

## ПРОБЛЕМАТИКА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ БУРОВОГО ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

© 2010 В.А. Барвинок, И.В. Безбородова, Р.В. Буткевич

Самарский государственный аэрокосмический университет

Поступила в редакцию 15.12.2010

В данной статье рассмотрена проблематика управления качеством бурового породоразрушающего инструмента на различных этапах жизненного цикла продукции. Рассматриваются различные модели качества бурового породоразрушающего инструмента, и оценивается их способность учитывать особенности изменения свойств продукции во время эксплуатации. Показаны основные проблемы управления качеством продукции подобного рода.

Ключевые слова: модель качества продукции, буровой породоразрушающий инструмент, риск

Важнейшую роль в развитии экономики страны играет топливно-энергетическое сырьё, к категории которого относят полезные ископаемые, используемые для производства энергии: нефть, каменные и бурые угли, горючий газ, уран, битуминозные сланцы. Мировые прогнозные геологические запасы минерального топлива превышают 12,5 трлн.т. Эти запасы состоят из:

- угля; мировые разведанные запасы каменного и бурого угля составляют свыше 5 трлн.т., а достоверные — около 1,8 трлн.т.;
- нефти; обеспеченность мировой экономики разведанными запасами нефти при современном уровне добычи (около 3 млрд.т. в год) составляет 45 лет;
- природного газа.. Обеспеченность природным газом при современном уровне его добычи (2,2 трлн.м3 в год) составляет 71 год.

В настоящее время нефть и газ обеспечивают более две трети мирового топливного баланса [4, 5].

В совокупной оценке экономического влияния добывающих и геологоразведочных отраслей [1-3] на экономику страны выявлено, что:

- добывающими и геологоразведочными отраслями обеспечивается 30% ВВП и около 50% объёма экспорта. За счёт экспорта минерального сырья и продуктов его переработки обеспечивается около 80% валютных поступлений страны;
- в последние 14 лет добыча полезных ископаемых не компенсируется их приростом;

• имеется проблема воссоздания стратегических запасов минерального сырья.

Таким образом, экономическая ситуация определяет необходимость развития следующих технологий:

- технологий энергосбережения минерального сырья;
- технологий разведки и добычи минерального сырья, и в особенности разведки и добычи нефти и природного газа.

В технологии разведки и добычи минерального сырья выделяют шесть взаимосвязанных этапов:

- типизация горно-геологических условий бурения на объекте;
- выбор способа бурения;
- проектирование конструкции скважин;
- выбор инструмента и оборудования;
- разработка технологических режимов бурения;
- совершенствование разработанного технологического процесса и, в том числе, оптимизация процесса бурения.

Выделенные этапы разработки технологии бурения в той или иной степени стандартизованы [6]:

- при типизации горно-геологических условий бурения определяются физико-механические свойства горных пород, слагающих месторождение; степень трещиноватости пород, группа пород по трещиноватости; степень устойчивости пород в скважине;
- выбор способ бурения осуществляется с учетом целевого назначения скважин и установленных групп горных пород;
- проектирование конструкции скважины осуществляется в соответствии с геологическим заданием, видом полезного ископаемого и требованиями к опробованию, наличием геофизической аппаратуры и учетом степени устойчивости пород по всей длине ствола скважины, опре-

*Барвинок Виталий Алексеевич, член-корр. РАН, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении. E-mail: ukmiso@ssau.ru.*

*Безбородова Ирина Викторовна, ассистент.*

*E-mail: ukmiso@ssau.ru*

*Буткевич Руслан Васильевич, кандидат технических наук, ассистент. E-mail: jazzrus@mail.ru*

деляется минимальный диаметр бурения конечных интервалов скважины, число обсадных колонн и др.

- Производится выбор: породоразрушающего инструмента, колонкового набора, бурильной колонны, буровой установки, технологического и вспомогательного инструмента;

- разрабатывается технологический режим бурения, который совершенствуется в ходе работ путем: оптимизации параметров режима бурения, проведения технологических мероприятий по профилактике и устранению осложнений в скважине выбора средств автоматизации и контроля за процессом углубки.

