

ВЫСОКОВОЛЬФРАМОВАЯ ЛИТАЯ БЫСТРОРЕЖУЩАЯ СТАЛЬ С КОБАЛЬТОМ

В. А. КАЩУК

(Представлено профессором доктором А. Н. Добровидовым)

Химический состав быстрорежущих сталей, предназначенных для изготовления кованого и катаного инструмента, определяется хорошей отжигаемостью и ковкостью их.

Между быстрорежущими сталями и твердыми сплавами существует разрыв как по химическому составу, так и по режущим свойствам. Этот разрыв можно было бы заполнить „сверхбыстрорежущими“ сталями, если бы их не надо было ковать и отжигать [1].

При существующей технологии изготовления режущего инструмента (ковкой) невозможно применять новые высоколегированные быстрорежущие стали из-за их плохой отжигаемости и ковкости. При новой технологии изготовления (отливке) открываются большие возможности для применения высоколегированных сталей с более совершенными характеристиками [2].

Изготовление сталей и исследование их в литом состоянии

В настоящей работе производилось легирование высоковольфрамовой быстрорежущей стали, содержащей 24% вольфрама, кобальтом в широком интервале концентрацией (до 21%) с целью выявления сталей с высокими режущими свойствами.

Опытные стали выплавлялись в высокочастотной индукционной печи. Тигель, емкостью 2 кг, имел кислую футеровку. В качестве шихты использовались заводские отходы стали Р18, ферросплавы и специально приготовленный высокоуглеродистый чугун. В раскисленную алюминием (0,1%) опытную сталь для измельчения структуры добавлялся титан (0,22%). Титан вводился в виде ферротитана.

Отливались пластины сечением 8×15 мм под давлением на центробежной машине в металлические формы (кокили).

Химический состав исследованных сталей приведен в табл. 1.

Микроструктура плавки № 1 состоит из темной и светлой составляющих и карбидов (фиг. 1).

Данные микроанализа и твердости позволяют считать, что светлая составляющая является мартенситом и аустенитом, а темная составляющая—продуктами слабо легированного аустенита, распадающегося выше температур мартенситного превращения.

Таблица 1

№ плавки	Содержание элементов в %				
	C	W	Cr	V	Co
1	1,62	24,39	4,91	5,15	—
2	1,63	24,33	5,00	5,11	5,72
3	1,63	24,36	5,01	5,25	9,54
4	1,64	24,55	5,09	5,09	14,68
5	1,61	24,42	4,85	5,11	21,20

В литом состоянии исследовалась твердость и микроструктура сталей. Значения твердости H_{RC} приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ плавки	1	2	3	4	5
Твердость, H_{RC}	53,0	67,0	67,0	64,5	63,0

Микроструктура стали плавки № 2—5 состоит из аустенита, мартенсита и карбидов, причем эвтектические карбиды, сливаясь, образуют „скелетообразные“ формы (фиг. 2 и 3).

В стали плавки № 2 карбиды „скелетообразной“ формы развиты слабо. С увеличением содержания кобальта растет дендритная неоднородность стали, а карбиды „скелетообразной“ формы занимают все больший объем.

Количество остаточного аустенита с увеличением содержания кобальта растет, а мартенсита уменьшается.

Отпуск опытных сталей

Так как в процессе охлаждения в металлических формах у сталей плавки № 2—5 происходит закалка, то термическая обработка этих сталей заключается только в операции отпуска.

Образцы всех плавки размером $8 \times 15 \times 25$ мм подвергались трехкратному отпуску при 560°C с выдержкой 1 час. Такой режим отпуска широко применяется в практике термической обработки кованых быстрорежущих сталей. Значения твердости в процессе отпуска приведены в табл. 3.

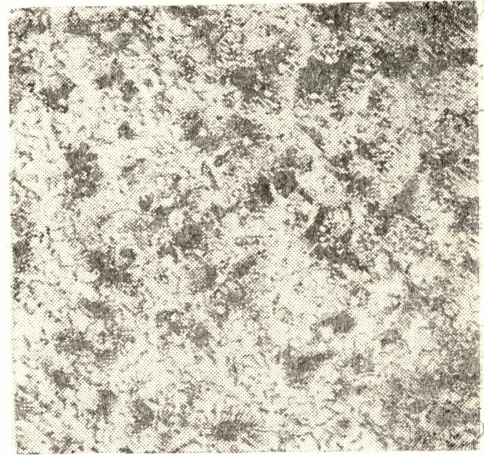
Дополнительные отпуска при 560°C у стали плавки № 1 не повысили твердости выше $55,0 H_{RC}$. Эта сталь не закаливается при охлаждении в металлических формах и не может быть использована в качестве режущего инструмента без полного цикла термической обработки, применяемого для кованой быстрорежущей стали.

