

СТОЙКОСТЬ РЕЗЦОВ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ ПОСЛЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ОТПУСКОВ

Н. С. КИЛЬКОВ, И. Т. ТИХОНОВ, Е. П. ФИЛИМОНОВА

(Представлена научным семинаром кафедр
металловедения и технологии термической обработки металлов, технологии металлов,
оборудования и технологии сварочного производства)

Кратковременные отпуска, проводимые при повышенных температурах, уже находят применение в автоматических линиях для термической обработки инструментов из быстрорежущих сталей. Вместе с тем, имеется сравнительно мало данных о влиянии этих отпусков на режущие свойства сталей [1, 2, 3, 4], а также о способах выбора режимов ускоренных отпусков и их контроля. В связи с этим по предложению Томского завода режущих инструментов был выполнен ряд исследований, итоговые результаты которых обобщены в данной статье.

При выборе режимов кратковременных отпусков следует стремиться к достижению наиболее высоких режущих свойств. Поэтому не случайно, что ставится вопрос об оптимальном режиме отпуска, а некоторыми исследователями даже делается вывод о том, что обычный трехкратный отпуск при 560°C с выдержками длительностью по 60 мин не является оптимальным [5]. Во избежание возможной путаницы необходимо несколько подробнее остановиться на этом вопросе.

Действительно, отпуск определяет режущие свойства инструментов не сам по себе, а лишь в сочетании с другими факторами, важнейшие из которых — режим закалки и состав стали. Обычный отпуск имеет постоянный режим и, следовательно, не может быть оптимальным для всех случаев, встречающихся в практике термической обработки отклонений. В случае же оптимального отпуска его воздействие должно было бы возрастать, например, с увеличением температуры нагрева под закалку и уменьшаться при ее понижении. В этом смысле можно согласиться с вышеприведенным утверждением о том, что обычный отпуск не является оптимальным. С другой стороны, длительная практика применения обычного отпуска позволяет считать его вполне надежным в отношении получения достаточно хороших усредненных результатов при наличии неизбежных в процессе термической обработки отклонений. Поэтому мы считали правильным выбрать за основу для исследований именно трехкратный отпуск при 560°C с выдержками длительностью по 60 мин.

При сравнении режущих свойств инструментов после их термической обработки с обычными и высокотемпературными отпусками, прежде всего, необходимо было установить критерий, определяющий выбор режима ускоренного отпуска и позволяющий контролировать правиль-

ность его выполнения. В качестве такого критерия естественно было использовать магнитные методы контроля, широко применяемые для проверки результатов термической обработки быстрорежущих сталей. При этом высокотемпературные кратковременные отпуска мы назвали эквивалентными обычному, если после них закаленная быстрорежущая сталь получала те же магнитные свойства, что и после обычного отпуска [3]. Магнитные свойства контролировались на специально для этой цели изготовленном аустенометре. Прибор имел обычного типа дифференциальную схему с питанием переменным током и напряженностью магнитного поля около 400 а/см. Таким образом, под одинаковостью магнитных свойств сталей в случае ее обычного и эквивалентного кратковременного отпусков понималось равенство показаний аустенометра как в первом, так и во втором случаях. Образцы для контроля магнитных свойств нарезались из калиброванных прутков и имели диаметр 8 мм при длине 60 мм. Методика нахождения эквивалентных кратковременных отпусков была подробно описана в ранее опубликованной работе [3].

Таблица 1

Номер партии резцов	Марка стали	Термическая обработка				Твердость, НRC
		Температура закалки, °C	отпуск			
			Кратность	Температура, °C	Длительность, мин	
1	P18	1280	3	560	60,0	62,5
			3	600	8,5	
2	P18	1280	3	560	60,0	64,0
			3	600	8,5	
3	P18	1270	2	600	11,5	63,0
			3	560	60,0	
4	P18	1250	3	600	7,5	63,0
			3	560	60,0	
5	P9	1240	3	600	8,0	63,0
			3	560	60,0	
6	P6M3Ф2	1230	2	600	12,0	61,5
			3	560	60,0	
7	P9K5	1230	3	600	7,5	65,0
			3	580	60,0	
			3	620	6,0	

В результате проведенных исследований прежде всего было показано, что эквивалентные кратковременные отпуска полностью равноценны обычному по твердости и красностойкости отпущенной стали [3].

Этот вывод был целиком также подтвержден и в дальнейшей работе, так во всех случаях равенства показаний аустенометра одинаково закаленные образцы после эквивалентных, но с различными температурами отпусков всегда имели одинаковую твердость.

