



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1719154 A1**

(51)5 B 22 D 19/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4645854/02
(22) 01.02.89
(46) 15.03.92. Бюл. № 10
(71) Институт черной металлургии и Криво-
рожский металлургический комбинат
им. В.И.Ленина
(72) В.Л.Пилющенко, В.М.Кондратенко,
С.Н.Поляков, О.В.Фидонов, В.Ф.Поляков,
Ю.В.Дмитриев, В.Д.Дейна, М.И.Костючен-
ко, В.Г.Порхун, В.И.Грачев, Н.П.Жильцов и
А.Н.Тупица
(53) 669.14-018.24(088.8)
(56) Сталь № 11, 1987, с. 78.
Сталь № 12, 1978, с. 1087-1088.
(54) КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ
(57) Изобретение относится к металлургии и
может быть использовано при производст-

2

ве арматурной стали. Цель изобретения -
повышение ударной вязкости при темпера-
туре $(-60)^{\circ}\text{C}$ при сохранении уровня механи-
ческих свойств. Новый композитный
материал, содержащий матрицу из чугуна
состава, мас. %: C 0,15-0,25; Si 0,12-0,32; Mn
0,30-0,60; Cr 0,25-0,40 и Fe - остальное, и
армирующий слой, состоящий из чугуна со-
става, мас. %: C 0,50-0,60; Si 0,40-0,80; Mn
0,40-0,70; Cr 0,30-0,80 и Fe остальное при
соотношении объемов металла матрицы и ар-
мирующего слоя 1 : (2,5-5,67). Изменение в
матрице содержания углерода и в армирую-
щем слое углерода, кремния и хрома позволя-
ют повысить ударную вязкость композитного
материала в 6-8,3 раза при сохранении уров-
ня механических свойств. 2 табл.

Изобретение относится к черной метал-
лургии, в частности к производству высо-
копрочной термически упрочненной
арматурной стали различного сортамента.

Цель изобретения - повышение удар-
ной вязкости при низких температурах
 $(-60)^{\circ}\text{C}$ при сохранении уровня механиче-
ских свойств.

Композитный материал и арматурная
сталь периодического профиля диаметром
16 мм из него изготавливали на комбинате
"Криворожсталь" по следующей техноло-
гии: отливка 8-тонного многослойного слит-
ка, прокатка его на предельную заготовку
80x80 мм, производство готового проката и
его термическое упрочнение в потоке стана
250-5.

Слитки отливали в изложницу, уширен-
ную книзу. Сплав матрицы наливали до при-
были, засыпали экзотермической смесью, а

через 10-20 мин сверху в прибыль доливали
сплав, содержащий, мас. %: углерод 1,0-1,5;
марганец 0,6-0,9; кремний 0,7-1,1; хром
0,05-1,2; железо остальное.

Количество доливаемого в прибыль
сплава определяли исходя из химических
составов жидкой фазы матрицы, доливае-
мого сплава, требуемого химсостава арми-
рующего слоя и времени выдержки сплава
матрицы до заливки доливаемого сплава.

После перемешивания жидких фаз
сплавов получали требуемый состав арми-
рующего слоя композиционного сплава.

После кристаллизации слитка прокатка
его проводилась по принятым технологиче-
ским процессам производства арматурной
стали.

Интенсивное охлаждение проката про-
водили в блоке подохлаждения, располо-
женном за последней чистовой клетью

(19) **SU** (11) **1719154 A1**



стана, и в более глубокого охлаждения, расположенном через 17,8 м от блока подожлаждения при постоянном давлении и расходе охлаждающей воды.

Для сравнения в качестве базовой принята арматурная сталь марки 20ХГС2 класса Ат-УСК по ГОСТ 10884-81.

Химический состав композиционных сплавов и известной арматурной стали приведен в табл.1.

В табл.2 приведены механические свойства предлагаемого композиционного сплава различного химсостава при различном соотношении объемов металла матрицы и армирующего слоя.

