

**А.Е. Воробьев**

**ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ  
СОСТОЯНИЕ БУРОВОЙ ПОДОТРАСЛИ  
РОССИИ**

**Москва  
Российский университет дружбы народов  
2016**

УДК 622.24(470)(035.3)  
ББК 33.131(2Рос)  
В75

Утверждено  
РИС Ученого совета  
Российского университета  
дружбы народов

**Рецензенты:**

доктор технических наук, профессор *В.Я. Великоднев*,  
доктор технических наук, профессор *Ф.Я. Умаров*

**Воробьев, А. Е.**  
**В75** Техничко-технологическое состояние буровой подотрасли  
России : монография / А. Е. Воробьев. – Москва : РУДН,  
2016. – 188 с. : ил.  
ISBN 978-5-209-07025-2

В монографии представлены результаты исследований, выполненных по теме «Буровые установки». Приведен анализ современного технико-технологического состояния буровой подотрасли, который базируется на исторических предпосылках ее развития. Особое внимание уделено оценке качества современных буровых установок и уровню их развития в России, Китае и некоторых странах СНГ. Монография содержит описание и анализ современного оборудования, технические характеристики, конструктивные особенности. Даны сравнительные характеристики буровых установок и рекомендации по их использованию.

Для сотрудников предприятий, специализированных НИИ и преподавателей вузов, а также студентов, аспирантов и докторантов вузов нефтегазовой специализации.

УДК 622.24(470)(035.3)  
ББК 33.131(2Рос)

ISBN 978-5-209-07025-2

© Воробьев А.Е., 2016

© Российский университет дружбы народов, 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....                                                                                                    | 5  |
| <b>1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РОССИЙСКОЙ БУРОВОЙ ПОДОТРАСЛИ</b> .....                                                           | 10 |
| 1.1. История развития буровых установок.....                                                                             | 10 |
| 1.2. Состояние нефтегазового комплекса РФ.....                                                                           | 12 |
| 1.3. Государственные программы развития производства<br>специального оборудования для нефтегазового комплекса.....       | 15 |
| 1.4. Пути консолидации предприятий, занятых разработкой<br>и изготовлением оборудования для нефтегазового комплекса..... | 19 |
| 1.5. Основные проблемы создания конкурентоспособного<br>национального нефтегазового оборудования.....                    | 21 |
| 1.6. Основные перспективные задачи производителей<br>специального оборудования для нефтегазового комплекса.....          | 27 |
| <b>2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БУРОВЫХ УСТАНОВКАХ</b> .....                                                                      | 34 |
| 2.1. Назначение, составные части, основные технологические<br>операции буровых установок.....                            | 34 |
| 2.2. Буровые установки и сооружения.....                                                                                 | 35 |
| 2.3. Классификация буровых установок.....                                                                                | 38 |
| 2.4. Самоподъемная буровая платформа.....                                                                                | 41 |
| 2.5. Полупогружные буровые платформы.....                                                                                | 42 |
| 2.6. Буровая установка для пустыни.....                                                                                  | 43 |
| 2.7. Устройство буровой установки.....                                                                                   | 44 |
| <b>3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БУРОВОЙ УСТАНОВКИ</b> .....                                                                        | 56 |
| 3.1. Методы оценки качества буровой установки.....                                                                       | 56 |
| 3.2. Оценка эксплуатационной надежности нефтегазового<br>оборудования и методы ее повышения.....                         | 61 |
| 3.3. Техническое состояние нефтегазового оборудования РФ.....                                                            | 65 |
| 3.4. Выбор буровой установки.....                                                                                        | 70 |
| 3.5. Технические требования к буровым установкам.....                                                                    | 74 |
| <b>4. РОССИЙСКАЯ БУРОВАЯ ПОДОТРАСЛЬ</b> .....                                                                            | 81 |
| 4.1. Состояние мирового рынка буровых установок.....                                                                     | 81 |
| 4.2. Специфика российского рынка бурового оборудования.....                                                              | 82 |
| 4.3. Анализ рынка буровых установок.....                                                                                 | 84 |
| 4.4. Основные направления повышения эффективности<br>и качества строительства скважин в АО «Газпром».....                | 89 |
| 4.5. Повышение роли и увеличение объема сервисных работ.....                                                             | 92 |

|                                                                                                      |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.6. Перевооружение бурового комплекса в Татнефти.....                                               | 97         |
| 4.7. Программа технического перевооружения бурового комплекса<br>Татнефти.....                       | 99         |
| 4.8. Альметьевское предприятие буровых работ.....                                                    | 103        |
| <b>5. АНАЛИЗ КАЧЕСТВА РОССИЙСКИХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК.....</b>                                          | <b>105</b> |
| 5.1. Компания ООО «Буровая компания “Евразия”».....                                                  | 105        |
| 5.2. Сургутнефтегаз. Буровые установки.....                                                          | 107        |
| 5.3. Буровые установки «Уралмаш».....                                                                | 111        |
| 5.4. Конструктивные особенности буровой установки нового<br>поколения «Уралмаш 5000/320 ЭК-БМЧ»..... | 117        |
| 5.5. Стационарные буровые установки ООО «ВЗБТ».....                                                  | 129        |
| 5.6. Буровые установки UPETS.A. (Румыния).....                                                       | 129        |
| 5.7. Буровая установка УРБ-3А3.051.....                                                              | 131        |
| <b>6. БУРОВАЯ ПОДОТРАСЛЬ КНР.....</b>                                                                | <b>134</b> |
| 6.1. Уровень развития китайских буровых установок.....                                               | 134        |
| 6.2. Анализ рынка нефтяных буровых установок в Китае.....                                            | 136        |
| 6.3. Процесс развития производства нефтяных буровых установок<br>в Китае.....                        | 139        |
| 6.4. Ведущие китайские компании по производству комплекса<br>буровых установок.....                  | 140        |
| 6.5. Китайские буровые установки.....                                                                | 148        |
| 6.6. Экспорт китайских буровых установок.....                                                        | 157        |
| 6.7. Буровые установки на нефтяных месторождениях в Китае.....                                       | 159        |
| <b>7. БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ В СНГ.....</b>                                                               | <b>170</b> |
| 7.1. Выпуск буровых установок в Казахстане.....                                                      | 170        |
| 7.2. Буровые установки в Туркменистане.....                                                          | 171        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>                                                                               | <b>181</b> |
| <b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>                                                         | <b>183</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

---

Буровая установка представляет собой довольно сложный комплекс бурового оснащения и его сооружений, предназначенных для бурения геологоразведочных, нефтяных и газовых скважин. Состав буровой установки и ее конструкция определяются многими факторами и, главным образом, в проходимых скважинах, т.е. критериями и методами для бурения горного массива.

Буровая установка является основным оборудованием для разведки и разработки месторождений нефти и газа.

Более 100 стран и регионов занимаются разведкой и разработкой месторождений нефти и газа, но лишь 20 из них способны производить буровое нефтедобывающее оборудование, например, Германия, Китай, Корея, Россия, США, Франция, Япония и др. (причем установки США, Китая, России и Румынии наиболее конкурентоспособны). В настоящее время уровень производства буровых установок в Китае несколько впереди России и соответствует производителям продвинутого уровня Европы. Но при этом себестоимость производства буровых установок в Китае дешевле на 20–25%.

В настоящее время Китай имеет больше 1000 нефтяных буровых установок. С имеющимся производством годовой мощностью около 400 установок Китай составляет приблизительно 1/3 годового мирового производства буровых установок в мире.

Компания NOV США является крупнейшим в мире производителем установки, китайская компания Хунхуа – вторая в мире по величине производства наземных буровых установок.

В мире существует различные виды наземных буровых установок общим количеством около 5000, морских буровых платформ – 650 (в том числе самоподъемных буровых платформ – 400 и полупогружных буровых – 200). Наибольшим количеством буровых установок владеет США, затем идут Канада, Китай, Россия, Франция и др.

В настоящее время имеется огромное число разнообразных буровых установок. Они различаются в соответствии со следующими характеристиками: размер бурильной скважины, мощность установки, способ выполнения работ, грузоподъемность. Кроме того, в зависимости от конкретного типа бурения такие машины принято делить на вращательные (наиболее распространенные и необходимые), вибрационные, ударные, огнеструйные и прочие.

Современное буровое оборудование также принято оснащать специальными контрольно-измерительными приборами для обеспечения непрерывного контроля режима выполнения буровых работ. Также отметим, что сегодня активно создаются системы для автоматических регулировок режимов работы буровых установок. Кроме того, буровые установки могут быть:

- стационарными (предназначены для выполнения нефтяного и газового бурения или для бурения достаточно глубоких скважин с целью геологической разведки);
- передвижными (как правило, используются в строительстве);
- самоходными (чаще всего используются для бурения скважин под взрывные работы);
- переносные (предназначены для осуществления легкого поискового бурения в наиболее труднопроходимых местах).

Разумеется, что такие устройства могут отличаться еще и по виду привода (гидравлика, дизель или электричество), а также по мощности (тяжелые, средние и легкие). Посредством их использования производятся исследования скважин, подъем и спуск аппаратуры или инструментов для ремонта и освоения скважин.

Известны многие виды буровых установок, среди которых роторная буровая установка представляет собой наиболее полный набор бурового оборудования в базовой форме (так называемая обычная буровая установка).

В последние годы на основе роторной буровой были разработаны различные типы буровых установок специального назначения, такие как: буровая установка в пустыне, буровая установка для кустовых скважин, буровая установка для маленького ствола скважины и другие специальные установки.

Современные буровые установки, используемые для разработки и разведки нефтегазовых месторождений, включают в себя:

- ✓ спускоподъемное оборудование (кронблок, крюкоблок и лебедка);
- ✓ циркуляционное оборудование (буровые насосы, вертлюги, манифольды и различные емкости);
- ✓ буровые сооружения (буровые вышки, мостики, основания вышки и стеллажи);
- ✓ противовыбросное оборудование;
- ✓ оборудование для приготовления буровых растворов (гидроворонки, гидромешалки и шламовые насосы);
- ✓ силовое оборудования для привода буровых насосов, лебедки и ротора (дизельные двигатели и электрические двигатели).

Буровой комплекс всегда считался одним из самых важных и вместе с тем наиболее сложных направлений в нефтедобыче. Так, те или иные темпы роста добычи нефти и газа во многом зависят от успехов в области бурения добычных и других скважин. Бурение скважин – это весьма капиталоемкое и материалоемкое производство, которое занимает центральное место в развитии нефтегазовой отрасли [19]. Именно буровые предприятия создают необходимые для развития новые нефтегазодобывающие мощности. Важнейшей частью их экономической стратегии дальнейшего развития является повышение экономической эффективности производства буровых работ, основанное на применении современных буровых установок.

Теоретической и методологической основой исследования послужили основополагающие теоретические и экспериментальные исследования российских учёных: Андреева А.Ф., Воробьева А.Е., Гужновского Л.П., Дунаева В.Ф., Зубаревой В.Д., Перчика А.И., Сыромятникова Е.С. и многих других, исследовавших различные аспекты проблемы рационального обоснования дальнейшего совершенствования разработки нефтегазовых месторождений и формирования для обеспечения этого технических средств

Проблеме формирования и эффективного использования парка буровых установок также посвящены работы и зарубежных

учёных и специалистов-практиков [19]: Тори Стоукса, Марио Р. Родригеса и многих других.

В ходе данного аналитического исследования было установлено, что значительная часть проблем по обеспечению дальнейшего технического перевооружения нефтегазового комплекса РФ связана с колебаниями соответствующего рынка и с недостаточно четкой координацией данного весьма важного направления [2]. Несмотря на существование множества министерств, ведомств и организаций (которые в той или иной степени занимаются данной проблематикой), в их действиях пока еще не наличествует должной четкой и обязательной согласованности.

Требования, предъявляемые к буровым установкам, обусловлены рядом принципиальных факторов, которые необходимо учитывать при их выборе для каждого конкретного случая.

К этим факторам относятся:

- геологические и географические условия;
- глубина проектируемой скважины;
- твердость, пластичность и абразивность горных пород, подлежащих разбуриванию;
- ожидаемое относительное давление в проходимых горизонтах литосферы и возможность тех или иных осложнений;
- диаметры долот и бурильных труб;
- способ бурения;
- комплектность буровой установки и ее монтажеспособность.

Учет данных факторов требует использования разнообразных технических средств, таких как:

- ✓ буровые установки для бурения на суше;
- ✓ специальные виды оборудования устья скважин и забойных двигателей;
- ✓ специфическое цементирующее оборудование и его оснастка;
- ✓ породоразрушающий бурильный инструмент;
- ✓ контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации.



В настоящее время еще не разработана научно обоснованная методика количественной оценки технического уровня и качества буровых установок в целом. Существующие методы и методики оценки охватывают лишь отдельные комплексы буровых установок.

Техническое перевооружение компаний представляет собой одну из важных форм капиталовложений, которая способствует существенному увеличению ее производственного потенциала и сокращению производственного цикла [7].

# 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РОССИЙСКОЙ БУРОВОЙ ПОДОТРАСЛИ

---

## 1.1. История развития буровых установок

Нефть была известна человечеству еще 8 тыс. лет тому назад. Древние египтяне использовали нефть для мумифицирования умерших фараонов и жрецов. Древние греки применяли нефть в качестве основного компонента «греческого огня» – зажигательной смеси, используемой в военных действиях.

Археологическими исследованиями было установлено, что еще около 28 тыс. лет назад древний человек применял разные приспособления, чтобы создавать различные необходимые отверстия. Рабочими инструментами при этом ему служили кремниевые отщепы.

В Древнем Египте (около 7 тыс. лет назад) вращательное бурение использовали при строительстве пирамид. Китайцы (700 г. до н.э.) с помощью инструментов из бамбука бурили скважины способом ударного бурения для добычи воды и извлечения соли и достигали глубины скважин, равной 800 м. Китайцы обнаруживали нефть и газ на глубине около 280 м, и уже в 363 г. н.э. такой газ употреблялся для выпаривания соли в Сычуани.

О китайских скважинах для добычи воды и соляных растворов, сооруженных во времена династии Чоу, сообщает известный китайский философ Конфуций. Эти скважины бурились в области Чун Канг, вблизи границы с Тибетом. Некоторые скважины достигали 500 м, а отдельные – даже 1242 м.

Также скважины бурили только ударным способом. Буровой снаряд изготавливали из бамбука. К нижнему концу бамбукового шеста прикрепляли зубило (долото), которым разрушалась порода на забое. Для извлечения шлама использовали примитивную желонку, представляющую собой трубу с клапаном на нижнем конце, который открывался при ударе трубы о забой. После нескольких таких ударов труба наполнялась пульпой. Извлекали наполненную трубу на дневную поверхность при помощи ворота.

При бурении глубоких скважин над устьем воздвигали бамбуковую вышку на 4-х ногах, в верхней части которой размещался блок. Большая устойчивость вышки, как и теперь, обеспечивалась канатными растяжками.

Интересно отметить, что при сборке вышек ни гвозди, ни болты, ни штыри не использовали. Применяли только веревки, бамбуковые клинья и веревочные узлы и стяжки. «Ноги» тяжелых буровых вышек изготавливали из бамбуковых кассет. Грузоподъемность таких вышек была весьма значительной. Скважины большой глубины бурили годами (при этом прилагались особые усилия по охране секретов технологии процесса их бурения).

Когда бурение скважин начало развиваться в Западной Европе, точно не установлено. Известно, что в 1126 г. в провинции Артуа (Франция) была пробурена скважина на воду, вскрывшая напорные фонтанирующие воды. Отсюда и пошло название *артезианские скважины*.