Однако как отмечается [7, 8] этап выбора бурового оборудования и инструмента для бурения скважин является многофакторной задачей, которая обуславливает качество и экономичность решения геологической задачи, поставленной перед буровыми работами.

Как показал анализ имеющихся рекомендаций и методик выбора бурового оборудования подбор оборудования осуществляется исходя из обеспечения требуемых технологических параметров бурения скважины, что достигается согласованностью технических параметров бурового оборудования.

Такой подход имеет ряд недостатков:

- отсутствует возможность достоверно обеспечивать необходимую результативность процесса бурения, что объясняется различной динамикой изменения технических характеристик бурового оборудования (индивидуально для каждой группы оборудования);

- обеспечение проектных характеристик технологического процесса бурения возможно только в начале эксплуатации, что объясняется неучитываемой динамикой изменения параметров бурового оборудования;

- прогнозирование эффективности процесса бурения затруднено, в результате низкой прогнозируемости затрат по эксплуатации бурового оборудования.

Следствием подобного подбора бурового оборудования является низкая эффективность процесса бурения скважин, что в последующем оборачивается повышением стоимости добытых минеральных ресурсов, также продуктов их переработки.

Оценка параметров бурового оборудования [10] с позиции сохранения технологических параметров во время эксплуатации показала, что наименее прогнозируемая эксплуатация характерна для такой группы бурового оборудования как "Буровые долота".

Технологии бурения, в том числе современные характеризуются повсеместным использова-

нием буровых долот и шарошечного способа разрушения пород [9].

Оценка влияния эксплуатационных показателей бурового долота показала;

- правильный подбор буровых долот может обеспечить экономию капитальных затрат при строительстве глубоких нефтяных и газовых скважин до 30-40% от общей суммы затрат по проекту строительства;

- стоимость бурового долота не превышает 3% от общей стоимости бурения скважин;

- выбор долота значительно влияет на скорость проходки, самого дорогостоящего этапа в строительстве скважины;

- стоимость возможного простоя в результате выхода долота из строя в десятки раз больше, чем цена самого долота.

Таким образом, выбор бурового долота является критической задачей, определяющим результативность и эффективность технологического процесса бурения скважин и, как следствие, результативность и эффективность добычи технологического процесса минеральных ресурсов. Качество бурового долота является залогом успешного проекта по разведке и добыче минеральных ресурсов, оно должно отвечать всем необходимым требованиям потребителей.

На сегодняшний день в мире серийным производством шарошечных долот занимаются около 20 фирм. Анализ имеющихся источников показал, что на настоящий момент отсутствуют достаточные для осуществления оценки качества буровых шарошечных долот статистические и технические данные.

Осуществление оценки качества долот возможно на основе существующих отчетов по объемам реализации продукции, что свидетельствует о соответствующей оценке качества продукции потребителями.

Наибольшее количество буровых долот реализуется четверкой фирм из США: Hughes Christensen, Smith, Reed, Security DBS, что может свидетельствовать о высоком техническом уровне и качестве выпускаемой продукции. Последнее время к ним приближается фирма Varel. В России и СНГ основными наиболее поставщиками буровых долот являются: ОАО "Волгабурмаш", ОАО "Уралбурмаш", ОАО "СМЗ", ОАО "ДДЗ" (Украина) [11].

Среди них лидирующее положение занимает ОАО "Волгабурмаш", выпускающее практически полную гамму современных конструкций долот с герметизированной опорой, в ряде случаев успешно конкурирующих с долотами фирмы Varel и ведущих зарубежных фирм.

Кроме того, шарошечные долота в меньших объемах выпускаются такими фирмами США,

как Rock Bit, Walker-McDonald и др, а также фирмами Японии (TIX), Румынии (Industrial), Венгрии (DKG), Китая (Kingdream PLC) и других стран.