Таблица 3

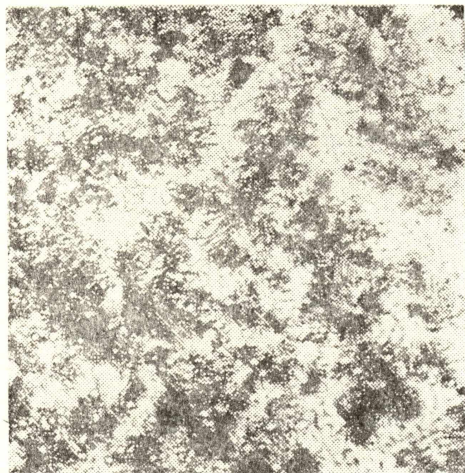
№ плавки	Твердость, H_{RC}				
	1	2	3	4	5
Первый отпуск 560°C —1 час	54,0	67,0	68,0	66,0	66,0
Второй отпуск 560°C —1 час	55,0	67,0	68,0	67,5	69,0
Третий отпуск 560°C —1 час	55,0	67,0	68,0	69,0	70,0



Фиг. 1. Микроструктура стали плавки № 1 после отливки, X440.



Фиг. 2. Микроструктура стали плавки № 3 после отливки, X440.



Фиг. 3. Микроструктура стали плавки № 5 после отливки, X440.

После закалки с 1290°C и трехкратного отпуска по 1 часу при 560°C образцы плавки № 1 повысили твердость до 65,5 Н_{RC}.

Испытание режущих свойств

Испытание режущих свойств производилось на токарных резцах методом продольной обточка по стали 9ХС с твердостью 240 Нв при скорости резания 32 м/мин, глубине резания 2,5 мм и подаче 0,5 мм/об без охлаждения.

Из опытных сталей изготавливались пластинки (8×15×28 мм) и механически закреплялись в специально изготовленной державке. Пластинки (резцы) затачивались по следующей геометрии:

передний угол $\gamma=12^\circ$,

задний угол $\alpha=8^\circ$,

главный угол в плане $\varphi=45^\circ$,

вспомогательный угол в плане $\varphi'=15^\circ$,

радиус закругления носика $r=0,5-1,0$ мм.

За критерий стойкости принималась стойкость резцов из кованой стали Р18.

Соотношения стойкости резцов при испытании приведены в табл. 4.

Таблица 4

№ плавки	Термическая обработка пластин перед испытанием	Твердость, Н _{RC}	Стойкость в %
Р18 кованая	Нормальная для кованой Р18	63,5	100
1	Закалка с 1290°C, отпуск трехкратный по 1 часу при 560°C	65,5	190
2	Без термической обработки Трехкратный отпуск при 560°C по 1 часу	67,0	330
		67,0	520
3	Без термической обработки Трехкратный отпуск при 560°C по 1 часу	67,0	420
		67,5	810
4	Без термической обработки Трехкратный отпуск при 560°C по 1 часу	64,5	480
		69,0	1100
5	Без термической обработки Трехкратный отпуск при 560°C по 1 часу	63,0	450
		70,0	1270

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. При отливке в кокиль высоковольфрамовой быстрорежущей стали с кобальтом происходит ее закалка.

2. Увеличивая количество остаточного аустенита при закалке, кобальт усиливает дендритную неоднородность опытной стали.

3. С увеличением содержания кобальта в стали количество карбидов „скелетообразной“ формы растет.

4. Необходимая термическая обработка литой в кокиль высоковольфрамовой стали с кобальтом—отпуск при 560° С.

5. Кобальт значительно повышает режущие свойства опытной стали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добровидов А. Н., Розенберг А. М. и Яковлев Г. М. Станки и инструмент, № 5. Литой режущий инструмент, 1947.

2. Тютева Н. Д. Известия Томского политехнического института, т. 68, вып. 1, 1951.