Одним из первых изображений скважины считают рисунок итальянца Джиованни Фонтана в его «Книге приборов для ведения войны» (1420 г.). Спустя 10 лет в Италии был опубликован первый в Европе чертеж бурового вращательного устройства для сооружения колодцев. В нижней части подобное устройство оборудовалось буровой фрезой, которую вращали вручную за крестовину.

Леонардо да Винчи предложил также легкий станок для ручного бурения. Одной рукояткой станка осуществлялось бурение, а другой – извлечение снаряда из скважины.

Буровые установки Леонардо да Винчи широко использовались для бурения многочисленных скважин на воду во Франции. В 1590 г. Бернардом Паллисси было предложено, помимо сооружения отверстия (скважины) в земле, отбирать пробы грунта (керн) для изучения его свойств.

В России в IX в. добывали растворы поваренной соли в районе г. Древняя Русса и в г. Соликамске. Здесь соляные скважины имели глубину до 150 м (при их диаметре до 3 м). В конце XIX в. стенки подобных скважин начали укреплять стальными трубами, которые гнули из листового железа.

В дальнейшем буровые установки стали оснащать буровым долотом, в результате чего скважины имели меньший диаметр. В результате эти трубы также уменьшались в диаметре и их стали

именовать обсадными. Со временем была усовершенствована технология изготовления обсадных труб: вместо клепанных они стали цельнотянутыми и с резьбой на концах для соединения между собой.

Первая промышленная нефтяная скважина в США была пробурена в 1859 г. (в районе г. Тайтесвилл, штат Пенсильвания).

В России первая нефтяная скважина была пробурена в 1864 г. на Кубани на берегу р. Кудако. Количество пробуренных скважин на нефтяных промыслах в конце XIX в. довольно быстро росло. Так, в Баку в 1873 г. их было всего 17, а в 1901 г. – стало уже 1740. Сразу существенно возросла глубина нефтяных скважин. Если в 1872 г. она составляла 55-65 м, то к концу XIX в. – уже 425-530 м.

В 1897 г. в Тихом океане в районе о. Сомерленд (шт. Калифорния, США) в первый раз был осуществлен процесс бурения на море (акватории). В России первая морская скважина была пробурена в 1925 г. в бухте Ильича (около г. Баку) на искусственно сделанном островке. В 1934 г. на о. Артема в Каспийском море было осуществлено кустовое бурение, при котором некоторое количество скважин бурилось с общей площадки. Впоследствии этот способ стал широко использоваться при бурении в условиях ограниченного места.

В 1899 г. в России был запатентован процесс и механизм электробурения, представляющий собой электродвигатель, объединенный с долотом и подвешенный на канате. Инновационная конструкция электробура была изобретена в 1938 г. русскими инженерами. В 1940 г. электробуром была пробурена первая промышленная скважина.

Впоследствии электробурение стало использоваться на нефтепромыслах Туркмении. В ФРГ был выдан ряд патентов на электробуры и подачу электротока к ним. Так, к примеру, был выдан патент на приспособление для глубокого вращательного бурения, подвешенное на канате и приводимое в действие посредством электричества.

## **1.2. Состояние нефтегазового комплекса РФ**

В период с начала 90-х гг. XX в. (в связи с негативными явлениями в экономике России) износ основных фондов в нацио-

нальном нефтегазовом комплексе достиг чрезвычайно высоких пределов [2]. Так, значительная часть основных фондов в тот период находилась на грани физического выбытия. Особенно была высока степень износа машин и оборудования, что иллюстрируют данные Госкомстата России, приведенные в табл. 1.1 и 1.2. При этом с начала 90-гг. XX в., объемы производства различного специального оборудования (необходимого для нефтегазового комплекса) неуклонно снижались, и только с 1999 г. благоприятная конъюнктура мирового рынка позволила российским машиностроительным предприятиям перейти к наращиванию объемов его производства [2].

*Таблица 1.1*

**Степень износа машин и оборудования на предприятиях нефтегазовой промышленности (на начало года,%) [2]**

| Объект                               | Годы |      |      |      |      |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                      | 1993 | 1995 | 1998 | 1999 | 2000 |
| Нефтедобывающая промышленность       | 44,7 | 51,5 | 56,5 | 56,5 | 53,2 |
| Нефтеперерабатывающая промышленность | 74,0 | 79,5 | 72,9 | 70,9 | 67,5 |
| Газовая промышленность               | 65,1 | 66,6 | 66,7 | 66,5 | 38,2 |

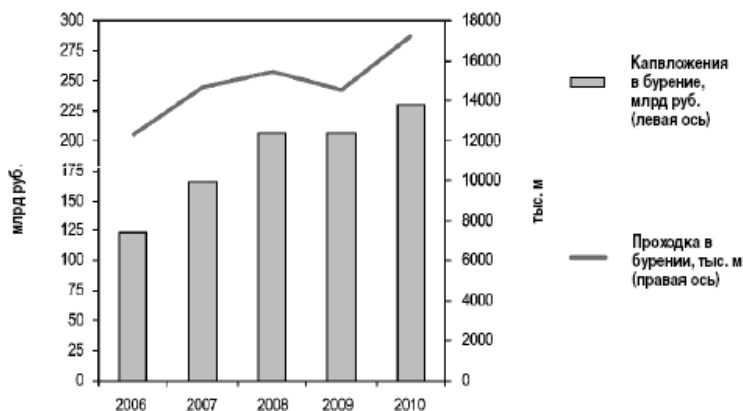
*Таблица 1.2*

**Доля полностью изношенных машин и оборудования на предприятиях нефтегазовой промышленности (на начало года,%) [2]**

| Объект                               | Годы |      |      |      |      |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                      | 1994 | 1995 | 1998 | 1999 | 2000 |
| Нефтедобывающая промышленность       | 8,2  | 18,6 | 21,8 | 26,5 | 21,1 |
| Нефтеперерабатывающая промышленность | 32,8 | 58,4 | 53,9 | 50,7 | 49,8 |
| Газовая промышленность               | 25,6 | 40,0 | 30,2 | 31,8 | 18,1 |

В первые 10 лет XX в. в России наблюдался непрерывный рост объемов капитальных вложений в бурение нефтяных и газовых скважин, соответственно росли и объемы проходки (за исключением кризисного 2009 г.): 2007 г. – 14,63 млн м, 2008 г. –

15,45 млн м (прирост 5,6%), 2009 г. – 14,55 млн м (снижение на 5,8%), 2010 г. – 17,23 млн м (прирост 18,4%) [23]. При этом капитальные вложения в бурение постоянно росли даже во время кризиса (рис. 1.1). В частности, за три квартала 2011 г. практически все буровые компании, работающие в России, увеличили свои объемы бурения скважин на 5–15% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года [23]. По итогам 2011 г. прирост проходки скважин в целом по отрасли был более чем на 10% выше 2010 г. и составил около 19 млн м.



**Рис. 1.1. Капитальные вложения в бурение РФ**

Анализ работы предприятий нефтяного машиностроения РФ за 2000 г. показывает, что по нефтепромысловому и буровому оборудованию рост составил 294%, а по нефтегазоперерабатывающему оборудованию – 125% [2].

Значительно вырос выпуск установок глубокого бурения: основные российские изготовители ОАО «Уралмаш» и ОАО «Волгоградский завод буровой техники» имели заказы на несколько лет вперед.

Существенную роль в производстве специального оборудования для топливно-энергетического комплекса играют предприятия оборонного комплекса. Так, их доля в общем объеме выпуска специального оборудования для ТЭК в Российской Федерации

составляет 47,5% [2]. Объемы производимого специального оборудования для ТЭК предприятиями агентств оборонной промышленности приведены в табл. 1.3.

*Таблица 1.3*

**Объемы производства специального оборудования для ТЭК  
на предприятиях ВПК в 2000 г. (млн руб.) [2]**

| Агентство       | 2000 г. (в фактических ценах) | 1999 г. (в сопоставимых ценах) | Темп к 2000 г., % |
|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| РАВ             | 1752,0                        | 1342,5                         | 130,5             |
| РАСУ            | 117,43                        | 74,96                          | 156,66            |
| Росавиакосмос   | 2705,83                       | 2334,44                        | 115,91            |
| Росбоеприпасы   | 1116,48                       | 375,57                         | 297,28            |
| Россудостроение | 411,70                        | 207,4                          | 198,51            |
| Итого:          | 6103,4                        | 4335,3                         | 140,8             |

Как видно из данных табл. 1.3, в 2000 г. объем производства специального оборудования для ТЭК в оборонно-промышленном комплексе был равен 6103,4 млн руб., что составляло 140,8% от уровня аналогичного производства в 1999 г. [2].

### **1.3. Государственные программы развития производства специального оборудования для нефтегазового комплекса**

Работы по созданию специального оборудования для нефтегазового комплекса по линии Минэнерго России осуществляются в соответствии с двумя действующими подпрограммами – Федеральной целевой программой «Топливо и энергия» (подпрограмма «Межотраслевые проблемы машиностроения для ТЭК») и межрегиональной подпрограммой «СибВПКнефтегаз» [2].

Минпромнауки России является заказчиком трех государственных федеральных целевых программ «Реструктуризация и конверсия оборонного комплекса», «Национальная технологическая база» и «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» [2].

С 2002 г. началось выполнение новой Федеральной целевой программы «Реформирование и развитие оборонно-промышленного комплекса на период до 2010 года» [2].

Кроме того, Правительством Российской Федерации были приняты «Основные положения энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2020 года».

В целях реализации основных мероприятий принятой Стратегией был подготовлен Проект Федеральной целевой программы «Энергоэффективная экономика» на 2002-2005 гг. и на период до 2010 г., в котором была предусмотрена разработка и производство импортозамещающего нефтегазового специального оборудования [2]. Всего в рамках этой Программы было запланировано направить около 18 млрд руб. на создание новых видов специального оборудования и других видов продукции для нефтегазовой промышленности.

По инициативе Российского агентства по судостроению была разработана новая межведомственная «Комплексная программа научно-технического сотрудничества на 2002-2010 годы по созданию и серийному производству нового специального поколения судов надводного и подводного технических флотов, технологического оборудования и систем приборной техники для разведки и промышленного освоения месторождений углеводородного сырья» [2].

Кроме того, существует целый ряд региональных программ развития буровой промышленности, которые также предусматривают создание нового специального оборудования для наиболее платежеспособного заказчика – нефтегазового комплекса [2].

Однако планируемые министерствами, ведомствами и регионами целевые программы по разработке и серийному производству новых видов нефтегазового оборудования еще пока довольно слабо увязаны друг с другом [2]. Причем их подготовке зачастую не предшествует необходимая детальная проработка прогнозной потребности современного российского рынка в таком специализированном оборудовании, не анализируются перспективные планы проектных институтов и заводов-изготовителей, также не всегда известна стратегия технического перевооружения отдельных нефтегазовых компаний. Ни нефтяные компании, ни ОАО «Газпром» такие материалы обычно не предоставляют, поэтому институтам, заводам и даже министерствам получить их довольно сложно.



Отсутствие серьезного (научного) анализа имеющихся потребностей нефтегазового комплекса в специализированном оборудовании уже привело к тому, что к производству однотипной продукции (станки-качалки, фонтанная арматура и пр.) приступили сразу несколько оборонных предприятий. Например, созданные в процессе конверсии мощности по производству станков-качалок используются всего лишь на 40-45%. В свое время НПО «Энергомаш» (г. Химки) без должного анализа потребностей современного рынка нефтяного оборудования приступило к изготовлению устьевоего оборудования для скважин, но изготовив только опытный образец, было вынуждено свернуть это производство из-за отсутствия на него спроса [2].

Авторы целевых программ разработки нефтяного оборудования не всегда имеют полную и объективную информацию об аналогичных программах, которые уже выполняются другими предприятиями или еще находятся на стадии аванс проекта [2]. Причиной возникновения такого положения является отсутствие единого координационного центра, функции которого должно выполнять какое-либо министерство Российской Федерации.

В силу вышеизложенных причин целесообразно возложить функции Координатора работ по подготовке целевых программ в области производства нефтегазового оборудования на Управление ТЭК Минпромнауки России, которое отвечает за техническое перевооружение нефтегазового комплекса [2]. В соответствии с Приказом № 285 от 30 июля 2001 г. «О координации в Минпромнауки России работ в сфере технического перевооружения нефтегазового комплекса» функции головного подразделения по данному вопросу возлагаются на Управление ТЭК, которое (в сотрудничестве с Союзом производителей нефтегазового оборудования) должно взять на себя функции координатора целевых программ разработки и производства нового нефтегазового оборудования.

В качестве примера можно привести Постановление Правительства области от 25.12.2002 № 1452-пп «О мероприятиях по увеличению производства новых видов продукции на основе технического перевооружения предприятий машиностроительного комплекса Свердловской области на период до 2005 года» (табл. 1.4). Следует отметить, что постановление реализовано полностью.

Таблица 1.4

О мероприятиях по увеличению производства новых видов продукции на основе технического перевооружения предприятий машиностроительного комплекса Свердловской области на период до 2005 года

| № п.п.                                                                                           | Наименование проекта                                                                                                        | Наименование организации, предприятия, исполнителя             | Срок реализации проекта, год | Объемы и источники финансирования (млн руб.) |             |         | Планируемый экономический, производственный или социальный эффект                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|-------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                  |                                                                                                                             |                                                                |                              | Всего                                        | Собственные | Заемные |                                                                                                                |
| Раздел 1. Машины и оборудование нефтепромысловое, буровое, горное, химическое и металлургическое |                                                                                                                             |                                                                |                              |                                              |             |         |                                                                                                                |
| 1                                                                                                | Разработка цифровых систем управления приводами (постоянного и переменного тока) буровых установок                          | ОАО «Уралмашзавод»                                             | 2005 г.                      | 60,0                                         | 15,0        | 45,0    | Увеличение объема и эффективности производства, повышение качества                                             |
| 2                                                                                                | Разработка и освоение производства бурового станка СКБ-4100 для бурения твердых ископаемых                                  | ЗАО «Машиностроительный завод им. Воровского», г. Екатеринбург | 2003 г.                      | 4,5                                          | 4,5         | 0       | Увеличение объема производства на 3-5% в год                                                                   |
| 3                                                                                                | Разработка и освоение производства буровых установок для геофизического и структурно-поискового бурения (УРБ-2ДЗ и УРБ-2НТ) |                                                                | 2003 г.                      | 5,5                                          | 5,5         | 0       | Увеличение объема производства на 5% в год                                                                     |
| 4                                                                                                | Разработка и освоение бурильной машины шнекового бурения БМ-811                                                             | ОАО «Завод «Стройдормаш», г. Алапаевск                         | 2003 г.                      | 3,0                                          | 3,0         | 0       | Освоение новой продукции, расширение рынков сбыта, увеличение объема производства на 7-8% и увеличение прибыли |
| 5                                                                                                | Разработка и освоение производства буровых коронок для буровых станков режущего типа диаметром 125-200 мм                   | ОАО «Карпинский машиностроительный завод»                      | 2003 г.                      | 0,4                                          | 0,4         | 0       |                                                                                                                |

В процессе подготовки целевых программ по разработке и производству нового оборудования необходимо рассматривать планы развития каждой отдельной нефтегазовой компании. В настоящее время отсутствует механизм получения информации из нефтяных компаний и ОАО «Газпром» [2]. Кроме того, необходимо получать достоверную и полную информацию по ожидаемому импорту всех основных видов нефтегазового оборудования.

От решения данной проблемы зависит гармоничное развитие российской буровой подотрасли, а также рациональная загрузка конверсионных предприятий и планомерное решение вопросов импортозамещения.

#### **1.4. Пути консолидации предприятий, занятых разработкой и изготовлением оборудования для нефтегазового комплекса**

Предприятия, занятые разработкой и производством специального оборудования для нефтегазового комплекса, имеют различную ведомственную принадлежность, масштабы и форму собственности [2].