Востребованность буровых долот различных производителей, свидетельствует, о том, что технический уровень разработок соответствует требованиям, предъявляемым потребителями к долотам, и направления технических решений верны. Так, разработанный в последние годы ассортимент шарошечных долот по своим типоразмерам способен удовлетворить самые широкие запросы потребителей. В частности, впервые в мировой практике разработаны шарошечные микродолота диаметром 46 и 59 мм [12, 13].

Оценка качества и выбор буровых долот потребителем осуществляется на основе различных классификаций, содержащих группы показателей

по которым, потребитель осуществляет поиск необходимого для процесса бурения долота [13, 14].

Наиболее распространенной в настоящее время и общепризнанной является классификация шарошечных долот по классификации Международной ассоциации буровых подрядчиков [14].

Приведенный классификатор является наиболее употребимым, т.е. представляет собой группы показателей качества бурового породоразрушающего инструмента, которые применяются потребителем для оценки качества и выбора буровых долот (рис. 1) [14].

Как видно из приведенных групп показателей качества, производители формируют качество бурового долота как соответствие бурового долота техническим требованиям потребителей, а именно среди прочих показателей выделяются те показатели качества, которые позволяют

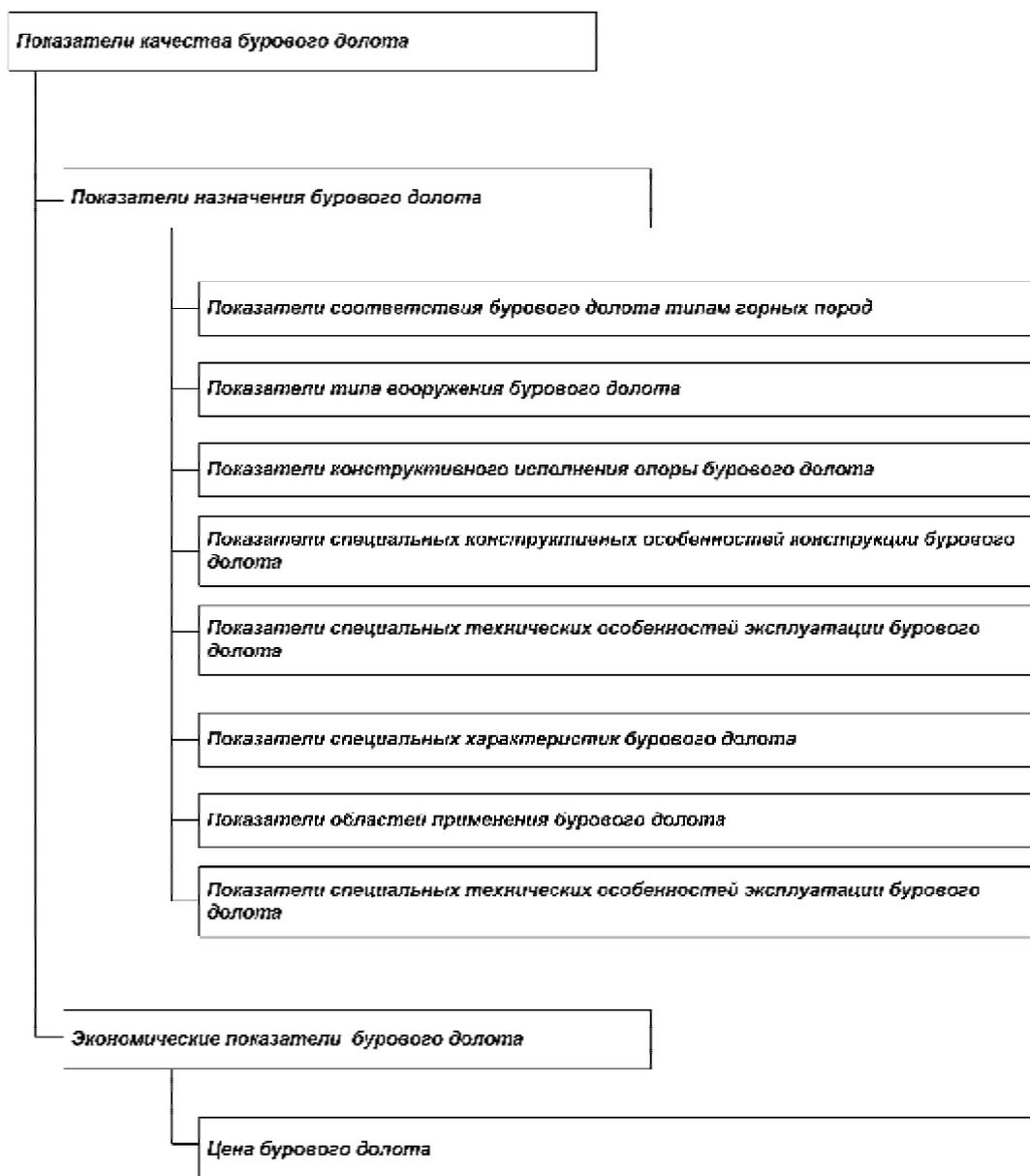


Рис. 1. Показатели качества бурового долота

определить возможность использования бурового долота в том, или ином технологическом процессе бурения.

Как было сказано выше, влияние характеристик бурового долота на стоимость осуществления процесса бурения велико, однако в показателях качества бурового долота отсутствуют группы показателей, которые могли бы указать на возможные эксплуатационные затраты, а также информировать потребителя о динамике изменения эксплуатационных характеристик бурового долота.

Таким образом, можно сделать вывод, что существующие перечни показателей качества буровых долот обладают рядом недостатков, которые могут снизить результативность и эффективность процесса разведки и добычи минеральных. Недостаточность информации о динамике изменения эксплуатационных параметров буровых долот не позволяет потребителю однозначно устанавливать требуемый ему для работы буровой породоразрушающий инструмент, что приводит к дополнительным затратам.

Анализ показал, что набор показателей, характеризующих качество изделия, определяется [15-19]:

- моделью качества изделия, установленной современными представлениями о качестве продукции;
- методами определения показателей продукции на основе требований потребителей;
