

**ВЛИЯНИЕ ВАКУУМНОГО ПЕРЕПЛАВА НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ
БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ Р18****А. И. СЛОСМАН, Г. В. СИМОНОВ**

(Представлена профессором доктором А. Н. Добровидовым)

Сопrotивляемость износу — одна из основных характеристик сталей для режущих инструментов, в том числе и для быстрорежущих сталей. Для инструментов, работающих в условиях интенсивного охлаждения (например, фрезы, сверла), износостойкость является более важным свойством, чем теплостойкость [1].

Износ инструмента зависит как от условий его эксплуатации, так и от свойства материала, из которого он изготовлен. Одним из наиболее радикальных способов улучшения свойств сталей в настоящее время является применение вакуума при их выплавке. Многочисленные исследования [2, 3, 4] показали, что в результате вакуумного переплава механические и физические свойства многих сталей и сплавов очень сильно изменяются.

Целью данных исследований являлось выяснение влияния степени вакуума при выплавке быстрорежущей стали на ее сопротивляемость абразивному износу; разливка производилась в неподвижный и вращающийся кокиль.

Для плавки и разливки применялась индукционная вакуумная печь типа ИВ-52. В результате реконструкции печи [5] в ней стало возможным плавить небольшое количество металла (4—6 кг) и производить центробежную разливку не нарушая вакуума. Плавки производились в тигле, изготовленном из электроплавленной окиси алюминия. Вакуум создавался механическим насосом ВН-4. Максимально достигнутый вакуум был порядка 10^{-2} мм рт.ст. Натекание, определенное для холодной печи, составляло около 15 мк/мин. Давление в печи замерялось термометрическим вакуумметром ВТ-2. В качестве шихты использовались отходы стали Р18 от инструментального производства. Для того чтобы компенсировать уменьшение содержания углерода в результате угара во время плавки, в шихту вводилось определенное количество специального белого чугуна. Этот чугун получался путем науглероживания быстрорежущей стали и содержал 4—4,5% углерода. Поэтому введение его в состав шихты не меняло содержания легирующих элементов в выплавляемой стали.

Процесс нагревания и плавления шихты длился 15—20 минут. После этого жидкий металл 5—10 минут выдерживался в вакууме. Перед разливкой давление в печи повышалось до 40—50 мм рт.ст. путем введения аргона. Температура жидкого металла определялась оптическим пиро-

метром ОППИР-09 и была в момент разливки 1500—1550°C. Разливка производилась в кокили из малоуглеродистой стали. Для предотвращения возможного приваривания отливки к кокилю его внутренняя поверхность покрывалась тонким слоем смеси из 80% двуокиси циркония и 20% огнеупорной глины. После охлаждения отливки подвергались трехкратному отпуску при 570°, и затем из них вырезались образцы для проведения испытаний на износ.

В табл. 1 приведены условия выплавки, разливки и химический состав исследованных плавок. В каждом из условий выплавлялось по две отливки и из каждой отливки изготавливалось по 6 образцов, которым придавалась различная твердость в пределах 60—66 RC. Для уменьшения твердости образцам производился дополнительный отпуск по соответствующим режимам.

Таблица 1

№ плавки	Условия выплавки и разливки				Химический состав, %			
	давление во время плавки мм рт. ст.	время выдержки, мин	давление во время разливки мм рт. ст.	число оборотов кокиля, об/мин	C	W	Cr	V
1	10 ⁻¹	5	55	300	0,71			
2	"	8	"	"	0,77	19,1	3,95	1,05
3	"	4	"	600	0,70			
4	"	5	"	"	0,73	18,2	4,02	1,15
5	"	"	"	0	0,75			
6	"	"	"	"	0,81	18,1	4,15	1,27
7	55	4	55	300	0,72			
8	"	"	"	"	0,68	18,4	4,05	1,30
9	760	"	760	"	0,84			
10	"	"	"	"	0,74	17,4	3,90	1,21
11	"	"	"	0	0,74			
12	"	"	"	"	0,71	18,1	3,95	1,24

Испытания сопротивлению абразивному износу производились на установке Г. И. Киселева [6]. Абразивным материалом служил плоский шлифовальный круг. В процессе испытаний круг периодически очищался. Абразивная способность его после очистки проверялась по эталону. Принятые режимы испытаний не приводили к заметному разогреву даже в поверхностных слоях испытываемых образцов. Образцы имели сечение 4,5×4,5 мм. Нагрузка на них при испытании была 3 кг. Величина износа определялась взвешиванием образцов до и после опыта. Каждый образец истирался по 3 раза. Результаты испытаний приведены на графике 1 (рис. 1).

