

**ВЛИЯНИЕ АЛЮМИНИЯ НА СВОЙСТВА ЛИТОЙ
БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ**

Г. В. БЫЧКОВ

(Представлена проф. докт. А. Н. Добровидовым)

Из литературных данных известно о применении алюминия в качестве заменителя вольфрама в инструментальных сталях [1], а также о повышении эксплуатационных свойств малолегированных быстрорежущих сталей при добавке алюминия [2].

Присадка 1,0% алюминия в литую быстрорежущую сталь типа Р9 способствует повышению стойкости при резании [3]. Более подробные исследования о влиянии алюминия на свойства литой быстрорежущей стали не проводились.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния алюминия от 0,1 до 3,0% на свойства литой быстрорежущей стали типа Р9.

Сталь плавил на высокочастотной установке в кислом тигле емкостью 2 кг. Разливка производилась в металлическую форму на центробежной машине. Образцы размером 11×11×120 мм получали закалку в процессе охлаждения в форме. Химический состав плавок приведен в табл. 1.

От каждой плавки образцы подвергались пятикратному отпуску по 1 часу при 560, 580, 600, 625 и 650°. Различные режимы дали возможность определить оптимальную температуру и кратность отпуска, а также судить о красностойкости стали в зависимости от содержания алюминия и углерода.

Твердость образцов стали Р9 в литом закаленном состоянии при присадке алюминия от 0,1% до 2,0% практически не меняется и составляет 62—63 RC. С увеличением содержания углерода в стали до 1,3% влияние присадок алюминия на твердость после отливки сказывается более резко. При увеличении содержания алюминия от 0,1 до 1,0% твердость образцов в литом состоянии возрастает от 55 до 60°RC, что можно объяснить уменьшением количества остаточного аустенита. Дальнейшее увеличение содержания алюминия приводит к снижению твердости в литом состоянии, а при 2% алюминия — к резкому падению до 44—45 RC, что объясняется выклиниванием алюминием гамма-области.

В литой стали Р9 с добавкой алюминия до 1,5% максимальная твердость (66 RC) получена после пятикратного отпуска 560° или после трехкратного отпуска 580° (65 RC).

Первый отпуск 625° дает повышение твердости, при втором отпуске твердость снижается и после четвертого составляет 61—62 RC. Четырехкратный отпуск при 650° приводит к снижению твердости до 54—58 RC,

Таблица 1

Обозначение плавки	Химический состав, в %					
	C	W	Cr	V	Si	Al
01	1,10	9,15	3,86	2,24	0,23	сл.
02	1,15	9,33	3,50	2,19	0,22	0,21
03	1,11	9,35	3,85	2,20	0,25	0,35
04	1,07	9,02	3,80	2,12	0,24	0,67
05	1,11	9,39	3,75	2,10	0,23	1,05
06	1,05	9,22	3,20	2,00	0,30	1,55
07	1,03	9,55	3,50	2,12	0,26	1,92
08	1,08	10,00	3,80	2,24	0,25	сл.
10	1,22	10,50	3,90	2,64	0,29	сл.
11	1,35	8,58	3,89	2,63	0,29	0,21
12	1,31	8,80	3,87	2,51	0,22	0,32
13	1,30	8,31	3,82	2,40	0,23	0,42
14	1,29	8,45	3,60	2,34	0,26	1,10
15	1,24	8,75	3,89	2,19	0,28	1,52
16	1,29	8,31	3,80	2,22	0,22	2,05
17	1,24	8,35	3,99	2,29	0,32	2,87

причем твердость 58 RC имели образцы плавки с 0,35—0,67% алюминия (рис. 1).

В сталях с повышенным содержанием углерода при добавке алюминия до 1,0% пятикратный отпуск 625° повышает твердость до

