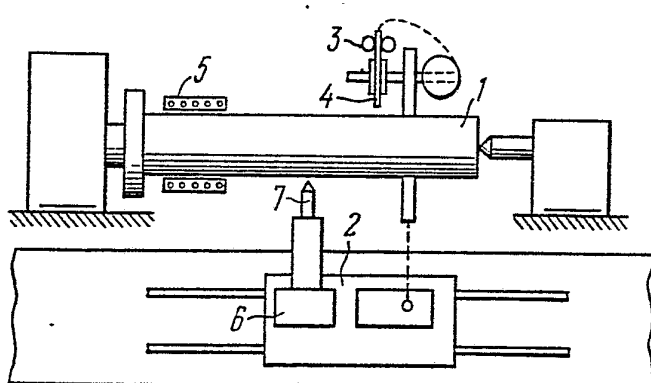
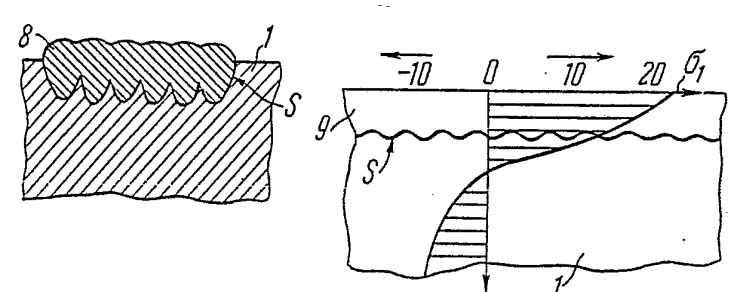


МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(51) Международная классификация изобретения ³ : B23K 9/09	A1	(11) Номер международной публикации: WO 81/03138 (43) Дата международной публикации: 12 ноября 1981 (12.11.81)
(21) Номер международной заявки: PCT/SU80/00036 (22) Дата международной подачи: 29 февраля 1980 (29.02.80) (71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US): ЛЕНИНГРАДСКИЙ КОРАБЛЕСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ [SU/SU]; Ленинград 190008, ул. Лопманская, д. 3 (SU) [LENINGRADSKY KORBLESTROITELNY INSTITUT, Leningrad (SU)]. (72) Изобретатель, и (75) Изобретатель/Заявитель (только для US): БАБАЕВ Александр Николаевич [SU/SU]; Ленинград 198217, ул. 3 Интернационала, д. 28, кв. 38 (SU) [BABAEV, Aleksandr Nikolaevich, Leningrad (SU)].		(81) Указанные государства: DE, GB, JP, SE, US Опубликовано С отчетом о международном поиске
(54) Title: METHOD OF MANUFACTURING ARTICLES WITH SURFACING COATING AND ARTICLE MADE BY THIS METHOD (54) Название изобретения: СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С НАПЛАВЛЕННЫМ ПОКРЫТИЕМ И ДЕТАЛЬ, ИЗГОТОВЛЕННАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТАКОГО СПОСОБА (57) Abstract: A method of manufacturing articles with a surfacing coating comprises multilayer welding of a metal on the article, its machining and tempering. Welding the first layer is carried out so that intermittent penetrations of the base of that layer into the metal of the article are formed along the surface of the latter, the metal of the coating being so chosen that its coefficient of thermal expansion is less than that of the metal of the article. The article made with the use of that method has a relief form of the boundary surface (S) in the welding zone of the coating (8) to the article (1) and has residual stresses at least within the limits of the thickness of that welding zone.   (57) Аннотация: Способ изготовления деталей с наплавленным покрытием включает многослойное электродуговое наплавление металла на деталь, механическую обработку и отпуск. Наплавление первого слоя на поверхность детали осуществляют с заглаблениями основания этого слоя в металл детали, непрерывно чередующимися между собой вдоль поверхности детали, и в качестве наплавляемого металла используют такой, коэффициент теплового расширения которого меньше коэффициента теплового расширения металла детали. Деталь с покрытием, изготовленная таким способом, имеет рельефную форму пограничной поверхности (S) в зоне сплавления детали (1) и наплавленного на нее покрытия (8), и по меньшей мере в пределах толщины этой зоны сплавления действуют остаточные напряжения сжатия.		

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр,
в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ:

AT	Австрия	LI	Лихтенштейн
AU	Австралия	LU	Люксембург
BR	Бразилия	MC	Монако
CF	Центральноафриканская Республика	MG	Мадагаскар
CG	Конго	MW	Малави
CH	Швейцария	NL	Нидерланды
CM	Камерун	NO	Норвегия
DE	Федеративная Республика Германии	RO	Румыния
DK	Дания	SE	Швеция
FR	Франция	SN	Сенегал
GA	Габон	SU	Советский Союз
GB	Великобритания	TD	Чад
HU	Венгрия	TG	Того
JP	Япония	US	Соединенные Штаты Америки
KP	Корейская Народно-Демократическая Республика		

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С НАПЛАВЛЕННЫМ
ПОКРЫТИЕМ И ДЕТАЛЬ, ИЗГОТОВЛЕННАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТАКОГО СПОСОБА.

Область техники

5 Настоящее изобретение относится к технике сварки
при ее использовании для наплавления металлов. Более
точно, изобретение касается способов изготовления де-
талей с наплавленным покрытием и деталей, изготовлен-
ных с использованием таких способов. Такие способы и
10 детали с наплавленным покрытием используются в тех слу-
чаях, когда по конструктивным требованиям необходимо
достичь различного сочетания свойств центральной части
и поверхностной зоны изделия, либо когда это обуслов-
лено экономической необходимостью применения более де-
15 шего металла для центральной части изделия, обладаю-
щего большой металлоемкостью. Такие способы используются
также при восстановлении металлических изделий.

Наиболее предпочтительной областью производства,
в которой может быть использовано настоящее изобретение,
20 является производство металлоемких стальных деталей, к
которым предъявляется требование обеспечения высокой
усталостной прочности и вместе с тем хорошего про-
тивостояния агрессивным средам, вызывающим коррозию,
истирание или другой вид разрушения. К деталям, рабо-
25 тающим в подобных условиях, относятся валы и рабочие
органы гидромашин и смесителей для агрессивных материа-
лов, шнеки для транспортировки абразивных материалов.

Предшествующий уровень

30 Широко известны способы изготовления деталей с на-
плавленным покрытием путем электродугового многослой-
ного наплавления детали плавящимся электродом и последую-
щей механической обработки. При осуществлении всех таких
известных способов считается предпочтительным, чтобы
наплавление первого и последующих слоев выполнялось
35 плавящимся электродом, металл которого имеет коэффи-
циент теплового расширения примерно равный коэффициенту
теплового расширения металла, из которого изготовлена
деталь. Наплавление первого слоя во всех известных



- 2 -

способах производят так, чтобы обеспечить как можно более ровную форму пограничной поверхности между основанием этого слоя и деталью и тем самым минимальную толщину их зоны сплавления. Детали с покрытием, изготовленные такими способами, в зоне сплавления детали и покрытия имеют ровную форму пограничной поверхности между ними.

Как известно, при любых режимах наплавления в зоне сплавления детали и наплавленного на нее слоя металла неизбежно имеются макро- и микродефекты. Когда в детали под действием внешней нагрузки возникают напряжения растяжения, которые в большинстве случаев нагруженного состояния деталей, например, в валах достигают максимальных значений у поверхности, макро- и микродефекты в зоне сплавления приводят к появлению микротрещин. Эти микротрещины могут возникнуть также при отпуске или под действием температурных изменений во время работы детали, которые сопровождаются появлением релаксационных трещин. В условиях динамических нагрузок эти микротрещины развиваются и приводят к усталостному разрушению детали с наплавленным покрытием. Кроме того, при таких нагрузках наличие микротрещин в покрытии у границы с деталью может привести к выкрашиванию покрытия в этой зоне. Вместе с тем, вследствие ровной формы пограничной поверхности между деталью и наплавленным покрытием, напряжения при переходе от детали к покрытию изменяются скачкообразно. Это приводит к появлению сдвигающих усилий в покрытии у границы с поверхностью детали. При этом эти усилия, при ровной форме пограничной поверхности между деталью и наплавленным покрытием, имеют одинаковое направление и являются причиной сколов покрытия. Указанные факторы проявляются еще более существенно в результате появления в детали после наплавки значительных остаточных напряжений, которые, в большинстве случаев, в зоне сплавления детали и покрытия, являются напряжениями растяжения.



- 3 -

Известен способ изготовления деталей с наплавленным покрытием, который обеспечивает значительное снижение остаточных напряжений. При его осуществлении, после электродугового многослойного наплавления детали плавящимся электродом и механической обработки осуществляют отпуск /Фрумин И.И. "Автоматическая электродуговая на-
5 плавка, издательство "Металлургиздат", 1961 г, страница 374/. Этот способ является наиболее близким к способу согласно настоящему изобретению. Однако в этом известном
10 способе операцию наплавления детали плавящимся электродом выполняют так же, как и в описанных выше известных способах, а поэтому пограничная поверхность между де-
15 талью и покрытием имеет минимальную толщину зоны сплавления и является ровной. Вследствие этого на прочность такой детали оказывают влияние все описанные выше фак-
торы, приводящие к снижению ее прочности.

Раскрытие изобретения

В основу настоящего изобретения положена задача создания способа изготовления деталей с наплавленным
20 покрытием, а вместе со способом и самой детали с покрытием, которая путем определенного выполнения операции наплавления первого слоя имела бы такую зону
сплавления детали и покрытия, наличие макро- и микро-
25 дефектов в которой не оказывало бы влияния на прочность готового изделия.

Эта задача решается в способе изготовления деталей с наплавленным покрытием, включающем электродуговое многослойное наплавление детали плавящимся электродом, механическую обработку и отпуск, в котором, в соответ-
30 ствии с сущностью настоящего изобретения, наплавление первого слоя производят так, чтобы обеспечить периодические, непрерывно следующие друг за другом по меньшей
35 мере в одном направлении заглубления основания этого слоя в металл детали, а в качестве плавящегося электрода для наплавления этого слоя используют такой, коэффициент теплового расширения металла которого меньше коэф-



- 4 -

коэффициента теплового расширения металла детали.

5 Готовое изделие, изготовленное таким образом и представляющее из себя деталь с наплавленным на нее покрытием, в соответствии с сущностью настоящего изобретения, имеет в зоне сплавления детали и покрытия рельефную форму пограничной поверхности, образованную впадинами и выступами, непрерывно чередующимися между собой, по меньшей мере в направлении действия наиболее опасных усилий, возникающих в детали во время ее работы, и в этом же направлении, по меньшей мере в пределах толщины зоны сплавления распределены остаточные напряжения сжатия.