- методами позволяющими обеспечивать необходимые значения показателей качества продукции на этапах его жизненного цикла.

Таким образом, формирование качества изделия соответствующего требованиям потребителя обеспечивается методиками и инструментами управления качеством продукции, используемыми производителем.

Современное управление качеством исходит из того, что деятельность по управлению качеством не может быть эффективной после того, как продукция произведена, эта деятельность должна осуществляться в ходе производства продукции, что в свою очередь определяется деятельностью по обеспечению качества, которая предшествует процессу производства.

Концепцией, определяющей современные понятия, принципы управления качеством, является концепция всеобщего управления качеством (TQM). Концепция TQM, и, как следствие, современные концепции управления качеством, базируются на модели качества продукции, которая представляет собой набор показателей качества продукции, описывающих свойства изделия.

Анализ данной модели качества продукции

показал, что на основании данной модели:

1) производитель имеет возможность трансформировать требования потребителя к качеству продукции в показатели качества продукции;

2) производитель имеет возможность зафиксировать значения показателей качества продукции, однако производитель не может фиксировать возможные тенденции в изменении значений показателей качества продукции, вследствие изменения требований потребителя;

3) производитель имеет возможность варьировать перечень показателей качества, описывающих продукцию, однако производитель не может фиксировать тенденции в изменении набора показателей качества продукции, вследствие изменения требований потребителя.

Таким образом, производитель получает возможность сформировать представление о качестве продукции, на основе требований потребителя, однако данное представление достоверно только на момент формирования перечня показателей качества. Было установлено, что использование подобной модели качества продукции с позиции обеспечения конкурентоспособности продукции оправдано для большинства типов продукции, у которых (рис. 2):

- период эксплуатации продукции сопоставим с периодом ее морального устаревания;
- период эксплуатации характеризуется малой интенсивностью воздействия внешних факторов, что обуславливает квазистатическое изменение качества продукции в течение всего периода эксплуатации продукции.

Для вышеназванных типов продукции модель качества продукции позволяет:

- производителю: обеспечивать необходимый уровень конкурентоспособности продукции за счет незначительного изменения уровня качества изделия за время эксплуатации;
- потребителю: прогнозировать эксплуатационные характеристики продукции и затраты на ее использование.