Например, предприятия оборонного комплекса входили в состав Минпромнауки России и Минатома России, а также 5-ти агентств оборонной промышленности: РАВ, Росавиакосмос, РАСУ, Росбоеприпасы и Россудостроение [2]. Кроме того, часть предприятий гражданского машиностроения и металлургии входила в состав Минпромнауки России. Структуры, занятые сертификацией специального оборудования для нефтегазового комплекса, курирует Госстандарт России.

Консолидация в рамках какой-то единой структуры таких разнородных предприятий является весьма сложной задачей. Вместе с тем, такой процесс уже начался в подотраслях нефтегазового машиностроения. В частности, наиболее крупной структурой, занимающейся производством бурового оборудования, является ОАО «Объединенные машиностроительные заводы» [2]. В состав его промышленной группы входят не только российские, но и румынские производители бурового оборудования. Также важно, что в эту промышленную группу входит и основной российский раз-

работчик бурового оборудования – Всероссийский научно-исследовательский институт буровой техники (ВНИИБТ).

Консолидацию всех этих производителей (как государственных, так и коммерческих, а также структур смешанного типа собственности, предприятий, имеющих различную ведомственную принадлежность, несопоставимые масштабы деятельности, но, тем не менее, обладающих общими интересами на нефтегазовом рынке) в рамках действующего законодательства наиболее оптимально осуществлять в форме некоммерческих объединений (союзов и ассоциаций) [2].

Значительная разрозненность действующих на рынке производителей нефтегазового оборудования наиболее ярко демонстрирует необходимость таких некоммерческих организаций. Во всех индустриально развитых странах подобные отраслевые союзы имеют довольно большой вес в обществе и играют весьма важную роль в национальной экономике [2].

Например, в Германии Союз немецких машиностроителей объединяет свыше 3000 предприятий, которые в свою очередь сгруппированы в более мелкие подотраслевые структуры [2].

Во Франции отраслевые объединения различных предприятий активно поддерживаются государством, так как правительство этой страны считает, что общественные союзы представляют наиболее эффективную форму взаимодействия властей с предпринимателями страны [2].

Несмотря на то, что Япония имеет довольно мощное министерство промышленности, практически все фирмы этой страны объединены в соответствующие корпоративные ассоциации и союзы [2]. Именно с их помощью японское министерство промышленности проводит свою промышленную политику и расширяет экспансию на специализированных мировых рынках.

В США активно действует Американская ассоциация производителей нефтяного оборудования – PESO, в которую входят все действующие крупные компании: Baker Hughes Inc., Dresser Industries и другие [2].

Правительства большинства развитых стран сверяют свои решения с подобными промышленными союзами, которые координируют ценовую и экспортно-импортную политику государства с интересами своих предприятий [2]. Известно, что такие крупные

компаний, как Амосо, Сопосо и Техасо, взаимодействуют с российскими правительственными и думскими структурами через Нефтяной совещательный форум.

В России наиболее крупным некоммерческим объединением предприятий, занятых техническим перевооружением нефтегазового комплекса, является Союз производителей нефтегазового оборудования [2]. В состав данного объединения уже вошло свыше 120 крупных машиностроительных и конверсионных предприятий, а также основные отраслевые НИИ и КБ. Членами этого Союза являются и некоторые нефтяные компании – в состав организации вошли НК «Роснефть» и АК «Татнефть».

Этот Союз имеет различные соглашения и действует в тесном контакте с Минпромнауки России, Минэкономразвития России, Минатомом России и Госстандартом России, агентствами оборонной промышленности, а также некоторыми региональными администрациями.

### **1.5. Основные проблемы создания конкурентоспособного национального нефтегазового оборудования**

За последние годы технический уровень российского нефтегазового машиностроения (особенно уровень качества производимой продукции) значительно возрос. Это связано с тем, что после распада СССР большинство специализированных предприятий остались за рубежом (республиках СНГ), и к производству нефтегазового оборудования приступили в основном предприятия ВПК, имеющие достаточно серьезную технологическую базу, высококвалифицированные кадры и жесткую технологическую дисциплину [2]. В частности, в настоящее время значительные объемы нефтегазового оборудования производят такие известные предприятия ВПК, как ГПО «Баррикады», Воронежский механический завод, Воткинский завод, Зеленодольский завод, Мотовилихинские заводы, Нижегородский машзавод, Уралвагонзавод, Уралтрансмаш, Электрохимприбор и многие другие.

При этом часть бывших оборонных предприятий практически полностью перешла на выпуск нефтепромыслового оборудования. Например, на энгельском заводе «Сигнал» (входящем в Российское авиационно-космическое агентство) доля оборудова-

ния для нефтегазового комплекса уже составляет 95% от общего объема его производства [2]. Полностью прекратил выпуск изделий оборонной тематики и завод «Ижнефтемаш», который в настоящее время является одним из лидеров российского нефтяного машиностроения.

Именно конверсионные предприятия выпускают наиболее современную и конкурентоспособную специализированную продукцию для нефтегазовой отрасли [2].

В частности, ОАО «Специальное машиностроение и металлургия» разработало и изготовило уникальный мобильный комплекс для глубокопроникающего гидравлического разрыва продуктивных пластов, который обеспечивает значительное (в 3-5 раз) увеличение добычи нефти и газа из скважин [2].

ГПО «Баррикады» производит устьевое оборудование для нефтяных и газовых скважин, которое по своим техническим параметрам, потребительским и эксплуатационным свойствам превосходит не только аналогичную российскую продукцию, но и продукцию большинства ведущих иностранных фирм – «Cameton», «Shaffer» и «FMC» [2].

ГПО «Воткинский завод» серийно изготавливает большую гамму центробежных насосов ЦНС 63...80–1000...1800 для закачки воды в продуктивный пласт [2]. Подготавливается массовое производство высокоскоростных (12 тыс. оборотов) центробежных насосов на малые объемы подач. При этом насосные агрегаты комплектуются станциями автоматического управления. Этот завод осуществляет промысловые испытания насосов ЦНС 40-14 000 и блоков силового вертлюга, которые не имеют аналогов. На этом же предприятии было организовано промышленное производство вышечного комплекса для ремонтно-бурового агрегата грузоподъемностью более 100 т.

В НК «Роснефть» (совместно с ОАО «Спецмаш») был создан целый типоразмерный ряд подъемных установок большой (80-125 т) грузоподъемности, предназначенных для ремонта и освоения нефтегазовых скважин [2]. В настоящее время проводится серьезная модернизация этих установок с целью использования их для бурения и зарезки вторых стволов. Кроме того, по заказу АО «Удмуртнефть» Сарапульский машиностроительный завод освоил выпуск широкой гаммы пакеров, а АО «Редуктор» освоило выпуск

нефтяных станков-качалок на базе нового 3-ступенчатого редуктора [2].

При этом наблюдается частое отсутствие необходимой информации о проводимых и выполненных НИОКР, в результате чего распыляются финансовые средства нефтяных компаний, не позволяя им сконцентрировать свои усилия на создании перспективных и весьма необходимых, но дорогостоящих видов нефтяного оборудования [2]. Это происходит (как отмечалось выше) из-за отсутствия единого информационного центра, обратившись в который потенциальные инвесторы могли бы получить всю необходимую информацию. Для эффективной работы такой информационный центр должен иметь максимально полную информацию о заказанных разработках от научно-технических служб ОАО «Газпром», Роснефть и большинства действующих нефтяных компаний.

Создание некоторых новых видов специального оборудования для использования в нефтегазовой отрасли требует очень серьезных капиталовложений, поэтому для более эффективного использования финансовых ресурсов нефтяных компаний и имеющегося потенциала оборонных предприятий в интересах нефтегазового комплекса было бы целесообразно проработать механизм консолидации инвестиционных возможностей отдельных компаний [2].

Для совместного создания новых инновационных видов нефтегазового оборудования необходим специальный фонд по аккумуляции средств нефтяных компаний. Этот фонд сможет финансировать наиболее перспективные научно-исследовательские работы в интересах нефтегазового комплекса [2]. В настоящее время подавляющее большинство нефтегазовых компаний финансирует лишь стадию опытно-конструкторских работ. Вместе с тем, создание многих видов специального нефтегазового оборудования требует проведения довольно затратных и зачастую продолжительных научных исследований (НИР). Логично выделение на эти цели средств не отдельными компаниями, а совместное их финансирование.

Подобный негосударственный Фонд научно-технического развития нефтегазовой отрасли поможет значительно сэкономить имеющиеся средства нефтегазовых компаний, затрачиваемых на

финансирование отдельных НИОКР [2]. Одновременно этот фонд мог бы играть роль и информационного центра по сбору необходимой информации по всем НИОКР, финансируемым отдельными компаниями, что позволит исключить дублирование производимых работ.

Еще одна важная проблема, которая несколько тормозит развитие производства российского нефтегазового оборудования, – это практически полное отсутствие единой технической нормативной базы [2]. Необходимо отметить, что многие государственные стандарты уже частично или полностью устарели и нуждаются в принципиальном обновлении.

Ввиду того, что действующие стандарты зачастую не соответствуют требованиям современных технологий, нефтегазовые компании вынуждены создавать собственные стандарты и руководящие документы (СТП, РД). Часто они не известны другим аналогичным предприятиям и недостаточно скоординированы друг с другом, что негативно сказывается на производстве и качестве специального оборудования [2].

Так, несовершенная нормативная база является основной причиной того, что заводы зачастую изготавливают устаревшее нефтегазовое оборудование, не соответствующее современным технологиям нефтегазовой отрасли (не говоря уже об имеющихся международных технических требованиях) [2]. В итоге произведенное специальное оборудование зачастую не имеет рынка сбыта, а кроме того, попусту теряется время на его изготовление, распыляются ограниченные материальные и финансовые ресурсы российских нефтегазовых предприятий.

В последнее время усилиями Госстандарта России и подведомственных ему НИИ активизировались работы в области совершенствования нормирования (в том числе нефтегазовой отрасли) [2]. В результате был разработан ряд новых, гармонизированных с международными стандартами ISO и спецификациями американского нефтяного института API, государственных стандартов на производимое нефтегазовое оборудование. В частности, на следующее оборудование: нефтепромысловое добычное устьевое (ГОСТ Р 51365), замки приварные (ГОСТ 27834), приводы штанговых скважинных насосов (ГОСТ Р 51763), резьбу коническую



для элементов бурильных колонн (ГОСТ 28487), штанги насосные (ГОСТ 13877) и другие.

Кроме того, институтом ВНИИНМАШ разработана и в 2001 г. Коллегией Госстандарта России была утверждена «Программа государственной стандартизации важнейших видов продукции машиностроения на период до 2005 г.» [2].

Широкая реализация этой Программы позволила создать современную конкурентную нормативную базу, отвечающую перспективным требованиям мирового рынка нефтегазового оборудования [2].

Наряду с этим на научно-технической базе Госстандарта России, Госгортехнадзора России и ВНИИНМАШ в 1999 г. была создана и успешно функционирует «Система обязательной сертификации нефтегазопромышленного оборудования». Участниками этой системы являются около 30 специальных НИИ и КБ, деятельность которых в области сертификации оборудования на соответствие требованиям безопасности получила заслуженное признание как в России, так и за рубежом [2].

В целях дальнейшего развития и совершенствования системы существующей сертификации и приведения её в соответствие с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (№ 116-ФЗ) Госстандартом России и Госгортехнадзором России в 2001 г. был разработан и утвержден «Перечень технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах и подлежащих сертификации» [2].

В настоящее время обязательной сертификации подлежит около 75% специализированного нефтегазового оборудования [2]. Необходимо отметить, что введение обязательной сертификации позволило существенно снизить имеющийся уровень травматизма на предприятиях нефтегазового комплекса.

Стандарты создаются в интересах нефтегазовой промышленности, поэтому западные нефтяные компании принимают активное участие в работе технических комитетов ISO/TC 67 и CEN/TC 12 [2]. Так, по данным Французской ассоциации норм и стандартов (AFNOR), при использовании хорошей нормативной документации экономия средств может достичь для нефтяников сумм порядка 1 млрд долл. США в год. В этой связи необходимо

усилить роль российских нефтяных компаний в работе по созданию и внедрению современных стандартов.

Фонд научно-технического развития нефтегазовой отрасли РФ помог бы решить и эту проблему, участвуя в финансировании разработки необходимых специальных стандартов, поддержав деятельность Госстандарта России в области гармонизации национальных стандартов [2]. Этот фонд сможет организовать работу отраслевых институтов по созданию единой общероссийской нормативной базы и переиздать гармонизированные нормативно-технические документы. Кроме того, Фонд научно-технического развития нефтегазовой отрасли РФ будет способен финансировать эти приоритетные направления (в том числе работу специалистов таких институтов, как ВНИИНМАШ, ВНИИБТ, ИПТЭР, Технонефтегаз, ЦКБарматуростроения и других).

По мнению многих российских нефтяных компаний, одним из возможных путей по ускорению производства высококонкурентоспособной специальной техники для нефтегазового комплекса является закупка необходимых лицензий на изготовление нефтегазового оборудования за рубежом и оснащение российских предприятий новым станочным оборудованием (с учетом требований приобретаемых технологий) [2].

Такой подход позволяет исключить нерациональные затраты времени и средств на НИОКР, а также сократить период освоения новой техники и существенно повысить технологическую культуру персонала [2]. Закупка необходимых лицензий также может проводиться за счет единого фонда.

Необходимо отметить, что создание конкурентоспособного нефтегазового оборудования невозможно без тесной работы нефтяных компаний и заводов с научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями [2].

За последние годы к разработке нового и совершенствованию выпускаемого оборудования для нефтяников и газовиков приступили НИИ и КБ оборонного комплекса. Так, ВНИИТФА, ВНИТИ, НИКИМТ, НИКИЭТ, ПНИТИ, УралНИТИ и другие оборонные институты в настоящее время заняты совершенствованием специализированного оборудования для нефтегазового комплекса [2].

Активизировались и традиционные разработчики отраслевого оборудования, такие как НПО «Буровая техника», ОАО

«ВНИИТНЕФТЬ», ОАО «ЗапСибНИИнефтемаш», ФГУП «ИПТЭР», СПКТБ «Нефтегазмаш», ОАО «ТатНИИнефтемаш» и другие [2]. Большая работа проводится ведущими технологическими институтами ВНИИГАЗ и ВНИИНЕФТЬ, а также структурами, созданными на базе Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина.

Здесь необходимо отметить также большую работу, проводимую организациями Минатома России, который вносит значительный вклад в повышение технического уровня российского оборудования [2]. В частности, на базе НИКИЭТ регулярно проводятся ежегодные семинары «Прочность и надежность оборудования для нефтегазового комплекса», а на базе ВНИИТФА – семинар «Аналитика, диагностика и средства автоматизации для нефтегазового комплекса».

#### **1.6. Основные перспективные задачи производителей специального оборудования для нефтегазового комплекса**

Парламентские слушания «О состоянии производства отечественного оборудования для нефтегазового комплекса», проведенные в 1998 г. Комитетом по промышленности, строительству, транспорту и энергетике Государственной Думы РФ, впервые со всей остротой высветили существующие проблемы производителей нефтегазового оборудования, которые возникли после распада СССР [2].

В 1998 г. состояние многих российских предприятий нефтегазового машиностроения было критическим. В условиях отсутствия платежеспособного спроса на производимую продукцию многие специализированные заводы практически простаивали [2]. Из-за отсутствия денег господствовали зачетные и бартерные схемы расчетов за производимое и поставляемое специальное нефтегазовое оборудование.

Проведенные парламентские слушания были первым серьезным специализированным форумом, благодаря которому органы государственной власти РФ получили цельную картину о положении дел на предприятиях, работающих в интересах технического перевооружения самой доходной отрасли национальной экономики [2].

