

УДК 669.15:620.178.1

## ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛУ ДЕТАЛЕЙ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА

С. П. РУДЕНКО, А. Л. ВАЛЬКО, С. Г. САНДОМИРСКИЙ  
Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси  
Минск, Беларусь

Шарошечные буровые долота имеют широкое применение при добыче нефти, газа, угля и руд черных и цветных металлов [1]. Долговечность и безотказность бурового инструмента во многом определяется металлургическим качеством и химическим составом применяемых сталей, а также технологией изготовления и упрочнения деталей долот. Шарошечные долота работают при высоком входном крутящем моменте (до 2500 Н·м), контактные напряжения в опорах качения достигают 4000...5000 МПа [1].

Сталь для изготовления шарошек и лап буровых долот должна иметь достаточную твердость и прочность наряду с повышенной пластичностью и вязкостью. Повышенные требования предъявляются и к обеспечению высокого сопротивления абразивному износу и контактной усталости сопряженных поверхностей.

Известно, что высокая твердость применяемой стали обеспечивает хорошую износостойкость рабочих поверхностей, но вызывает повышенную хрупкость корпуса шарошек, что снижает их долговечность. Низкая твердость стали повышает ее пластичность и исключает поломки инструмента, но способствует преждевременному пластическому деформированию контактирующих поверхностей опор долот и шарошек. Противоречивость вышеупомянутых требований усложняет выбор марок сталей для изготовления деталей шарошечных долот.

Таким образом, высокая прочность и вязкость долотных сталей в сочетании с высоким сопротивлением контактной усталости являются основными требованиями к материалу высоконапряженных деталей бурового инструмента. Для изготовления деталей буровых долот применяют стали 12ХН3А, 17ХН2А, 20ХН2А, 20ХН3А, 18Х2Н4ВА, 14ХН3МА, 17Н3МА. В последнее время широкое применение получили стали 14ХН3МА, 15Н3МА, 17Н3МА-Ш, 19ХГНМА, 21ХГНМА. Химический состав этих сталей приведен в табл. 1.

На рис. 1 приведен вид контактного выкрашивания лапы, изготовленной из стали 19ХГНМА. Вид и повышенная глубина повреждения поверхности указывает на послышное развитие усталостных трещин, которое можно отнести к глубинному контактному выкрашиванию. Установлено, что такому выкрашиванию способствовала низкая прокаливаемость поверхностного слоя (рис. 2) и недостаточная твердость упрочненного слоя на его критической глубине, в которой зарождаются и развиваются усталостные процессы. Поэтому основным требованием к обеспечению долговечности деталей бурового инструмента, работающих при высоких контактных нагрузках, является обеспечение требуемой величины в критической зоне упрочненного слоя и формирование заданного градиента распределения твердости по его толщине.

Табл. 1. Массовая доля элементов

В процентах

Марка стали	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Молибден	Сера	Фосфор	Медь
							не более		
14ХНЗМА	0,12... 0,16	0,20... 0,35	0,40... 0,70	1,05... 1,35	3,00... 3,50	0,10... 0,15	0,020	0,020	0,30
15НЗМА	0,11... 0,15	0,15... 0,30	0,30... 0,65	≤ 0,30	3,20... 3,80	0,20... 0,30	0,020	0,020	0,30
17НЗМА-Ш	0,15... 0,20	0,17... 0,37	0,35... 0,65	≤ 0,30	3,20... 3,80	0,20... 0,30	0,015	0,020	0,25
19ХГНМА	0,17... 0,22	0,15... 0,30	0,60... 0,95	0,35... 0,65	0,35... 0,75	0,20... 0,30	0,020	0,020	0,30



Рис. 1. Вид контактного выкрашивания лапы, изготовленной из стали 19ХГНМА

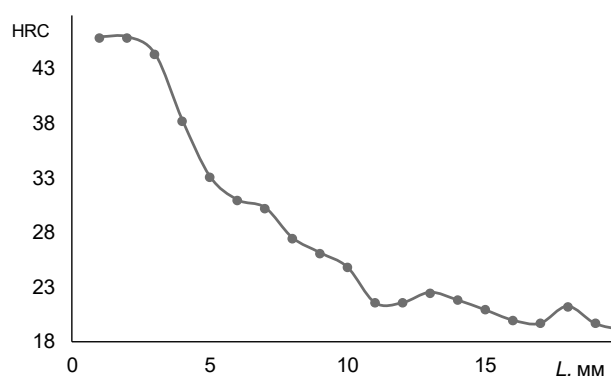


Рис. 2. Распределение твердости по длине торцового образца из стали 19ХГНМА

Другими основными требованиями к цементуемым сталям, применяемым для изготовления деталей бурового инструмента, являются:

- необходимая прокаливаемость и закаливаемость поверхностного слоя и сердцевины: сталь должна обеспечивать бездефектную мартенситно-аустенитную структуру диффузионного слоя с твердостью поверхности 58...62 HRC при твердости сердцевины 25...40 HRC;

- наследственная мелкозернистость, позволяющая сформировать величину действительного зерна упрочненного слоя и сердцевины не грубее № 7;

- минимальное коробление в процессе химико-термической обработки;

- теплостойкость для сохранения твердости при работе долота, а также хладостойкость и способность противостоять ударной нагрузке.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амосов, А. П. Долотная сталь / А. П. Амосов, А. Г. Ищук, Т. М. Пугачева. – М. : Машиностроение, 2008. – 291 с.