Подчеркнутые величины механических свойств меньше требуемых для арматурной стали класса Ат-УС по ГОСТ 10884-81, а для ударной вязкости — существенно меньше чем для предлагаемого композиционного сплава.

Комплекс механических свойств (табл.2) предлагаемого композиционного сплава (5,6,7) лучше, чем известной стали марки 20ХГС2 (20) класса Ат-УСК, в частности, по величине ударной вязкости. Это объясняется высокой пластичностью и вязкостью матрицы и ее оптимальным объемом в составе композиционного сплава.

Увеличение объема матрицы в композиционном материале, как с верхним, так и с нижними пределами содержания химических элементов при увеличении ударной вязкости ведет к снижению прочности сварного соединения, прежде всего из-за разупрочнения низкопрочной матрицы при нагреве и малом объеме более прочного армирующего слоя. Временное сопротивление разрыву на нижнем пределе содержания химических элементов ниже требуемого значения по ГОСТ 10884-81. Если объем армирующего слоя превышает предлагаемое значение, то малый объем матрицы не компенсирует ограниченной свариваемости армирующего слоя и ведет к снижению относительного удлинения δ_5 и существенному уменьшению ударной вязкости.

Уменьшение содержания химических элементов в матрице ниже предлагаемых значений углерода, кремния, марганца, хрома при нижнем предложенном химсоставе армирующего слоя и граничных пределах соотношения объемов 1:2,5; 1:5,67 матрицы и армирующего слоя ведет к снижению комплекса механических свойств, требуемых при изготовлении арматурной стали.

При уменьшении объема матрицы (при соотношении 1:5,67) влияние кремния и раз-

упрочнение при сварке большего объема армирующего слоя снижают прочность сварных соединений до минимально допустимого предела.

5 Уменьшение содержания в армирующем слое углерода, кремния, марганца, хрома при минимальном предложенном содержании элементов в матрице и граничных пределах соотношения объемов 1:2,5; 10 1:5,67 матрицы и армирующего слоя снижает комплекс механических свойств композиционных сплавов.

15 Уменьшение содержания углерода, как и хрома, в армирующем слое оказывает качественно аналогичное влияние на комплекс механических свойств композиционного сплава. При соотношении 1 : 2,5 объемов металла матрицы и армирующего слоя уменьшается временное сопротивление разрыву ниже требуемых для арматуры 20 класса Ат-УС значений, но сохраняется требуемая свариваемость. Уменьшение объема матрицы (соотношение 1:5,67), имеющей низкое временное сопротивление разрыву, 25 повышает прочность σ_b композиционного сплава, но разупрочнение при сварке армирующего слоя не компенсируется малым объемом матрицы и поэтому прочность сварного соединения композиционного 30 сплава ниже требуемых значений при изготовлении арматуры класса Ат-УС.

35 При уменьшении содержания кремния и марганца в армирующем слое ниже предлагаемых значений при граничных пределах соотношения объемов металла матрицы и армирующего слоя временное сопротивление разрыву и прочность сварных соединений композиционных сплавов не удовлетворяет требованиям ГОСТ 10884-81, предъявляемым к арматурным сталям 40 класса Ат-УС.

45 Увеличение содержания углерода, кремния, марганца, хрома в матрице выше граничных значений предлагаемого композиционного сплава при различном граничном соотношении объемов 1:2,5; 1:5,67 50 металла матрицы и армирующего слоя не обеспечивает требуемый комплекс механических свойств при изготовлении арматурной стали.

55 Увеличение содержания углерода в матрице при значительном его содержании и в армирующем сплаве не обеспечивает свариваемости композиционного сплава при различном соотношении объемов матрицы и армирующего слоя.

Повышение содержания кремния и марганца в матрице выше предлагаемых значений ведет к существенному снижению на

3,1–4 и 4–6,1 % соответственно относительного удлинения композиционного сплава.

При повышении содержания хрома в матрице выше предлагаемых значений существенно уменьшается ударная вязкость на 35–42 Дж/см².