10 Остаточные напряжения сжатия образуются в зоне сплавления детали и покрытия в процессе отпуска изделия, а их возникновение обусловлено тем, что коэффициент теплового расширения металла покрытия в зоне сплавления меньше коэффициента теплового расширения металла детали, на которую наплавлено покрытие. Вместе с тем, благодаря рельефной форме пограничной поверхности между деталью и покрытием, достигается плавное изменение коэффициента теплового расширения в их зоне сплавления, в результате чего резко уменьшаются термодформационные усилия, возникающие, в частности, при отпуске.

20 Благодаря наличию остаточных напряжений сжатия в зоне сплавления, макро- и микродефекты в ней, находящиеся в сжатом состоянии, не являются источником развития микротрещин. Кроме того, остаточные напряжения сжатия значительно увеличивают прочность готового изделия в зоне сплавления, так как возникающие под действием

25 внешней нагрузки напряжения растяжения будут уменьшены на величину этих остаточных напряжений сжатия, а при больших значениях этих остаточных напряжений сжатия может оказаться, что металл готового изделия в этой зоне совсем не будет испытывать растягивающих усилий

30 в процессе эксплуатации.

35

Рельефная форма пограничной поверхности между де-



- 5 -

5 талью и покрытием, обусловленная внедрением основания
первого наплавляемого слоя в металл детали, устраняет
скачкообразное изменение напряжений при переходе от
металла детали к металлу покрытия. Это приводит к зна-
5 чительному уменьшению сдвигающих усилий в покрытии у
границы с поверхностью детали, несмотря на то, что
коэффициенты теплового расширения металлов детали и
первого наплавленного на нее слоя различны. Вместе с
10 тем, развитая рельефная форма пограничной поверхности
между деталью и наплавленным на нее покрытием, образо-
ванная непрерывно чередующимися впадинами и выступами,
приводит к непрерывному изменению направления сдвигаю-
щих усилий, действующих на покрытие у границы с деталью,
15 что приводит к повышению прочности сцепления покрытия
с деталью. Все это способствует увеличению прочности
и, в том числе, усталостной прочности детали с покрытием,
изготовленной согласно настоящему изобретению, по срав-
нению с деталями, изготовленными известными способами.

20 Заглубления основания первого слоя в металл дета-
ли может быть обеспечено последовательными механичес-
кой обработкой поверхности детали, подлежащей наплавке,
и наплавлением металла плавящегося электрода в углуб-
ления, полученные при механической обработке. При этом
25 возможны различные виды механической обработки, в част-
ности резанием, продавливанием. Возможны также раз-
личные формы исполнения углублений: в виде канавок,
круглых точек и другой формы. Однако эти углубления
должны непрерывно следовать одно за другим и не быть
слишком глубокими так, чтобы обеспечивалось заглубле-
30 ние только основания первого наплавляемого слоя, а его
наружная поверхность оставалась относительно ровной.

Такое выполнение настоящего изобретения может
быть целесообразно при изготовлении деталей с покрытиями,
в особенной степени подверженных появлению макро- и
35 микродефектов и температурным деформациям при наплавке,



- 6 -

так как после механической обработки наплавление первого слоя с внедрением его основания может быть осуществлено при режимах электрической дуги, не сопровождающихся выделением большого количества тепла.

5 Заглубления основания первого слоя в металл детали в соответствии с основным решением может быть осуществлено путем наплавления этого слоя проволочным плавящимся электродом при одном направлении расположения наплавливаемых валиков металла и с их относительным шагом

10 в наплавленном слое, равном коэффициенту полноты площади их выступающей части. Как известно, относительный шаг наплавливаемых валиков металла в слое представляет собой отношение расстояния между этими валиками к их ширине, а коэффициент полноты площади выступающей части

15 этих валиков представляет собой отношение действительной площади их выступающей части к площади прямоугольника, один из размеров которого равен ширине этих валиков, а другой - высоте выступающей части этих валиков.

20 Указанное выполнение основного решения без предварительной механической обработки обеспечивает формирование первого слоя, наплавливаемого на поверхность детали, с относительно ровной его внешней поверхностью и с заглублениями его основания в металл детали, образующими волнистую форму пограничной поверхности между

25 деталью и наплавленным на нее покрытием. Такое выполнение основного решения является наиболее простым по технологии и может быть реализовано с помощью известного оборудования. Однако такое выполнение является подходом для деталей, в которых наиболее опасные усилия, возникающие во время работы, действуют в одном направлении.

30 Согласно указанному выполнению, при наплавлении первого слоя с заглублениями его основания в металл детали, наплавливаемые валики металла располагают поперек направления действия указанных усилий.

35 Заглубления основания первого слоя в металл детали



- 7 -

5 в соответствии с основным решением может быть осуществлено путем наплавления этого слоя проволочным электродом с перекрестным направлением расположения наплавляемых валиков металла и с относительным шагом наплавляемых валиков одного направления в слое равном коэффициенту полноты площади их выступающей части.

10 Указанное выполнение так же, как и предыдущее, без предварительной механической обработки обеспечивает формирование первого слоя, наплавляемого на поверхность детали, с относительно ровной его внешней поверхностью и с заглаблениями его основания в металл детали, непрерывно следующими друг за другом. Вместе с тем, при перекрестном направлении расположения наплавляемых валиков металла обеспечивается более развитая форма пограничной
15 поверхности между деталью и наплавленным слоем с непрерывным чередованием впадин и выступов во всех направлениях. Поэтому такое выполнение является предпочтительным для деталей, имеющих сложное пространственное нагруженное состояние, при котором опасные усилия действуют в
20 различных направлениях.

Заглабления основания первого слоя в металл детали в соответствии с основным решением может быть осуществлено путем точечного наплавления этого слоя с
25 расстоянием между центрами смежных точек наплавляемого металла, составляющим от 0,30 до 0,68 диаметра этих точек на поверхности детали.

30 Такое выполнение так же, как и предыдущее, позволяет без предварительной механической обработки получить развитую форму пограничной поверхности между деталью и наплавленным на нее слоем. При этом точечное наплавление обеспечивает наиболее развитую форму этой пограничной поверхности.

35 Точечное наплавление слоя металла может быть осуществлено путем подачи проволочного плавящегося электрода к поверхности детали с периодически изменяющейся скоростью при постоянной скорости относительного



перемещения этого электрода вдоль поверхности детали и при стабильной внешней характеристики источника питания. Частным случаем реализации такого точечного наплав-
5 ления является способ, при осуществлении которого обеспечивают шаговую подачу проволочного электрода к поверхности детали, что может быть реализовано, в частности, применением шаговых электродвигателей или профилированных подающих роликов в приводе подачи проволочного электрода.

10 Точечное наплавление слоя металла может быть осуществлено в режиме периодически изменяющейся внешней характеристики источника питания, при непрерывной по-
15 даче проволочного плавящегося электрода к поверхности детали и его перемещении с постоянной относительной скоростью вдоль этой поверхности. Такое выполнение точечного наплавления может быть целесообразно при
20 использовании системы регулирования параметров дугового разряда, с которой может быть заблокирована система периодического изменения внешней характеристики источника питания.

При любом способе наплавления первого слоя на поверхность детали, согласно основному решению, целесообразно, чтобы наплавление этого слоя проволочным плавящимся электродом выполняли за несколько заходов. При осу-
25 ществлении заглублений основания первого слоя в металл детали многозаходное наплавление позволяет уменьшить неблагоприятное влияние большого количества тепла, обусловленного режимами наплавления при обеспечении заглубления основания первого слоя, на температурные
30 деформации и фазовую структуру металла детали. При этом число заходов выбирается из условия обеспечения оптимального температурного режима наплавления в пределах экономически целесообразной производительности наплавки.
35 Кроме того, при любом способе наплавления первого слоя на поверхность детали, согласно основному решению,

- 9 -

предпочтительно слой металла, следующие за первым, на-
плавленным непосредственно на поверхность детали, на-
плавлять при режимах, оказывающих возможно меньшее
тепловое воздействие на зону сплавления металла детали
5 и металла первого наплавленного на нее слоя. Это обес-
печивает сохранение рельефной формы пограничной по-
верхности между деталью и первым наплавленным на нее
слоем.

10 Это может быть обеспечено уменьшением относитель-
ного шага наплавливаемых валиков металла в слое, умень-
шением сварочного тока, применением ленточного плавя-
щегося электрода или порошковой проволоки и другими
средствами.

15 Деталь с наплавленным покрытием, изготовленная
по основному решению, может иметь различные сочетания
металлов детали и наплавливаемого покрытия.

20 При изготовлении детали из углеродистой или низко-
легированной перлитных конструкционных сталей с анти-
коррозионным покрытием целесообразно, чтобы по мень-
шей мере слой, непосредственно сплавленный с поверх-
ностью детали, был выполнен из высокохромистой стали.
Детали из углеродистой или низколегированной перлит-
ных конструкционных сталей, находят наиболее широкое
25 применение в машинах и механизмах в качестве элементов,
передающих усилия и подверженных действию динамических
нагрузок. По сравнению с углеродистой или низколеги-
рованной перлитными конструкционными сталями высоко-
хромистая сталь обладает более низким коэффициентом
теплового расширения, что позволяет обеспечить высокую
30 усталостную прочность за счет получения относительно
высоких напряжений сжатия как в зоне сплавления дета-
ли и покрытия, так и самом покрытии. Вместе с тем,
высокохромистая сталь обладает высокой прочностью и
пластичностью, а поэтому готовое изделие, согласно настоя-
35 щему изобретению, будет иметь высокий срок службы. Слой



покрытия, следующие за слоем из высокохромистой стали, могут быть выполнены из любого подходящего металла, в том числе из такой же высокохромистой стали, из которой выполнен первый слой и которая обладает хорошими антикоррозионными свойствами.

Покрyтия в деталях по основному решению могут иметь слои, выполненные из различных металлов. В этом случае пограничные поверхности в зоне сплавления таких слоев целесообразно выполнять рельефными для того, чтобы обеспечить плавное изменение коэффициента теплового расширения по толщине покрытия.

Целесообразно, чтобы при изготовлении детали из углеродистой или низколегированной перлитных конструкционных сталей с покрытием, в котором первый слой выполнен из высокохромистой стали, с этим слоем были сплавлены слои из нержавеющей аустенитной стали. В этом случае выполнение внешнего слоя из нержавеющей аустенитной стали увеличивает антикоррозионную защиту таких деталей.

