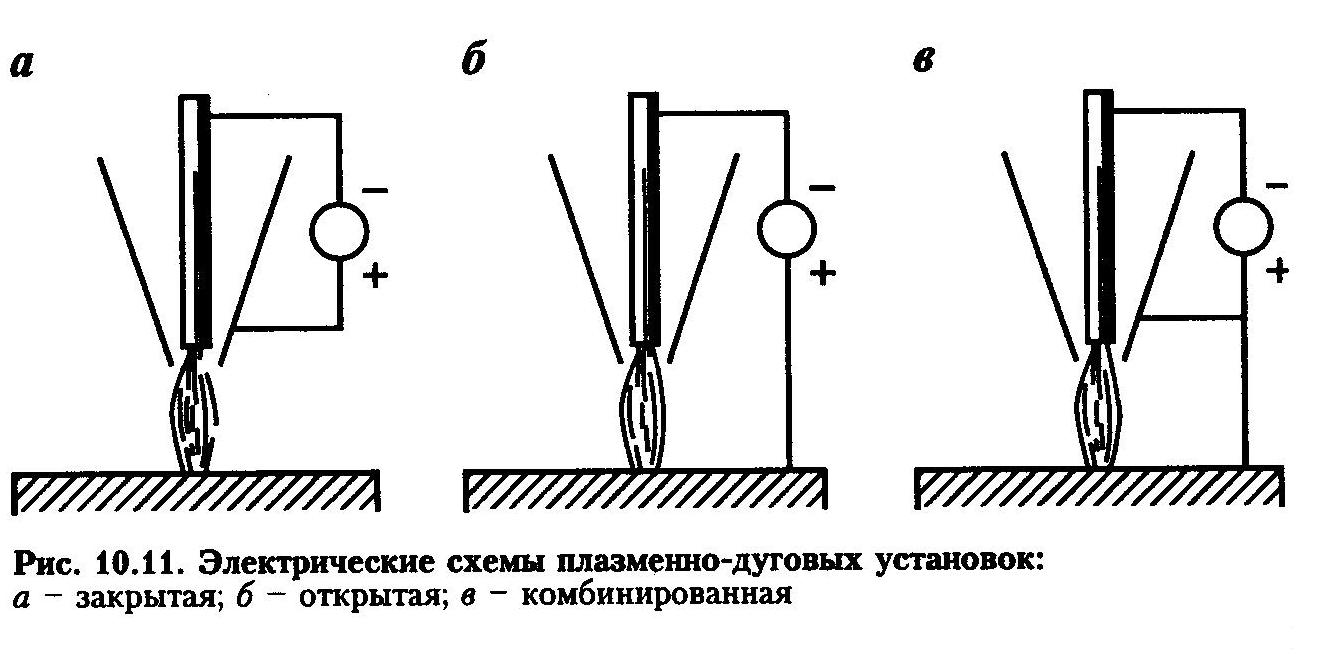
В зависимости от схемы включения электрической цепи воз­можны различные виды плазменной дуги: открытая, закрытая и комбинированная (рис. 10.11). При плазменной металлизации применяется закрытая плазменная дуга, которая образуется, ко­гда анодом является сопло.

Ремонтируемая деталь в цепь источника тока не включается. При указанной схеме включения электрической цепи температу­ра на поверхности детали в процессе металлизации не превышает температуру плавления основного металла и, следовательно, по­верхностный слой детали находится в твердом состоянии. В ка­честве источника постоянного тока обычно используют преобра­зователи или полупроводниковые выпрямители, в качестве плазмообразующего газа применяют аргон, азот, гелий, водород или их смеси. Рекомендуемое расстояние от сопла до детали 80-120 мм. Напыляемые материалы используются в виде проволоки или порошка.

Для плазменной металлизации промышленностью выпускают­ся стационарные и ручные установки.

Плазменную металлизацию обычно применяют для напыле­ния тугоплавких металлов и их соединений, например, вольфра­ма, окиси алюминия, карбидов, боридов и цветных сплавов.





Применение плазмообразующих нейтральных газов предот­вращает окисление напыляемых металлов. Плазменное напыле­ние является производительным процессом. Достигается доста­точно прочное сцепление напыленного слоя *с* металлом детали.

Основной недостаток плазменной металлизации - высокая хрупкость напыленного слоя.

При детонационной металлизации распыление порошкового материала производят на специальной установке (пушке) с ис­пользованием энергии, выделяющейся при мгновенном сгора­нии взрывчатой смеси. На рис. 10.12 показана схема установки для детонационного распыления порошкового материала. Она состоит из ствола 5, представляющего собой водоохлаждаемую трубу. Взрывная камера *3* служит для приема компонентов взрывчатой смеси и порошкового материала. Смесь подается из баллонов через смесительную камеру *4.* Порошок транспортиру­ется газом (азотом или воздухом) из питателя *1.*

Процесс детонационного напыления протекает следующим образом.

