



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 56689

(13) A

(51) 7 C22C38/34

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

## (54) ГРАФІТИЗОВАНА СТАЛЬ

1

(21) 2002086795  
(22) 16 08 2002  
(24) 15 05 2003  
(46) 15 05 2003, Бюл. № 5, 2003 р.  
(72) Колотилкін Олег Борисович  
(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
(57) Склад графітизованої сталі, який включає вуглець, кремній, марганець та мідь, який відрізняється тим, що він додатково містить хром

2

та алюміній, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %

вуглець	1,2-2,0
кремній	1,8-2,2
марганець	0,3-0,5
хром	0,4-0,6
алюміній	0,4-0,6
мідь	0,15-0,3
залізо	решта

Винахід відноситься до галузі металургії, зокрема до пошуків складів графітизованих сталей, що працюють у контакті з хімічно активними в'язкими розплавами

Відомий склад графітизованої сталі (а с 1011722 ССРСР, МПК С22С 38/60 Графітизована сталь, опубл. 15 04 83, бюл. № 14 – С 112), що містить (мас. %)

вуглець	1,2-1,4
кремній	1,2-1,4
марганець	0,4-0,6
сірка	0,2-0,5
кальцій	0,005-0,040
залізо	решта

До недоліків відомого складу сталі треба віднести те, що вона може чинити опір тільки механічному зношуванню

У той же час при контакті сталі з хімічно активними в'язкими середовищами при підвищених температурах діється адгезія середовища з поверхневими шарами сталі. Це діється в результаті низької теплопровідності сталі та відсутності елементів у складі сталі, які перешкоджають адгезії, що, у свою чергу, знижує надійність інструменту, який виготовлено з цієї сталі

Тому відомий склад графітизованої сталі не може бути використаний для роботи у контакті з хімічно активними в'язкими розплавами при підвищених температурах

Найбільш близьким за технічною сутністю до рішення, що заявляється, є відомий склад графітизованої сталі (а с 451790 ССРСР, МПК С22С 39/54 Графітизована сталь, опубл. 30 11 74, бюл. № 44 – С 68), що прийнятий за прототип. Відомий склад містить (мас. %)

вуглець	0,9-1,4
---------	---------

марганець	0,4-0,6
мідь	6,0-15,0
кремній	0,9-1,3
залізо	решта

До недоліків відомого рішення треба віднести те, що склад сталі забезпечує тільки підвищену зносостійкість. Але при контакті сталі з в'язкими хімічно активними середовищами при підвищених температурах діється адгезія в'язкого середовища до сталі. Це обумовлено з одного боку недостатньою теплопровідністю внаслідок низького вмісту вуглецю, який максимально впливає на цей показник, а з другого - фізико-хімічними процесами, які протікають на межі контакту поверхні сталі із середовищем

Низькі концентрації кремнію не забезпечують оксидному шару необхідну щільність, що знижує його захисні властивості та підвищує адгезію. Мідь, не дивлячись на те, що вона підвищує теплопровідність, при таких великих концентраціях, як у відомому рішенні 6,0-15,0%, легко розчиняється у в'язкому хімічно активному розплаві і також сприяє підвищенню адгезії. Марганець, також добре розчиняється у в'язкому розплаві і підвищує адгезію. Тому концентрація цього елемента повинна бути мінімальною

Підвищена адгезія знижує надійність сталі при контакті з в'язкими хімічно активними розплавами. Тому для експлуатації у таких умовах відомий склад сталі не може бути використаний

Із критики аналога і прототипу випливає задача створення складу графітизованої сталі, який запобігає адгезії в'язкого хімічно активного розплаву до сталі при підвищених температурах

Поставлена задача вирішується таким чином,

(13) A

(11) 56689

(19) UA

що склад графітизованої сталі, який містить вуглець, кремній, марганець та мідь, додатково містить хром та алюміній, при наступному співвідношенні компонентів (мас %)

вуглець	1,2-2,0
кремній	1,8-2,2
марганець	0,3-0,5
хром	0,4-0,6
алюміній	0,4-0,6
мідь	0,15-0,3
залізо	решта