Целесообразно, чтобы при изготовлении таких деталей после направления слоев нержавеющей аустенитной стали, производили обкатку наплавленной поверхности детали для сжатия слоев из нержавеющей аустенитной стали.

В деталях, согласно изобретению, имеющих опорные элементы скольжения, последние целесообразно размещать на покрытии, наплавленном на деталь. Элементы скольжения могут быть напрессованы, приварены или любым другим путем закреплены на покрытии. При изготовлении детали с покрытием, согласно изобретению, устраняется необходимость плавного сопряжения опорных элементов скольжения с основным телом детали, так как концентрация напряжений по краям опорных элементов скольжения не окажет влияние на усталостную прочность изделия в целом. Вместе с тем, указанное выполнение обеспечивает возможность исполь-

- II -

зования различных металлов для покрытия и опорных элементов скольжения, что позволяет получить оптимальные свойства у покрытия и опорных элементов.

5 Целесообразно, чтобы опорные элементы скольжения были выполнены в виде покрытия из антифрикционного металла, сплавленного с покрытием, наплавленным на деталь. Такое выполнение позволяет уменьшить расход антифрикционного металла, а кроме того, унифицировать технологию изготовления подобных изделий.

10 Настоящее изобретение, касающееся детали с покрытием, наиболее предпочтительно использовать для судовых гребных валов, которые обладают большой металлоемкостью, а условия их работы связаны с передачей больших динамических усилий и с воздействием коррозионно активной морской воды.

15 Сущность настоящего изобретения и его преимущества поясняются следующими далее описаниями примеров его осуществления со ссылками на прилагаемые чертежи.

Краткое описание чертежей

20 На прилагаемых чертежах:

фиг.1 показывает наплавочный станок, на котором осуществляют наплавку покрытия на вал, согласно изобретению;

25 фиг.2 /а-д/ - последовательные этапы наплавления на вал первого слоя с применением механической обработки, согласно изобретению;

30 фиг.3-вал с наплавленным на него первым слоем, полученный после выполнения всех этапов, показанных на фиг.2, 2 /а-д/, в увеличенном по сравнению с фиг.2 /а-д/ масштабе;

фиг.4-эпюру распределения остаточных напряжений в поперечном сечении вала с наплавленным покрытием, изготовленного согласно изобретению;

35 фиг.5 /а, б/ -наплавление на вал первого слоя за один захват по спирали с получением наплавленных валиков в слое одного направления, согласно изобретению;

- 12 -

- фиг.6 - вал с антикоррозионным покрытием и облицовками из антифрикционного материала в местах расположения между опор вращения, согласно изобретению;
- 5 фиг.7 - наплавление на вал первого слоя за несколько заходов по спиральям одного направления, согласно изобретению;
- фиг.8 - наплавление на вал первого слоя по спиральям с перекрестным направлением, согласно изобретению;
- 10 фиг.9 - механизм подачи сварочной проволоки, используемый для точечного наплавления первого слоя, согласно изобретению;
- фиг.10 - наплавление на вал первого слоя точечным наплавлением его, согласно изобретению;
- 15 фиг.11 - вал с покрытием, слой которого выполнен из разнородных металлов, согласно изобретению;

Лучшие варианты осуществления изобретения

Настоящее изобретение может быть использовано при изготовлении самых различных деталей с наплавленным покрытием, имеющих различную форму и назначение.

20 Однако в связи с тем, что наибольшее применение настоящего изобретение может получить при изготовлении валов и в особенности судовых гребных валов и облицовок для них, следующие далее примеры относятся именно к таким деталям. Способы изготовления других деталей принципиально не будут отличаться от способов, описанных в примерах, а изменения будут касаться в основном расположения детали во время обработки и характера относительного перемещения детали и обрабатывающего

25 инструмента. Вместе с тем, описываемые далее примеры позволяют наиболее ясно и полно разъяснить существо настоящего изобретения и показать лучшие варианты его осуществления.

30

Пример I.

35 Этот пример относится к изготовлению вала диаметром 250 мм и длиной 4000 мм с антикоррозионным покры-



- 13 -

5 тием толщиной 5 мм. Вал, подлежащий наплавке, изготовлен из углеродистой перлитной конструкционной стали с содержанием углерода около 0,3%, выпускаемой промышленностью СССР под товарным обозначением сталь 30. Эта сталь имеет коэффициент теплового расширения $14 \cdot 10^{-6}$. Более подробная характеристика этой стали, как и других упоминаемых в описываемых вариантах, приведены в таблице I, представленной далее.

10 Для наплавления покрытия вал I размещают на наплавочном станке /фиг.1/, суппорт 2 которого оборудован наплавочной головкой 3 для подачи сварочной проволоки 4, индукционным нагревателем 5 и резцедержателем 6.

15 После установки вала I, выполненного в виде поковки, его обдирают по наружной поверхности до диаметра под наплавку.

20 Далее в резцедержателе 6 закрепляют резец 7 для нарезания равносторонней треугольной резьбы. После этого вращением вала I и перемещением суппорта 2 вдоль оси вала I осуществляют нарезку канавок глубиной 5 мм и с углом при вершине 60° /фиг.2-а/. Эти канавки нарезают в два захода по спиралям одного направления с шагом каждой спирали 13 мм. Расстояние между близлежащими кромками спиралей составит при этом около 1,5 мм.

25 После нарезания канавок с помощью индукционного нагревателя 5 нагревают конец вала I, от которого будут начинать последующее наплавление, до температуры 160°C на участке длиной около 250 мм. После этого снимают или смещают в сторону индукционный нагреватель и осуществляют подготовку к наплавлению первого слоя.

30 В качестве плавящегося электрода используют сварочную проволоку диаметром 2 мм из высокохромистой стали, содержащей около 0,12% углерода и 1,3% хрома, выпускаемой промышленностью СССР под товарным обозначением СВ-12х13. Материал этой сварочной проволоки имеет коэффициент теплового расширения $10 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$. Более

35



- I4 -

5 подробная характеристика материала этой сварочной проволоки и других, упоминаемых в описываемых вариантах, приведена в таблице 2, представленной ниже. В качестве флюса используют флюс, содержащий 32% двуокиси кремния, 3% окиси марганца, 20% окиси алюминия, 3% окиси кальция, 17% окиси магния, до 1% закиси железа и 24% двуфтористого кальция. Этот флюс выпускается промышленностью СССР под товарным наименованием АН-26с.

10 Режимы наплавления устанавливают следующими: скорость наплавления около 25 м/час, напряжение сварочной дуги 30 вольт, а сварочный ток 200 ампер.

15 Наплавочную головку 3 подводят к месту начала наплавки и устанавливают сварочную проволоку точно по центру одной из нарезанных канавок. После этого осуществляют наплавление.

20 Наплавление металла плавящегося электрода ведут в два захода по спиральям /фиг.2-б/ с тем же шагом, как и при нарезании канавок, используя установленное при нарезании канавок соотношение скорости вращения вала I и скорости перемещения суппорта 2 вдоль оси вала I. При заданных режимах наплавления нарезанные канавки будут полностью заполнены металлом плавящегося электрода за один проход.

25 После этого производят нарезание канавок аналогично первым нарезанным канавкам /фиг.2-а/, но с противоположным направлением нарезки спиралей /фиг.2-с/, а далее в эти канавки наплавляют металл плавящегося электрода так же, как и при первом наплавлении /фиг. 2-б /, но с противоположным направлением спиралей наплавления /фиг.2-д /, соответствующим вновь нарезанным канавкам.

30 При этом промежутки между канавками в 1,5 мм будут оплавлены и металл вала I будет смешан с металлом сварочной проволоки 4. Вал I по всей поверхности
35 будет покрыт металлом плавящегося электрода, образующим



- 15 -

первый наплавленный слой 8 /фиг.3/.

На фиг.3, показывающей продольный разрез вала I с наплавленным на него первым слоем 8, ясно виден характер пограничной поверхности S между ними. Как видно, эта пограничная поверхность S имеет рельефную форму, образованную впадинами и выступами, чередующимися по меньшей мере вдоль оси вала 2, то есть в направлении действия наиболее опасных усилий, действующих во время работы вала.

10 После наплавления первого слоя производят наплавление последующих слоев до достижения заданной толщины покрытия с учетом припуска на механическую обработку.

15 Наплавление последующих слоев производят без предварительной механической обработки, используя такие же сварочную проволоку и флюс, как и при наплавлении первого слоя. Режимы наплавления оставляют в основном такими же, как и при наплавлении первого слоя, но сварочный ток уменьшают на 20%, устанавливая его равным 160 А.

20 Наплавления каждого последующего слоя выполняют обычным способом за один заход по спирали с относительным шагом наплавливаемых валиков металла в слое равном 0,35.

25 После наплавления покрытия нужной толщины вал, не прекращая его вращения, охлаждают и производят предварительную механическую обработку наплавленного покрытия до достижения требуемых размеров с припуском на окончательную чистовую обработку в $1 \pm 1,5$ мм.

30 После этого производят отпуск вала I с наплавленным покрытием, для чего его помещают в шахтную термическую печь в вертикальном положении. Термическую обработку вала с наплавленным покрытием 9 производят при следующих режимах: нагрев с интенсивностью 80°C в час до температуры 630°C , выдержка при этой температуре в течение 4 час, охлаждение вместе с шахтной терми-

35



- 16 -

ческой печью.

На фиг.4 представлена эпюра распределения остаточных напряжений по сечению изготовления описанным способом вала I с наплавленным покрытием 9. Эта эпюра
5 была получена известным способом Закса путем расточки и обточки опытного образца с последующим замером деформаций, по которым вычисляют остаточные напряжения.

Как видно из фиг.4, у вала I с наплавленным покрытием 9, изготовленного описанным способом, согласно
10 изобретению, в зоне сплавления вала I и покрытия 9 остаточные напряжения являются напряжениями сжатия, которые составляют около 10 кгс/мм². При этом у поверхности покрытия 9 эти напряжения сжатия достигают примерно 25 кгс/мм².

15 Пример 2

Этот пример относится к изготовлению судового гребного вала диаметром 400 мм и длиной цилиндрической части, подлежащей наплавке, 6000 мм. Вал должен
20 иметь антикоррозионное покрытие по всей длине цилиндрической части и вместе с тем антифрикционное покрытие на двух участках - в местах расположения опор вращения. Вал, подлежащий наплавке, изготовлен из углеродистой перлитной конструкционной стали с содержанием углерода около 0,4%, выпускаемой промышленностью СССР под то-
25 варным наименованием сталь 40. Эта сталь имеет коэффициент теплового расширения $14 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$. При изготовлении этого вала с покрытием используют такой же наплавочный станок, как и описанный выше в примере I.

