



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

000125  
для служебного пользования экз. №

(19) SU (11) 1324313

A

(51)4 C 22 B 9/20

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3926184/22-02

(22) 05.05.85

(71) Институт электросварки  
им. Е.О.Патона

(72) Ю.В.Латаш, Г.Ф.Торхов,  
А.В.Лихобаба, К.С.Толстомятов,  
Л.Р.Тагер, Н.В.Стеценко и Л.В.Фролов

(53) 669.533.9:621.78.019.3 (088.8)

(56) Спецэлектрометаллургия, 1979,  
№ 39, с.114-122.

Спецэлектрометаллургия, 1981,  
№ 47, с.106-111.

(54) СПОСОБ ПЛАЗМЕННО-ДУГОВОГО ПЕРЕПЛАВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ СЛИТКОВ И ЗАГОТОВОК ЖАРОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

(57) Изобретение относится к спецэлектрометаллургии, а именно к способам плазменно-дугового переплава поверхностного слоя слитков и заготовок дисперсионно-твердеющих жаро-

прочных сталей и сплавов. Целью изобретения является повышение качества поверхности слитков и увеличение производительности процесса. Сущность способа заключается в том, что при оплавлении поверхности размеры ванны жидкого металла поддерживают такими, что отношение ширины ванны к ее длине находится в пределах 0,75 - 0,85. Для поддержания необходимых размеров жидкой ванны основные технологические параметры режима дугового нагрева, такие как сила тока, скорость вращения слитка и длина дуги, устанавливают пропорциональными диаметру слитка. Способ пригоден для широкого сортамента жаропрочных сталей и сплавов, позволяет исключить образование трещин на поверхности слитков, отказаться от лезвийной зачистки слитков. 2 э.п.ф-лы, 2 ил., 1 табл.

(19) SU (11) 1324313 A





Изобретение относится к специальной электрометаллургии и предназначено для обработки поверхности слитков и заготовок типа тел вращения из дисперсионно-твердеющих жаропрочных сталей и сплавов.

Целью изобретения является повышение качества поверхности слитков и увеличение производительности процесса оплавления.

На фиг.1 показан график влияния размеров ванны жидкого металла на вероятность образования трещин на поверхности слитка при переплаве жаропрочного сплава ЭП202; на фиг.2 - при переплаве жаропрочной стали ЭИ787.

Способ плазменно-дугового переплава осуществляют следующим образом.

При оплавлении поверхности слитков типа тел вращения плазменной дугой постоянного тока с образованием ванны жидкого металла отношение ширины ванны  $B$  к ее длине  $l$  (относительную ширину ванны  $B/l$ ) поддерживают в пределах  $0,75-0,85$ . Величину относительной ширины ванны в процессе переплава регулируют изменением скорости вращения слитка. При увеличении относительной ширины сверх указанных пределов скорость вращения увеличивают, а при уменьшении этого параметра - уменьшают. Основные технологические параметры режима дугового нагрева (силу тока дуги, линейную скорость вращения слитка, длину дуги) при этом поддерживают пропорциональными диаметру слитка для достижения максимальной производительности.

Выбор приведенных значений относительной ширины жидкой ванны поясняется зависимостью вероятности образования трещин в переплавленном слое от относительной ширины ванны (см.фиг.1 и 2). Вероятность образования трещин  $K_{тр}$  оценивалась по отношению площади трещин на обработанной поверхности к площади этой поверхности. Площадь трещин определялась как произведение суммарной длины трещин на среднюю величину их раскрытия.

Из приведенных на фиг. 1 и 2 экспериментально полученных зависимостей следует, что вероятность образования трещин минимальна и близка к нулю при величине относительной ширины ванны в пределах  $0,75 - 0,85$  независимо от химического состава дис-

персионно-твердеющего жаропрочного сплава, стали. Увеличение значения относительной ширины ванны сверх  $0,85$  нецелесообразно из-за снижения производительности переплава, его эффективности.

Выбор пределов других основных параметров переплава объясняется следующим.