Сопоставление режущих свойств после термической обработки с трехкратными обычным и кратковременным отпусками было проведено на резцах из сталей марок P18, P12, P9, P6M3Ф2 и P9K5. Все резцы, свойства которых сопоставлялись, принадлежали к одной партии, были изготовлены из одного прутка стали и одновременно подвергались закалке. Закалка выполнялась в заводских соляных ваннах по общепринятым для указанных марок сталей режимам. Отпуск проводился в лабораторных печах-ваннах с расплавленной селитрой или алюминиевым сплавом. При этом ускоренный отпуск имел несколько

вариантов с небольшими различиями в продолжительности нагревов, и для испытаний отбирались резцы, магнитные свойства которых были одинаковы с магнитными свойствами резцов, получивших обычный отпуск. Материал, термическая обработка и твердость отобранных для испытаний резцов указаны в таблице 1. Некоторая разница в продолжительности нагревов при эквивалентных ускоренных отпусках резцов из одинаковых или однотипных сталей объясняется тем, что в нескольких партиях были изменены их размеры. Приведенные в таблице значения твердости соответствуют средним величинам, отклонения от которых для одной партии не превышали 0,5 HRC.

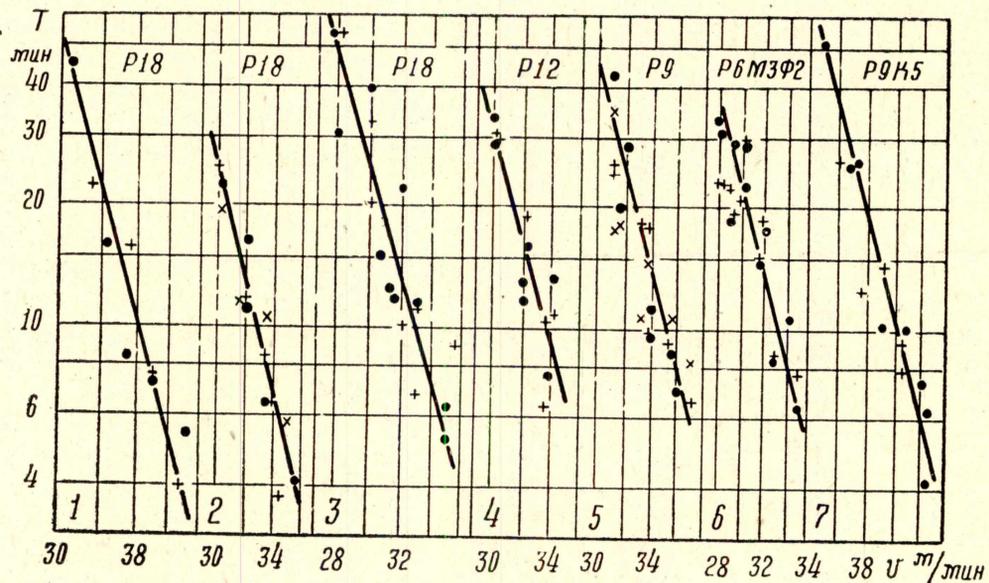


Рис. 1. Зависимость времени работы резцов до затупления T от скорости резцов V после термической обработки с различными видами отпуска: ● — обычного при 560°C ; + — трехкратного высокотемпературного и × — двукратного высокотемпературного

Стойкостные испытания проводились точением по отожженной стали ШХ15 с твердостью, изменявшейся у различных болванок в границах $207 \div 230 \text{ HB}$. Все испытания, результаты которых сопоставлялись, были выполнены на одном обрабатываемом материале и с чередованием работы резцов, прошедших обычный и кратковременные отпуска. Резцы работали с глубиной резания 2 мм и подачей 0,26 мм/об. Режущие элементы резцов имели следующую геометрию: $\gamma = 17,5^{\circ}$; $\alpha = 10^{\circ}$; $\varphi = 70^{\circ}$; $\varphi' = 10^{\circ}$. Сборная конструкция позволяла на одном резце делать большое количество переточек. Результаты стойкостных испытаний приведены на графиках рисунка 1 в обычной форме зависимости времени работы резцов до их затупления от скорости резания. Цифры на графиках соответствуют номерам партий. Различие в режущих свойствах резцов из одной марки стали связано с тем, что в разных партиях использовались резцы разной конструкции. Кроме того, как было указано, несколько изменялась твердость обрабатываемого материала и температуры закалки могли отличаться от значений, указанных в таблице, в пределах, обычных для заводской практики.