По инициативе участников слушаний в тот очень непростой период и был организован Союз производителей нефтегазового оборудования, который объединил российские предприятия, занятые разработкой и производством необходимой отраслевой продукции [2].

В дальнейшем сложилась принципиально иная ситуация – российские производители нефтегазового оборудования добились достаточно устойчивого финансового положения. В частности, некоторые заводы обеспечены заказами на оборудование уже на год вперед, а часто работают на условиях предоплаты, и могут позволить наметить и дальние перспективы.

Однако, чтобы закрепить этот успех, российским предприятиям необходимо решить несколько ключевых проблем [2].

***Первая и основная задача*** стоит перед всем российским машиностроением – техническое перевооружение и модернизация имеющихся основных фондов [2]. Это обусловлено тем, что степень износа оборудования в машиностроительной отрасли уже достигла 72%. Причем эта цифра ежегодно увеличивается на 1,5-2%. Так, удельный вес машин и оборудования с возрастом более 20 лет возрос с 15% в 1990 г. до 30% в 2000 г. Одновременно доля нового оборудования со сроком эксплуатации менее 5 лет уменьшилась с 30 до 5%. При таком состоянии производственной базы страны невозможно повысить технический уровень российской продукции и достичь ее даже относительной конкурентоспособности на мировом рынке.

Для решения этой важнейшей задачи на базе ФГУП «Станкоимпорт» в 2001 г. была создана «Рабочая группа по вопросам модернизации предприятий, занятых производством оборудования для нефтегазового комплекса» [2]. Этой группой уже получено и продолжает поступать множество инвестиционных проектов от различных машиностроительных, металлургических и конверсионных предприятий.

Госкомпания «Станкоимпорт» имеет довольно развитые связи с российскими и иностранными изготовителями станочного оборудования и способна обеспечить модернизацию машиностроительных предприятий на достаточно льготных условиях (в том числе с использованием привлекаемых кредитов и мер государственной поддержки) [2].

**Вторая важнейшая проблема** для предприятий, занятых производством нефтегазового оборудования, – кадровая [2]. Это характерно практически для всех промышленных предприятий, но у производителей нефтегазового оборудования, находящихся в настоящее время на подъеме, указанная проблема имеет некоторые особенности.

В частности, на некоторых заводах сложилась ситуация, когда имеются большие заказы от нефтяных компаний, но выполнить их невозможно – нет квалифицированных кадров. Это обусловлено тем, что за несколько кризисных лет очень многие инженерные и рабочие кадры были практически полностью утеряны [2]. Поэтому не только государство, но и сами заводы должны вкладывать имеющиеся средства в укрепление базы механических факультетов ведущих нефтяных ВУЗов (Москва – РУДН, Тюмень, Уфа и пр.) России, а также способствовать восстановлению системы профессионально-технического образования для подготовки квалифицированных инженерных и рабочих кадров.

Ряд российских машиностроительных предприятий уже направляет на обучение и финансирует подготовку необходимых им специалистов [2].

**Третья важнейшая задача** сегодня – продвижение нефтегазового оборудования российского производства на зарубежные рынки и, в первую очередь, в страны, ранее активно приобретавшие советское оборудование: Вьетнам, Индию, Ирак, Ливию, Сирию и другие [2]. При этом необходимо отметить, что за последние несколько лет Россия начала терять даже рынки ближнего зарубежья: Туркменистан, Казахстан и Азербайджан.

Планомерная работа по созданию комплексной системы продвижения российского оборудования для нефтегазового комплекса на зарубежные рынки проводится государственными внешнеэкономическими объединениями «Машиноимпорт» и «Станкоимпорт» [2].

В этом отношении необходимо повысить сложившуюся роль торговых представительств и отраслевых союзов в развитии импорта-экспорта нефтегазового оборудования [2]. В частности, очень актуален вопрос своевременного информирования заинтересованных российских предприятий о потребности иностранных нефтегазовых компаний в специальном оборудовании. Коммерче-

ские структуры не способны выполнить такую задачу – они действуют, прежде всего, в собственных интересах. А имеющиеся министерства и ведомства не обладают необходимой гибкостью и оперативностью. Поэтому необходимо создать систему, при которой торговое представительство (Торговая палата РФ) станет передавать информацию соответствующему общественному союзу, который, зная ситуацию в приоритетной отрасли, способен оперативно ее довести до заинтересованных предприятий.

Также необходима работа российских отраслевых союзов со своими зарубежными аналогами [2]. Например, Союз производителей нефтегазового оборудования России уже заключил соответствующее соглашение с аналогичной иранской ассоциацией, по которому он будет своевременно получать необходимую информацию о тендерах, проводимых в интересах технического перевооружения нефтяной промышленности Ирана.

Для успешного продвижения специализированной продукции на внутренний и внешние рынки необходимо существенно интенсифицировать работу нефтегазовых предприятий по подготовке и сертификации систем качества [2]. Так, по обобщенным экспертным оценкам, системы качества дают экономию в 30-40% от затрат на производство и тем самым позволяют эффективно использовать ценовой фактор для достижения высокой конкурентоспособности производимой продукции.

В настоящее время только 2-3% предприятий (специализирующихся на выпуске оборудования для нефтегазового комплекса РФ) имеют сертифицированные системы качества промышленного производства [2]. Это довольно негативно сказывается на внешнеэкономической деятельности нефтегазовых предприятий РФ.

Конъюнктурный анализ мирового рынка показывает, что отсутствие у нефтегазового производителя или поставщика должных систем качества, сертифицированных по стандартам ISO серии 9000, QS 1 (API) или основанных на принципах всеобщего управления качеством (TQM), неизбежно приводит к снижению объемов экспортных продаж. Являясь признанным рыночным инструментом, сертификат системы качества выступает на мировом рынке нефтегазового оборудования одним из важнейших условий участия в тендерах на поставку специализированного оборудования.

Еще одной *важной задачей* для российских производителей нефтегазового оборудования является создание совместных предприятий с ведущими иностранными компаниями [2]. Организация совместных предприятий на базе российских машиностроительных заводов по выпуску современного конкурентоспособного оборудования успешно происходит в автомобилестроении и ряде других подотраслей машиностроения.

Однако в российском нефтегазовом машиностроении (характеризуемым весьма платежеспособным спросом на выпускаемую продукцию) этот процесс идет все еще недостаточно быстро. Вместе с тем для деятельности иностранных инвесторов здесь имеются выгодные позиции, и этому уже есть положительные примеры [2].

Так, в 1996 г. с Воткинским заводом, ОАО «Удмуртнефть» и ведущими зарубежными фирмами уже созданы 4 совместных предприятия по изготовлению, ремонту и обслуживанию нефтегазового оборудования [2]. Кроме того, с американской компанией DPI было создано предприятие по изготовлению алмазных долот. Результаты испытаний, которых показали, что проходка на одно долото составляет более 15 000 м против 70-80 м проходки серийных долот, ранее выпускаемых в России. Следует также отметить высокую эффективность новых забойных двигателей, внедренных совместным предприятием, наработка которых составляет 140-170 ч против 45-70 ч у традиционных российских двигателей.

АНК «Башнефть» и ОАО «Мотовилихинские заводы» в 1996 г. создали совместное предприятие «БелКам» по производству глубинно-насосных штанг по австрийской технологии [2]. В 2001 г. это совместное предприятие освоило аналог американской установки бестраншейной прокладки нефтепроводов.

*Важнейшей задачей* для всех российских производителей нефтегазового оборудования является необходимость налаживания такой системы продаж специального оборудования, которая предусматривала бы поставку, монтаж, пуско-наладку, гарантийный и послегарантийный ремонт и дальнейшее сервисное техническое обслуживание [2]. Отсутствие необходимого сервисного обслуживания часто вынуждает российские нефтяные компании прибегать к импортным поставкам.

Наиболее успешно упомянутая проблема решается в рамках Торгового дома «Воткинский завод», которому удалось создать образцовую систему работы с потребителями. При возникновении возможных проблем с оборудованием к нефтяникам оперативно для устранения проблемы выезжает группа специалистов [2]. Во многих нефтедобывающих регионах уже создается подобная система представительств Торгового дома «Воткинский завод».

Характерной особенностью развития рынка буровых услуг в последние годы является выделение из состава ВИНГК сервисных (в том числе – буровых) подразделений [23]. Таким путем пошло большинство компаний: ЛУКОЙЛ, «ЮКОС», «ТНК-ВР», «Газпром нефть», «Славнефть», Газпром и т.д.

В свою очередь рынок бурового оборудования непосредственно связан с рынком буровых услуг [23]. Именно буровые подрядчики (независимые или входящие в состав нефтегазодобывающих компаний) являются владельцами действующих и заказчиками новых буровых установок. Потребность буровых подрядчиков в буровых установках определяется требуемыми объемами бурения со стороны недропользователей и зависит от инвестиционных программ последних, требований государственных органов к разработке новых месторождений нефти и газа и необходимости обновления собственного парка буровых установок.

К основным причинам приобретения новых установок буровыми компаниями следует отнести [23]:

- динамичное развитие компании (выражающееся в увеличении парка буровых установок и количества буровых бригад);
- обновление парка действующих буровых установок;
- участие в новых проектах – разбуривание перспективных нефтяных и газовых месторождений (в первую очередь стратегических) с использованием новых буровых установок.

Вступив в XXI век, уровень автоматизации, оцифровки, интеллектуализации и информатизации буровой установки быстро развивается. Буровые установки имеют выраженную тенденцию обладать электроприводом преобразования частоты переменного тока и регулирования скорости (АС-GTO-АС). По мере стреми-



тельного развития технологий преобразования частоты переменного тока, в буровых установках с электроприводом преобразования частоты переменного тока, возможно, заменят тиристор постоянного тока, данная приводная система обладает несравненным превосходством и станет заменой наземной и оффшорной буровой установки.

В будущем развитие буровых установках характеризуется:

1) быстрым развитием буровых установок специального значения (таких как пустынная буровая установка, оффшорные нефтяные платформы, установки для бурения наклонной скважины, установки для бурения маленького ствола, установки сверхглубинной бурения, колтюбинговая буровая установка и т.д.);

2) расширенным поляризованным развитием буровых установок. В частности, буровые установки со значительной глубиной бурения имеет тенденцию к крупногабаритным (1500 м, MAX12500KN) размерам, в то же время портативные буровые установки становятся все меньше и меньше (главным – мобильные буровые установки);

3) автоматизацией и интеллектуализацией управления буровых установок. Так, верхний привод и дисковый тормоз постепенно развиваются, а электрическое управление, технология гидравлического привода и надежность постепенно повышаются;

4) разработкой новых видов буровых установок. Наблюдается постоянное внедрение в производство удобного дизайна, передовой техники, автоматизации, эффективной работы и различных систем мониторинга, а также модульное устройство в целях повышения эффективности бурения и значительного сокращения затрат на бурение.

## 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БУРОВЫХ УСТАНОВКАХ

---

### 2.1. Назначение, составные части, основные технологические операции буровых установок

Буровая установка – это комплекс буровых машин, специализированных механизмов и оборудования, смонтированный на точке бурения и обеспечивающий посредством бурового инструмента самостоятельное выполнение технологических операций по проходке скважин различного назначения.

Составные части буровой установки [53]:

- буровое оборудование (талевого механизм, насосы, лебедка, вертлюг, ротор, привод, топливомаслоустановка, дизель-электрические станции и пневмосистема);
- буровые сооружения (вышка, основания и сборно-разборные каркасно-панельные укрытия);
- оборудование для механизации трудоемких работ (регулятор подачи долота, механизмы для автоматизации спускоподъемных операций, пневматический клиновой захват для труб, автоматический буровой ключ, вспомогательная лебедка, пневмораскрепитель, краны для ремонтных работ, пульт контроля процессов бурения и посты управления);
- оборудование для приготовления, очистки и регенерации промывочного раствора (блок приготовления, вибросита, песко- и глиноотделители, подпорные насосы, емкости для химических реагентов, воды и промывочного раствора);
- манифольд (нагнетательная линия в блочном исполнении, дроссельно-запорные устройства и буровой рукав);
- устройства для обогрева блоков буровой установки (теплогенераторы, отопительные радиаторы и коммуникации для разводки теплоносителя).

Буровые установки предназначены для бурения эксплуатационных и глубоких разведочных скважин вращательным способом.

Основные операции технологии вращательного бурения [53]:

- ✓ вращение и продольная подача породоразрушающего инструмента по мере углубления скважины;
- ✓ промывка скважины и вынос разрушенной породы на дневную поверхность;
- ✓ наращивание бурильной колонны по мере углубления скважины;
- ✓ подъем и спуск в скважину бурильной колонны для смены породоразрушающего инструмента и забойного двигателя;
- ✓ приготовление, обработка и очистка промывочного раствора;
- ✓ спуск обсадных колонн для крепления скважины.

Для выполнения этих и других операций, а также аварийных работ требуются различные по функциональным назначениям специализированные машины, механизмы и оборудование.

Набор необходимых для бурения скважин машин, механизмов и оборудования, которые на изготавливающем их предприятии не соединяются, но имеют взаимосвязанные эксплуатационные функции и технические параметры, называется буровым комплексом.

## **2.2. Буровые установки и сооружения**

Современные буровые установки включают в себя: системы энергоснабжения, спускоподъемные системы, системы пневмо- и электроуправления, измерительные приборы и аппараты, системы контроля, циркуляционные системы, системы питания, гидравлические системы, устьевые инструменты и т.д. Необходимо отметить, что в настоящее время технология автоматического управления все чаще используется в буровых установках.

Процесс бурения скважин сопровождается подъемом и спуском бурильной колонны в скважину, а также поддержанием ее на весу. Масса инструмента (с которой приходится при этом оперировать) достигает многих сотен килоньютонов.

В целях уменьшения нагрузки на канат и снижения установочной мощности двигателей применяют подъемное оборудование, состоящее из вышки, буровой лебедки и талевой системы.

Талевая система, в свою очередь, состоит из неподвижной части – кронблока (неподвижные блоки полиспаста), устанавливаемого наверху фонаря вышки, и подвижной части – талевого блока (подвижного блока полиспаста), талевого каната, крюка и штропов. Неотъемлемой частью любой буровой установки является подъемное оборудование независимо от способа бурения.

Буровая вышка предназначена для спуска и подъема обсадных труб и бурильной колонны в скважину, удержания бурильной колонны на весу во время бурения, а также для размещения в ней бурильных труб, талевой системы и части специального оборудования, которые являются необходимыми для осуществления процесса бурения скважин. Частичное или полное разрушение механизмов является наиболее серьезной опасностью при работе на буровых вышках. Основная причина, ведущая к разрушению или падению вышек, – недостаточный контроль их состояния в процессе длительной эксплуатации. По этим причинам были внесены изменения в правила безопасности, предусматривающие обязательные периодические проверки буровых вышек (в том числе с полной разборкой и ревизией их деталей), а также испытания с нагружением вышек в собранном виде. Кроме того, буровая вышка должна подвергаться тщательному осмотру и проверке каждый раз до начала буровых работ, перед спуском обсадных колонн, освобождением прихваченной бурильной или обсадной колонны, при авариях и после сильных ветров (15 м/с для открытой местности, 21 м/с для лесной и таежной местности, а также когда вышка сооружена в котловане).

Буровые вышки мачтового типа монтируются в горизонтальном положении, а затем поднимаются в вертикальное положение при помощи специальных устройств. Транспортировка буровой вышки осуществляется в собранном виде вместе с платформой верхового рабочего в горизонтальном положении на специальном транспортном устройстве. При этом талевая система не демонтируется вместе с вышкой. При невозможности из-за условий местности транспортирования буровой вышки целиком она разбирается на отдельные секции и транспортируется частями универсальным транспортом. В практике бурения скважин кроме вышек мачтового типа продолжают использоваться вышки башенного типа, которые собираются методом сверху-вниз. Перед началом монта-

жа на вышечном основании монтируют подъёмник. После окончания сборки буровой вышки подъёмник демонтируют.

