

А. П. АМОСОВ, А. Г. ИЩУК, Т. М. ПУГАЧЕВА

# ДОЛОТНАЯ СТАЛЬ

Москва  
Машиностроение  
2008

УДК 669.017:622:24.051.553

ББК 34.22

А

Рецензенты: д-р техн. наук В.С. Муратов,  
зам. директора металлургического производства ОАО  
«Волгабурмаш» А.В. Сальников

**Амосов А.П.**

А 62 **Долотная сталь:** Монография / *А.П. Амосов, А.Г. Ищук, Т.М. Пугачева* – М.: Машиностроение, 2008. – 291 с.: ил.

ISBN 978-5-94275-449-5

Проведены анализ и обобщение публикаций и нормативно-технической документации по сталям, применяемым при изготовлении буровых шарошечных долот. Осуществлены систематизация и статистическая обработка данных входного контроля проката долотной стали в ОАО «Волгабурмаш» за 2000-2007гг. и приведены результаты собственных многолетних исследований металловедческого аспекта качества долотной стали российских и зарубежных производителей и его влияния на работоспособность шарошечных долот.

Приведены данные по химическому составу, макро– и микроструктуре, прокаливаемости, механическим свойствам, обрабатываемости давлением и резанием сталей, используемых в буровых шарошечных долотах производства ОАО «Волгабурмаш» и ведущих американских фирм «Хьюз», «Смит», «Секьюрити» и «Варел» и других компаний. Особое внимание уделено макро– и микрооднородности состава и структуры, а также стабильности механических свойств сталей – важнейшим показателям их качества, играющим определяющую роль в обеспечении эффективной и надежной работы долота.

Книга предназначена для научных, инженерно-технических работников, а также студентов и аспирантов. Может быть интересна широкому кругу читателей.

УДК 669.017:622:24.051.553

ББК 34.22

ISBN 978-5-94275-449-5

© Амосов А.П., Ищук А.Г.,  
Пугачева Т.М., 2008

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| Введение.....   | 3   |
| 1. Требования к долотной стали. Показатели металлургического качества.....  | 7   |
| 1.1. Условия эксплуатации и требования к механическим<br>и служебным свойствам долотной стали.....                                  | 7   |
| 1.2. Маршрут производства буровых долот и требования<br>к технологичности долотной стали .....                                      | 18  |
| 1.3. Показатели металлургического качества стали .....  | 24  |
| 2. История развития долотной стали.....   | 43  |
| 3. Влияние металлургического передела на свойства долотной стали .....  | 63  |
| 4. Марки современной долотной стали (технические условия).....  | 67  |
| 4.1. Отечественная долотная сталь .....   | 67  |
| 4.2. Зарубежная долотная сталь .....  | 76  |
| 4.3. Сравнительный анализ требований технических условий<br>к отечественным и американским долотным сталям .....                    | 86  |
| 5. Химический состав, структура и свойства проката долотной стали<br>различных отечественных производителей.....                    | 94  |
| 5.1. Химический состав.....   | 95  |
| 5.2. Макроструктура.....  | 100 |
| 5.3. Микроструктура.....  | 107 |
| 5.3.1. Неметаллические включения .....  | 107 |
| 5.3.2. Структурная полосчатость .....   | 110 |
| 5.4. Механические свойства .....  | 122 |
| 5.5. Прокаливаемость .....  | 134 |
| 6. Химический состав и свойства зарубежной долотной стали<br>в состоянии поставки .....   | 143 |
| 7. Анализ химического состава и структуры стали шарошек и лап<br>буровых долот отечественного и зарубежного производства.....       | 160 |
| 7.1. Химический состав стали шарошек и лап долот.....   | 160 |
| 7.2. Анализ стали лап долот на наличие модифицирующих<br>и микролегирующих элементов, малых примесей .....                          | 164 |
| 7.3. Исследование зональной и дендритной химической неоднородности<br>сталей в отечественном прокате и лапах зарубежных долот ..... | 167 |
| 7.4. Макроструктура стали лап и шарошек долот.....  | 178 |
| 7.5. Микроструктура стали лап и шарошек долот .....   | 195 |
| 7.5.1. Оптическая и электронная металлография.....  | 195 |

|  |     |
|--|-----|
| 7.5.2. Измерение микротвердости.....   | 206 |
| 7.5.3. Микрорентгеноспектральный анализ.....   | 206 |
| 7.5.4. Определение неметаллических включений.....  | 216 |
| 7.5.5. Микроструктура цементованного слоя.....   | 222 |
| 7.5.6. Определение количества остаточного аустенита .....  | 227 |
| 7.5.7. Определение величины аустенитного зерна .....   | 229 |
| 7.6. Прокаливаемость и закаливаемость стали лап долот.....   | 233 |
| 7.6.1. Оценка закаливаемости стали 19ХГНМА<br>и зарубежных долотных сталей .....                         | 234 |
| 7.6.2. Влияние направления волокна на прокаливаемость<br>долотных сталей разных производителей.....      | 236 |
| 7.7. Механические свойства .....   | 241 |
| 8. Анализ причин разрушения шарошек аварийных долот .....  | 249 |
| 9. Разработка рекомендаций по повышению металлургического качества<br>отечественной долотной стали ..... | 254 |
| 9.1. Металлургическое качество и способы выплавки<br>долотных сталей .....                               | 254 |
| 9.2. Рекомендации по изменению требований<br>к прокату долотных сталей .....                             | 259 |
| Заключение .....   | 273 |
| Библиографический список.....  | 277 |