30 Перед наплавлением первого слоя цилиндрическую поверхностьковки вала протачивают до диаметра под наплавку.

После этого осуществляют подготовку к наплавлению первого слоя. В качестве плавящегося электрода используют сварочную проволоку Сб - I2xI3 диаметром
35 2 мм, такую же, как и в описанном выше примере I, а в качестве флюса - флюс АН-26с, как и в описанном выше примере I. Режимы наплавления устанавливают следую-



- 17 -

шими: скорость наплавления 28 м/час, напряжение сварочной дуги 34 вольт, а сварочный ток 250 ампер. После этого включают индукционный нагреватель и один из концов вала нагревают до температуры 250°C.

5 После этого производят наплавление первого слоя. Это наплавление осуществляют с одним заходом по спирали /фиг.5а/, так что наплавляемые валики 10 металла плавящегося электрода будут иметь одно направление. Относительный шаг α наплавления этого первого слоя 8
10 задают равным коэффициенту ψ полноты площади выступающей части наплавляемых валиков 10 металла плавящегося электрода. Этот коэффициент ψ определяется следующим соотношением:

15
$$\psi = \frac{F_d}{B \cdot h}, \quad \text{где}$$

F_d - действительная площадь сечения выступающей части наплавляемых валиков 10 металла плавящегося электрода,

B - ширина наплавляемых валиков 10,

20 h - высота выступающей части наплавляемых валиков 10 /фиг.5-б /.

При указанных режимах наплавления первого слоя ширина B наплавляемых валиков 10 будет равна 14 мм, а коэффициент ψ полноты площади их выступающей части
25 будет равен 0,55. Известно, что относительный шаг α является отношением расстояния m между валиками к их ширине B , т.е. $\alpha = \frac{m}{B}$ /2/. Отсюда следует, что $m = \alpha \cdot B$ /3/, и, учитывая условие равенства $\alpha = \psi$, расстояние m между валиками в наплавленном слое должно
30 составлять 7,7 мм. Шаг H однозаходной спирали определяется по следующей формуле:

$$H = \frac{\pi D m}{\sqrt{\pi^2 D^2 - m^2}} \quad (4),$$

где D - диаметр вала.

35 Так как величина m существенно меньше, чем диаметр D вала, при однозаходной наплавке по спирали

- 18 -

ее шаг H с достаточной практической точностью можно считать равным расстоянию m между наплавляемыми валиками, т.е. в рассматриваемом случае $H = 7,7$ мм.

5 После наплавления первого слоя производят наплав-
ление последующих слоев до достижения заданной толщины
покрытия с учетом припуска на механическую обработку.
Наплавление этих слоев производят с использованием
таких же сварочной проволоки и флюса и при тех же режи-
мах, при которых производили наплавление первого слоя.
10 Однако относительный шаг α наплавляемых валиков в слое
устанавливают равным 0,35.

После этого производят механическую обработку
напавленной поверхности вала и его отпуск. Эти опе-
рации выполняют так же, как и в примере I.

15 Далее на валу в соответствующих местах расположе-
ния опор вращения устанавливают облицовки II /фиг.6/
из антифрикционного медного сплава, например, из спла-
ва, содержащего 10% олова, 2% цинка и остальное - медь,
выпускаемого промышленностью СССР под торговым обозначе-
нием Бр.ОЦ10-2. После этого производят механическую об-
работку поверхности облицовок под заданные размеры и
20 чистоту поверхности.

Как видно из фиг.5-б, пограничная поверхность S
между валом I и первым напавленным на него слоем 8
25 имеет рельефную форму с последовательно чередующимися
в продольном направлении впадинами и выступами. Харак-
тер эпюры остаточных напряжений вала I с напавленным
на него покрытием 9 и облицовками II, изготовленный
описанным способом, такой же, как и у валов с напав-
ленным покрытием, изготовленных способом, изложенном
30 в примере I.

Пример 3.

Этот пример относится к изготовлению коррозион-
нстойкой защитной облицовки для судового гребного
35 вала диаметром 300 мм и длиной 1200 мм. Для экономии



- 19 -

коррозионностойкого металла облицовку изготавливают с наплавкой покрытия из такого металла на основной металл из углеродистой стали, с использованием настоящего изобретения.

5 Облицовку изготавливают из листовой углеродистой перлитной конструкционной стали с содержанием углерода около 0,35%, выпускаемой промышленностью СССР под то-
варным обозначением листовая сталь 35. Эта сталь имеет
10 коэффициент теплового расширения $14 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$. Толщина листа, из которого изготавливают облицовку, составляет 16 мм. Лист необходимых размеров изгибают в гибочных вальцах и сваривают кромки продольным швом, получая известным способом полый цилиндр.

15 После этого облицовку размещают на наплавочном станке, изображенном на фиг.1.

После закрепления облицовки в оправках наплавочного станка ее протачивают по внутреннему диаметру с припуском в 3÷4 мм относительно требуемого размера и по наружной поверхности до удаления черного прокатного слоя.

20 Затем осуществляют подготовку к наплавлению первого слоя, устанавливая такие же режимы, как и в предыдущем примере 2. При этом используют такие же плавящийся электрод и флюс, как и в примере 2, и предварительно нагревают облицовку до температуры 200°C .

25 После этого осуществляют наплавление первого слоя, которое, в отличие от примера 2, производят за три захода по спирали одного направления /фиг.7/. Относительный шаг наплавляемых валиков в слое устанавливают равным 0,55, т.е. коэффициенту ψ полноты площади выступающей части валиков при установленных режимах. При таком относительном шаге α шаг H_m каждой наплавляемой спирали будет равен $H_m = B \cdot d \cdot n$ (5) где n -
30 число заходов, т.е. $14 \cdot 0,55 \cdot 3 = 23,1$ мм, а смещение a между ними будет составлять $a = \frac{H_m}{n} / 6$, т.е.
35 $a = \frac{23,1}{3} = 7,7$ мм.

- 20 -

После наплавления первого слоя производят наплавление последующих слоев до достижения заданной толщины покрытия с учетом припуска на механическую обработку.

5 Наплавление этих слоев производят так же, как и наплавление первого слоя по спиралью одного направления за три захода. Однако относительный шаг α наплавляемых валиков в слоях устанавливают равным 0,3.

10 После этого производят механическую обработку облицовки с покрытием по наружной поверхности для достижения требуемых размеров с припуском на окончательную чистовую обработку.

Далее производят отпуск при вертикальном положении облицовки с покрытием в шахтной термической печи и при следующих режимах: нагрев до температуры 630°C
15 со скоростью нагрева 100°C в час, выдержка в течение 3 часов, охлаждение вместе с печью.

После этого производят механическую обработку облицовки с покрытием в заданные размеры ее внутреннего диаметра и торцов с базой по наружному диаметру.
20 Закрепление облицовки на судовом гребном валу выполняют известными способами, в частности, напрессовкой в горячем состоянии. После этого производят окончательную проточку по наружному диаметру облицовки.

В изготовленной описанным способом облицовке форма пограничной поверхности S между облицовкой и наплавленным на нее покрытием и характер эпюры остаточных напряжений такой же, как и у вала I с покрытием 9 в примере 2.

Пример 4.

30 Этот пример относится к изготовлению вала диаметром 70 мм и длиной 2000 мм с наплавленным антикоррозионным покрытием толщиной 6 мм. Вал, подлежащий наплавке, изготовлен из углеродистой перлитной конструкционной стали с содержанием углерода около 0,2%, выпускаемой промышленностью СССР под товарным наименованием сталь 20. Эта сталь имеет коэффициент теплового

35



- 21. -

расширения $I_4 \cdot 10^{-6} \text{ I/}^\circ\text{C}$.

При изготовлении этого вала с покрытием используют такой же наплавочный станок и устанавливают в основном такие же режимы наплавления, как и в описанных выше примерах. Однако, учитывая относительно небольшой диаметр этого вала и его большую длину, наплавление первого слоя металла плавящегося электрода производят за несколько заходов по спиралям с перекрестным направлением их расположения, согласно изобретению.

В качестве плавящегося электрода используют сварочную проволоку диаметром 2 мм, содержащую около 0,06% углерода и 1,4% хрома, выпускаемую промышленностью СССР под товарным обозначением *Св. - 06х14*. Коэффициент теплового расширения этой сварочной проволоки составляет $10 \cdot 10^{-6} \text{ I/}^\circ\text{C}$. В качестве флюса используют флюс под товарным обозначением АН-26с.

После закрепления вала на наплавочном станке устанавливают следующие режимы наплавления: скорость наплавления 25,5 м/час, напряжение сварочной дуги 32 В, ток сварочной дуги 220 А. При этих условиях наплавляемый валик металла плавящегося электрода будет иметь ширину $B = 14 \text{ мм}$ и коэффициент ψ полноты площади выступающей части равный 0,6.

Для уменьшения теплового воздействия на вал при наплавлении первого слоя число заходов устанавливают равным 8 для спирали как одного, так и противоположного направления. Исходя из условия равенства относительного шага α наплавляемых валиков одного направления в слое коэффициенту ψ полноты площади их выступающей части, несложно вывести, что шаг H_m каждой спирали одного и противоположного направления должен составить:

$$H_m = \frac{2\pi D n B \psi}{\sqrt{\pi^2 D^2 - 4(n B \psi)^2}} \quad (7),$$

где: n - число заходов спиралей одного направления.

В связи с большим количеством заходов подсчет шага многозаходной спирали должен производиться по этой



- 22 -

формуле. Из расчета по этой формуле следует, что шаг спиралей в рассматриваемом случае должен быть равен 135,4 мм.

5 После нагревания конца вала до температуры 200°C, осуществляемого как и в описанных выше примерах, производят наплавление по одной из спиралей, например, с правым направлением, с шагом спирали H_m , равным 135,4 мм. После наплавления валика металла плавящегося электрода по этой спирали производят наплавление второй
10 спирали с противоположным, соответственно, левым направлением /фиг.8/. Эту вторую спираль начинают наплавливать с разворотом вала относительно начала первой спирали вокруг оси вала I на угол 180°.

15 После завершения наплавления по второй спирали производят наплавление третьей спирали, одинакового направления с первой, но со смещением относительно нее вдоль оси вала на величину $a = \frac{H_m}{n}$, т.е. $a = \frac{135,4}{8} = 16,8$ мм.

