УДК 669. 18

В.И.БОЛОБОВ, *д-р техн. наук, профессор, Boloboff@mail.ru*
В.Л.БОБРОВ, *аспирант, level2706@mail.ru*
М.П.ТАЛЕРОВ, *аспирант, (812)328 82 71*
В.С.БОЧКОВ, *аспирант, vovabochkov@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет

V.I.BOLOBOV, *Dr. in eng.sc., professor, Boloboff@mail.ru*
V.L.BOBROV, *post-graduate student, level2706@mail.ru*
M.P.TALEROV, *post-graduate student, (812)328 82 71*
V.S.BOCHKOV, *post-graduate student, vovabochkov@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining University

ПРИЧИНА БЫСТРОГО ИЗНОСА ТАНГЕНЦИАЛЬНЫХ РЕЗЦОВ

Приведен анализ данных механических и металлографических исследований тангенциальных поворотных резцов российских и зарубежных производителей. Указана причина быстрого износа тангенциальных резцов российского производства.

Ключевые слова: тангенциальный резец, твердость по образующей корпуса резца, химический состав, неравномерный износ, микроструктура поверхности, термообработка.

CAUSE RAPID WEAR TANGENTIAL CUTTERS

In article the analysis data of mechanical and metallographic researches of tangential rotary cutters of the Russian and foreign manufacturers is resulted. The reason of fragility of tangential cutters of the Russian manufacture is specified.

Key words: tangential cutter, the hardness of the shell generator tool, chemical composition, uneven wear, surface microstructure, heat treatment.

В настоящее время на проходческих и добычных комбайнах большое распространение получили так называемые тангенциальные поворотные резцы. Для повышения стойкости к износу в головной части их армируют твердосплавными вставками обычно из сплавов группы ВК [2]. Однако эта мера не исключает контакта головной части стального корпуса резца с разрушаемой породой и ее изнашивания. Более того, эксплуатация показывает, что в большинстве случаев первопричиной выхода российских резцов из строя при работе по твердым породам является истирание головной части их корпуса. Это приводит к обнажению и последующему скалыванию твердосплавной вставки.

Низкая износостойкость корпуса российских тангенциальных резцов объясняется спецификой распределения микроструктуры и твердости используемого материала по длине корпуса резца.

Для исследований были взяты три резца марки РС32 и два резца Q2AA австрийской фирмы «First-Alpina» консорциума «Sandvik» подобной геометрии, отличающиеся существенно более высокой износостойкостью. Химический состав материала корпуса резцов анализирвали рентгенофлуоресцентным способом на спектрометре ED2000 [1], микроструктуру различных зон корпуса резцов – под микроскопом «Zeiss Observer D1m». Замеры твердости производили на твердомере Роквелла и универсальном твердомере «Zwick/Roel ZHU». Поскольку эти приборы предназначены для измерения твердости только горизонтальных поверхностей материалов, для получения достоверных результатов анализируемые резцы подвергали специальной механической обработке в целях создания на них указанных поверхностей. Для определения твердости сердцевины резца каждая зона предварительно разрезалась в направлении, перпендикулярном его оси.

Результаты спектрального анализа приведены в таблице (содержание углерода при данном способе анализа не фиксируется). Там же представлен химический состав стали 35ХГСА [3], как материала, наиболее часто используемого для изготовления корпусов российских резцов[5].

Распределение элементов в материалах корпуса резцов в сравнении с составом стали 35ХГСА

Резец	Содержание элемента, % по массе				
	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
РС32	1,73	0,85	1,02	0,03	0,08
Q2AA	0,26	1,43	0,14	–	–
Сталь 35ХГСА	1,1-1,4	0,8-1,1	1,1-1,4	≤ 0,3	≤ 0,3

Как следует из данных таблицы, химический состав материала корпуса российского резца достаточно близок к составу стали 35ХГСА. Из этого следует, что материалом корпуса является именно эта сталь. Материал корпуса импортного резца представляет собой марганцевую сталь – аналог российских 30Г2 или 40Г2 (0,17-0,37 % Si; 1,4-1,8 % Mn).

Замеры твердости показали, что по окружности корпуса российского резца для поверхности каждой зоны она практически одинакова (рис.1). В то же время по длине резца она распределена крайне неравномерно: максимальна на самой широкой части корпуса (около 55HRC$_э$, зона I), минимальна (32 HRC) в его средней части (зона III) и несколько больше в головной (зона IV). Причем зоны III, IV как раз и контактируют с разрушаемой породой в процессе эксплуатации, подвергаясь абразивному износу. Как видно из графика (рис. 2), твердость сердцевины корпуса российского резца (кривая 2) меньше, чем на поверхности (кривая 1) и также убывает по направлению к головной части.

Исследования корпуса резца Q2AA показали, что твердость поверхности по всей его длине остается неизменной (рис.2, кривая 3) и примерно равна 49 HRC, что обеспечивает высокую износостойкость материала.

Микроструктуру поверхности различных зон корпуса российского резца составляют феррит в совокупности с мартенситом, сорбитом и бейнитом в соответствующих зонах. Результаты замера микротвердости и анализ полученных микроструктур позволили заключить, что одна из структурных составляющих имеет для всех зон одинаковую природу и представляет собой зерна феррита, располагающиеся по границам бывших аустенитных зерен. В то же время природа другой составляющей для каждой зоны различна: для зоны I ее основу составляет мартенсит (477HV), для зоны III – сорбит (273HV) и для зоны IV – бейнит (381HV).