Анализ информации [12, 13, 23], представленной производителями бурового породоразрушающего инструмента о применяемых концепциях, инструментах и методах формирования систем управления качеством продукции, качества конечного изделия, показал, что в основе построения систем управления качеством лежат требования международных стандартов ISO серии 9000:2008 [22].

С позиции имеющихся источников [20, 21], системы управления качеством на базе концепции TQM являются более совершенными с позиции обеспечения удовлетворенности потребителя, чем системы, построенные на основе требований международных стандартов ISO серии

9000:2008. При этом можно говорить о том, что большинство базовых принципов, инструментов и методов концепции TQM было заложено в международные стандарты ISO серии 9000:2008.

Анализ информации [12, 13, 23], представленной производителями бурового породоразрушающего инструмента о применяемых концепциях, инструментах и методах формирования систем управления качеством продукции, качества конечного изделия, показал, что в основе построения систем управления качеством лежат требования международных стандартов ISO серии 9000:2008 [22].

С позиции имеющихся источников [20, 21], системы управления качеством на базе концепции TQM являются более совершенными с позиции обеспечения удовлетворенности потребителя, чем системы, построенные на основе требований международных стандартов ISO серии 9000:2008. При этом можно говорить о том, что большинство базовых принципов, инструментов и методов концепции TQM было заложено в международные стандарты ISO серии 9000:2008.

Анализ моделей качества продукции используемых в системах управления качеством на основе требований международных стандартов ISO серии 9000:2008 показал, что в концепции TQM и в международных стандартах ISO серии 9000:2008 используются одни и те же модели качества продукции.

Использование данной модели качества продукции при производстве бурового породоразрушающего инструмента увеличивает управленческие риски в вопросах обеспечения необходимого уровня конкурентоспособности. Это

обусловлено следующим:

1. В период эксплуатации на буровой породоразрушающий инструмент действует множество факторов производственной среды, которые приводят к тому, что качество бурового породоразрушающего инструмента изменяется динамически;

2. Вследствие динамического изменения качества бурового породоразрушающего инструмента:

- потребитель не имеет возможности достоверно оценивать период эксплуатации бурового породоразрушающего инструмента, а также эффективность технологического процесса разведки и бурения (рис.3);

- производитель не имеет возможность обеспечивать соответствующий уровень конкурентоспособности продукции.

Таким образом, несмотря на широкое распространение концепций, методов и инструментов управления качеством продукции, и имеющиеся положительные результаты их внедрения и применения, использование современных концепций, методов и инструментов управления качеством продукции при управлении качеством бурового породоразрушающего инструмента может привести к принятию ошибочных управленческих решений, что в последующем приведет к снижению удовлетворенности потребителя и, как следствие, конкурентоспособности, повышению стоимости разведки и добычи полезных ископаемых, продуктов их переработки. Современные условия эксплуатации продукции, в частности бурового породоразрушающего инструмента, определяют необходимость формирования более широкого представления о качестве продукции, для обеспечения наиболее



Рис. 2. Изменение качества продукции во время эксплуатации



Рис. 3. Изменение качества бурового породоразрушающего инструмента во время эксплуатации