Одновременно с монтажом буровой установки и установкой вышки строят превышенные сооружения.

К ним относятся следующие сооружения:

1. Редукторный – предназначен для покрытия двигателей и передаточных механизмов лебедки. Он прикреплен к вышке со стороны её задней панели в направлении, противоположном мосткам. Размеры редукторного сарая определяются типом установки.

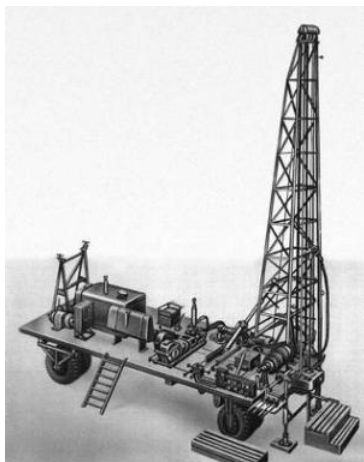
2. Насосный ангар – для размещения силового оборудования и буровых насосов. Его строят либо отдельно в стороне от буровой вышки, либо в виде пристройки сбоку фонаря вышки редукторного сарая. В зависимости от конкретных условий стены и крышу редукторного и насосного сараев обшивают досками, гофрированным железом, камышитовыми щитами, полиэтиленовой плёнкой или резиноканьями. Чтобы использовать некоторые буровые установки, требуется совмещение редукторного и насосного сараев.

3. Приемный мост – предназначен для укладки бурильных обсадных и других труб и перемещения по нему оборудования инструмента, запасных частей и материалов. Приемные мосты бывают наклонные и горизонтальные. Высота установки приемных мостов регулируется высотой установки рамы буровой вышки. Ширина приемных мостов достигает 1,5–2 м, а длина до 18 м.

4. Система устройств – для очистки промывочного раствора выбуренной породы, а также склады для сыпучих материалов и химических реагентов.

5. Ряд вспомогательных сооружений для бурения: на электроприводе – трансформаторные площадки, а на двигателях внутреннего сгорания – площадки, на которых находятся емкости для горюче-смазочных материалов и т.п.

В настоящее время все буровые установки (рис. 2.1) комплектуются приводом главных механизмов (электрический с цифровой системой плавного регулирования или дизельный с механической трансмиссией). В некоторых случаях возможна комплектация независимым приводом ротора.



**Рис. 2.1. Буровая установка**

Кинетическая основа буровой установки – спускоподъемный комплекс (СПК). СПК запускается при возникновении определенной динамической нагрузки. Эти динамические нагрузки появляются при спускоподъемных операциях вследствие действия ускорения или замедления, а также упругих колебаний, создаваемых во время переходных процессов.

В качестве источников динамических нагрузок выступают толчки и удары, возникающие при подхвате колонны труб и переходах талевого каната на последующий слой навивки. Динамической нагрузке также могут способствовать наличие зазоров и монтажных смещений в сочленениях узлов и деталей подъемного механизма и его привода.

### **2.3. Классификация буровых установок**

В целях удовлетворения различных потребностей нефтяной промышленности для бурения добычных скважин и геологоразведочных работ было разработано множество типов различных буровых установок. Для различных категорий буровые установки соответственно имеют разные названия. Так, по глубине и диаметру скважины могут быть разделены на 2 типа – большие и портативные буровые установки.

Большие установки обычно применяют для бурения нефтяных и газовых скважин (нефтегазовые разведочные скважины, развивающие скважины, нагнетательные скважины и др.), глубина которых более 1000 м, диаметр более 160 мм, и используют бурильные колонны длиной 89 мм (31/2 дюйма) по 140 мм (51/2 дюйма).

Классификацию буровых установок осуществляют по следующим признакам.

| По виду работ                                                                                                                                                                                                               | По методу бурения (рис. 2.2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ для разведочных работ;</li> <li>✓ для эксплуатационных работ;</li> <li>✓ для технических скважин.</li> </ul>                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ударного бурения;</li> <li>• ударно-вращательного бурения;</li> <li>• вращательного бурения;</li> <li>• вращательно-ударного бурения;</li> <li>• огнеструйного бурения;</li> <li>• вибрационного бурения;</li> <li>• разрядно-импульсного бурения [6].</li> </ul>                                   |
| По глубине бурения                                                                                                                                                                                                          | По вариантам дислокации и назначению (рис. 2.3)                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• сверхглубокие (<math>&gt; 6000</math> м);</li> <li>• средние глубокие (4000–5000 м);</li> <li>• глубокие (1500 – 3000 м);</li> <li>• мелкие (<math>&lt; 1500</math> м).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ наземные буровые установки;</li> <li>✓ морские буровые установки;</li> <li>✓ шельфовые буровые установки;</li> <li>✓ буровые установки в пустыне;</li> <li>✓ кустовые буровые установки;</li> <li>✓ морозостойкие буровые установки;</li> <li>✓ буровые установки со сборкой вертолетом.</li> </ul> |
| По методу перемещения (рис. 2.4)                                                                                                                                                                                            | По типу привода                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• блоковые буровые установки;</li> <li>• мобильные буровые установки;</li> <li>• прицепные буровые установки.</li> </ul>                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ электрические буровые установки;</li> <li>✓ электрогидравлические буровые установки;</li> <li>✓ дизель-электрические буровые установки;</li> <li>✓ дизельные буровые установки.</li> </ul>                                                                                                          |



4000 米撬装钻机—南阳二机

**а)**



3000 米撬装钻机—南阳二机

**б)**

**Рис. 2.2. Буровые установки разрядно-импульсного бурения:**  
**а** – 300-импульсная; **б** – 400-импульсная)



**а)**



**б)**



**в)**



**г)**



**д)**



**е)**



**ж)**

**Рис. 2.3. Буровые установки:**

*а* – традиционные наземные; *б* – морозостойкие; *в* – пустынные; *г* – шельфовые;  
*д* – со сборкой вертолетом; *е* – кустовые; *ж* – наклонные





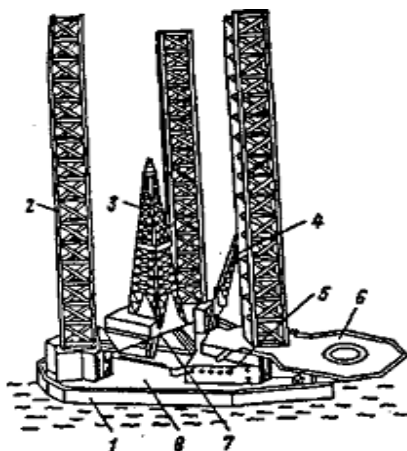
**Рис. 2.4. Буровые установки различных по методу перемещения**

## **2.4. Самоподъемная буровая платформа**

Самоподъемная буровая платформа представляет собой плавающий понтон (рис. 2.5) 1 с вырезом, над которым размещена буровая башня. Понтон имеет 3-х или 4-х либо многоугольную форму. На нем располагаются буровое и вспомогательное оснащение, высотная рубка с каютами для экипажа и рабочих и электростанция.

**Рис. 2.5. Самоподъемная буровая перрон в машинном расположении:**

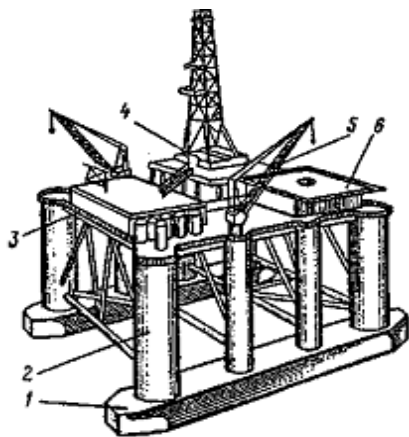
- 1 – плавающий понтон;
- 2 – подъемная защита;
- 3 – буровая вышка;
- 4 – переломный (фрагтовый) кран;
- 5 – рубка с каютами;
- 6 – вертолетная платформа;
- 7 – подвышенный портал;
- 8 – основная палуба



Сообразно углам такой платформы поставлены многометровые колонны-опоры. В точке бурения с поддержкой гидравлических домкратов опускаются колонны, достигая морского дна, опираются на почву и заглубляются в нее, а сама платформа поднимается над поверхностью воды. После бурения в одном месте платформу переводят в иное.

## 2.5. Полупогружные буровые платформы

Полупогружные буровые платформы (рис. 2.6) используют при глубинах 300-600 м, где неприменимы самоподъемные платформы. Они не опираются на морское дно, а плавают над местом бурения на больших понтонах. От серьезных перемещений такие платформы удерживаются якорями (массой 15 т и более). Железные канаты связывают их с автоматическими лебедками, ограничивающими горизонтальные смещения относительно точки бурения.



**Рис. 2.6. Полупогружная буровая платформа:**

- 1 – погружной понтон;
- 2 – стабилизационная колонна;
- 3 – высокий корпус;
- 4 – буровой аппарат;
- 5 – фрахтовой кран;
- 6 – вертолетная платформа

Недостатком полупогружных платформ является вероятность их перемещения относительно точки бурения под действием больших морских волн.

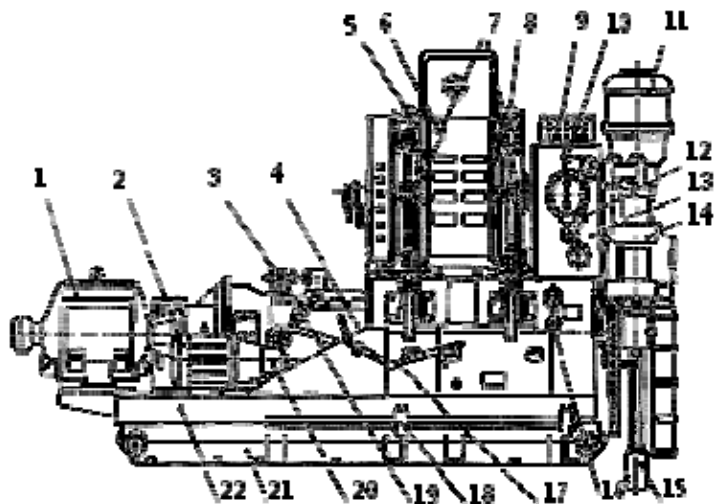
Первые полупогружные платформы были несамостоятельными и их доставляли в акваторию работ с поддержкой буксиров. Потом

такие платформы стали оборудовать гребными винтами с приводом от электромоторов суммарной мощностью 4,5 тыс. кВт.

## 2.6. Буровая установка для пустыни

Необходимо модифицировать обычную буровую установку (рис. 2.7) для перемещения в пустыне в вертикальном расположении.

Для этого они обустроены специальным фундаментом, лебедкой, особыми шинами и подвесками, винтовыми домкратами, что вполне удовлетворит все запросы для работы в пустыне.



**Рис. 2.7. Снаряд буровой установки:**

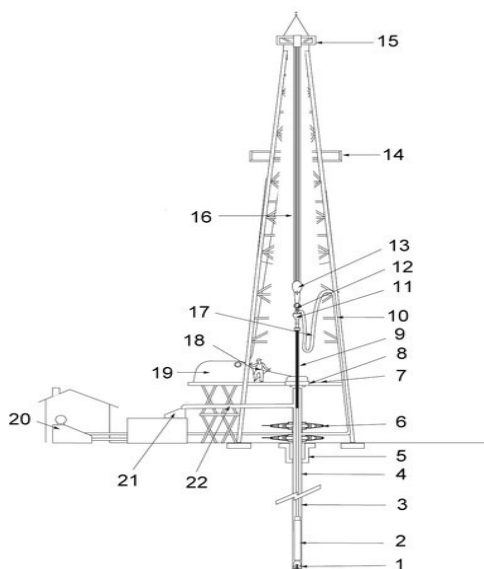
- 1 – станок; 2 – маслосос; 3 – рукоятка переключения скоростей; 4 – коробка передач КамАЗ; 5 – тормоз спуска; 6 – лебедка; 7 – рукоятки управления тормозами; 8 – тормоз подъема; 9 – пульт электроуправления; 10 – кран управления гидropатроном; 11 – патрон пружинно-гидравлический; 12 – рукоятка управления гидроприбором; 13 – пульт гидроуправления; 14 – вращатель; 15 – нижний патрон; 16 – рукоятка включения лебедки и вращателя; 17 – рукоятка включения сцепления; 18 – механизм закрепления; 19 – рукоятка переключения высшей и низшей передач делителя; 20 – маслосос; 21 – рама; 22 – станина

Буровые установки для пустыни характеризуется особой расцветкой и устойчивостью к песчаным бурям. Они оснащаются особыми воздушными фильтрами для двигателей и особой охраной всех частей гидравлической системы.

## 2.7. Устройство буровой установки

**Вышка** является ключевым узлом оборудования буровой установки (рис. 2.8) и предназначена для выполнения следующих функций [2]:

- ✓ проведения спускоподъёмных операций с бурильными и обсадными трубами;
- ✓ поддержания бурильной колонны на талевой системе при бурении с разгрузкой;
- ✓ размещения комплекта бурильных труб и утяжелённых бурильных труб (УБТ), извлечённых из скважины;
- ✓ размещения талевой системы и средств механизации спускоподъёмных операций (в частности – платформы верхового рабочего, системы верхнего привода и вспомогательного оборудования).



**Рис. 2.8. Схема буровой установки:**

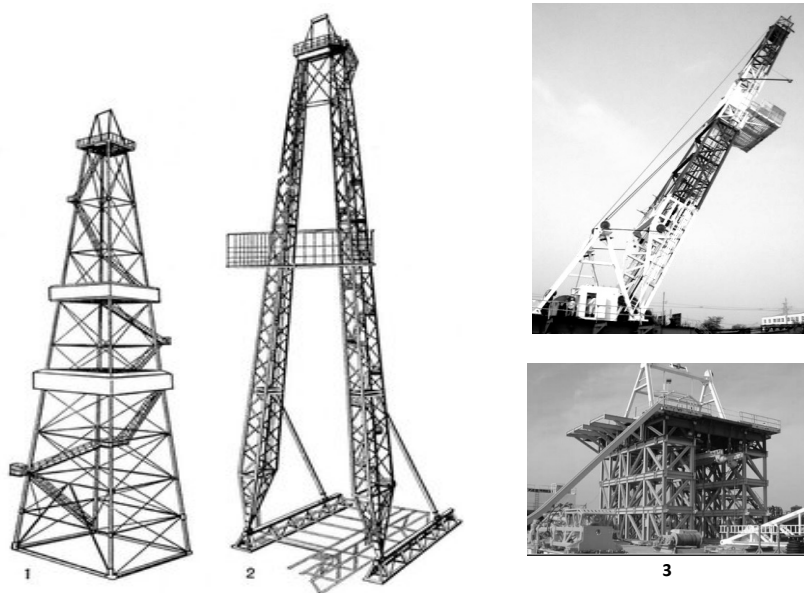
1 – буровое долото; 2 – УБТ; 3 – бурильные трубы; 4 – кондуктор; 5 – устьевая шахта; 6 – противовыбросовое устройство; 7 – пол буровой установки; 8 – буровой ротор; 9 – ведущая бурильная труба; 10 – буровой стояк; 11 – вертлюг; 12 – крюк; 13 – талевый блок; 14 – балкон верхового рабочего; 15 – кронблок; 16 – талевый канат; 17 – шланг ведущей бурильной трубы; 18 – индикатор нагрузки на долото; 19 – буровая лебедка; 20 – буровой насос; 21 – вибрационное сито для бурового раствора; 22 – выкидная линия бурового раствора

Буровые вышки классифицируются следующим образом:

- по назначению – для агрегатов капитального ремонта скважин, для передвижных (мобильных) буровых установок, для кустовых и стационарных, а также для морских буровых установок;
- по конструкции – мачтовые и башенные (рис. 2.9).