Далее аналогично в указанной последовательности производят наплавление последующих спиралей, образующих первый наплавленный слой.
20

Пограничная поверхность между валом I и первым наплавленным на нее слоем 8 имеет рельефную поверхность, в которой впадины и выступы непрерывно чередуются как в направлении вдоль оси вала I, так и вокруг его оси.
25 Такая рельефная поверхность является более развитой по форме, чем пограничная поверхность S, получаемая способами, изложенными в примерах 2 и 3 /фиг.5-6/.

30 После наплавления первого слоя производят наплавление последующих слоев до достижения заданной толщины покрытия с учетом припуска на механическую обработку.

Все последующие слои наплавливают по спиралам одного направления за восемь заходов для каждого слоя. При этом режимы наплавления остаются в основном такими, как и при наплавлении первого слоя, с использованием таких же сварочной проволоки и флюса. Однако сварочный ток уменьшают на 20%, т.е. устанавливают его равным 180 А.
35



- 23 -

После этого осуществляют механическую обработку и отпуск вала с наплавленным покрытием, осуществляемые так же, как и в рассмотренных выше примерах.

5 Характер эпюры остаточных напряжений вала, изготовленного описанным способом, является таким же, как и у деталей с наплавленным покрытием, описанных в изложенных выше примерах.

Пример 5

10 Этот пример показывает способ изготовления вала с наплавленным покрытием, при котором наплавление первого слоя осуществляют точечным наплавлением металла плавящегося электрода, согласно изобретению.

15 Пример относится к изготовлению вала диаметром 100 мм и длиной 2500 мм с антикоррозионным покрытием толщиной 6 мм. Вал, подлежащий наплавке, изготовлен из стали 35.

20 Для наплавления покрытия используют сварочную проволоку диаметром 2 мм, содержащую около 0,12% углерода и 1,3% хрома, выпускаемую промышленностью СССР под товарным обозначением СВ-12х13. Коэффициент теплового расширения этой сварочной проволоки составляет $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. В качестве флюса используют флюс АН-26с.

25 Для наплавления покрытия используют в основном такой же наплавочный станок, как и в описанных выше примерах. Однако для получения точечного наплавления первого слоя при стабильной внешней характеристике источника питания сварочной дуги обеспечивают шаговую подачу сварочной проволоки. Для этого в механизме по-
30 дачи сварочной проволоки в качестве ведущего ролика используют профилированный ролик 12 /фиг.9/ с лысками 13, и устанавливают ограничитель 14 перемещения ведомого ролика 15, поджимаемого к ведущему ролику 12, благодаря чему подача сварочной проволоки 4 прекращается,
35 когда лыски 13 оказываются напротив ведомого ролика 15. При этом размеры лыски делают такими, чтобы отноше-

- 24 -

ние времени подачи сварочной проволоки ко времени ее остановки составило $0,55 \pm 0,75$.

5 Режим наплавления первого слоя устанавливают следующим: скорость наплавления 26 м/час, напряжение сварочной дуги 30-32 В, ток сварочной дуги 200 ± 220 А. При выполнении указанных условий скорость подачи сварочной проволоки к поверхности вала I для стабильного горения сварочной дуги должна составлять 156 м/час.

10 Перед началом наплавления первого слоя, по меньшей мере, начальный участок вала на длине 300 мм подогревают до температуры 220°C , используя индукционный нагреватель, как и в описанных выше примерах.

15 После этого производят наплавление первого слоя, для чего вал I приводят во вращение и перемещают суппорт 2 с наплавочной головкой 3, осуществляя, как и в других описанных выше примерах, обход вала по спирали /фиг.10/. При этом наплавление первого слоя производят за один заход с относительным шагом α условно сплошных наплавляемых валиков в слое, составляющем 0,85. Согласно 20 опытным данным, при таком относительном шаге α обеспечивается, при указанных выше режимах, перекрытие зон сплавления точек в соседних витках спирали.

Во время подачи сварочной проволоки 4, осуществляемой при контакте ролика I2, зажигается электрическая 25 дуга и осуществляется процесс наплавления точки металла плавящегося электрода. При указанных режимах время подачи сварочной проволоки к поверхности вала I составляет $0,5 \pm 0,6$ сек., а диаметр наплавляемой точки металла плавящегося электрода составляет 15 ± 16 мм. При последующем 30 повороте ведущего профилированного ролика I2 напротив сварочной проволоки оказывается одна из лысок I3 и, несмотря на продолжение вращения ведущего профилированного ролика I2, подача сварочной проволоки прекращается. При этом вначале возникает короткий период растяжки 35 электрической дуги, составляющий при указанных режимах

- 25 -

0,20÷0,25 сек. и вызываемой увеличением дугового промежутка, а затем, когда последний достигнет критического значения, дуга гаснет. После поворота ведущего профилированного ролика I2 на угол, при котором со сварочной проволокой начинает контактировать круговая поверхность этого ролика I2, подача сварочной проволоки возобновляется. Так как при указанных режимах наплавления первого слоя, время прерывания сварочной дуги составляет менее 0,8 сек., при возобновлении подачи сварочной проволоки ее конец остается напротив участка расплавленного и ионизированного шлака, образованного в процессе наплавления предыдущей точки. В этих условиях устойчиво зажигается электрическая дуга и начинается процесс наплавления очередной точки металла плавящегося электрода.

Далее процесс наплавления повторяется. При этом период между наплавлением каждой очередной точки металла плавящегося электрода составляет 1,4 сек., а расстояние между центрами последовательных точек на поверхности вала составляет 10 мм, т.е. 0,63-0,66 от диаметра этих точек наплавляемого металла на поверхности вала.

После наплавления первого слоя устанавливают обычный механизм подачи сварочной проволоки с постоянной скоростью ее подачи к поверхности, подлежащей наплавлению. Наплавление последующих слоев производят при таких же режимах сварочной дуги и скорости наплавления, как и при наплавлении последующих слоев в примере 4.

После наплавления необходимого количества слоев, вал с наплавленным покрытием подвергают механической обработке и отпуску, которые осуществляют, как и в описанных выше примерах.

Пограничная поверхность S между валом I и первым наплавленным на него слоем 8 покрытия 9 представляет собой очень развитую рельефную поверхность сотовой структуры. Характер эпюры остаточных напряжений вала с



покрытием, полученным описанным способом, такой же, как и у валов с покрытием, изготовленных в соответствии с примерами I-4.

В описанном примере 5 приведен один из путей обеспечения точечного наплавления за счет использования профилированного ведущего ролика в механизме подачи сварочной проволоки. Так как пути обеспечения точечного наплавления не касаются непосредственно сущности изобретения, другие примеры не приводятся. Однако должно быть понятно, что возможны другие пути обеспечения точечного наплавления, в частности, применение ведущего ролика в виде кулачка с поверхностью, обеспечивающей изменение скорости подачи сварочной проволоки в диапазоне стабильного горения сварочной дуги, использование шаговых электродвигателей или привода с периодически изменяющейся скоростью для механизма подачи сварочной проволоки, использование источника питания сварочной дуги с периодически изменяющейся внешней характеристикой, комплексное использование указанных путей. При этом режимы наплавления первого слоя, соотношение периодов горения и прерывания сварочной дуги должны оставаться, в основном такими же, как они указаны в примере 5, и обеспечивать наплавление первого слоя точками с расстоянием между их центрами от 0,30 до 0,68 диаметра этих точек на поверхности вала.

Описанные примеры I-5 осуществления способа, согласно изобретению, относились к изготовлению валов с наплавленным покрытием, которое было выполнено из одного металла. Следующие далее примеры относятся к изготовлению валов с наплавленным покрытием, которое выполняется из разнородных металлов.

Пример 6

Этот пример относится к изготовлению вала с наплавленным покрытием, наружные слои которого выполнены из нержавеющей аустенитной стали.

Вал, подлежащий наплавке, является таким же, как и вал в примере 4. На этот вал, как это было описано



- 27 -

в примере 4, по спиральям с перекрестным направлением наплавляют первый слой из высокохромистой стали.

После наплавления первого слоя и охлаждения вала производят механическую обработку поверхности до достижения третьего класса чистоты обработки.

После этого осуществляют подготовку к наплавлению нержавеющей аустенитной стали. В качестве плавящегося электрода используют сварочную проволоку диаметром 2 мм, содержащую около 0,04% углерода, 1,9% хрома, 1,1% никеля, 3% марганца, выпускаемую промышленностью СССР под товарным обозначением С8-04Х19Н11М3. Сталь этого электрода имеет коэффициент теплового расширения $16 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Режимы наплавления первого и последующих слоев устанавливают следующими: скорость наплавления 25 м/час, напряжение сварочной дуги 32В, сварочный ток 40 А. Наплавление всех слоев нержавеющей аустенитной стали ведут по спиральям одного направления за восемь заходов, как это было описано в примере 5 при одних и тех же параметрах сварочной дуги.

После наплавления всех слоев производят механическую обработку и отпуск так же, как и в примере 5.

Изготовленный таким способом вал I имеет покрытие, в котором наружные слои I6 /фиг.II/ выполнены из нержавеющей аустенитной стали, а между этими слоями I6 и металлом вала I имеется промежуточный подстилающий слой 8 из высокохромистой стали.

Для изменения остаточных напряжений растяжения, возникающих в слоях из нержавеющей аустенитной стали, на напряжение сжатия, изготовленный вал с покрытием может быть подвергнут обкатке роликом. В этом случае эпюра распределения остаточных напряжений может иметь такой же характер, как и эпюра распределения остаточных напряжений в валах, изготовленных способами, описанными в примерах I-5.

Пример 7.

Этот пример относится к изготовлению стального вала с наплавленным покрытием, наружные слои которого толщиной



- 28 -

12 мм, выполнены из бронзы для защиты от коррозии и износа в опорных подшипниках.

Вал, подлежащий наплавке, имеет диаметр 300 мм, а длину 5500 мм, изготовлен из стали 35.

5 На этот вал наплавляют слой высокохромистой стали с заглаблениями основания этого слоя в металл вала в соответствии с сущностью настоящего изобретения. Такое наплавление может быть осуществлено любым из описанных выше в примерах 1-5 способом и, в частности, наплавлением металла плавящего электрода по спирали за один заход, как это описано в примере 2.

10 После наплавления первого слоя и охлаждения вала производят механическую обработку поверхности этого слоя до достижения третьего класса чистоты обработки.

15 После этого осуществляют подготовку к наплавлению бронзы. В качестве плавящегося электрода используют сварочную проволоку диаметром 2 мм из кремнистой бронзы, выпускаемой промышленностью СССР под товарным наименованием бронза К Мц3-1. Эта бронза содержит от 20 2,75% до 3,5% кремния, от 1,0 до 1,5% марганца и остальное - медь. Скорость наплавления устанавливают 18 м/час. Для наплавления бронзы используют способ импульсно-дуговой сварки в среде аргона при следующих режимах: ток дежурной дуги 90 А, напряжение дежурной дуги 22 В, ток импульса 650 А, длительность тока в импульсе 1,8 м/сек, частота импульсов 50 герц.

