

С.Г. АГБАЛЯН, А.М. СТЕПАНЯН

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОРОШКОВЫХ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ

Исследованы процессы термической обработки порошковых быстрорежущих сталей, полученных экструзией. Выбраны оптимальные режимы термической обработки. Выявлено, что порошковые стали обладают более высокой износостойкостью и режущими свойствами, чем стандартная Р6М5.

Ключевые слова: порошок, экструзия, сталь, закалка, отпуск, твердость, износостойкость.

Как известно [1-3], качество продукции машиностроительной промышленности связано с выбором материала инструмента и режимов их термической обработки. В связи с возрастающим применением более прочных конструкционных, жаропрочных, нержавеющих, а также титановых и других сплавов, имеющих плохую обрабатываемость и т.д., необходимы инструменты повышенной стойкости. Для обеспечения работоспособности металлорежущего инструмента он должен обладать высокой прочностью, износостойкостью, жаропрочностью и достаточной вязкостью. В связи с этим в области инструментальной промышленности широкое применение получили быстрорежущие стали.

К трудноразрешимым проблемам производства быстрорежущих сталей относятся структурные дефекты, возникающие в процессе кристаллизации. Поэтому в литых быстрорежущих сталях структура преимущественно дендритная со сложной ликвацией, что значительно ухудшает их свойства [4,5]. Вопросы структурообразования быстрорежущих сталей, связанные с карбидной сегрегацией, наиболее полно решаются методами порошковой металлургии [6,7]. В последние годы при производстве инструментов наблюдается тенденция интенсивной замены литой быстрорежущей стали порошковой. Для этих сталей до сих пор актуальным остается не только улучшение технологии их получения из порошков, но и выбор оптимальных и эффективных режимов их термической обработки. Термическая обработка быстрорежущей стали имеет особенности, обусловленные природой самой стали.

Целью настоящей работы является исследование и разработка технологии термической обработки быстрорежущей порошковой стали, полученной из распыленных порошков Р6М5 методом экструзии.

Эксперименты проводили на порошковой (Р6М5-П) и стандартной (Р6М5) быстрорежущих сталях диаметром 20 мм и высотой 10 мм.

Нагрев быстрорежущих сталей обычно осуществляется до довольно высоких температур – 1220...1240°C, при которых наблюдается максимальная растворимость карбидов в аустените [1,2]. При этом сталь сохраняет мелкозернистую структуру – 10...11 баллов. Для изучения режимов закалки

образцы сперва нагревали до 450...550°C в воздухе, затем до 840...860°C в соляных ваннах (68%BaCl₂+30%NaCl+2%MgF₂), окончательный подогрев проводили тоже в соляных ваннах (95%BaCl₂+5%MgF₂) до 1210...1220°C.

Как известно [1], величина аустенитного зерна играет важную роль в формировании механических свойств инструментальных сталей, поэтому при выборе оптимальных интервалов температур и выдержек окончательного нагрева под закалку основными контролирующими характеристиками брали размер аустенитного зерна и вторичную твердость.

После закалки в температурном интервале 1140...1240°C образцы подвергали трехкратному отпуску при 560°C с выдержкой по одному часу. Рекомендуемая твердость HRC 63,5...65,0 (ГОСТ 19265-73) при нормальной выдержке (10 с/мм) для Р6М5-П достигается в температурном интервале 1160...1205°C, а для стандартной – 1190...1240°C. При меньшей выдержке (6 с/мм) – соответственно 1170...1220°C и 1200...1240°C. Понижение закалочных температур порошковой стали обусловлено наличием в структуре мелких карбидов (рис.1), растворимость которых в матрице сравнительно больше.

