



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

95 31
300000
для служебного пользования экз. 1
(19) SU (11) 1741459 A1

(51) G C 22 C 38/16

1

(21) 4815169/02

(22) 16 04 90

(71) Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии и Институт черной металлургии

(72) Н.М. Фонштейн, А.И. Яценко, Н.И. Репина, Г.В. Кругликова, О.А. Гирина, Ф.В. Федосенко, Н.А. Меринова, О.Н. Якубовский, А.И. Третьяков, А.П. Шаповалов, В.Г. Ермолаев, Л.М. Спиридонова, Т.Т. Неделина, Р.А. Дегтярева, Т.И. Мальцева, С.С. Колпаков, Р.Е. Глинер, В.И. Фалкон, В.В. Гайдук и В.В. Красный

(53) 669 14 018 841(088 8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 1572042, кл. C 22 C 38/18 1989(непубл.).

2

(54) СТАЛЬ

(57) Изобретение относится к металлургии в частности к составу стали, и может быть использовано при производстве холоднокатаного конструкционного листа для штамповки деталей легковых и грузовых автомобилей, тракторов и сельхозмашин. Цель изобретения - повышение коррозионной стойкости при обеспечении уровня штампуемости. Сталь дополнительно содержит фосфор и азот при следующем соотношении компонентов, мас. %: углерод 0,02-0,07, марганец 0,15-0,30, медь 0,02-0,30, алюминий 0,03-0,07, бор 0,0005-0,005, фосфор 0,04-0,10, азот 0,001-0,007, железо - остальное. Внедрение стали позволит снизить металлоемкость автомобиля путем снижения толщины его деталей, а также обеспечит эксплуатационную надежность и долговечность 3 табл.

Изобретение относится к черной металлургии, в частности к производству стали, и может быть использовано при производстве холоднокатаного конструкционного листа для штамповки деталей автомобилей, тракторов, сельхозмашин. Цель изобретения - повышение коррозионной стойкости при обеспечении высокой штампуемости.

Конструкционные стали, используемые в настоящее время для изготовления деталей машиностроения способом холодной штамповки с высокими категориями вытяжки, не удовлетворяют требованиям высокой эксплуатационной надежности и долговечности вследствие низкой коррозионной стойкости.

Известна сталь, содержащая, мас. %:
Углерод 0,05-0,15

Марганец	0,20-0,60
Кремний	0,005-0,09
Хром	0,01-0,40
Никель	0,01-0,40
Медь	0,01-0,40
Титан	0,005-0,15
Алюминий	0,005-0,15
Кальций	0,0001-0,02
Железо	Остальное.

Недостатки этой стали: низкая пластичность, приводящая к браку при штамповке с высокими категориями вытяжки, вследствие образования в структуре значительного количества затектоидного цемента и неметаллических включений на базе титана и алюминия; повышенная твердость феррита и низкая пластическая анизотропия при совместном легировании хромом, никелем и

(19) SU (11) 1741459 A1

медью, особенно — около верхнего предела, а также низкая коррозионная стойкость вследствие концентрационно-структурной неоднородности и повышенного содержания включений окислов и карбонитридов алюминия и титана.

В качестве прототипа взята сталь, содержащая, мас. %:

Углерод	0,03-0,10
Марганец	0,2-0,4
Медь	0,01-0,06
Сера	0,005-0,03
Алюминий	0,02-0,07
Титан	0,005-0,05
Бор	0,001-0,01
Кальций	0,0005-0,001
Железо	Остальное.

Недостаток этой стали — пониженная коррозионная стойкость вследствие наличия серы, обогащающей границы зерен, а также бора, образующего выделения боридов (карбоборидов) на границах зерен, что может увеличивать интерксталлитную коррозию.

Цель изобретения — повышение коррозионной стойкости холоднокатаной конструкционной низкоуглеродистой стали при обеспечении высокой штампуемости.

Предложенная сталь содержит углерод, марганец, медь, алюминий, бор, железо. Отличительным от прототипа признаком является то, что в сталь дополнительно введены фосфор и азот при следующем соотношении компонентов, мас. %: углерод 0,02-0,07; марганец 0,15-0,30; медь 0,02-0,30; алюминий 0,03-0,07; бор 0,0005-0,005; фосфор 0,04-0,10; азот 0,001-0,007; железо остальное.