Саме сукупність відомих та нових ознак та їх співвідношення забезпечують досягнення нового технічного результату – зниження адгезії сталі до в'язких хімічно активних розплавів при підвищених температурах

Присутність 1,2-2,0% С підвищує теплопровідність сталі і, таким чином, запобігає перегрів металу, що сприяє зниженню адгезії. Незначна концентрація міді 0,15-0,3% позитивно впливає на теплопровідність і не приводить до суттєвого підвищення адгезії. Хром у кількості 0,4-0,6% та 0,4-0,6% алюмінію сприяють утворенню щільної захисної оксидної плівки без дефектів, що знижує адгезію. Більш низькі концентрації хрому і алюмінію, також як і більш високі, знижують ефективність використання цих елементів при вирішенні проблеми зниження адгезії.

Для експериментальної перевірки випівки із складу сталі, що заявляється, одержували шляхом сплавлення шихтових матеріалів у індукційній печі

Розплавлений метал заливали у сухі піщано-глиняні форми 3 метою повного протікання процесу графітизації у сплавах з різним вмістом вуглецю, виливкам робили тривалий ступінчастий графітизований відпал. Після відпалу із виливків виготовляли зразки діаметром 0 20мм та висотою 10мм для визначення коефіцієнту адгезії А. Як в'язке хімічно активне середовище використовували скломасу, яку одержували сплавленням зразка із скла діаметром 5 мм та висотою 5мм, який встановлювали на зразок із сталі і розміщували разом з ним у спеціальній установці (Колотилкин О.Б. Установка для испытания смачиваемости конструкционных материалов расплавленной стекломассой / Пром-сть строит, материалов Сер 9 Стекольная промышленность Вып 5 – М ВНИИЭСМ, 1989 – С 15-18). У процесі нагрівання скло сплавлювалося та діялася адгезія скломаси до сталі. Коефіцієнт адгезії А визначали із співвідношення

$$A = F_1/F_2,$$

де  $F_1$  – площа поверхні зразка із сталі, на який здійснилася адгезія із скломасою, мм<sup>2</sup>,

$F_2$  – площа поверхні зразка із сталі, яка зайнята усією краплею розплавленої скломаси, мм<sup>2</sup>

Для порівняльних досліджень були виготовлені зразки із відомого складу графітизованої сталі згідно а с 451790. Зразки із відомого складу досліджували одночасно із зразками з складу сталі, що заявляється. Результати порівняльних досліджень подані у таблиці

Таблиця

Результати порівняльних досліджень

Умовний номер зразка	Хімічний склад (мас %)							Коефіцієнт адгезії А
	C	Si	Mn	Cr	Al	Cu	Fe	
1	1,03	1,59	0,10	0,29	0,28	0,07	зал	0,32
2	1,21	1,82	0,29	0,40	0,41	0,15	зал	0,18
3	1,60	2,03	0,40	0,51	0,52	0,23	зал	0,15
4	1,99	2,21	0,51	0,59	0,61	0,30	зал	0,21
5	1,46	2,43	0,72	0,74	0,83	0,39	зал	0,49
6 прототип а с 451790	1,24	1,16	0,52	-	-	10,5	зал	0,98

Із поданих у таблиці результатів випливає, що сплав який заявляється (умовні номери 2, 3, 4), у порівнянні з відомим (умовний номер 6), має більш низький коефіцієнт адгезії.

В умовах виробництва, це дозволить зменшити адгезію в'язких хімічно активних середовищ до робочої поверхні інструменту, який виготовлено із складу графітизованої сталі, що заявляється, у різних галузях промисловості: хімічній, металургій-

ній та у багатьох галузях машинобудівного комплексу

(переробка в'язких силікатних розплавів, пластмас, штампування та кування виробів з в'язких кольорових сплавів, тощо). Це, у свою чергу, дозволить підвищити термін експлуатації інструменту, підвищити якість продукції, яка виготовляється, і підвищити ефективність використання технологічного обладнання.