



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4301399/31-02  
(22) 27.08.87  
(46) 07.03.89. Бюл. № 9  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) Е.И. Понкратин, С.А. Павловская, В.Е. Ливенцев и В.Т. Терещенко  
(53) 669.14.018.25-194 (088.8)  
(56) Сталь 4Х5МФС. ГОСТ 5950-73.  
Авторское свидетельство СССР № 1129266, кл. С 22 С 38/32, 1984.  
(54) ШТАМПОВАЯ СТАЛЬ  
(57) Изобретение относится к области металлургии, в частности к азотируемой штамповой стали алюминиевых и медных сплавов. Цель изобретения - повышение теплостойкости азотированного слоя при 600°С, сопротивле-

ния образованию трещин разгара после азотирования, ударной вязкости при 600°С и технологической пластичности. Сталь дополнительно содержит барий при следующем соотношении компонентов, мас. %: углерод 0,38-0,46, кремний 0,15-0,38, марганец 0,15-0,48, хром 3,6-4,4, молибден 0,9-1,2, ванадий 0,4-0,8, алюминий 0,12-0,42, титан 0,005-0,1, бор 0,0008-0,008, кальций 0,005-0,05, барий 0,005-0,05, железо остальное. При этом содержание кальция, бария, титана и бора удовлетворяет соотношениям  $\frac{\text{кальций}}{\text{барий}} = 0,9 \dots 1,1$ ;  $\frac{\text{титан}}{\text{бор}} = 6,25 \dots 12,5$ . Применение стали позволяет повысить срок службы штампов. 2 табл.

1  
Изобретение относится к металлургии, в частности к азотируемой штамповой стали для пресс-форм литья под давлением алюминиевых и медных сплавов, и может быть использовано в металлургической и машиностроительной промышленности.

Целью изобретения является повышение теплостойкости азотированного слоя при 600°С, сопротивления образованию трещин разгара после азотирования, ударной вязкости при 600°С и технологической пластичности.

Химический состав опытных плавок приведен в табл.1.

Свойства сталей определяют на образцах, термообработанных по следующему режиму: закалка с 1040°С, мас-

2  
ло, отпуск 690°С, 1,5 ч, второй отпуск 580°С, 1,5 ч. Азотирование: 520°С, 16 ч, степень диссоциации аммиака 25-30%, 620°С, 0,5 ч без аммиака и 520°С, 4,5 ч без аммиака.

Сопротивление образованию трещин разгара оценивают по количеству циклов до появления первой трещины при циклировании по режиму 650°С ± 20°С.

Технологическую пластичность оценивают по количеству оборотов до разрушения при 1100°С разрывных образцов с диаметром рабочей части 5 мм.

Ударную вязкость определяют по стандартной методике.

Теплостойкость оценивают по микротвердости после нагрева до 600°C, в течение 4 ч.

Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Результаты испытаний свидетельствуют о преимуществе предлагаемой стали, обладающей наилучшим комплексом свойств.

Выплавка стали на основе железа прямого восстановления позволяет значительно повысить работоспособность пресс-форм - количество циклов до возникновения первых трещин, что существенно влияет на качество изделий.

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

Штамповая сталь, преимущественно для азотирования, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, молибден, ванадий, алюминий, титан, бор, кальций, железо, отличающаяся тем, что, с целью повышения теплостойкости азотированного слоя

при 600°C, сопротивления образованию трещин разгара после азотирования, ударной вязкости при 600°C и технологической пластичности, она дополнительно содержит барий при следующем содержании компонентов, мас. %:

Углерод	0,38-0,46
Кремний	0,15-0,38
Марганец	0,15-0,48
Хром	3,6-4,4
Молибден	0,9-1,2
Ванадий	0,4-0,8
Алюминий	0,12-0,42
Титан	0,005-0,10
Бор	0,0008-0,008
Кальций	0,005-0,05
Барий	0,005-0,05
Железо	Остальное

причем содержание кальция, бария, титана и бора удовлетворяет соотношениям:

$$\frac{Ca}{Ba} = 0,9...1,1,$$

$$\frac{Ti}{B} = 6,25...12,5.$$

Т а б л и ц а 1

Состав	Содержание элементов, мас. %												
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Al	Ti	B	Ca	Ba	P2M	Fe
Предлагаемая сталь													
1	0,38	0,38	0,40	4,4	0,9	0,8	0,28	0,005	0,0008	0,005	0,005	-	Остальное
2	0,40	0,15	0,48	3,8	1,2	0,4	0,24	0,02	0,002	0,005	0,005	-	"
3	0,40	0,25	0,15	3,6	1,0	0,8	0,42	0,08	0,007	0,05	0,05	-	"
4	0,46	0,22	0,24	3,8	1,2	0,6	0,12	0,10	0,008	0,01	0,01	-	"
Известная сталь													
5	0,4	0,80	0,80	2,0	0,9	0,48	0,1	0,01	0,01	0,005	-	0,17	"

\* Содержание серы и фосфора в составах 1-4 не более 0,012%, в составе 5 содержание серы 0,26%, фосфора 0,25%, в составах 1-4 выплавляют на основе железа прямого восстановления.

Т а б л и ц а 2

Плавка	Теплостойкость, Твердость HV, Отпуск 600°C, 4 ч, ГПа	Количество циклов до 1-й трещины	KCV при 600°C кДж/м <sup>2</sup>	Технологическая пластичность, число оборотов до разрушения (при 1100°C)
1	9,8	400	960	38
2	9,6	420	960	38
3	9,6	400	940	34
4	9,7	430	900	30
5	8,0	200	690	26