

Рис. 2

не раскисленном Al. В стали с 0,5% С (плавка 3) содержание железа в сульфидах увеличивается.

Анализ среднеуглеродистой стали с 0,004—0,52% Al показал,

Таблица 2

Плавка	Место отбора пробы в отливке	Содержание элементов в сульфидной фазе, %			
		Mn	Fe	S	Al
1-1	1/2 радиуса	58,30	4,47	36,07	н. о.*
2-1	1/2 радиуса	60,89	2,68	36,00	н. о.
3-1	1/2 радиуса	41,79	18,66	35,94	н. о.
5-1	Центр	60,57	3,90	34,20	н. о.
5-2	Центр	58,76	5,70	37,02	н. о.
6-1	1/2 радиуса	60,07	3,79	36,50	н. о.
6-2	1/2 радиуса	61,33	2,21	35,55	0,15

* н. о. — не обнаружен.

что только при 0,52% Al в сульфидной фазе обнаружено 0,15% Al. Это указывает на то, что добавляемый для раскисления Al в углеродистой стали не оказывает непосредственного влияния на формирование и состав сульфидных включений.

Таким образом, формирование сульфидных включений в стали, раскисленной Al, определяется прежде всего содержанием S. Расширяя температурный интервал затвердевания, S существенно влияет на процесс кристаллизации стали, повышает активность S в расплаве и ускоряет нарастание ее концентрации в ликвидусе твердо-жидкой зоны, в котором в основном протекает взаимодействие S с сульфидообразующими элементами. Общее содержание O в жидком металле без учета концентрации C и других элементов, а также развития ликвиационных процессов не может являться критерием, определяющим тип сульфидов в углеродистой стали.

Алюминий как сильный раскислитель удаляет кислород из раствора и тем самым способствует формированию сульфидной фазы при больших пересыщениях расплава S на более поздней стадии кристаллизации стали. Алюминий обладает слабым сродством к S и поэтому оказывает лишь косвенное влияние на формирование сульфидной фазы в стали.

УДК 621.74.045.669.15'24'27'28'292'786-194

Литая быстрорежущая сталь, легированная азотом при плазменно-индукционном плавнении¹

Канд. техн. наук Н. А. СВИДУНОВИЧ, инж. А. Ф. ДУЛЕВИЧ (БТИ им. С. М. Кирова)

По наиболее перспективной технологии легирования сталей азотом из плазмы [1, 2] в плазменно-индукционной плавильной установке [3] получали сталь Р6М5 с 1% С; 6,0—6,5% W; 5,0—5,5% Mo; 4% Cr и 20% V при работе плазмотрона с расходом 1,04—1,84 г/с при токе 200—220 А и напряжении 250—270 В. Содержание азота в стали определяли методом Кьельдаля. Структуру и механические свойства определяли по стандартным методикам, а режущие свойства — по методике [4], приняв критерием затупления максимальную скорость, при которой происходит катастрофический износ режущей кромки. Углы заточки резца: $\gamma=10^\circ$, $\alpha=15^\circ$, $\varphi=45^\circ$, $r=1,0$ мм. Режим резания: $n=125$ об/мин; $t=1$ мм; $s=0,21$ мм/об.

Шихта представляла собой стружку быстрорежущей стали и отходы кузнечного производства. Легирующие элементы вводили дополнительно в виде ферросплавов. Азотная плазменная струя подавалась в сталь в конце плавки перед разливкой в холодные формы отливок по выплавляемым моделям. После выливки и очистки отливки отжигали при 880°C и закаляли в соляной ванне от 1220—1270°C с последующим трехкратным отпуском при 560°C.

Исследовалось влияние расхода 1,04—1,84 г/с плазмообразующего газа на степень насыщения стали азотом (рис. 1). Увеличение расхода азота вначале интенсифицирует насыщение им стали, затем процесс стабилизируется и при $\sim 0,09\%$ N достигается максимальное его содержание в стали Р6М5. На

рис. 2, $\times 450$ представлена микроструктура стали с 0,009% N—а. Характерна грубая карбидная сетка и включения ледебуритной эвтектики. При 0,036% N—б, 0,056% N—в, 0,075% N—г и 0,086% N—д происходит разрыв карбидной сетки, измельчение первичного зерна; при 0,086% N грубые включения карбидов и ледебуритной эвтектики практически исчезают.