25 Наплавление всех слоев бронзы осуществляют по спирали за один заход с относительным шагом наплавления валиков металла в каждом слое, составляющем 0,55.

30 После наплавления покрытия из бронзы необходимой толщины с учетом припуска на механическую обработку, производят механическую обработку и отпуск вала с наплавленным покрытием. Этот отпуск осуществляют в шахтной термической печи при вертикальном расположении вала с покрытием и при следующих температурных режимах: нагрев 35

- 29 -

со скоростью $120^{\circ}/\text{час}$ до температуры 630°C , выдержка при этой температуре в течение 3,5 час., охлаждение вместе с печью.

5 После этого производят окончательную механическую обработку до нужной степени чистоты поверхности.

Характер эпюры распределения остаточных напряжений у вала с покрытием, изготовленного описанным способом будет таким же, как и у вала с покрытием из аустенитной нержавеющей стали, не обкатанного роликом.

10 Описанные выше способы были опробованы с различными сочетаниями металлов вала и наплавляемых слоев. В представленных далее таблицах I и 2 приведены подробные химические составы металлов вала и наплавляемых слоев, соответственно, которые были упомянуты в описании или
15 испытаны.

Промышленная применимость

20 Детали с наплавленным покрытием, изготовленные с использованием настоящего изобретения, как это описано в примерах его осуществления, имеет рельефную форму пограничной поверхности S в зоне сплавления металла детали I и первого наплавленного на него слоя 8. При этом в этой зоне сплавления и в наплавленном первом слое 8 действуют остаточные напряжения сжатия. При этом в зоне сплавления обеспечивается плавное изменение
25 коэффициента теплового расширения и отсутствие скачкообразного изменения напряжений.

В результате в такой детали макро- и микродефекты в зоне сплавления находятся в состоянии сжатия и не испытывают значительных растягивающих усилий во время
30 работы или такие усилия совсем не возникают, если остаточные напряжения сжатия достаточно высоки. В этих условиях появление микротрещин в зоне сплавления и их развитие имеют чрезвычайно малую вероятность. Вместе с тем рельефная форма пограничной поверхности S и от-
35 сутствие скачкообразного изменения напряжений в зоне сплавления существенно снижают вероятность сколов по-

- 30 -

крытия.

Усталостная и усталостно-коррозионная прочность деталей с наплавленным покрытием, изготовленных согласно настоящему изобретению, определялась на образцах, изготовленных из указанных далее сочетаний материалов, детали и наплавленного покрытия, в том числе и с опорными элементами скольжения. При этом диаметр образцов составлял 60 ± 70 мм. Испытания проводились на установке, обеспечивающей нагружение образца чистым изгибом с частотой 1000 ± 1750 I /мин. При исследовании коррозионно-усталостной прочности в качестве агрессивной среды была применена синтетическая морская вода, представляющая из себя 3% раствор хлористого натрия. База усталостных испытаний составляла 10×10^6 циклов, а коррозионно-усталостная прочность определялась на базе от 50×10^6 циклов до 80×10^6 циклов.

В результате испытаний было установлено, что усталостная прочность образцов составляет 20 ± 24 кгс/мм², а коррозионно-усталостная прочность на базе 10×10^6 циклов находится в пределах от 18 кгс/мм² до 21 кгс/мм². Усталостные испытания образцов с наплавленным покрытием и бронзовой облицовкой, согласно изобретению, показали, что бронзовая облицовка не снижает усталостной прочности образцов. Усталостную прочность образцов не снижали также и дефекты, возникающие в процессе наплавления покрытия, в частности, газовые и шлаковые включения, и поверхностные трещины, которые возникали в образцах в процессе их испытаний.

Изготовление образцов и проведение их испытаний выполнялось по методике, которая обеспечила обоснованный перенос результатов исследования на конкретные объекты.

Все это позволило обосновать возможность широкого использования настоящего изобретения с достижением указанных выше преимуществ для изготовления металлоемких деталей, которые подвержены значительным динамическим



- 31 -

нагрузкам и работают в агрессивной среде. Изобретение позволяет обеспечить высокий срок службы таких деталей и вместе с тем уменьшить стоимость их изготовления за счет экономного расходования дефицитных и дорогостоящих металлов.

5

10

Одним из непосредственных объектов использования настоящего изобретения являются судовые гребные валы, которые обладают длиной в несколько метров при большом отношении длины к диаметру вала, а их работа связана с передачей больших усилий и воздействием агрессивной морской воды.



Таблица I.

Химический состав углеродистых перлитных
конструкционных сталей

Товарное обозна- чение	Углерод	Марганец	Кремний	Хром	Никель
Сталь -					
- 20	0,17÷0,24	0,35÷0,65	0,17÷0,37	-	-
- 30	0,27÷0,35	0,50÷0,80	0,17÷0,37	-	-
- 35	0,32÷0,40	0,50÷0,80	0,17÷0,37		
- 40	0,37÷0,45	0,50÷0,80	0,17÷0,37	-	-
40XH	0,36÷0,44	0,50÷0,80	0,17÷0,37	0,45÷0,75	1,0÷1,4

- 33 -

Химический состав сварочных проволок

Таблица 2.

Товарное обозначение	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Молибден	Титан	Сера не более	Фосфор не более
Св 12Х13	0,09±0,14	0,3±0,7	0,3±0,7	12±14	не более 0,60	-	-	0,025	0,030
10Х13	0,08±0,12	0,3±0,7	0,3±0,7	12±14	не более 0,60	-	-	0,025	0,030
06Х14	не более 0,08	0,3±0,7	0,3±0,7	13±15	не более 0,60	-	-	0,025	0,030
04Х19Н9	не более 0,06	0,5±1,0	1±2	18±20	8±10	-	-	0,018	0,025
06Х19Н9Т	не более 0,08	0,4±1,0	1±2	18±20	8±10	-	0,5±1	0,015	0,030
06Х19Н10М3Т	не более 0,08	0,3±0,8	1±2	18±20	9±11	2±3	0,5±0,8	0,018	0,025
04Х19Н11М3	не более 0,06	не более 0,06	1±2	18±20	10±12	2±3	-	0,018	0,025

- 34 -

ПАТЕНТНЫЕ ПРИТЯЖАНИЯ

5 1. Способ изготовления деталей с наплавленным покрытием, включающий электродуговое многослойное наплавление детали плавящимся электродом, механическую обработку и отпуск, отличающийся тем, что наплавление первого слоя производят так, чтобы обеспечить периодические непрерывно следующие друг за другом, по меньшей мере в одном направлении заглабления основания этого слоя в металл детали, а в качестве плавящегося электрода
10 для наплавления этого слоя используют такой, коэффициент теплового расширения металла которого меньше коэффициента теплового расширения металла детали.

15 2. Способ по пункту 1, отличающийся тем, что заглабления основания первого слоя в металл детали осуществляют последовательными механической обработкой и наплавлением металла в углубления, полученные при механической обработке.

20 3. Способ по пункту 1, отличающийся тем, что заглабления основания первого слоя в металл детали осуществляют наплавлением этого слоя проволочным плавящимся электродом при одном направлении расположения наплавляемых валиков металла и с их относительным шагом в наплавленном слое, равном коэффициенту полноты площади их выступающей части.

25 4. Способ по пункту 1, отличающийся тем, что заглабления основания первого слоя в металл детали осуществляют наплавлением этого слоя проволочным электродом с перекрестным направлением расположения наплавляемых валиков металла и с относительным шагом
30 наплавляемых валиков одного направления в слое, равном коэффициенту полноты площади их выступающей части.

35 5. Способ по пункту 1, отличающийся тем, что заглабления основания первого слоя в металл детали осуществляют точечным наплавлением этого слоя с расстоянием между центрами смежных точек наплавляемого



металла, составляющим от 0,30 до 0,68 диаметра этих точек на поверхности детали.

5 6. Способ по пункту 5, отличающийся тем, что точечное наплавление первого слоя металла осуществляют путем подачи проволочного плавящегося электрода к поверхности детали с периодически изменяющейся скоростью, при постоянной скорости относительного перемещения этого электрода вдоль поверхности детали и при стабильной внешней характеристике источника питания.

10 7. Способ по пункту 6, отличающийся тем, что периодическое изменение скорости подачи проволочного плавящегося электрода осуществляют путем шаговой подачи этого электрода.

15 8. Способ по пункту 5, отличающийся тем, что точечное наплавление первого слоя металла осуществляют в режиме периодически изменяющейся внешней характеристики источника питания, при непрерывной подаче проволочного плавящегося электрода к поверхности детали и его перемещении с постоянной относительной скоростью вдоль этой поверхности.

20 9. Способ по любому из пунктов I-8, отличающийся тем, что наплавление первого слоя выполняют проволочным электродом за несколько заходов.

25 10. Способ по любому из пунктов I-9, отличающийся тем, что наплавление слоев металла, следующих за первым, осуществляют при режимах, оказывающих возможно меньшее тепловое воздействие на зону сплавления металла детали и металла первого наплавленного на нее слоя.

30 11. Деталь с наплавленным покрытием, отличающаяся тем, что пограничная поверхность между деталью и покрытием в зоне сплавления имеет рельефную форму, образованную впадинами и выступами, непрерывно чередующимися между собой по меньшей мере в направ-

- 36 -

лении действия наиболее опасных усилий, возникающих в детали во время ее работы, и в этом же направлении, по меньшей мере, в пределах толщины зоны сплавления распределены остаточные напряжения сжатия,

5 I2. Деталь с покрытием по пункту II, отличающаяся тем, что покрытие выполнено со слоями из различных металлов, а пограничные поверхности в зоне их сплавления имеют рельефную форму.

10 I3. Деталь с наплавленным покрытием по пунктам II, I2, выполненная из углеродистой или низколегированной сталей с антикоррозионным покрытием, отличающаяся тем, что, по меньшей мере, первый слой покрытия, непосредственно сплавленный с поверхностью детали, выполнен из высокохромистой стали.

15 I4. Деталь с наплавленным покрытием по пункту I2, отличающаяся тем, что на слой из высокохромистой стали наплавлено покрытие из нержавеющей аустенитной стали.

20 I5. Деталь с наплавленным покрытием по пунктам II-I4 с опорными элементами скольжения, отличающаяся тем, что опорные элементы скольжения размещены на покрытии, наплавленном на деталь.