Увеличение содержания углерода, кремния, марганца, хрома в армирующем слое больше предлагаемых значений при соотношении объемов металла матрицы и армирующего слоя 1 : 2,5 и 1 : 5,67 не обеспечивает требуемых значений отдельных механических свойств, повышения комплекса свойств при изготовлении арматурных сталей.

Повышение содержания углерода при различном соотношении объемов металла матрицы и армирующего слоя не обеспечивает свариваемости арматурных сталей класса Ат–УС в соответствии с требованиями ГОСТ 10884–81. Содержание кремния в армирующем сплаве более 0,80% ведет к резкому снижению на 3,4–4,6 % относительного удлинения. С повышением содержания марганца резко на 40–42 Дж/см² снижается ударная вязкость.

При повышении содержания хрома в армирующем слое уменьшается на 1,8–2,1 % относительное удлинение и существенно снижается на 50–57 Дж/см² ударная вязкость.

Армирование малоуглеродистой стали сталью с повышенным содержанием углерода и легированную хромом позволяет существенно улучшить качество арматурной стали или других видов изделий – повысить прочность, ударную вязкость, свариваемость при сохранении высокой пластичности стали, достичь которые только на одной

из этих сталей известными методами обработки не представляется возможным.

Как следует из данных табл. № 1 и 2, изменения содержания углерода в матрице и углерода, кремния и хрома в армирующем слое позволяют повысить ударную вязкость предлагаемого композитного материала в 6–8,3 раза при сохранении уровня механических свойств.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Композитный материал, преимущественно для арматуры железобетонных конструкций, включающий армирующий слой, содержащий углерод, кремний, марганец, хром и железо, и матрицу, содержащую углерод, кремний, марганец, хром и железо, отличающийся тем, что, с целью повышения ударной вязкости при низких температурах (–60)°С при сохранении уровня механических свойств, армирующий слой композиционного материала содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %:

Углерод	0,50–0,60
Кремний	0,40–0,80
Марганец	0,40–0,70
Хром	0,30–0,80
Железо	Остальное

а матрица композиционного материала содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %:

Углерод	0,15–0,25
Кремний	0,12–0,32
Марганец	0,30–0,60
Хром	0,25–0,40
Железо	Остальное

причем соотношение объемов металла матрицы и армирующего слоя составляет 1 : (2,5–5,67).

Т а б л и ц а 1

При- мер	Содержание химических элементов, мас.%, в									
	матрице					армирующем сплаве				
	углерод	кремний	марганец	хром	железо	углерод	кремний	марганец	хром	железо
Пред- лагае- мый										
1	0,15	0,12	0,30	0,25	Остальное	0,50	0,40	0,40	0,30	Остальное
2	0,18	0,22	0,45	0,28	"	0,55	0,42	0,43	0,36	"
3	0,25	0,32	0,60	0,40	"	0,60	0,80	0,70	0,80	"
Извест- ный										
4	0,61	0,27	0,60	0,20	Остальное	0,15	0,30	0,50	0,15	Остальное

Т а б л и ц а 2

Характеристика	Композитный материал (номер сплава)								
	предлагаемый								
	Соотношение объемов металла матрицы и армирующего слоя								
	1:2,5			1:3,5			1:5,67		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Временное сопротив- ление разрыву, σ_b , Н/мм ²	980	985	1070	980	980	1070	1010	1010	1100
Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	860	865	950	850	860	950	870	890	990
Относительное удли- нение, δ_5 , %	17,0	15,0	14,2	15,0	13,0	13,0	14,0	12,5	11,2
Ударная вязкость, a_k при (-60)°С, Дж/см	162	154	147	150	142	138	135	130	120
Временное сопротив- ление разрыву свар- ного соединения, $\sigma_b^{св}$, Н/мм ²	917	921	917	915	909	968	902	904	906

Редактор Н.Федорова

Составитель Н.Косторной
Техред М.Моргентал

Корректор М.Кучерявая

Заказ 728

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101