В рабочую (взрывную) камеру *3* установки поступает точно измеренное количество взрывчатой смеси (ацетилен + кислород или пропан-бутан + кислород) и взвешенных частиц порошко­вого материала. С помощью запального устройства *2* она воспламеняется. Из рабочей (взрывной) камеры пламя распространяет­ся по стволу со скоростью (2-4)103 м/с.

Продукты детонации увлекают за собой частицы порошка, которые кроме кинетической получают также тепловую энергию. Скорость выноса порошка (0,6-1,2)103 м/с.

В зависимости от соотношения компонентов смеси можно из­менять температуру (до 4000 °С) и скорость продуктов детона­ции. Наибольшая скорость достигается при содержании в ацети-лено-кислородной смеси 50 % кислорода, а наибольшее тепловы­деление при 71 % (по объему) кислорода. Ударяясь о поверх­ность детали, частицы порошка образуют плотный слой покры­тия. Физико-химические свойства детонационных покрытий, как правило, превышают аналогичные характеристики покрытий, по­лучаемых другими способами напыления.

На рис. 10.13 приведена схема процесса металлизации детали.

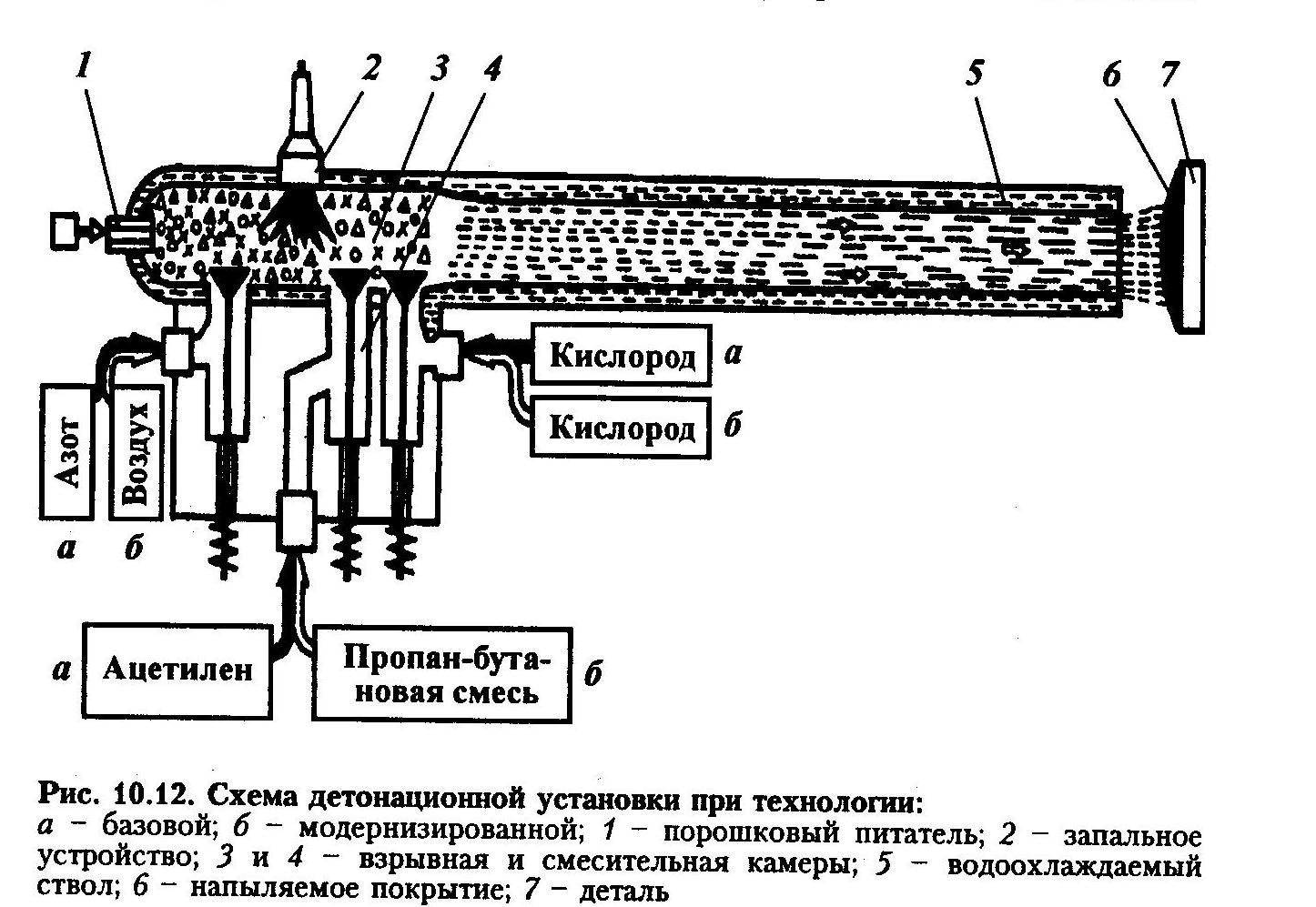
Предварительная механическая обработка необходима связи с тем, что восстанавливаемая поверхность может иметь неравно­мерный износ и в процессе металлизации покрытие будет копи­ровать профиль поверхности, что приведет к неравномерной толщине напыленного слоя после окончательной механической обработки.