Поддержание силы тока дуги в зависимости от диаметра слитка по приведенным зависимостям обеспечивает достижение максимальной производительности. При значениях коэффициента пропорциональности более  $1,45$  жидкая ванна приобретает сверхкритические размеры, возможен слив жидкого металла с цилиндрической поверхности. При значениях коэффициента менее  $1,05$  размеры жидкой ванны малы и производительность процесса далека от оптимальной.

Скорость вращения слитка поддерживают пропорциональной силе тока дуги для обеспечения оптимальной формы жидкой ванны. Уменьшение скорости вращения слитка менее  $2 \cdot 10^{-3}$  I нецелесообразно, так как приводит к значительному снижению производительности процесса. Увеличение скорости вращения слитка сверх  $5 \cdot 10^{-3}$  I приводит к появлению трещин на оплавленной дорожке.

При уменьшении длины дуги увеличивается эффективность процесса переплава, но одновременно усиливается газодинамическое воздействие дуги на жидкий металл. Величина газодинамического давления зависит от силы тока и увеличивается с повышением последнего. При значениях коэффициента пропорциональности  $K$  менее  $0,4$  длина дуги недостаточна и возможно выдувание брызг жидкого металла из ванны, ухудшение качества поверхности. При значениях коэффициента  $K$  более  $1,2$  уменьшается площадь проплавления поверхности слитка, резко снижается эффективность процесса.

Примеры осуществления способа приведены в таблице.

Обработка проводилась на промышленной установке "Весна-2" завода "Электросталь" и лабораторно-промышленной установке ОБ-1957. Предложенный способ применен взамен лезвийной зачистки поверхности электродов на



глубину 8 - 15 мм на сторону по существующей технологии.

Обработка электродов включала следующий цикл технологических операций:

загрузка электродов в камеру установки;

выставление плазмотрона в исходное положение;

герметизация и вакуумирование камеры установки;

наполнение камеры установки аргоном до давления  $(1,15...1,25) \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ ;

плазменно-дуговая обработка поверхности электрода;

вакуумирование камеры установки;

разгерметизация камеры и выгрузка обработанного электрода.

Обработка электродов плазменной дугой по предложенному способу велась по направлению от донной части электрода к головной. В качестве плазмообразующего газа была использована аргоно-гелиевая смесь с содержанием 60% гелия при расходе смеси в плазмотрон  $0,35 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Сила тока дуги задавалась пропорциональной диаметру электрода. Длина дуги поддерживалась неизменной в течение переплава.

Рекомендованные значения скорости относительного перемещения дуги предварительно определялись в зависимости от силы тока дуги. Корректировка рекомендованных значений скорости осуществлялась оператором установки при визуальном контроле и поддержании величины отношения ширины ванны к ее длине в пределах 0,75 - 0,85. При изменении величины этого соотношения сверх указанных пределов в силу тех или иных причин (из-за конусности электродов, колебаний тока дуги при длительной работе выпрямителей тока, наличия наплывов металла и неровностей на поверхности слитка, наличия эффекта "магнитного дутья" вследствие несимметричного токосъема от шероховатой и неровной поверхности электрода, "блуждания" и скачкообразных перемещений дуги при оплавлении сильно загрязненных мест и т.п.) проводилось соответствующее изменение скорости вращения слитка вплоть до установления необходимой величины соотношения, причем при увеличении отношения ширины ванны к ее длине сверх указанных пределов скорость вращения увеличилась, а при уменьше-

нии - снижалась. При этом отклонения текущих значений скорости вращения слитка от рекомендованных не превышали 26%.

Обработанные электроды в дальнейшем были использованы для получения слитков вакуумно-дугового переплава по серийной технологии. В процессе вакуумно-дугового переплава опытных электродов каких-либо отклонений или нарушений режима по сравнению с серийным металлом не обнаружено.

Условием получения качественной поверхности слитков и заготовок жаропрочных дисперсионно-твердеющих сплавов является поддержание всей совокупности основных технологических параметров переплава поверхностного слоя в указанных пределах. Изменение режима переплава сверх этих пределов приводит к образованию трещин в неплавленном слое.