Известно, что фосфор может снижать скорость коррозии низкоуглеродистой стали. Наряду с этим добавки фосфора могут способствовать увеличению пластической анизотропии, а следовательно, и повышению штампуемости. Однако фосфор может также вызывать охрупчивание низкоуглеродистой стали вследствие его сегрегации по границам зерен. Предотвращение образования зернограницных агрегаций фосфора и возникновение охрупчивания позволяет дополнительное введение в сталь бора, блокирующего границы зерен. При этом также тормозится диффузия углерода на границы зерен и затрудняется образование пограничных выделений карбидов (карбонитридов), что должно уменьшить интенсивность интерксталлитной коррозии. Однако та часть бора, которая остается в твердом растворе, может увеличить склонность стали к старению. Для предотвращения этого нежелательного эффекта и связанного с ним

уменьшения пластичности наиболее целесообразно связать бор азотом, с образованием включений борида азота BN. Включения BN образуются при более высоких температурах, чем включения нитридов алюминия и карбидов, в аустенигной области; они имеют более крупные размеры и не затрудняют последующий рост зерен. Поэтому совместное присутствие в стали бора и азота и их взаимодействие, обеспечивающее образование включений борида азота вместо нитрида алюминия, способствует увеличению размера зерна в горячекатаном подкате и понижению предела текучести, предела прочности и повышению коэффициента пластической анизотропии в холоднокатаной отожженной стали. Включения BN могут выделяться на границах зерен и способствовать снижению коррозионной стойкости и пластичности. Предотвратить это позволяют добавки меди.

Таким образом, совместное использование фосфора и азота в стали, содержащей заданные количества бора и меди, позволяет наиболее эффективно достичь поставленную цель — повышение коррозионной стойкости холоднокатаной конструкционной низкоуглеродистой стали при обеспечении высокой штампуемости.

В стали заявляемого состава нижние пределы содержания мас. % углерода 0,02, марганца 0,15 взяты для обеспечения минимально допустимого уровня прочности, а верхние пределы этих элементов (соответственно 0,07, 0,30) — для предотвращения недопустимого снижения пластичности.

Нижний предел содержания меди (0,02 мас. %) взят для обеспечения эффективного предотвращения выделений включений боридов на границах зерен. Верхний предел содержания меди (0,30 мас. %) взят для предотвращения упрочнения феррита и снижения пластичности.

Нижний предел содержания алюминия (0,03 мас. %) взят для необходимой полноты раскисления стали, а верхний его предел (0,07 мас. %) — для предотвращения загрязнения стали включениями окислов алюминия и нежелательного измельчения ферритных зерен.

Нижний предел содержания бора (0,0005 мас. %) выбран для предотвращения обогащения границ зерен фосфором, торможения охрупчивания и интерксталлитной коррозии. Верхний предел содержания бора (0,005 мас. %) ограничен для сохранения высокой пластичности и низкой склонности к старению.

Нижний предел содержания фосфора (0,04 мас. %) выбран для достижения необ-

ходимого минимального уровня повышения коррозионной стойкости стали, а верхний его предел (0,10 мас.%) – для предотвращения упрочнения феррита и ухудшения штампуемости.

Нижний предел содержания азота (0,001 мас.%) выбран для обеспечения достаточно полного связывания находящегося в твердом растворе бора в нитриды BN, подавление влияния бора на старение, увеличения коэффициента пластической анизотропии, а верхний его предел (0,007 мас.%) – для предотвращения образования повышенного количества включений нитридов, измельчения зерен и снижения пластичности.

Пример. Сталь изготовлена в Институте черной металлургии ММ СССР.

Сталь выплавляли в индукционной печи емкостью 100 кг, разливали на слитки, производили горячую прокатку на полосы толщиной 2,5 мм, холодную прокатку на полосы толщиной 1,0 мм, отжиг по режиму непрерывной скоростной термообработки (нагрев со скоростью 10 град С/с до 830°C, выдержка 100 с, охлаждение до 650°C со скоростью 10 град С/с, далее до 20°C в воде, нагрев до 350°C со скоростью 10 град С/с, выдержка 200 с, охлаждение на воздухе) и дроссировку с обжатию 1%.