Чтобы обеспечить достаточную прочность сцепления напы­ленного слоя с основным металлом, необходимо придать восста­навливаемой поверхности шероховатость. Наиболее распростра­ненными способами создания шероховатости являются нарезание рваной резьбы, нарезание круглой резьбы с обкаткой, накатыва­ние поверхности накатниками, обдувка стальной или чугунной крошкой, нанесение частичек металла электросваркой и анодно-механическая обработка поверхности. Реже применяют насечку зубилом, нарезание круговых канавок, намотку проволоки и др.

Нарезание рваной резьбы, насечка зубилом и анодно-механическая обработка, обеспечивая хорошее сцепление напы­ленного слоя с металлом детали, снижают усталостную проч­ность и, следовательно, не могут быть использованы для подго­товки деталей, работающих при циклических нагрузках. В по­следнем случае рекомендуется применять обдувку дробью и на­катку.

Изоляцию участков, не подвергаемых металлизации, произво­дят накладками из картона, бумаги или жести, шпоночные пазы заделывают временными деревянными пробками. Разрыв во вре­мени между подготовкой поверхности и металлизацией не дол­жен превышать двух часов, в противном случае происходит окисление поверхности, что снижает прочность сцепления.

Следует стремиться к напылению такого металла, коэффициент теплового расширения которого близок коэффициенту рас­ширения металла детали.



В напыленном слое при охлаждении происходит усадка, в ре­зультате чего возникают значительные остаточные напряжения. Это приводит к увеличению сцепления покрытия с основным металлом при металлизации наружных цилиндрических поверх­ностей. При металлизации внутренних поверхностей возникаю­щие в слое остаточные напряжения приводят к образованию трещин и отслаиванию покрытия. Напряжения в напыленном слое возрастают с увеличением его толщины. Последовательное нанесение металлизационного покрытия тонкими слоями (0,05-0,1 мм) с охлаждением каждого слоя, применение в качестве ма­териала для напыления сталей с повышенным содержанием уг­лерода (0,7 %) и предварительный подогрев поверхности детали до 270-370 °С позволяют избежать трещин и повысить проч­ность сцепления. С целью повышения сцепления покрытия с металлом детали используют для дутья инертные газы вместо воздуха, проводят термическую обработку после металлизации и применяют подслой из легкоплавких металлов и сплавов.

Внутренние цилиндрические поверхности металлизируют с предварительным подогревом до 100-150 °С, что обеспечивает лучшее сцепление покрытия с металлизируемой поверхностью детали вследствие уменьшения остаточных напряжений.

После металлизации производят механическую и термиче­скую обработку детали для получения необходимых размеров и качества восстанавливаемой поверхности.

Для более прочного сцепления покрытия с материалом детали рекомендуется, чтобы толщина напыленного слоя после оконча­тельной обработки была не менее 0,6 мм при диаметре поверхно­сти детали до 25 мм и 0,95-1,0 мм при большем диаметре.

Учитывая невысокие механические свойства напыленного слоя, механическую обработку следует производить после полно­го остывания детали на пониженных режимах и специально за­точенным режущим инструментом.

К преимуществам металлизации относятся: высокая произво­дительность и экономичность процесса, повышенная твердость покрытия по сравнению с исходной твердостью напыляемого металла (для стали на 30-40 %), возможность получения покры­тия толщиной до 10-15 мм, проведение процесса без нагревания детали (что позволяет напылять металл на поверхность деталей из пластмассы, дерева, картона и других материалов), повышен­ная износостойкость покрытий при жидкостном трении, вследст­вие впитывания масла в пористый напыленный слой. Металли­зация имеет существенные недостатки, а именно: невысокая прочность сцепления напыленного слоя с металлом детали, не­однородность покрытия из-за значительного содержания оки­слов, малая износостойкость покрытия при недостатке смазки, так как покрытие в этом случае выкрашивается, снижение уста-лостной прочности ремонтируемой детали до 50 % (в зависимо­сти от способа подготовки поверхности).

Металлизацию применяют для восстановления изношенных плоских, цилиндрических наружных и внутренних поверхностей, получения антифрикционных и коррозионностойких покрытий и восстановления неподвижных посадок.