Мачтовые вышки бывают [6]: А-образные, П-образные, 4-опорные и с открытой передней гранью. Комплектация вышки, основания и кронблока бывают с нагрузочной способностью от 90 до 900 т.

Разновидности вышек: консольная вышка К-образная, выдвижная вышка К-образная, вышка А-образная, самоподъемная вышка морской платформы, башенная вышка, мачта-вышка мобильной буровой установки и т.д.



**Рис. 2.9. Буровые вышки:**

*1* – башенного типа; *2* – мачтового типа; *3* – основания вышки: вилкообразное, поворотное, блочное и коробочное

**Роторы** (рис. 2.10) выполняют следующие функции [2]:

- ✓ вращение бурильного инструмента и поддержание колонны бурильных труб (при бурении скважин);
- ✓ восприятие реактивного крутящего момента и обеспечение продольной подачи бурильной колонны (при использовании забойных двигателей);
- ✓ проворачивание инструмента (при ловильных работах и других осложнениях, встречающихся в процессах бурения и крепления скважин);
- ✓ удержание бурильной или обсадной колонны труб над устьем скважины (при наращивании и спускоподъемных операциях).



**Рис. 2.10. Ротор Р-700**

В табл. 2.1 приведены технические спецификации ротора.

*Таблица 2.1*

**Технические спецификации ротора**

| Параметр                                  | Ед. изм. | Показатели |        |        |        |        |
|-------------------------------------------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Диаметр проходного отверстия в стволе     | mm       | 444,5      | 520    | 698,5  | 952,5  | 1257,3 |
| Максимальная статическая грузоподъемность | mT       | 135        | 315    | 450    | 585    | 725    |
| Максимальный рабочий крутящий момент      | N.b      | 14 000     | 23 000 | 28 000 | 33 000 | 37 000 |
| Максимальная скорость вращения            | г/min    | 300        | 300    | 300    | 300    | 300    |
| Передаточное отношение шестерни           |          | 3,58       | 3,22   | 3,67   | 3,56   | 9,85   |
| Д                                         | mm       | 1935       | 2292   | 2392   | 2457   | 3693   |
| Габаритный размер Ш                       | mm       | 1280       | 1475   | 1670   | 1810   | 2314   |
| В                                         | mm       | 585        | 668    | 685    | 718    | 857    |
| Вес                                       | kg       | 3888       | 5530   | 6163   | 7990   | 16 690 |

**Буровые лебёдки** (рис. 2.11) являются основным механизмом СПК буровой установки. Буровые лебёдки предназначены для выполнения следующих операций технологического процесса строительства скважин [2]:

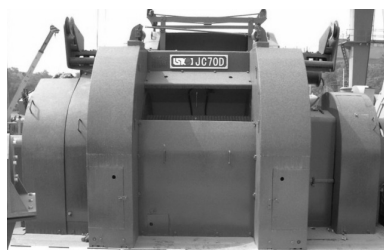
- ✓ спуска и подъёма буровых труб;
- ✓ спуска обсадных труб;
- ✓ подачи инструмента на забой;
- ✓ передачи вращения ротору (при отсутствии индивидуального привода ротора);
- ✓ придания ускорения рабочему инструменту (ударному долоту, желонке и т.д.);
- ✓ аварийного подъёма рабочего инструмента.

Лебедки производят мощностью от 350 до 4000 л.с.

К способам привода относятся привод с частотным преобразователем переменного тока, привод постоянного тока и механический привод. Лебедка с частотным преобразователем переменного тока осуществляет привод посредством планетарных шестерней, характеризуется надежностью работы, мелкими габаритными размерами, незначительным весом, удобством ремонта и обслуживания и т.д.



**Рис. 2.11. Буровая лебедка**



**Рис. 2.12. Ленточный тормоз**

Для основной тормозной системы применяется ленточный тормоз или тормозной гидравлический барабан. Для вспомогательной тормозной системы используется электромагнитный турбинный тормоз (рис. 2.12).

Одновременно лебедка оборудуется отдельным переменным частотно-преобразовательным устройством и АСУ с компьютером (например, с функцией автоматической подачи долота, функцией

своевременного управления и измерения, а также с функцией анализа данных при прихвате и проходке), что позволяет осуществлять оптимизационную операции бурения.

**Талевая (полиспастовая) система** или оснастка буровых установок предназначена для преобразования вращательного движения барабана лебёдки в поступательное (вертикальное) перемещение крюка (рис. 2.13), к которому крепится бурильная колонна, и уменьшения нагрузки на ветви каната [2].

В зависимости от типа буровой установки и глубины скважины применяют следующую оснастку: 3х4, 4х5, 5х6, 6х7. Под оснасткой (рис. 2.14) понимается намотка каната на шкивы. Узлы высоковольтного линейного блока (ВЛБ) выполнены из высокопрочного сплава, прошедшего термообработку, и подлежат испытаниям и контролю.



Рис. 2.13. Элемент талевой системы

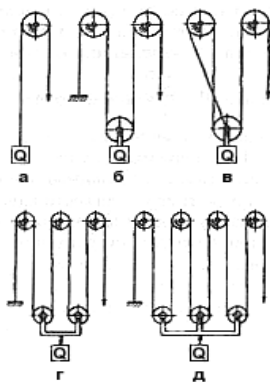


Рис. 2.14. Оснастка талевой системы

В табл. 2.2 и 2.3 приведены технические спецификации талевых блока и крюка.

Талевая система буровой установки состоит из кронблока, монтируемого на подкронблочных балках верхнего основания вышки, талевых блока, связанного с кронблоком канатной оснасткой, и грузоподъемного крюка, соединенного с талевым блоком.

**Крюкоблоки** (рис. 2.15) – талевые блоки, жестко соединённые с крюком. В процессе бурения крюкоблок соединен с вертлю-



гом, а при выполнении спускоподъемных операций – с элеватором.

Крюкоблоки являются подвижной частью талевой системы и предназначены для ведения спускоподъемных операций, а также поддержания на весу колонны бурильных и обсадных труб и бурового инструмента в процессе бурения.

Таблица 2.2

### Технические спецификации талевого блока

| Узел                         | Параметры | YC 170         | YC225          | YC315                 | YC450                 | YC675            | YC900            |
|------------------------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------------|------------------|------------------|
| Макс. грузоподъемность крюка | mT<br>lb  | 170<br>375 000 | 225<br>500 000 | 315<br>700 000        | 450<br>1 000 000      | 675<br>1 500 000 | 900<br>2 000 000 |
| Кол-во роликов               | ед.       | 5              | 5              | 6                     | 6                     | 7                | 7                |
| Наружный диаметр ролика      | mm<br>in  | 915<br>36      | 1120<br>44     | 1270<br>50            | 1524<br>60            | 1524<br>60       | 1830<br>72       |
| Диаметр каната               | mm<br>in  | 29<br>1 1/8    | 32<br>1 1/4    | 32,35<br>1 1/4, 1 3/8 | 35,38<br>1 3/8, 1 1/2 | 45<br>1 3/4      | 52<br>2          |
| Д                            | mm        | 2000           | 2294           | 2580                  | 3075                  | 3010             | 3740             |
| Габаритный размер Ш          | mm        | 1004           | 1190           | 1350                  | 1600                  | 1605             | 1920             |
| В                            | mm        | 630            | 630            | 800                   | 800                   | 980              | 1280             |
| Вес                          | Kg<br>lb  | 2790<br>6165   | 3805<br>8389   | 5648<br>12 452        | 8135<br>17 934        | 9738<br>21 468   | 18225<br>40 179  |

Таблица 2.3

### Технические спецификации крюка

| Узел                         | Ед. изм. | DG 225         | DG 315         | DG 450           | DG675            | DG 900           |
|------------------------------|----------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| Макс. грузоподъемность крюка | mT<br>lb | 225<br>500 000 | 315<br>700 000 | 450<br>1 000 000 | 675<br>1 500 000 | 900<br>2 000 000 |
| Зев крюка                    | mm       | 190            | 220            | 220              | 240              | 385              |
| Ход пружины                  | mm       | 180            | 200            | 200              | 200              | 200              |
| Д                            | mm       | 2545           | 2953           | 2953             | 3541             | 4710             |
| Габаритный размер, Ш         | mm       | 780            | 890            | 890              | 1075             | 1300             |
| В                            | mm       | 750            | 830            | 880              | 1110             | 1330             |
| Вес                          | Kg<br>lb | 2190<br>4828   | 3420<br>7540   | 3496<br>7707     | 5341<br>11 775   | 12100<br>26 676  |



Рис. 2.15. Крюкоблок



Рис. 2.16. Вертлюг



Рис. 2.17. Верхний  
привод гидравли-  
ческий

*Вертлюг* (рис. 2.16) – один из основных узлов механизма подачи бурового раствора. От его надёжности зависит безотказная работа всей буровой установки.

Вертлюг несет на себе наибольшую нагрузку и обеспечивает подачу промывочной жидкости через буровой рукав от неподвижного стояка манифольда во вращающуюся колонну бурильных труб и поддержание вращающегося инструмента при бурении.

*Система верхнего привода* (СВП) является принципиально новым видом механизмов буровой установки (рис. 2.17), обеспечивающим выполнение различных технологических операций. Верхний привод представляет собой подвижный вращатель, оснащенный комплексом средств механизации спускоподъемных операций (СПО).

Технические спецификации привода приведены в табл. 2.4.

Система верхнего привода предназначена для быстрой и безаварийной проводки вертикальных, наклонно-направленных и горизонтальных скважин при бурении [2]. Верхний привод совмещает функции вертлюга и ротора и оснащается комплексом устройств для выполнения СПО.

Таблица 2.4

## Технические спецификации привода DQ 135DBZ

| ед.изм.                                  | Форма привода           |                        |                       |                       |                       |                       |
|------------------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                          | АС VFD                  | АС                     | VFD                   | АС                    | VFD                   | АС                    |
| m / ft                                   | 2000 / 6560             | 4000 / 13 100          | 5000 / 1640           | 7000 / 22 960         | 9000 / 29 530         | 12000 / 39370         |
| Гл. бурения (API8C)                      |                         |                        |                       |                       |                       |                       |
| Ном. нагрузка (API8C)                    |                         |                        |                       |                       |                       |                       |
| mT<br>lb                                 | 135<br>300 000          | 225<br>50 000          | 315<br>700 000        | 450<br>1 000 000      | 675<br>1 500 000      | 900<br>2 000 000      |
| Ном. мощность                            |                         |                        |                       |                       |                       |                       |
| kw / HP                                  | 210 / 280               | 335 / 450              | 445 / 600             | 588 / 790             | 900 / 1200            | 1130 / 1515           |
| Пределы оборотов/вращения                |                         |                        |                       |                       |                       |                       |
| r/min                                    | 0-20                    | 0                      | 20                    | 0                     | 20                    | 0                     |
| Раб. крутящ. момент (бесперебойный)      |                         |                        |                       |                       |                       |                       |
| kN.mf.<br>lb                             | 20<br>14 700            | 30-35<br>22 100-25 800 | 45<br>33 200          | 50<br>37 500          | 70<br>52 000          | 90<br>67 000          |
| Крутящ. момент при скруч. и раскреплении |                         |                        |                       |                       |                       |                       |
| kN.mf.lb                                 | 30 / 22 100             | 45 / 33 200            | 60 / 44 200           | 75 / 55 000           | 125 / 92 200          | 135 / 100 000         |
| Макс. крутящ. момент                     |                         |                        |                       |                       |                       |                       |
| kN.mf.lb                                 | 40 / 29 500             | 60 / 44 200            | 75 / 55 000           | 85 / 63 000           | 140 / 104 000         | 157,5 / 116 200       |
| Диапазон притягив. крутя                 |                         |                        |                       |                       |                       |                       |
| mm<br>in                                 | 72 - 160<br>2,875 - 6,3 | 86 - 216<br>3,4 - 8,5  | 86 - 216<br>3,4 - 8,5 | 86 - 216<br>3,4 - 8,5 | 86 - 250<br>3,4 - 9,8 | 86 - 250<br>3,4 - 9,8 |

|                                |                |                |                |                |                |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Давл. системы гидравл. станции |                |                |                |                |                |
| mpa / psi                      | 16 / 2350      |                |                |                |                |
| Проход центральной трубы       |                |                |                |                |                |
| mm / in                        | 64 / 2,5       | 75 / 3         |                |                | 89 / 3,5       |
| Давл. центральной трубы        |                |                |                |                |                |
| mpa /psi                       | 35 / 5000      |                |                |                | 52 / 7500      |
| Масса                          |                |                |                |                |                |
| mT / lb                        | 9,2 / 20 280   | 12,3 / 27 120  | 13,5 / 29 760  | 15,8 / 34 830  | 24,5 /54 000   |
| Рабочая высота                 |                |                |                |                |                |
| m / ft                         | 4,6 / 15       | 5,3 / 17,4     | 5,5 / 18       | 5,7 / 18,7     | 6,7 / 22       |
| Габариты (Д×Ш×В)               |                |                |                |                |                |
| mm<br>in                       | 4800×1640×1500 | 5300×2135×1790 | 5400×2135×1790 | 5660×2305×2080 | 6675×2720×2370 |
|                                |                |                |                |                | 7120×2720×2430 |

Основные преимущества применения СВП [2]:

- ✓ экономия времени в процессе наращивания труб (при бурении);
- ✓ проработка ствола скважины (при спуске и подъёме рабочего инструмента);
- ✓ уменьшение вероятности прихватов бурового инструмента;
- ✓ снижение вероятности выброса флюида из скважины через бурильную колонну;
- ✓ повышение точности проводки скважин (при направленном бурении);
- ✓ повышение безопасности буровой бригады;
- ✓ облегчение спуска обсадных труб в зонах осложнений (за счет вращения и промывки);
- ✓ повышение качества керна.

При этом отсутствует зубчатый привод переменной скорости, а электродвигатель напрямую вращает ведущий вал. Подшипник применяет консистентную смазку, отсутствуют смазка зубчатки и система охлаждения и фильтрации, уменьшается уплотнительный механизм, обслуживание удобное.

Привод электродвигателем может снабжать процесс бурения скважин большим крутящим моментом в короткое время и не зависит от проектированной прочности механического вариатора, а также уменьшает потери приводной энергии.

Функции охлаждения и теплоотдачи оборудования лучше (имеются вентилятор с большой мощностью и воздушные туннель). Сложность разработки и изготовления низка, а технология сборки легче.

Гидростанция, гидравлический агрегат клапанов, аккумулятор и вентилятор охлаждения находятся вокруг оборудования, их операция и обслуживание удобны.

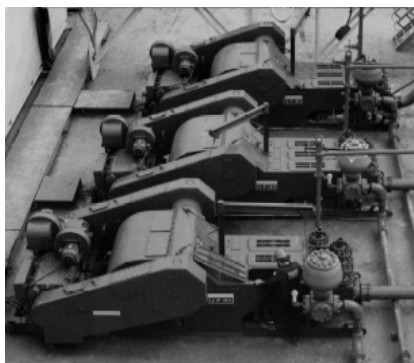
**Буровые насосы** (рис. 2.18) предназначены для обеспечения процесса промывки при пробуривании скважины, нагнетания в скважину бурового раствора с целью очистки забоя и ствола от шлама и выноса его на дневную поверхность, охлаждения породоразрушающего инструмента (ПРИ) и приведения в действие забойных двигателей гидравлического типа [2].

В настоящее время различают насосы следующих типов – 2-поршневые насосы двойного действия и 3-поршневые насосы одностороннего действия.