Опробование способа на промышленной установке подтвердило возможность его применения для обработки электродов широкого сортамента дисперсионно-твердеющих жаропрочных сплавов на никелевой основе.

Способ может быть реализован на промышленных агрегатах ПДРП без какой-либо их конструктивной переделки. Обработанные электроды и слитки жаропрочных сплавов имеют качественную поверхность.

Предложенный способ по сравнению с известными способами обработки поверхности слитков жаропрочных сплавов позволяет

исключить образование трещин на обработанной поверхности слитков и заготовок;

добиться экономии дефицитного металла путем замены абразивной или лезвийной зачистки слитков на ПДРП;

повысить производительность процесса за счет оптимизации режимов обработки.

#### Ф о р м у л а   и з о б р е т е н и я

1. Способ плазменно-дугового переплава поверхностного слоя слитков и заготовок жаропрочных сталей и сплавов, включающий оплавление поверхности слитка плазменной дугой постоянного тока в атмосфере инертных газов с образованием ванны жидкого металла, вращение обрабаты-



мого слитка вокруг своей оси, поступательное движение плазменной дуги вдоль оси слитка, отличающийся тем, что, с целью повышения качества поверхности слитков, увеличения производительности процесса оплавления, отношение ширины ванны к ее длине поддерживают в пределах 0,75 - 0,85.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что силу тока дуги поддерживают в зависимости от диаметра слитка по соотношению

$$I = (1,05 \dots 1,45) \cdot 10^3 (D)^{1/2} - 130,$$

где  $I$  - сила тока дуги, А;

$D$  - диаметр слитка, м.

3. Способ по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что скорость вращения слитка и длину дуги поддерживают в зависимости от силы тока дуги по соотношениям