эффективного осуществления деятельности потребителем.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Марцинкевич В.* Мировая экономика в XX веке: потрясающие достижения и серьезные проблемы / Мировая экономика и международные отношения, 2001, №1. 800 с.
2. *Милиц А.А.* Экономическая оценка природных ресурсов. М., Мировая экономика: Учебник / Под ред. А.С. Булатова. М., Юристъ, 2001. 400 с.
3. *Комар И.В.* Рациональное использование природных ресурсов и ресурсные циклы. М., 2003. 70-75 с.
4. *Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г.* Природные ресурсы мира. М., 2006. С. 32-49
5. *Ломакин В.К.* Мировая экономика: Учебник. М., Юнити, 2000. 500 с.
6. *Абубакиров В.Ф., Архангельский В.Л., Буримов Ю.Г., Малкин И.Б., Межлумов А.О., Мороз Е.П.* Буровое оборудование: Справочник: В 2-х томах. Том 1. М.: Недра, 2000. 269 с.
7. *Абубакиров В.Ф., Буримов Ю.Г., Гюевых А.Н., Межлумов А.О., Близиюков В.Ю.* Буровое оборудование: Справочник: В 2-х томах. Том 2. Буровой инструмент. М.: Недра, 2003. 494 с.
8. *Булатов А.И., Проселков Ю.М., Шаманов С.А.* Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. для вузов. М.: Недра-Бизнесцентр, 2003. 1007 с.
9. *Калинин А.Г., Левицкий А.З., Мессер А.Г., Соловьев Н.В.* Практическое руководство по технологии бурения скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые: Справочное пособие/Под ред. А.Г. Калинина. М.: Недра-Бизнесцентр, 2001. С.56-81
10. *Булатов А.И., Качмар Ю.Д., Макаренко П.П., Яремийчук Р.С.* Освоение скважин: Справочное пособие / Под ред. Р.С. Яремийчука. М.: Недра-Бизнесцентр, 1999. 473 с.
11. Тендер. Потребности нефтегазового комплекса в оборудовании и услугах. 2006. №2 (96).
12. Официальный сайт ЗАО "Гормаш". URL: <http://www.belgorgmash.ru> (дата обращения 03.10.2010)
13. Официальный сайт ОАО "Волгобурмаш" URL: <http://www.vbm.ru> (дата обращения 03.10.2010)
14. Официальный сайт Международной ассоциации буровых подрядчиков URL: <http://www.iadc.org> (дата обращения 11.10.2010)
15. ГОСТ 20692-2003 Долота шарошечные. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 2009. 12 с.
16. *Субетто А.И.* Квалиметрия. СПб.: Астерион, 2002. 288 с.
17. *Субетто А.И.* Методы оценки качества проектов и работ. Испытания технических систем. СПб.: Астерия, 2003. 204 с.
18. *Родионова Л.Н., Кантор О.Г., Хакимова Ю.Р.* Оценка конкурентоспособности продукции // Маркетинг в России и за рубежом. 2000. №1. С.15-23.
19. *Райхман Э.П., Азгальдов Г.Г.* Экспертные методы в оценке качества товаров. М.: Статистика, 1980. 263 с.
20. *Кондо Йосио.* Управление качеством в масштабах компании. Нижний Новгород. ООО СМЦ "Приоритет", 2002. 340 с.
21. *Глудкин О.П., Горбунов Н.М., Гуров А.И., Зорин Ю.В.* Под ред. Глудкина О.П. Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов. М.: Радио и связь, 1999. 600 с.
22. ГОСТ Р ИСО 9000-2008. Системы менеджмента качества. Основные требования и словарь. М.: Издательство стандартов, 2009. 33 с.
23. Официальный сайт ОАО "Уралбурмаш". URL: <http://www.ubm.ru> (дата обращения 03.10.2010)

**PROBLEMS OF THE QUALITY MANAGEMENT  
OF THE DRILLING ROCK CUTTING TOOLS**

© 2010 V.A. Barvinok, I.V. Bezborodova, R.V. Butkevich

Samara State Aerospace University

The article covers the problems of drilling rock cutting tools quality management during different stages of the product life cycle. Various models of drilling rock cutting tools quality are considered. Its capacity to take into account the particular features of product characteristics changes through exploitation is evaluated. The main problems of such product quality management are indicated.

Key words: model of product quality, drilling rock cutting tools, risk

---

*Vtaliy Barvinok, Corresponding Member of RAS, Doctor of Science, Full Professor, Head of Aircraft Production and Quality Management in Engineering Department.*

*E-mail: ukmiso@ssau.ru*

*Irina Bezborodova, Assistant Lecturer.*

*E-mail: ukmiso@ssau.ru*

*Ruslan Butkevich, Candidate of Technics, Assistant Lecturer.*

*E-mail: jazzrus@mail.ru*