В соответствии с типовым технологическим процессом пайки и термической обработки породоразрушающего инструмента [2], принятым на основных заводах-изготовителях РФ, корпус тангенциального

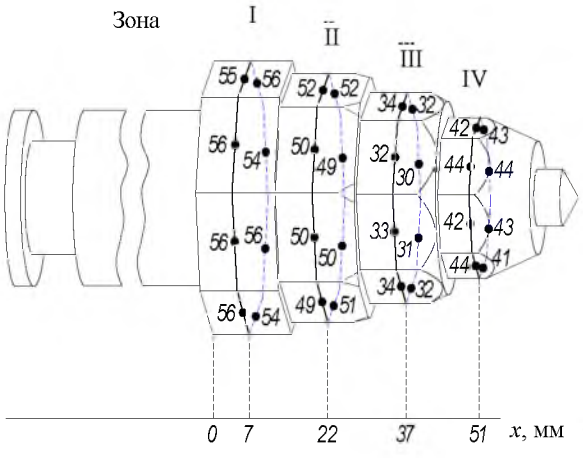


Рис.1. Распределение твердости по поверхности резца РС32, HRC

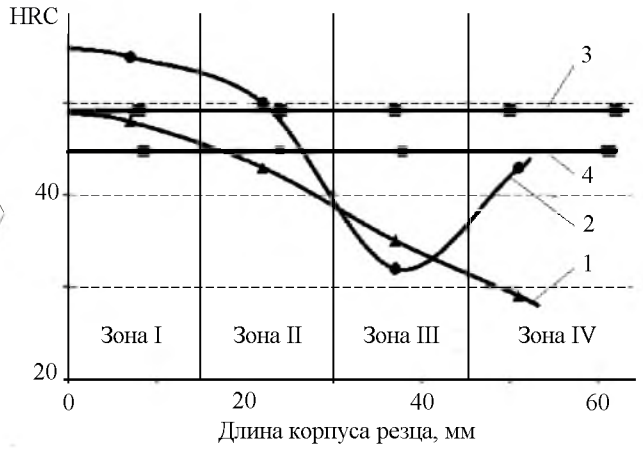


Рис.2. Распределение твердости по длине резцов, HRC

1 и 4 – в сердцевине резцов РС32 и Q2AA; 2 и 3 – на поверхности РС32 и Q2AA соответственно

резца вместе с твердосплавной вставкой и припоем нагревают токами высокой частоты до рабочей температуры пайки (1070-1100 °С), подстуживают до 850-880 °С и подвергают изотермической закалке в расплавленной селитре при температуре 240-280 °С, чем достигается минимизация внутренних напряжений, возникающих в резце при пайке. Как можно заключить из сопоставления используемой температуры резцов с температурой начала мартенситного превращения стали 35ХГСА (320-360 °С для стали 30ХГС [4]), материал корпуса резца после термической обработки должен приобретать мартенситную структуру (М), которая, наряду с небольшим количеством феррита (Ф), действительно и наблюдается в зоне I корпуса. Логично предположить, что появление других структур: сорбита (С) и бейнита (Б) в зонах III и IV корпуса – обусловлено незапланированной выдержкой материала этих зон при температурах соответствующих превращений (А→Ф, А→С и А→Б) в стали в период, предшествующий изотермической закалке. Появление этих более мягких по сравнению с мартенситом составляющих в структуре материала головной части корпуса приводит к снижению его твердости и, как следствие, износостойкости.

Можно предположить, что указанная неоднородность структуры обусловлена неравномерным охлаждением корпуса резца в процессе подстуживания перед изотермической закалкой вследствие его конической формы: конец корпуса с твердосплавной имеет температуру более низкую, чем корпус в своей широкой части. Исключение операции подстуживания позволит получить одинаковую по всей длине изделия температуру и избежать появления неоднородности в структуре в процессе изотермической закалки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Болобов В.И.* К применению метода рентгенофлуоресцентной спектроскопии для определения марки стали породоразрушающего инструмента / В.И.Болобов, В.В.Габов, И.М.Гембицка // Записки Горного института. СПб, 2007. Т.177.

2. *Крапивин М.Г.* Горные инструменты / М.Г.Крапивин, И.Я.Раков, Н.И.Сысоев. М., 1990.

3. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г.Сорокина. М., 1989.

4. *Попов А.А.* Изотермические и термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита: Справочник термиста / А.А.Попов, Л.Е.Попова. М., 1965.

5. Резцы для очистных и проходческих комбайнов. Общие технические условия. ГОСТ 51047-97. М., 1998.

REFERENCES

1. *Bolobov V.I., Gabov V.V., Gembitskaya I.M.* By using the method x-ray fluorescence spectroscopy to determine the grade of steel rock cutting tool // Proceedings of the Mining Institute. Saint Petersburg, 2007. Vol.177.

2. *Krapivin M.G., Rakov I.Ya., Sysoev N.I.* Mountain instruments. Moscow, 1990.

3. Directory steels and alloys / Ed. V.G.Sorokin. Moscow, 1989.

4. A.A.Popov, L.E.Popova. Isothermal and thermokinetic diagrams we supercooled austenite decomposition: A Guide indestructible. Moscow, 1965.

5. Cutters for clearing and tunneling machines. General Specifications The conditions. GOST 51047-97. Moscow, 1998.