Одна из основных характеристик литой инструментальной стали — ее вторичная твердость. Необходимо было проверить, как она будет изменяться. При указанном изменении содержания азота и температуры закалки в интервале 1220—1270°C колебания показателей вторичной твердости составляют 2—3 ед. HRC (рис. 3, а). Предел прочности стали при изгибе $\sigma_{изг}$ зна-

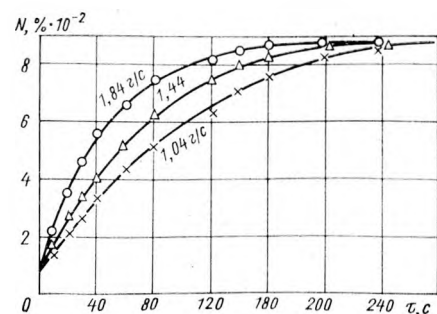


Рис. 1

¹ Доклад на I Всесоюзном съезде литейщиков.

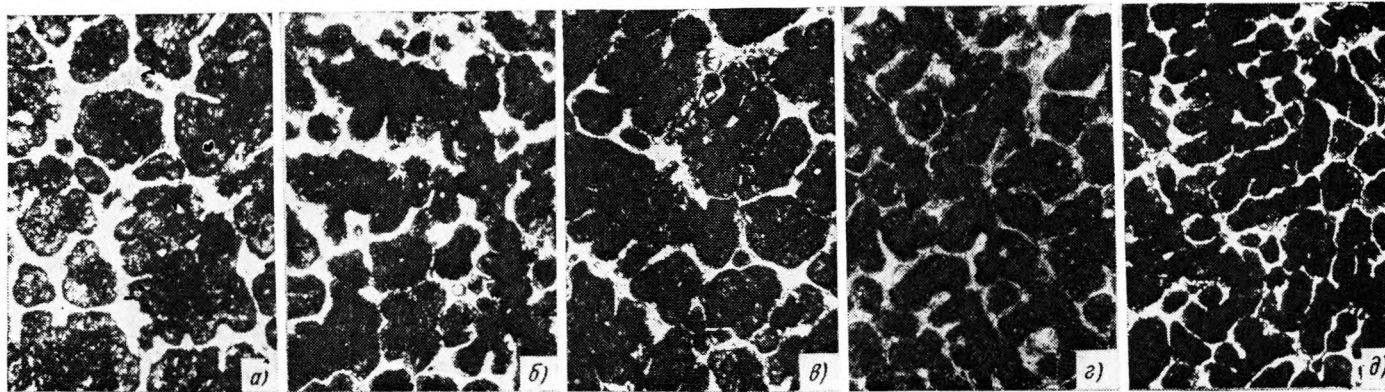


Рис. 2

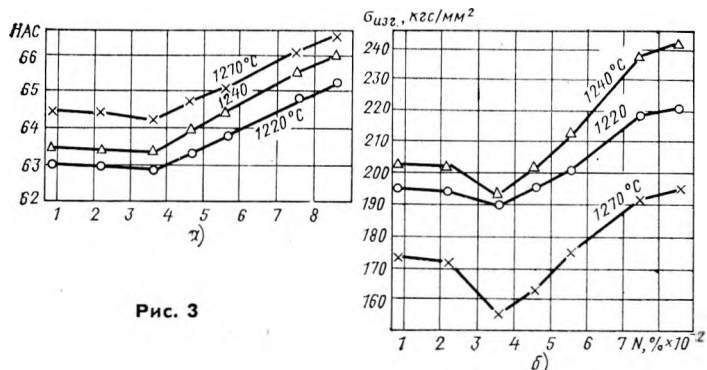


Рис. 3

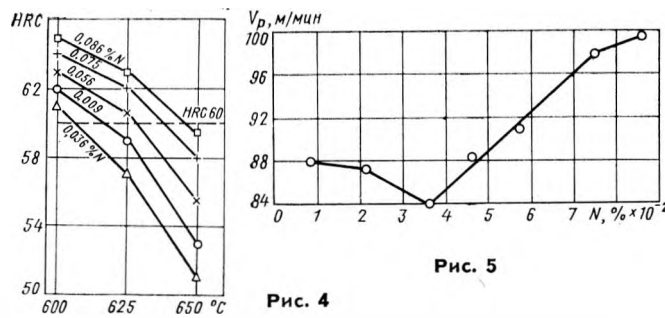


Рис. 4

Рис. 5

чительно изменяется в зависимости от вышеуказанных факторов (рис. 3, б).