$$v = (2 \dots 5) \cdot 10^{-3} I;$$

$$l_d = l_0 + K \sqrt{I},$$

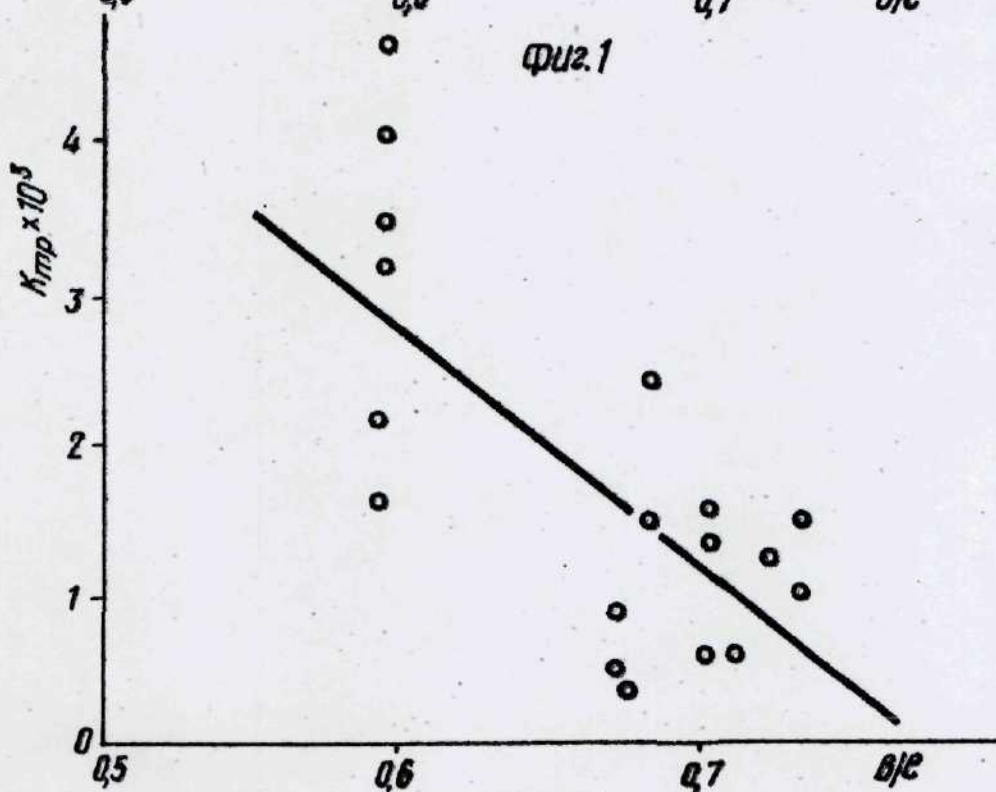
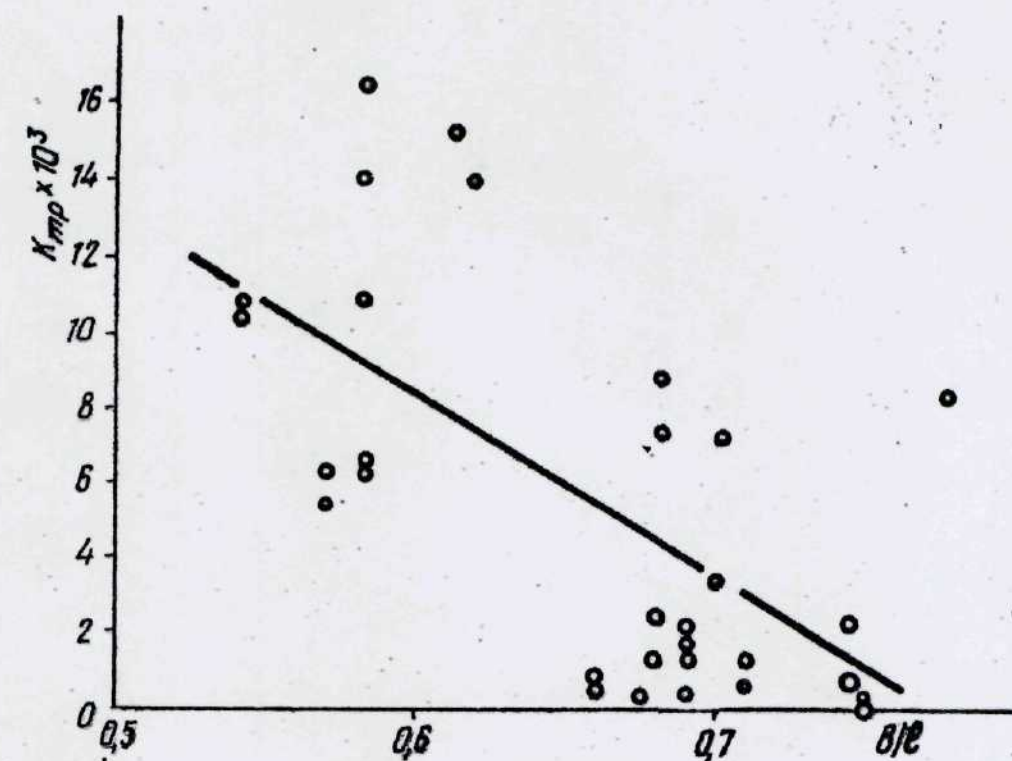
где  $v$  - скорость вращения слитка, мм/с;

$l_d$  - длина дуги, мм,

$K$  - коэффициент пропорциональности, равный 0,4 - 1,2;

$l_0$  - постоянная, зависящая от типа плазмотрона и вида плазмообразующего газа, мм.

Установка	Марка сплава	Диаметр заготовки, мм	Ток дуги, А	Линейная скорость вращения слитка, мм/с	Длина дуги, мм	Состояние обработанной поверхности
ОБ-1957	ЭП220	125	280	0,80	18	Трещин нет
	"	"	450	2,30	25	Сильное растрескивание
	"	"	200	0,35	14	Есть трещины, недостаточная производительность процесса (на обработку 1 пог.м затрачено 2,1 ч)
"Весна-2"	ЭИ698	320	500	1,5	22	Трещин нет
	"	"	750	4,0	22	Сильное растрескивание металла
	ЭП742	280	560	1,8	22	Трещин нет



Редактор Н. Корченко      Составитель И. Чепикова      Корректор В. Гирняк  
Техред И. Попович

Заказ 796/ДСП

Тираж 366

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4