25 I6. Деталь по пункту I5, отличающаяся тем, что опорные элементы скольжения выполнены в виде покрытия из антифрикционного сплава, сплавленного с покрытием, наплавленным на деталь.

I7. Деталь по любому из пунктов II-I6, представляющая собой судовой гребной вал.



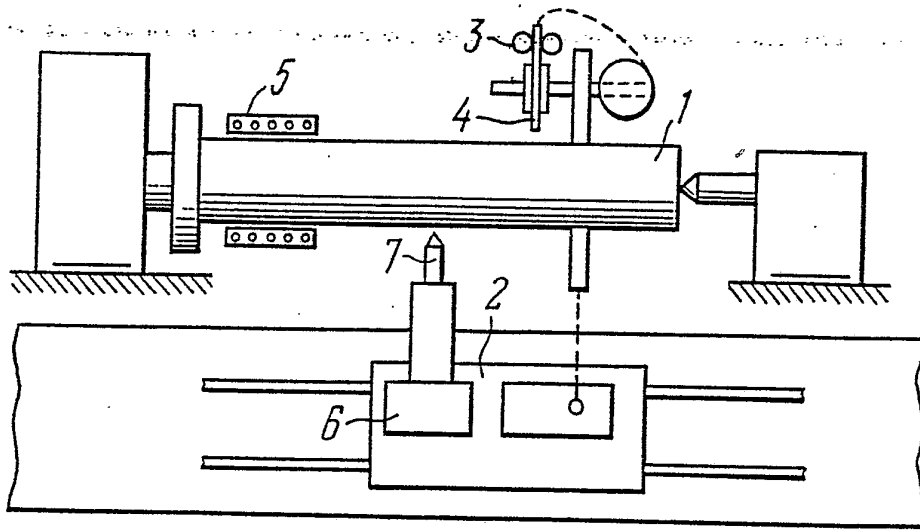


FIG. 1

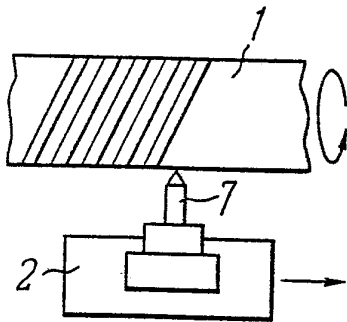


FIG. 2a

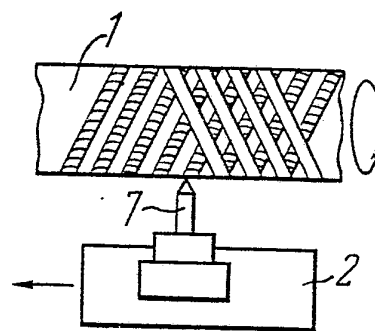


FIG. 2c

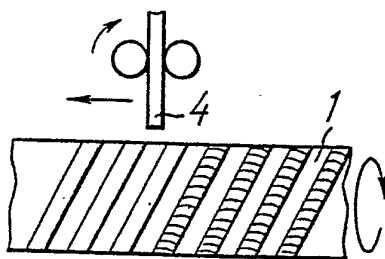


FIG. 2b

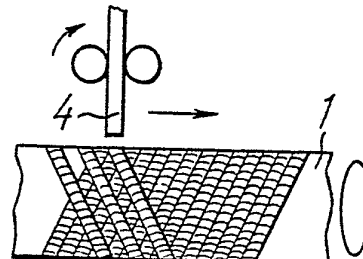


FIG. 2d

2
3

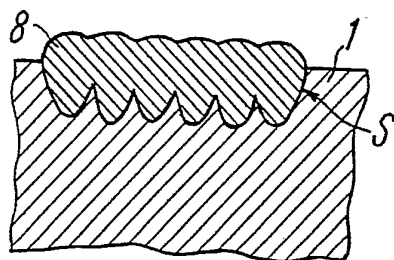


FIG. 3

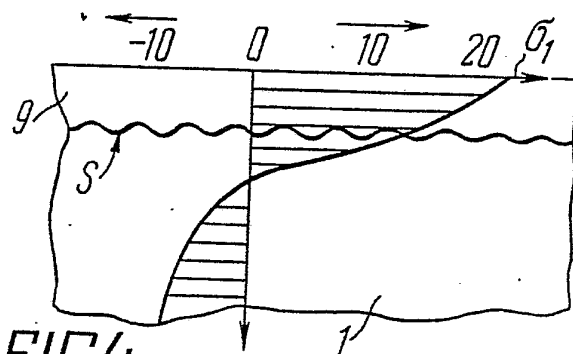


FIG. 4

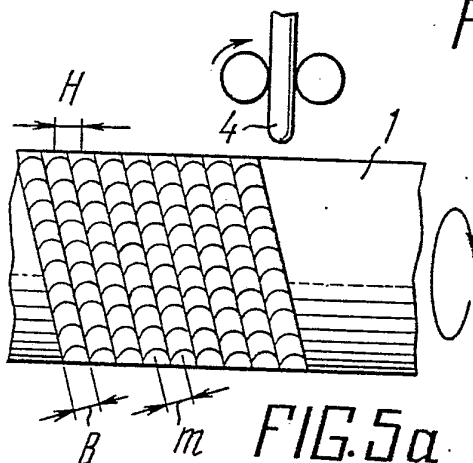


FIG. 5a

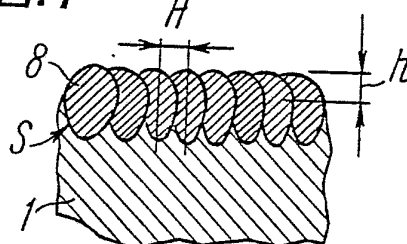


FIG. 5b

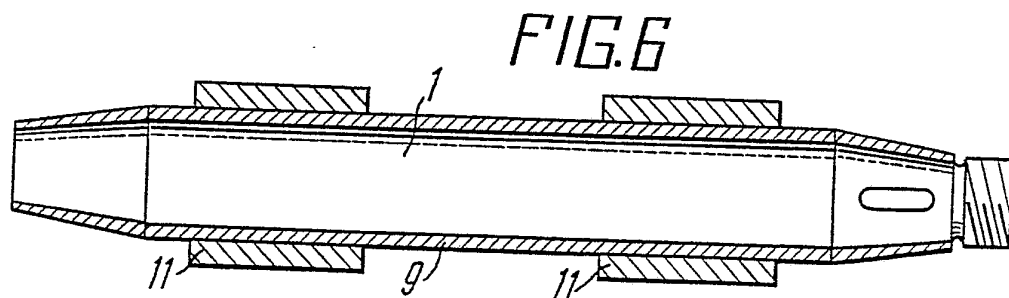
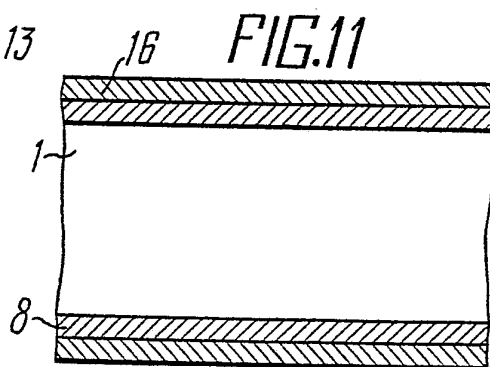
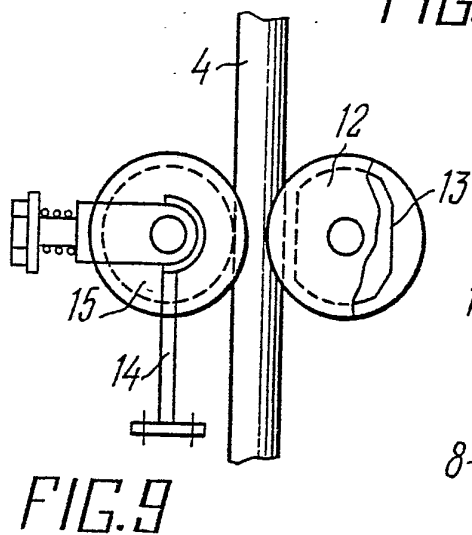
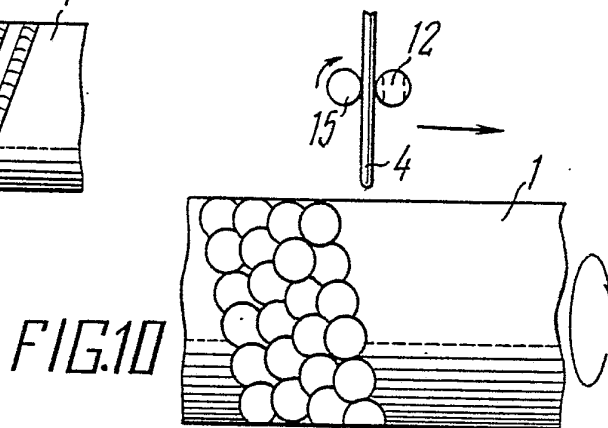
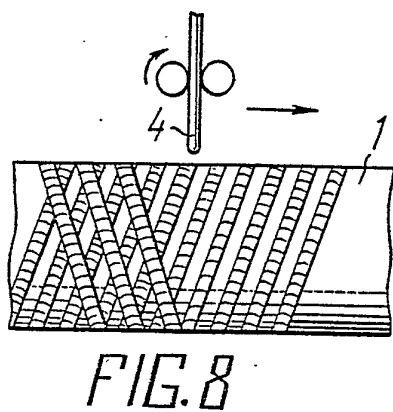
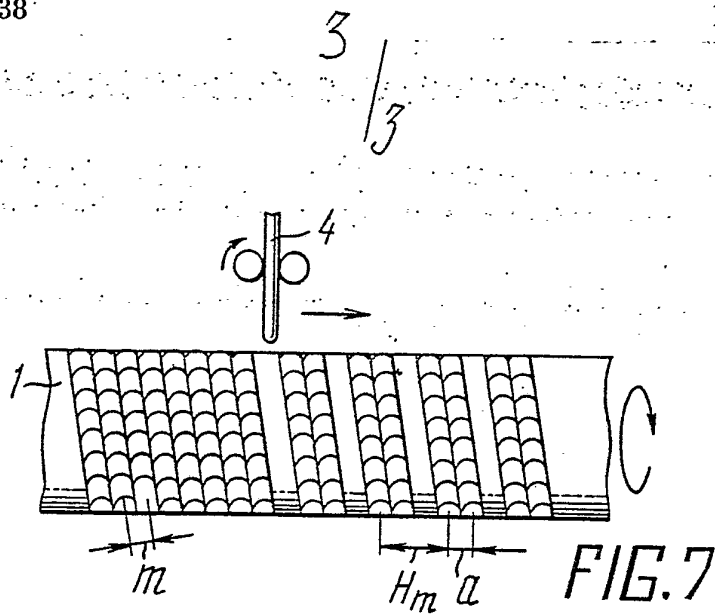