Выплавлено шесть плавов, из них три плавки заявляемой стали и три плавки известного состава. Химический состав стали приведен в табл. 1.

Проводили испытания механических свойств на растяжение по ГОСТ 11701-84, на выдавливание по ГОСТ 10510-74. Результаты механических испытаний представлены в табл. 2. Для оценки коррозионной стойкости проводили ускоренные коррозионные испытания по ГОСТ 9905-82

(СТСЭВ 3283-81) на плоских образцах в коррозионной среде 1 – нормального водного раствора серной кислоты. Полученные данные представлены в табл. 3.

Результаты испытаний позволяют заключить, что сталь предложенного состава отличается повышенной коррозионной стойкостью по сравнению с известной сталью-прототипом. За пределами предложенного состава коррозионная стойкость заявляемой стали уменьшается, но остается выше, чем для стали-прототипа. Наряду с повышенной коррозионной стойкостью заявляемая сталь предложенного состава отличается от стали-прототипа более высокой прочностью, при сохранении пластичности и штампуемости на одинаковом уровне. Это позволяет снизить металлоемкость изготовленных из заявляемой стали деталей при обеспечении технологичности их изготовления, высокой эксплуатационной надежности и долговечности в различных атмосферных условиях. Технология изготовления заявляемой стали не усложняется по сравнению с известной.

Формула изобретения

Сталь, содержащая углерод, марганец, медь, алюминий, бор и железо, отличающаяся тем, что, с целью повышения коррозионной стойкости при обеспечении уровня штампуемости, она дополнительно содержит фосфор и азот при следующем соотношении компонентов, мас. %.

Углерод	0,02-0,07
Марганец	0,15-0,30
Медь	0,02-0,30
Алюминий	0,03-0,07
Бор	0,0005-0,005
Фосфор	0,04-0,10
Азот	0,001-0,007
Железо	Остальное.

Таблица 1

Плавка	Состав	Содержание элементов, мас. %										
		Углерод	Марганец	Медь	Алюминий	Сера	Титан	Бор	Кальций	Фосфор	Азот	Железо
1	Предлагаемый	0.02	0.15	0.02	0.03	—	—	0.0005	—	0.04	0.001	Остальное
2		0.04	0.20	0.10	0.04	—	—	0.002	—	0.07	0.035	
3		0.07	0.30	0.30	0.07	—	—	0.005	—	0.10	0.007	
4	Известный	0.03	0.20	0.01	0.02	0.005	0.005	0.001	0.0005	—	—	Остальное
5		0.05	0.30	0.03	0.04	0.018	0.020	0.005	0.0007	—	—	
6		0.10	0.40	0.06	0.07	0.030	0.050	0.010	0.0010	—	—	

Таблица 2

Плавка	Состав	Предел текучести, σ_t МПа	Предел прочности, σ_b МПа	Относительное удлинение, δ_4 %	Глубина сферической лунки, ЕЛ, мм	Коэффициент пластической анизотропии, R	Показатель деформационного упрочнения, n
1	Предлагаемый	250	384	37,5	11,8	1,65	0,22
2		258	392	36,0	11,5	1,55	0,21
3		265	405	35,5	11,3	1,40	0,21
4	Известный	210	310	37,5	11,8	1,45	0,19
5		227	332	36,0	11,5	1,20	0,18
6		235	356	34,5	11,0	1,05	0,18

Таблица 3

Плавка	Параметры	Потеря веса, г/м ²			Скорость коррозии, г/м ² ·ч
		24 ч	48 ч	72 ч	
		Предлагаемая сталь			
1	На нижнем пределе	18,0	36,0	55,0	0,75
2	Оптимум	15,1	30,3	45,5	0,63
3	На верхнем пределе	18,5	37,0	56,0	0,77
		Известная сталь			
4	На нижнем пределе	34,8	70,0	105,5	1,45
5	Оптимум	28,8	57,0	86,5	1,20
6	На верхнем пределе	32,3	65,0	97,0	1,34

Редактор М. Васильева Составитель Е. Рысакова
 Техред М. Моргентал Корректор Н. Ревская

Заказ 1934/ДСП 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