Для того, чтобы иметь хотя бы приближенную количественную оценку сравниваемых стойкостей резцов после их обычного и кратко-

временного отпуска, была выполнена статистическая обработка полученных результатов. На логарифмических графиках укрупненного масштаба по данным испытаний каждой партии наносились точки. По этим точкам сначала для обычного отпуска общепринятым способом проводилась прямая линия и в процентном выражении определялись отношения экспериментальных значений стойкости к ее значениям, соответствующим линии при данной скорости резания. Далее, если среднее арифметическое этих отношений значительно отличалось от 100%, положение линии корректировалось так, чтобы указанная разница не превышала $\pm 0,2\%$. Аналогичным образом находилось среднее арифметическое для стойкости после ускоренного отпуска. Наконец, приняв значения стойкости, соответствующие линиям, за 100% и определив отклонения от них экспериментальных данных, мы получили возможность вычислить средние квадратические погрешности интересующих нас арифметических средних.

При стойкости резцов после обычного отпуска, принятой за 100%, стойкость резцов из сталей P18, P12, P9 и P6M3Ф2 после кратковременных эквивалентных отпусков для отдельных партий колебалась от 92 до 106%. Причем различие в значениях стойкости после обычного и ускоренных отпусков во всех случаях не выходило за пределы средних квадратичных погрешностей этих величин. Для резцов из стали P18 суммарно по результатам испытания трех партий стойкость резцов после кратковременного отпуска была равна 102% при средней квадратичной ошибке $\pm 6,7\%$ и $\pm 6,9\%$ соответственно для обычного и кратковременного отпусков. Оценивая метод в целом по результатам испытаний резцов шести первых партий, получили при стойкости резцов после обычного отпуска, принятой за 100%, стойкость резцов после кратковременного отпуска, равную 99%, при средней квадратичной погрешности для обоих видов отпуска $\pm 4,0\%$. Таким образом, видимо, не рискуя сделать большую ошибку, можно считать, что стойкость резцов из указанных сталей после кратковременных эквивалентных отпусков сохраняется на обычном уровне в пределах точности проведенных экспериментов, составляющей порядка 5%.

В случае резцов из стали P9К5 стойкость резцов после кратковременного отпуска составила 80% от их стойкости после обычного отпуска при средней квадратичной погрешности $\pm 7,6\%$ и $\pm 9,2\%$.

Возможно, что этот результат вызван ошибкой при отборе резцов с режимами эквивалентных отпусков, связанной с особенностями изменения магнитных свойств кобальтовых сталей в процессе их отпуска. Если у закаленных быстрорежущих сталей без кобальта намагниченность насыщения в процессе отпуска непрерывно возрастает до определенного предела, то у кобальтовых сталей вслед за первоначальным ростом намагниченности насыщения наблюдается ее снижение [6].

В результате показания аустенометра могут не соответствовать однозначно определенным режимам отпуска, и вопрос о возможности применения рассмотренного метода для подбора режимов эквивалентных ускоренных отпусков для кобальтовых сталей следует решать отдельно.

Выводы

1. Подбор режимов высокотемпературных кратковременных отпусков и контроль за их проведением могут быть выполнены при помощи аустенометров. При этом кратковременный отпуск можно считать эквивалентным обычному, если после того и другого у одинаковых

образцов закаленной стали будут получены равные показания прибора.

2. Стойкость резцов из сталей марок P18, P12, P9 и P6M3Ф2 после их термической обработки с трехкратными эквивалентными отпусками при 600°С равноценна их стойкости после обычного отпуска.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. А. М а л и н и н а. Кратковременный отпуск быстрорежущей стали. «Металловедение и термическая обработка металлов», № 3, стр. 47, 1960.

2. П. А. Ю д к о в с к и й, В. Я. Б у л а н о в, Ю. Н. Ж у р а в к о в, А. П. Ш е в е л ь. Влияние термической обработки на стойкость сверл. «Станки и инструмент», № 12, стр. 47, 1963.

3. И. Т. Т и х о н о в, Н. С. К и л ь к о в, Е. П. Ф и л и м о н о в а. Кратковременный отпуск быстрорежущей стали P18. Изв. вузов. «Черная металлургия», № 10, стр. 112, 1964.

4. Н. С. К и л ь к о в, И. Т. Т и х о н о в, Е. П. Ф и л и м о н о в а. Влияние кратковременных отпусков на свойства быстрорежущей стали. Изв. ТПИ, том 147, стр. 206, 1966.

5. П. А. А н д ж ю с. Исследование отпуска быстрорежущей стали. Материалы научно-технической конференции, посвященной десятилетию Вильнюсского завода сверл. Вильнюс, 1967.

6. Ю. А. Г е л л е р. Инструментальные стали. Металлургиздат, М., 1964.