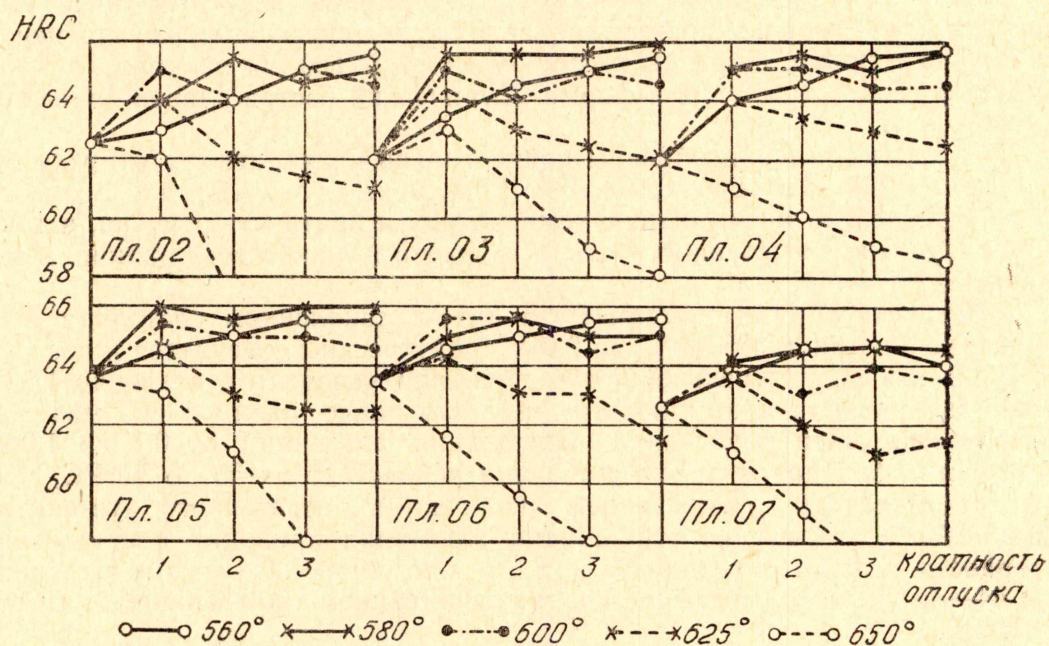


Рис. 1.

64—65 RC, а пятикратный отпуск 650° твердость не снижает меньше 60 RC. После трехкратного отпуска максимальная твердость в этих сталях достигается при 580 и 600° (рис. 2).

Дальнейшее повышение содержания алюминия приводит к более низким значениям твердости после отпуска, особенно это заметно при 625 и 650°. Введение в сталь алюминия более 2,0% приводит к резкому падению твердости отпущенных образцов, и при 3,0% алюминия твердость не поднимается выше 54—56 RC для всех исследованных температур отпуска. Это можно объяснить тем, что сталь становится ферритной и твердость повышается только за счет дисперсионного твердения.

Многokратный отпуск с различных температур показал, что литая сталь P9 с 0,35—0,67% алюминия обладает повышенной красностойкостью. Образцы этой стали с 0,67% алюминия (плавка 0,4) после четы-

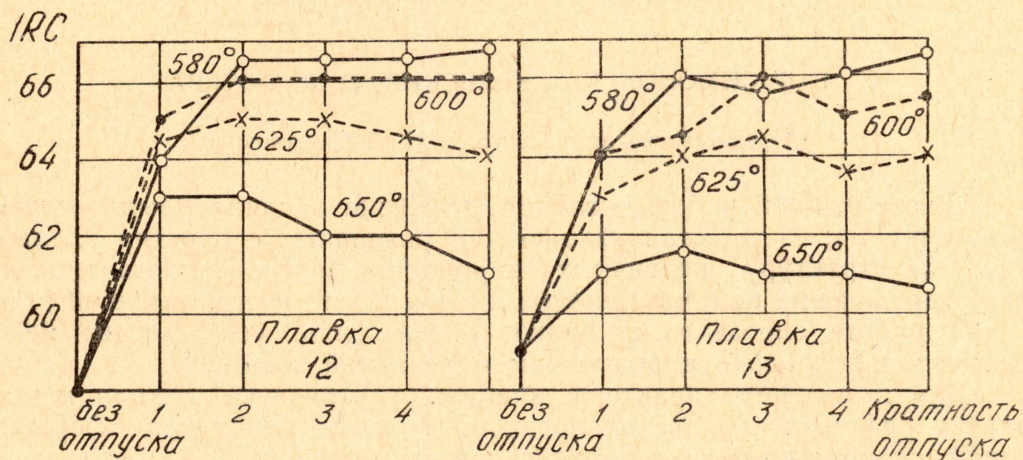


Рис. 2.

рехкратного отпуска 650° обладали твердостью 58 RC. В стали с повышенным содержанием углерода и добавке до 1,0% алюминия при тех же режимах отпуска твердость сохраняется до 60 RC. Увеличение содержания алюминия ухудшает красностойкость сталей.

Выводы

1. На основании проведенного исследования установлено, что добавка 0,1—1,0% алюминия в литую сталь типа P9 не изменяет твердость в литом закаленном состоянии.
2. При повышенном содержании в стали углерода введение от 0,1 до 1,0% алюминия повышает твердость в литом состоянии с 55 до 60 RC.
3. В литых сталях с присадкой до 1,0% алюминия максимальная твердость достигается после трехкратного отпуска при 580—600°.
4. Литая быстрорежущая сталь с добавкой алюминия порядка 0,7% имеет достаточную красностойкость при нагревании до 650°. Красностойкость стали увеличивается с повышением содержания углерода.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Л. Кейз и К. Р. Ван Горн. Алюминий в чугунах и сталях. Металлургия, 1959.
2. А. П. Гарашенко. Металловедение и термическая обработка, I. Металлургия, 1954.
3. К. М. Строева. Влияние кобальта, алюминия и бора на свойства литой быстрорежущей стали. Труды НИИ, т. 46/60, Издательство Новочеркасского политехнического института, 1958.