Наиболее полно требованиям технологии бурения соответствуют 3-поршневые насосы одностороннего действия, которые обеспечивают наименьшую степень неравномерности давления на выходе и наименьший износ клапанов и штоков поршня (в сравнении с 2-поршневыми насосами двустороннего действия) [7].



**Рис. 2.18. Насос буровой  
3-х поршневой ДБНТ-1000**



**Рис. 2.19. Буровой насос**

Буровой насос серии Ф характеризуется оптимальной конструкцией, малым объемом и удобством ремонта и обслуживания. В нем использованы высокопрочный несущий корпус, коленвал, а также шевроник с твердой зубчатой поверхностью, срок обслуживания долговечен (рис. 2.19).

Несущие узлы гидравлических торцев выдерживают неразрушающую дефектоскопию и гидравлическое испытание, обладают соответствующим свидетельством о безопасности компенсатора.

Способность и характеристика бурового насоса удовлетворяют требованиям к высокому давлению и значительному расходу. Существует возможность подбирать предохранительный клапан с отрезанным пальцем или предохранительный клапан пружинного типа. Есть возможность подбирать встроенный смазочный масляный насос или наружный смазочный масляный насос.

*Система циркуляции бурового раствора* (ЦС) предназначена [2]:

- ✓ для приготовления бурового раствора заданной плотности, состава и качества;
- ✓ для очистки бурового раствора от выбуренной породы (шлама);
- ✓ хранения запаса бурового раствора;
- ✓ дегазации бурового раствора (при необходимости);
- ✓ химической обработки бурового раствора;
- ✓ долива и подачи раствора в скважину;
- ✓ удаления шлама.

Комплекс ЦС включает в себя следующее оборудование для очистки промывочной жидкости: вибросито, пескоотделитель, илоотделитель, центрифугу и дегазатор, которые (имея различную степень очистки бурового раствора) позволяют подготовить образующийся в ходе бурения шлам к его последующей утилизации.

## 3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БУРОВОЙ УСТАНОВКИ

---

### 3.1. Методы оценки качества буровой установки

Выбор номенклатуры показателей качества буровых установок с последующим обоснованием их пригодности для имеющихся реальных условий является довольно сложным и трудоемким процессом, так как буровая установка состоит из многих комплексов, характеризующихся в большинстве случаев собственной номенклатурой показателей.

В.Г. Кардыш, А.С. Окмянский и др. предлагают оценивать технические характеристики и качество бурового оборудования для бурения геологоразведочных и добычных скважин по таким удельным показателям, как *энерговооруженность и металлоемкость* [9].

В современном оборудовании для бурения мощность двигателя является основным параметром, определяющим все фактические технологические возможности буровых установок.

В связи с этим правильный выбор величины мощности двигателя обеспечивает возможность применения при необходимости форсированных режимов бурения, что позволяет определить затраты мощности и провести тщательный анализ энергетических характеристик национального и зарубежного оборудования. При этом следует учитывать, что энергетическая характеристика буровых станков представляет собой комплексное понятие и подразумевает всестороннюю оценку их эксплуатационных возможностей в зависимости от мощности привода, т.е. возможность бурения скважин на определенную глубину с использованием того или иного размера бурильных труб (при рациональном сочетании скоростей вращения бурильной колонны и осевых нагрузок на долото и т.д.).

Следовательно, для полноценной оценки технического уровня рассматриваемой буровой установки необходимо учиты-



вать энерговооруженность, металлоемкость и ее энергетические характеристики.

Для оценки качества буровых станков, как правило, используют один из видов статистических методов оценки – *метод корреляционного анализа* [9]. Сопоставление удельных показателей бурения с использованием статистических методов анализа дает возможность более точно осуществлять оценку технического уровня, существующего и вновь создаваемого бурового оборудования, исходя из параметров технической характеристики буровых установок, а также уточнять возможную область эффективного применения этого оборудования и, кроме этого, создает предпосылки для прогнозирования влияния изменения основных параметров на характеристики буровых установок [9].

В работах Н.И. Крохмаля проведен анализ методов оценки технического уровня и качества буровых установок [10]. В частности, в них были рассмотрены основные методы использования расчетных коэффициентов адаптации, метод сравнения по отдельным параметрам, метод функционально-стоимостного анализа и экспертный метод.

Согласно воззрениям этого исследователя, для оценки качества буровой установки при эксплуатации в конкретных горно-геологических, технологических и природно-климатических условиях наиболее подходящим является *метод количественной оценки на экспертной основе с определением интегрального показателя качества* [10].

Этот метод нашел широкое применение при рассмотрении проектов на строительство различных объектов и имеет такие преимущества, как простая расчетная часть, высокая надежность и низкая трудоемкость (15-20 чел.-дней на один проект).

Недостатком этого метода является некоторая сложность с подбором соответствующих экспертов, так как для использования данного метода требуются высококвалифицированные эксперты в области бурения.

Буровая установка представляет собой технико-технологический комплекс, состоящий из специализированных сборочных единиц (выполняющих в процессе бурения скважины определенные функции), объединенных между собой кинематической схемой, установленных на специальные основания для обеспечения

между ними кинематической связи и их транспортирования, и дающая возможность системе устойчиво работать (с допустимым уровнем эффективности при отказах отдельных элементов и даже групп элементов или при довольно неблагоприятных внешних воздействиях).

В связи со значительным количеством типоразмеров и видом моделей буровых установок, а также их высокой стоимостью, значительным объемом выполняемых ими работ, большим количеством обслуживающего персонала (занятого на буровых в процессе проводки скважин) и существенными эксплуатационными затратами оценка совершенства (качества) буровых установок (как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации) является весьма актуальной задачей.

Эффективность буровой установки, как технико-технологической системы, обуславливается эффективностью функционирования ее комплектующих сборочных единиц.

Долгое время проходка в метрах оставалась основным показателем последующей оценки объема работ, выполняемых в процессе бурения. Простота применения этого показателя позволяла использовать его для оценки выполненных объемов работ в любом интервале и за любой календарный отрезок времени.

Однако производственный процесс строительства скважин включает в себя (наряду с бурением) и другие самостоятельные этапы – подготовительные работы, монтаж оборудования, испытание и завершающий демонтаж оборудования. Так как проходка в метрах характеризует лишь процесс непосредственного бурения и не дает представления о выполнении остальных этапов работ, то все они выпадали из анализа, и рост их эффективности не стимулировался этим показателем.

Для исправления этого положения был введен показатель – *количество законченных строительством скважин*, положенный наряду с проходкой в основу планирования всей деятельности буровых предприятий. Этот показатель (синтезируя все основные направления процесса сооружения скважин) выражает его конечную продукцию.

Вместе с тем и проходка в метрах не потеряла своего значения при планировании буровых работ (особенно для глубокого бурения).

Для бурения эксплуатационных и глубоких разведочных скважин буровые установки в Российской Федерации выпускаются по ГОСТ 16923-89, которым предусмотрено 12 классов буровых установок с допускаемой нагрузкой на крюке от 800 до 10 000 кН и условной глубиной бурения от 800 до 16 000 м (табл. 3.1).

Каждый из указанных классов включает буровую установку нескольких модификаций буровых установок, отличающихся типом применяемого привода, общей компоновкой и другими параметрами и показателями.

*Таблица 3.1*

**Номенклатура оборудования, рекомендуемая к внедрению  
российскими нефтегазовыми компаниями**

| <b>№<br/>п.п.</b> | <b>Показатели</b>                                                                                                                                                                             |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                 | Комплексы буровые мобильные, грузоподъемностью 100, 125, 160 т                                                                                                                                |
| 2                 | Комплексы мобильные для ремонта скважин грузоподъемностью 80-125 т на автомобильном шасси высокой проходимости                                                                                |
| 3                 | Оборудование для демонтажа старых трубопроводов и их восстановления с доведением механических и прочностных характеристик до уровня новых труб                                                |
| 4                 | Агрегаты цементировочные с гидрообъемным приводом насосов и дистанционным управлением                                                                                                         |
| 5                 | Установки для ремонтно-изоляционных работ в скважинах, совмещающие функции цементировочного агрегата, цементно-смесительной машины и блока манифольда                                         |
| 6                 | Установки для перемотки и обогрева кабеля                                                                                                                                                     |
| 7                 | Установки буровые модульные на полуприцепе взамен аналогов фирмы «Кремко»                                                                                                                     |
| 8                 | Установки насосные погружные (принципиально новых конструкций) для добычи сернистой и высоковязкой нефти, с возможностью изменения напорных характеристик без подъема подземного оборудования |
| 9                 | Агрегаты насосные для гидравлического разрыва пласта на давление до 105 атм и максимальную производительность до 2060 л/мин                                                                   |
| 10                | Системы телеметрические для контроля забойных параметров при наклонном и горизонтальном бурении скважин                                                                                       |
| 11                | Блоки силового вертлюга грузоподъемностью от 60 до 125 т                                                                                                                                      |
| 12                | Резервуары объемом до 5000 м <sup>3</sup> из высокопрочных композитных и коррозионностойких материалов                                                                                        |

| №<br>п.п. | Показатели                                                                                                                                              |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13        | Установки азотные мобильные компактные для освоения скважин производительностью не менее 10 м <sup>3</sup> /мин и давлением до 15 МПа                   |
| 14        | Насосные агрегаты высокоскоростные для закачки воды в пласт                                                                                             |
| 15        | Установки для ремонта и освоения скважин с гибкой непрерывной трубой диаметром свыше 38 мм и глубиной спуска до 4000 м                                  |
| 16        | Насосы винтовые для добычи нефти производительностью до 200 м <sup>3</sup> /сут. и напором до 1500 м, с цельным однозаходным ротором и верхним приводом |
| 17        | Насосы мультифазные для перекачки нефти с большим содержанием газа и блочные насосные станции на их базе                                                |
| 18        | Установки насосные для перекачки нефтепродуктов герметичные, с регулируемыми напорными характеристиками наземного базирования                           |
| 19        | Комплексы оборудования для бестраншейной прокладки трубопроводов                                                                                        |
| 20        | Технологии и оборудование для высокопроизводительной и качественной диагностики трубопроводов                                                           |
| 21        | Оборудование для очистки от нефтяного шлама                                                                                                             |
| 22        | Приводы станков-качалок экономичные для скважин с малым дебитом 1-3 т/сут.                                                                              |
| 23        | Трубы термоизолированные для термических методов добычи нефти                                                                                           |

Целесообразность применения того или иного класса и модификаций буровых установок определяют по их экономической эффективности, цели бурения, способу и условиям бурения, типу скважины, климатическим условиям, объему буровых работ, рельефу местности, технологии бурения, геологическим условиям бурения и другим факторам.

Единицей продукции, производимой буровой установкой, является законченный куст скважин, скважина или каждый пробуренный метр. Мера производительности в определенных геологических условиях бурения – коммерческая скорость, определяемая числом пробуренных установкой метров за месяц ее работы (м/ст.-мес), а мера производительности и эффективности установки – стоимость куста скважин, скважины или 1 м проходки в заданных условиях [7].

Различные виды буровых установок (даже одного класса) могут иметь существенно отличающиеся друг от друга параметры и характеристики отдельных машин и агрегатов.

Комплексные параметры буровой установки складываются из характеристик нескольких ее комплексов [7]: в том числе параметров назначения и комплектности поставки, а также эксплуатационных характеристик, безопасности работы обслуживающего персонала, надежности и срока службы ее в эксплуатации.

При подборе буровых установок для бурения скважин обычно руководствуются технической характеристикой буровой установки, а также анализируют такие показатели, как монтажеспособность, транспортабельность, надежность и т.п. Из-за отсутствия объективных данных эти показатели позволяют выбирать установку, опираясь лишь на один или несколько наиболее важных показателей для данных условий бурения.

Кинематические схемы буровых установок полностью зависят, прежде всего, от вида и типа привода. Исходя из этого кинематические схемы буровых установок российского производства обычно подразделяются на 3 основных вида [7]: с групповым, индивидуальным и смешанным приводом.

Таким образом, при компоновке основного бурового оборудования отправным моментом являются [7]: вид, тип привода и кинематическая схема.

Расположение же бурового оборудования может оказывать существенное влияние на монтажеспособность и транспортабельность буровой установки.

### **3.2. Оценка эксплуатационной надежности нефтегазового оборудования и методы ее повышения**

Под надежностью нефтегазового оборудования понимается его способность выполнять специально заданные функции, сохраняя свои основные технические характеристики в установленных пределах. В это понятие также входят безотказность, долговечность и ремонтпригодность. Реальными практическими показателями надежности являются вероятность безотказной работы оборудования, срок службы, наработка на отказ и т.д. [13].

Снижение надежности нефтегазового оборудования может привести к его последующему полному отказу – ухудшению качественных и количественных показателей всей системы. Безотказность или свойство нефтегазового оборудования непрерывно сохранять свою работоспособность оценивается по результатам анализа технических параметров его работы (производительности, давлению, температуре, потребляемой мощности, расходу сырья и выходу целевого продукта с учетом его качественных показателей) между двумя последовательными ремонтами.

Нарушение параметров работы нефтегазового оборудования как случайное событие в теории надежности рассматривается как отказ, т.е. потеря работоспособности соответственно процесса или оборудования.

По причине нарушения параметров работы возможны 2 типа отказов нефтегазового оборудования [13]: постепенные (износые) и внезапные (катастрофические). Аварии (взрывы, пожары и т.п.) – это результат внезапных отказов.

Основная задача, связанная с повышением безопасности нефтегазового оборудования, заключается в целенаправленном регулировании (вплоть до полной ликвидации износных отказов) и создании необходимых условий для обеспечения минимального количества внезапных отказов, их легкого и быстрого устранения.

Важным элементом, характеризующим надежность нефтегазового оборудования, является его ремонтпригодность – вероятность того, что работоспособность может быть восстановлена посредством его ремонта. Основными показателями ремонтпригодности служат: средняя продолжительность восстановления, система технического обслуживания, периодичность ремонтов и их трудоемкость.

Своевременное и правильное установление степени износа и усталости металла нефтегазового оборудования и его элементов является весьма важным условием предотвращения возможных аварий и обеспечения должной безопасности.

Надежность нефтегазового оборудования рассчитывают и закладывают еще при его проектировании, а затем обеспечивают при изготовлении и поддерживают в условиях длительной эксплуатации.

При проектировании нефтегазового оборудования необходимо (применительно к условиям его эксплуатации) выбирать конструкцию оптимальных форм и размеров, требуемой механической прочности и герметичности, выполненную по возможности из стандартизованных и унифицированных узлов и деталей [13].

Большое значение имеет обоснованный выбор конструкционных материалов с учетом условий эксплуатации нефтегазового оборудования [13]: повышенных давлений, температур, агрессивного воздействия среды и др.

Обычно при проектировании нефтегазового оборудования стремятся к существенному упрощению кинематических схем, а также значительному уменьшению действующих в машинах динамических нагрузок, применению необходимых средств защиты от перегрузок и т.д.

В процессе изготовления нефтегазового оборудования реализуются все основные пути создания его надежным в определенных условиях эксплуатации. К ним относятся [13]:

- получение заготовок высокого качества;
- повышение точности изготовления деталей;
- упрочняющая обработка материалов для обеспечения высокого сопротивления износу деталей в условиях эксплуатации;
- качественное изготовление и сборка нефтегазового оборудования и т.д.

В процессе длительной эксплуатации надежность нефтегазового оборудования поддерживается строгим соблюдением заданных параметров рабочего режима, качественным обслуживанием и своевременным проведением профилактических работ по поддержанию его работоспособности.

Одним из основных методов повышения надежности работы нефтегазового оборудования является *резервирование*, т.е. введение в систему добавочных (дублирующих) элементов, включаемых параллельно основным. Это способствует созданию систем высокого уровня надежности. Так, при выходе из строя одного из элементов дублиер выполняет его функции и сам узел не прекращает своей работы.