Прочность $\sigma_{изг}$ максимальна для стали с 0,086% N, закаленной от оптимальной температуры 1240°C. Изменение $\sigma_{изг}$ связано с повышением степени легирования твердого раствора азотом и получением азотистого мартенсита; кроме того, в составе карбидов, как показывают результаты химического анализа, уменьшается содержание W и Mo, возможно образование более тонкой карбонитридной фазы.

Наконец, были определены служебные характеристики полученной стали и прежде всего ее красностойкость и режущие свойства. Как видно из рис. 4, красностойкость 650°C пропорциональна содержанию азота и для 0,086% N она на 31% выше, чем для стали без азота. Изменение показателя режущих

свойств v_p от содержания азота показано на рис. 5. Улучшение режущих свойств стали Р6М5, легированной азотом, безусловно объясняется ее тонкой и дисперсной структурой.

Таким образом, литая сталь Р6М5 с азотом, полученная в плазменно-индукционной плавильной установке, обладает комплексом высоких показателей механических и служебных свойств и может быть рекомендована для получения литого инструмента.

Список литературы

1. Лакомский В. И. Плазменнотермодуговой переплав. Киев, «Техника», 1974. 2. Аксенов О. Ф. «Известия АН СССР. Металлы», 1972, № 5. 3. Свидунович Н. А., Дулевич А. Ф. и др. «ЛП», 1976, № 9. 4. Испытание металлов. Сб. статей под ред. К. Нитцше, М., «Металлургия», 1967.

УДК 621.74.043:669.71

Влияние условий кристаллизации на стабильность размеров отливок из Al-Mg-сплавов при термообработке

Канд. техн. наук Т. Н. ЛИПЧИИ, канд. техн. наук Л. В. НИКУЛИИ, инж. Л. А. КОСТАРЕВА (Пермский политехнический институт)

Влияние условий кристаллизации и состава двойных сплавов Al — до 15,3% Mg и Mg — до 12,4% Al на стабильность размеров отливок при последующей термообработке исследовали на образцах 4×10×100 мм, отлитых в стальной кокиль, подогретый до 20; 200 и 400°C, а также на образцах, полученных литьем под давлением (10×10×135 мм) и кристаллизацией под поршневым давлением до 40 кгс/мм² на гидропрессе П472В при температуре формы 200°C (диаметр образцов 20 мм, длина 85 мм). На образцы двумя рисками наносили базу 70 мм, которую измеряли компаратором ИЗА-2 с ошибкой ±0,001 мм. На каждую точку брали по три образца.

Изменения размеров образцов, отлитых в кокиль с температурой 100°C после 3 ч отжига при 350°C, представлены на рис. 1. Как видно, с повышением содержания второго компонента в сплавах Al-Mg образцы увеличиваются, а образцы сплавов Mg-Al уменьшаются. В чистых Mg и Al все изменения связаны со снятием напряжений при отжиге. Уменьшение литых образцов свидетельствует о наличии остаточных растягивающих напряжений в литом состоянии, которые при литье

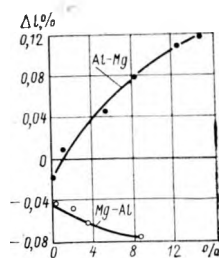


Рис. 1

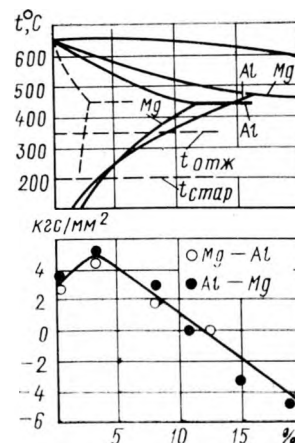


Рис. 2