Из графика видно, что износостойкость зависит от условий выплавки и разливки. Лучшую износостойкость имеет сталь, выплавленная при давлении 10⁻¹ мм рт.ст. и разлитая центробежным способом, причем изменение скорости вращения кокиля от 300 до 600 об/мин не изменило существенно износостойкость. Однако при одинаковых условиях плавки сталь, разлитая центробежным способом, имеет большую износостойкость по сравнению со сталью, отлитой в неподвижный кокиль.

Металлографический анализ исследуемых плавок показал, что в их микроструктуре нет заметного различия. Макроструктура плавок, отлитых в неподвижный кокиль, грубее, чем у плавок, отлитых центробежным способом. Очень заметна разница в количестве неметаллических включений в плавках, выплавленных в вакууме по сравнению с плавками, выплавленными в открытой печи.

Измерение плотности стали методом гидростатического взвешивания показало, что при центробежно-вакуумном способе разливки плотность стали повышается (рис. 2).

Более высокая износостойкость быстрорежущей стали, разлитой центробежно-вакуумным способом, объясняется, очевидно, большей плотностью и чистотой по неметаллическим включениям и газам. В литературе имеются данные о влиянии этих факторов на износостойкость. Например, Ю. А. Геллер [7] указывает на зависимость износостойкости от содержания серы и сульфидных включений в инструментальных сталях (рис. 3).

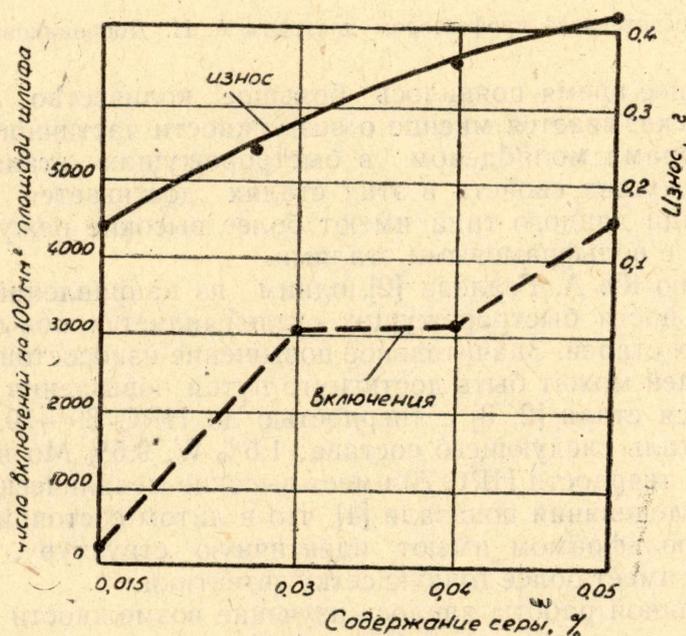


Рис. 3.

Выводы

1. Износостойкость следует считать одной из основных характеристик инструментальных сталей.
2. При разливке быстрорежущей стали центробежно-вакуумным способом ее износостойкость повышается.
3. Повышенная износостойкость стали, отлитой центробежно-вакуумным способом, очевидно, объясняется большей плотностью и чистотой по неметаллическим включениям и газам.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Эртель, А. Грютцнер. Быстрорежущие стали, Металлургиздат, 1933.
2. А. М. Самарин. Вакуумная металлургия. Металлургиздат, 1958.
3. Л. М. Новик. Применение вакуума в сталеплавильных процессах, Металлургиздат, 1957.
4. Джонс. Проблемы современной металлургии, 1 (37), 1958.
5. А. И. Слосман. Реконструкция полупромышленных вакуумных печей для исследования центробежной разливки в вакууме, Известия ТПИ, т. 139, 1965.
6. Г. И. Киселев. Труды СФТИ, в. 26, 32, 1947.
7. Ю. А. Геллер. Инструментальная сталь, Металлургиздат, 1961.