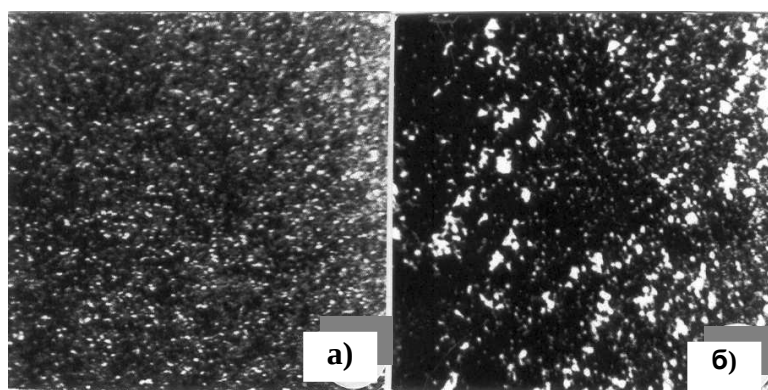


Рис.1. Микроструктура порошковой и стандартной быстрорежущих сталей после термообработки по оптимальным режимам:
а - $t_3=1190^\circ\text{C}$, $t_{\text{отп}}=560^\circ\text{C}$, 3 раза по одному часу; б - $t_3=1220^\circ\text{C}$, $t_{\text{отп}}=560^\circ\text{C}$, 3 раза по одному часу

Следовательно, при аустенизации растворимость карбидов, а также их вторичная твердость достигают максимальных значений при гораздо меньших выдержках – 6...7 с/мм. На рис.2 показаны зависимости аустенитного зерна от температуры закалки. Как видно, при равных условиях после термообработки до 1170°C размер зерна аустенита порошковой стали (рис.2, кр.1) гораздо меньше, чем стандартной (рис.2, кр.2), при нагреве выше 1170°C он резко увеличивается. Это объясняется тем, что мелкие карбиды вначале активно задерживают рост зерна, когда же большая часть их растворяется в матрице, то наблюдается заметное возрастание размера зерна аустенита. В стали Р6М5-П этому способствует отсутствие крупных первичных карбидов. При нагреве до 1190°C большая часть карбидов переходит в твердый раствор. При этом размер зерна аустенита сохраняется – 11...10 баллов (рис.2). Дальнейшее повышение температуры до

1220...1240°C приводит к интенсивному растворению мелких карбидов и росту зерна – 9...8 баллов. На основе проведенных опытов для стали Р6М5-П выбран оптимальный закалочный температурный интервал – 1180...1190°C, время выдержки – 8...10 с/мм.

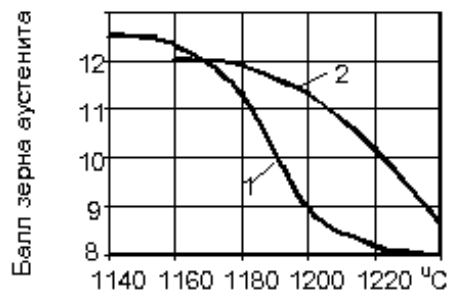


Рис.2. Зависимость размера зерна аустенита от температуры закалки: 1 - порошковая сталь, 2 - стандартная сталь

После закалки образцы подвергались трехкратному отпуску при 520...600(С с выдержкой по одному часу.