FIG. 6



ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка № PCT/SU80/00036

I. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ИЗОБРЕТЕНИЯ (если применяются несколько классификационных индексов, укажите все)³

В соответствии с Международной классификацией изобретений (МКИ) или как в соответствии с национальной классификацией, так и с МКИ³

B 23 K 9/09

II. ОБЛАСТИ ПОИСКА

Минимум документации, охваченной поиском⁴

Система классификации

Классификационные рубрики

МКИ ² МКИ ² немецкая US	B23k 9/04 B23K9/04 21h 30/11; 49h 9/04 2I9-76.76.I, 76.II, 76.I4, 76.I5, 76.I6 .../...
--	---

Документация, охваченная поиском и не входившая в минимум документации, в той мере, насколько она входит в область поиска⁵

Д.Вайнбойм "Автоматическая дуговая точечная сварка", 1966, "Машиностроение" (Москва, Ленинград); Справочник по сварке под ред. А.Акулова, том 4, опубликован 1971, "Машиностроение" (Москва)

III. ДОКУМЕНТЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПРЕДМЕТУ ПОИСКА¹⁴

Категория*	Ссылка на документ ¹⁶ , с указанием, где необходимо, частей, относящихся к предмету поиска ¹⁷	Относится к пункту формулы №18
X	US, A, 3264445, опубликован 2 августа 1966, смотри колонку 6, строки 38-52, Roman G. Arnddy	I-5, IO, II, I5, I6
X	Д.Вайнбойм "Автоматическая дуговая точечная сварка", 1966, "Машиностроение" (Москва, Ленинград), смотри страницы IO8, III, I90.	6-8
X	DE, BI, I233546, опубликован 2 февраля 1967, смотри колонку 4, строки 56-67, Siemens Aktiengesellschaft	9
X	US, A, 40442I7, опубликован 23 августа 1977, смотри чертеж аннотации, Koo Otsuki и другие	I2
X	Справочник по сварке под ред. А.Акулова, том 4, опубликован 1971, "Машиностроение" (Москва), смотри страницу 238.	I3, I4, I7

* Особые категории ссылочных документов¹⁵:

- „А“ документ, определяющий общий уровень техники.
- „Е“ более ранний патентный документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее.
- „L“ документ, ссылка на который делается по особым причинам, отличным от упомянутых в других категориях.
- „О“ документ, относящийся к устному раскрытию, применению, выставке и т. д.

- „Р“ документ, опубликованный до даты международной подачи, но на дату испрашиваемого приоритета или после нее.
- „Т“ более поздний документ, опубликованный на или после даты международной подачи или даты приоритета и не порочащий заявку, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение.
- „Х“ документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска.

IV. УДОСТОВЕРЕНИЕ ОТЧЕТА

Дата действительного завершения международного поиска² 13 ноября 1980
(13.11.80)

Дата отправки настоящего отчета о международном поиске² 9 декабря 1980
(09.12.80)

Международный поисковый орган¹

ISA/TC

Подпись уполномоченного лица²⁰

М.В. Казанков
В. Казанков

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТЕКСТА, НЕ ПОМЕСТИВШЕГОСЯ НА ВТОРОМ ЛИСТЕ

II	GB	83(4)T; B3R
	FR	Gr VIII Cl 3
	CH	79c
	At	49c31
	AU	71.1
	CA	78-63; 78-62

V. ☐ ЗАМЕЧАНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ВЫЯВЛЕННЫХ ПУНКТОВ ФОРМУЛЫ, НЕ ПОДЛЕЖАЩИХ ПОИСКУ¹⁰

Настоящий отчет о международном поиске не охватывает некоторых пунктов формулы в соответствии со статьей 17(2)(a) по следующим причинам:

1. ☐ Пункты формулы №№ _____, т. к. они относятся к объектам, по которым настоящий Орган не проводит поиск.

2. ☐ Пункты формулы №№ _____, т. к. они относятся к частям международной заявки, настолько не соответствующим предписанным требованиям, что по ним нельзя провести полноценный поиск, а именно:

VI. ☐ ЗАМЕЧАНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ОТСУТСТВИЯ ЕДИНСТВА ИЗОБРЕТЕНИЯ¹¹

В настоящей международной заявке Международный поисковый орган выявил несколько изобретений:

1. ☐ Т. к. все необходимые дополнительные пошлины (тарифы) были уплачены своевременно, настоящий отчет о международном поиске охватывает все пункты формулы изобретения, по которым можно провести поиск.

2. ☐ Т. к. не все необходимые дополнительные пошлины (тарифы) были уплачены своевременно, настоящий отчет о международном поиске охватывает лишь те пункты формулы изобретения, за которые были уплачены пошлины (тарифы), а именно:

3. ☐ Необходимые дополнительные пошлины (тарифы) не были уплачены своевременно. Следовательно, настоящий отчет о международном поиске ограничивается изобретением, упомянутым первым в формуле изобретения; оно охвачено пунктами:

Замечания по возражению

☐ Уплата дополнительных пошлин (тарифов) за поиск сопровождалась возражением заявителя

☐ Уплата дополнительных пошлин (тарифов) за поиск не сопровождалась возражением заявителя

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU80/00036

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC B 23 K 9/09																				
II. FIELDS SEARCHED Minimum Documentation Searched ⁴ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 20%;">Classification System</th> <th style="width: 80%;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td>IPC</td> <td>B23k 9/04</td> </tr> <tr> <td>IPC²</td> <td>B23 K 9/04</td> </tr> <tr> <td>German</td> <td>21h 30/11; 49h 9/04</td> </tr> <tr> <td>US</td> <td>219-76,76.1-76.H76.14-76.15,76.16</td> </tr> </table> Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵			Classification System	Classification Symbols	IPC	B23k 9/04	IPC ²	B23 K 9/04	German	21h 30/11; 49h 9/04	US	219-76,76.1-76.H76.14-76.15,76.16								
Classification System	Classification Symbols																			
IPC	B23k 9/04																			
IPC ²	B23 K 9/04																			
German	21h 30/11; 49h 9/04																			
US	219-76,76.1-76.H76.14-76.15,76.16																			
D, Vanboim "Avtomaticeskaya dugovaya tochehnaya svarka", 1966, "Mashinostroenie" Moscou Leningrad Spravochnik po svarka pod red. A. Akulova, vol.4. published in 1971, "Mashinostroenie" (Moscou)																				
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">Category [*]</th> <th style="width: 60%;">Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷</th> <th style="width: 30%;">Relevant to Claim No. ¹⁸</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>US, A, 3264445, published on 2 August 1966, see column 6, lines 38-52, Roman G. Arnddy</td> <td style="text-align: center;">1-5,10,11, 15,16</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>D. Vanboim "Avtomaticeskaya dugovaya tochehnaya svarka" Moscou Leningrad</td> <td style="text-align: center;">6-8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>DE, BI, 1233546, published on 2 February 1967, see column 4, lines 56-67, Siemens Aktiengesellschaft</td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>US, A, 4044217, published on 23 august 1977, see the drawing of the abstract, Koo Otsuki et al.</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>Spravochnik po svarka pod red. A. Akulova, vol.4, published in 1971, "Mashinostroenie" (Moscou) see pages 108, 111, 190</td> <td style="text-align: center;">13,14,17</td> </tr> </table>			Category [*]	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸	X	US, A, 3264445, published on 2 August 1966, see column 6, lines 38-52, Roman G. Arnddy	1-5,10,11, 15,16	X	D. Vanboim "Avtomaticeskaya dugovaya tochehnaya svarka" Moscou Leningrad	6-8	X	DE, BI, 1233546, published on 2 February 1967, see column 4, lines 56-67, Siemens Aktiengesellschaft	9	X	US, A, 4044217, published on 23 august 1977, see the drawing of the abstract, Koo Otsuki et al.	12	X	Spravochnik po svarka pod red. A. Akulova, vol.4, published in 1971, "Mashinostroenie" (Moscou) see pages 108, 111, 190	13,14,17
Category [*]	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸																		
X	US, A, 3264445, published on 2 August 1966, see column 6, lines 38-52, Roman G. Arnddy	1-5,10,11, 15,16																		
X	D. Vanboim "Avtomaticeskaya dugovaya tochehnaya svarka" Moscou Leningrad	6-8																		
X	DE, BI, 1233546, published on 2 February 1967, see column 4, lines 56-67, Siemens Aktiengesellschaft	9																		
X	US, A, 4044217, published on 23 august 1977, see the drawing of the abstract, Koo Otsuki et al.	12																		
X	Spravochnik po svarka pod red. A. Akulova, vol.4, published in 1971, "Mashinostroenie" (Moscou) see pages 108, 111, 190	13,14,17																		
[*] Special categories of cited documents: ¹⁵ "A" document defining the general state of the art "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed "T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance																				
IV. CERTIFICATION <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of the Actual Completion of the International Search ² 13 November 1980 (13.11.80) </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of Mailing of this International Search Report ² 9 December 1980 (09.12.80) </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> International Searching Authority ¹ USSR-STATE COMMITTEE FOR INVENTIONS AND DISCOVERIES </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Signature of Authorized Officer ²⁰ [Signature] </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search ² 13 November 1980 (13.11.80)	Date of Mailing of this International Search Report ² 9 December 1980 (09.12.80)	International Searching Authority ¹ USSR-STATE COMMITTEE FOR INVENTIONS AND DISCOVERIES	Signature of Authorized Officer ²⁰ [Signature]														
Date of the Actual Completion of the International Search ² 13 November 1980 (13.11.80)	Date of Mailing of this International Search Report ² 9 December 1980 (09.12.80)																			
International Searching Authority ¹ USSR-STATE COMMITTEE FOR INVENTIONS AND DISCOVERIES	Signature of Authorized Officer ²⁰ [Signature]																			

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

II

GB: 83(4)T; B3R

FR Gr VIII Cl 3

CH 79c

At 49c31

AU 71.1

CA 78-63; 78-62

V. ☐ OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE ¹⁰

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. ☐ Claim numbers, because they relate to subject matter ¹² not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claim numbers, because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out ¹³, specifically:

VI. ☐ OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING ¹¹

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.

2. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:

3. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by applicant's protest.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.