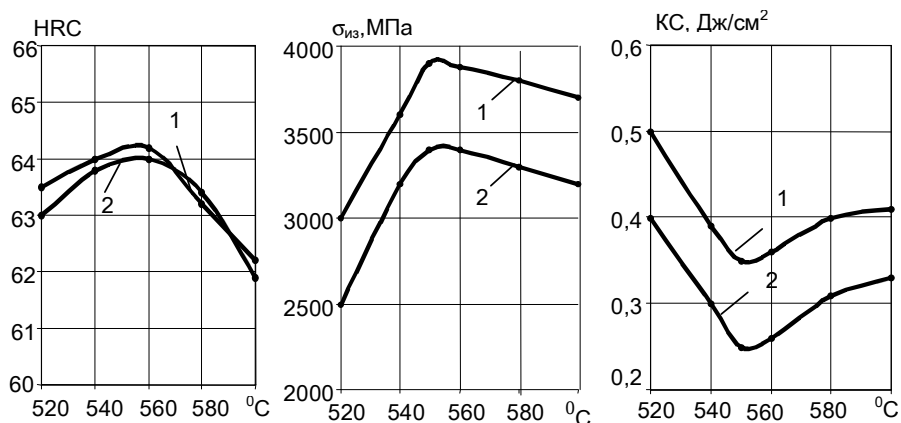


Рис.3. Зависимость механических свойств порошковой и стандартной сталей от температуры отпуска: 1 - порошковая сталь, 2 - стандартная сталь

Как видно (рис.3), максимальные значения твердости для стандартной и порошковой сталей достигаются при температурном интервале 550...560°C. Твердость порошковой быстрорежущей стали находится почти на том же уровне, что и стандартной, а теплостойкость выше на 0,5...1 HRC.

Сравнение прочностных свойств показало, что прочность при изгибе порошковой стали на 15...20% выше, чем стандартной, а ударная вязкость – примерно на 5...7% выше. Прочность при изгибе и ударная вязкость, измеренные после оптимального отпуска 560°C (3 раза по 1 ч.), при температуре аустенизации

1220°C резко падают, что коррелируется с характером растворения при аустенизации карбида M_6C . Полученные результаты позволяют вновь сформулировать требования к термической обработке быстрорежущих сталей для обеспечения наивысших эксплуатационных свойств.

Карбидная неоднородность меньше одного балла. Порошковые стали обладают более высокой износостойкостью и режущими свойствами, чем стандартные стали Р6М5. Так, при обработке стали 45 при скоростях резания $V=40, 60$ и 80 м/мин стойкость режущего инструмента из стали Р6М5-П соответственно в 1,2, 1,4 и 2,9 раза выше стандартной стали. На основании экспериментов разработана оптимальная технология термической обработки быстрорежущих порошковых сталей, обеспечивающих высокие прочностные свойства и износостойкость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геллер Ю.А. Инструментальные стали.-М.: Металлургия, 1975.-584 с.
2. Адаскин А.М. Особенности вольфрамомолибденовой стали Р6М5 (методическая разработка)/ Ин.-т пов. квал. рук. работ. и спец. Минстанкопрома.-М., 1975.- 56 с.
3. Гуляев А.П., Малинина К.А., Саверина С.М. Инструментальные стали: Справочник.-М.: Машиностроение, 1975.-272 с.
4. Голдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали.-М.: Металлургия, 1985.- 408 с.
5. Агбалян С.Г., Салтыкова Е.С. Металловедение и технология термической обработки металлов / ГИУА.-Ереван, 1997.-162 с.
6. Манукян Н.В. Технология порошковой металлургии.-Ереван: Луйс, 1986.- 232 с.
7. Агбалян С.Г. Разработка и исследование технологии изготовления протяжного инструмента из порошков быстрорежущих сталей: Автореф. дис. ... канд.тех.наук.-Киев, 1984. - 24 с.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 27.03.2001.

Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Ա.Մ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ ԱՐԱԳԱՀԱՏ ՓՈՇԵՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ուսումնասիրված է էքստրուզիոն եղանակով ստացված արագահատ փոշեպողպատների ջերմամշակման գործընթացը: Ընտրված են ջերմային մշակման լավարկված ռեժիմները: Ցույց է տրված, որ փոշեպողպատներն օժտված են ավելի բարձր մաշակայունությամբ և կտրող հատկություններով, քան Р6М5 մակնիշի ստանդարտ պողպատները:

S.G. AGHBALYAN, A.M. STEPANYAN HEAT-TREATMENT PECULIARITIES FOR POWDER HIGH-SPEED STEELS

The process of heat-treatment for powder high-speed steels made by extrusion has been studied. Optimal rates of heat treatment have been chosen. It has been shown that powder steels have rather high wear and tear stability and cutting properties than standard steels of P6M5.