Однако резервирование имеет и некоторые недостатки [7]: оно существенно усложняет нефтегазовое оборудование, а также удорожает его обслуживание и поэтому не всегда экономически выгодно. Использовать резервирование целесообразно лишь в одном случае, когда отсутствуют более простые способы повышения должной надежности технологического оборудования.

Для повышения надежности отдельных единиц нефтегазового оборудования и технологических систем в целом используются также *техническая диагностика* и *техническое обслуживание* [7].

Техническая диагностика оборудования представляет собой техническую операцию получения и обработки информации об их состоянии во времени с целью обнаружения фактов существования отказов.

Для технического диагностирования оборудования используются различные методы неразрушающего контроля [7]: ультразвуковой, радиоскопический, рентгеновский и магнитный, позволяющие определить толщину стенок аппаратов и трубопроводов, а также выявить наличие межкристаллитной и другой коррозии в их материале и контролировать качество защитных покрытий. В частности, измерением акустического шума и вибрации машин (вибродиагностика) можно установить величину износа деталей, ослабление болтов и других крепящих деталей, наличие локальных кавитационных эффектов при перемещении жидкостей и т.д. [7].

Техническое обслуживание – это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на предупреждение отказов нефтегазового оборудования, обеспечение работоспособного состояния в процессе его эксплуатации.

К основным задачам технического обслуживания относятся [7]:

- ✓ предупреждение ускоренного износа и старения;
- ✓ поддержание основных технических характеристик элементов на заданном уровне;
- ✓ продление межремонтных сроков эксплуатации.

Техническое обслуживание позволяет поддерживать и восстанавливать требуемый уровень надежности нефтегазового оборудования за счет организации периодических проверок его состояния, а при необходимости замены и ремонта некоторых эле-



ментов. В объем технического обслуживания входят эксплуатационный уход и мелкий ремонт оборудования.

Эксплуатационный уход – это чистка, регулярный наружный осмотр, смазка, проверка состояния масляных и охлаждающих систем, а также подшипников, наблюдение за состоянием крепежных деталей и соединений, проверка состояния заземления и др.

Мелкий ремонт оборудования – устранение мелких дефектов, подтяжка крепежных деталей, частичная регулировка и замена предохранителей.

Ремонт, заключающийся в замене и восстановлении отдельных частей нефтегазового оборудования и их регулировке, считается текущим. Ремонт, осуществляемый для восстановления исправности объекта с заменой или восстановлением любых его частей, включая основные, называется капитальным.

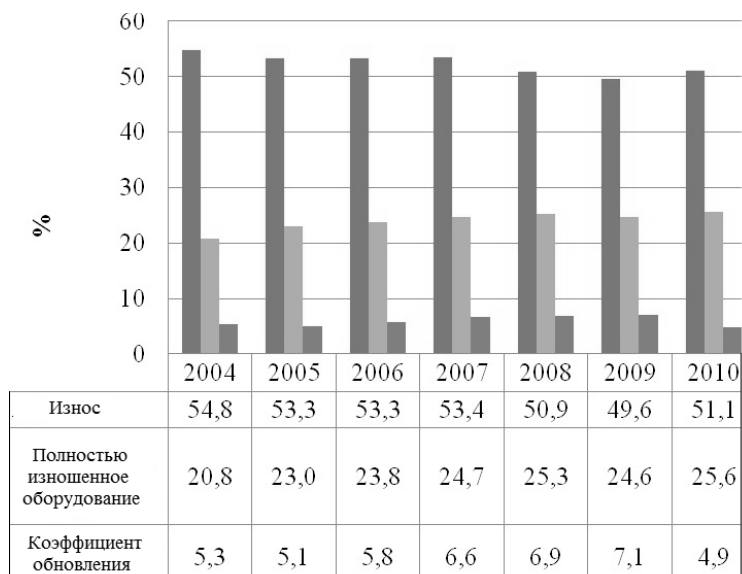
### **3.3. Техническое состояние нефтегазового оборудования РФ**

Существующие методы оценки технического состояния нефтегазового оборудования обычно сосредоточены на изучении отдельных элементов технической системы.

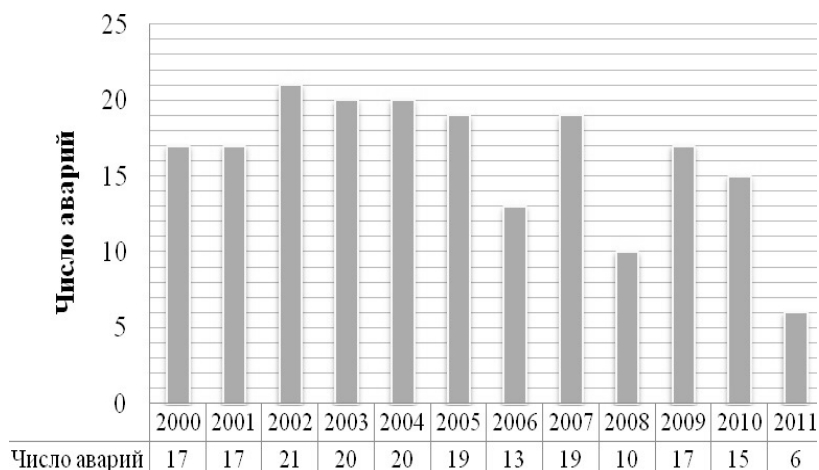
Анализ, проведенный Федеральной службой государственной статистики Российской Федерации, показывает, что степень износа оборудования предприятий национальной нефтегазовой отрасли на 2010 год составляет 51,1%, удельный вес изношенного оборудования – 25,6%, а коэффициент обновления – 4,9% (рис. 3.1) [21].

Количество аварий на предприятиях нефтегазовой отрасли РФ (по данным об аварийности и производственном травматизме на поднадзорных Ростехнадзору опасных производственных объектах) представлено на рис. 3.2.

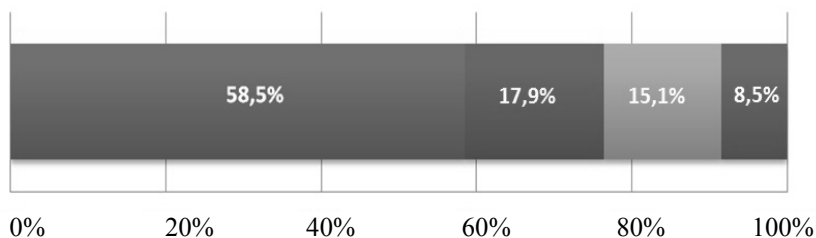
По данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ, основную опасность для нефтегазовых предприятий представляют пожары – 58,5%, загазованность – 17,9% и взрывы – 15,1% от общего числа (рис. 3.3) [13]. В частности, доля ущерба от пожаров по электротехническим причинам за 2007 г. составила 25%, за 2008 г. – 33,3%, а за 2009 г. – около 21,7%.



**Рис. 3.1. Состояние основных фондов нефтегазовой отрасли РФ**



**Рис. 3.2. Число аварий на предприятиях нефтегазовой отрасли РФ**



**Рис. 3.3. Основные опасности нефтегазовых производств РФ:**

■ Пожары ■ Загазованность ■ Взрывы ■ Прочие причины

Данный анализ показывает, что аварии в основном обусловлены нарушением имеющихся инструкций по проведению ремонтных работ, а также использованием морально и физически устаревшего оборудования объектов нефтегазового комплекса.

Существующая система планово-предупредительного ремонта оборудования имеет следующие недостатки [13]:

- ✓ относительно большие сроки между испытаниями и ремонтами;
- ✓ выполнение обслуживания и ремонта без их необходимости;
- ✓ снижение надежности работы после обслуживания с заменой деталей.

Переход профилактических и ремонтно-восстановительных работ к обслуживанию нефтегазового оборудования по его фактическому техническому состоянию позволит повысить долговечность и надежность оборудования, а также сократить затраты на ремонт и простои.

Являясь дорогостоящим мероприятием, система ремонта и обслуживания по техническому состоянию требует определения наиболее приоритетного нефтегазового оборудования и повышенного контроля.

Диагностику нефтегазового оборудования предлагается проводить на основании 3-х главных параметров, учитывающих технический уровень и риски ущербов при отказе, а также стоимость эксплуатационного обслуживания.

Показатель рисков ущербов при отказе нефтегазового оборудования рассчитывается по формуле, где величина риска определяется как произведение величины нежелательного события (ущерба) на вероятность его наступления [13]:

$$r = k \times p_i \times c_i, \quad (3.1)$$

где  $k_i$  – масштабирующий коэффициент;  $p_i$  – вероятность возникновения опасного события  $i$ -го класса;  $c_i$  – величина ущерба при  $i$ -ом событии.

Для оценки вероятности возникновения событий используются данные статистики, а также подбор аналогии и квалифицированное мнение экспертов.

Коэффициент  $k$  представляет собой показатель, характеризующий техническое состояние оборудования, исчисляемый по формуле [13]:

$$k = (h \times d_i + g \times r_i) / I, \quad (3.2)$$

где  $h$  – весовой коэффициент для учета важности диагноза для нефтегазового оборудования  $J$ -го вида;  $d_i$  – показатель опасности диагноза по  $i$ -му виду контроля, учитывающий скорость развития и тяжесть последствия дефекта (снижение срока службы или катастрофический отказ);  $g$  – весовой коэффициент для учета важности рекомендации для нефтегазового оборудования  $J$ -го вида;  $r_i$  – показатель весомости рекомендации по  $i$ -му виду контроля, учитывающий трудоемкость операции технического обслуживания и ремонта;  $I$  – количество видов контроля, участвующих в оценке технического состояния нефтегазового оборудования.

Показатель, учитывающий затратность технического обслуживания оборудования, определяется из формулы:

$$s = 1 - (CL - CLJ/CLJ) \times 100, \quad (3.3)$$

где  $CL$  – ежегодные затраты на проведение операций технического обслуживания оборудования;  $CJL$  – ежегодные удельные затраты на проведение технического обслуживания по  $J$ -й группе однотипного нефтегазового оборудования со сроком эксплуатации  $L$ .

Значения  $CL$  и  $CLJ$  могут рассчитываться как в денежном выражении, так и в единицах трудоемкости. Значения переменных  $c_i$ ,  $r_i$ ,  $hJ$ ,  $gJ$  определяются путем экспертного оценивания.

Необходимо отметить, что исследование состояния технической системы нельзя проводить на основе изучения отдельного конкретного вида нефтегазового оборудования.

Системный подход, основанный на ценологических представлениях, позволяет комплексно в виде техноценоза анализировать совокупность всего нефтегазового оборудования.

Техноценоз – ограниченная в пространстве и времени взаимосвязанная совокупность далее неделимых видов технического оборудования, объединенных слабыми связями, которые носят особый характер, определяемый конструктивной, а зачастую и технологической независимостью отдельных технических изделий и многообразием решаемых задач [13].

Основой техноценологического метода является ранговый анализ. На основе реальных показателей, учитывающих риски ущербов и технический уровень отдельных узлов оборудования, производится диагностика всего нефтегазового оборудования, установленного на предприятии по формулам:

$$W_1 = k \times r, \quad (3.4)$$

$$W(r) = W_1 / r \times b, \quad (3.5)$$

где  $W_1$  – параметр распределения;  $b$  – ранговый коэффициент;  $r$  – ранг оборудования, целые натуральные числа.

Объекты, получившие равные значения  $W_1$ , дополнительно ранжируются согласно рассчитанным показателям  $s$  для того, чтобы минимизировать затраты по нефтегазовому оборудованию, ожидающему очереди на техническое обслуживание и ремонт.

Для распознавания технического состояния оборудования наибольшее применение нашли следующие методы распознавания [13]:

1. Метрические методы идентификации образов, основанные на количественной оценке близости двух состояний объекта. Мерой такой близости считается расстояние между точками, изображающими состояние оборудования в пространстве признаков.
2. Статистические методы, основанные на распределении по классам в соответствии с классификацией по правилу Байеса.
3. Динамические методы, основанные на представлении связи между входными и выходными сигналами оборудования с по-

мощью передаточной функции. В этом случае передаточная функция определяется как отношение выходного и входного сигналов оборудования, преобразованных по Лапласу.

4. Метод искусственных нейронных сетей, основанный на использовании элементов, функциональные возможности которых аналогичны большинству элементарных функций биологического нейрона. Важным преимуществом использования нейронных сетей в задачах диагностики является их обучаемость. При этом в процессе работы системы диагностики можно выполнять добавление или корректировку диагностического словаря.

### 3.4. Выбор буровой установки

В настоящее время существует еще 3 основных определяющих параметра для буровых установок, используемых для эксплуатационного и глубокого геологоразведочного бурения, бурения на нефть и газ и бурения гидрогеологических скважин.

Главным параметром в названных рядах была выбрана *грузоподъемность* буровой установки, которая должна быть не меньше веса наиболее тяжелой колонны бурильных или обсадных труб в воздухе:

$$Q_{б.к} \text{ или } Q_{о.к} \leq [G]. \quad (3.6)$$

Параметр *допускаемая нагрузка на крюке* характеризует предельно допустимую нагрузку на крюке, которая не может быть превышена при выполнении любых технологических операций в процессе всего цикла строительства скважины (вертикальные нагрузки от веса бурильной колонны, находящейся в скважине, обсадных труб, спускаемых в скважину, а также нагрузки, возникающие при ликвидации аварий и осложнений в скважине).

Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности регламентируются соотношения, в соответствии с которыми вес бурильной колонны (в воздухе) не должен превышать 0,6 от величины «допускаемой нагрузки», а вес обсадной колонны не более 0,9. Эти соотношения не противоречат принципу максимально возможного использования прочностных свойств колонн для ликвидации осложнений.

Таблица 3.2

## Государственный стандарт Союза ССР

| Установки буровые комплектные для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения             |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             | ГОСТ 16293-89<br>(СТ СЭВ 2446-88) |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------------|--------|
| Основные параметры                                                                               |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             |                                   |        |
| Дата введения 01.01.90                                                                           |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             |                                   |        |
| Значение параметра для буровых установок классов                                                 |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             |                                   |        |
| 1. Допускаемая нагрузка на крюке, кН                                                             |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             |                                   |        |
| 800                                                                                              | 1000                    | 1250*                   | 1600                   | 2000            | 2500      | 3200       | 4000*       | 5000*       | 6300        | 8000*                             | 10 000 |
| 2. Условная глубина бурения, м                                                                   |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             |                                   |        |
| 1250                                                                                             | 1600                    | 2000                    | 2500                   | 3200            | 4000      | 5000       | 6500        | 8000        | 10 000      | 12 500                            | 16 000 |
| 3. Скорость подъема крюка при расхаживании колонны, м/с                                          |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             |                                   |        |
| От 0,1 до 0,25                                                                                   |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             |                                   |        |
| 4. Скорость подъема крюка без нагрузки, м/с, не менее                                            |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             |                                   |        |
| 1,5                                                                                              |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             | 1,3         |                                   |        |
| 5. Расчетная мощность, развиваемая приводом на входном валу подъемного агрегата, кВт** (от – до) |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             | 3000 – 4000 |                                   |        |
| 200 – 240                                                                                        | 240 – 360               | 300 – 440               | 440 – 550              | 550 – 670       | 670 – 900 | 900 – 1100 | 1100 – 1500 | 1500 – 2200 |             |                                   |        |
| 6. Диаметр отверстия в столе ротора, мм, не менее                                                |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             |                                   |        |
| 440                                                                                              | 520                     |                         |                        | 7000            |           |            |             | 950         |             | 1250                              |        |
| 7. Расчетная мощность привода, кВт, не более                                                     |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             |                                   |        |
| 180                                                                                              |                         | 300                     |                        | 370             |           |            | 440         |             | 550         |                                   | 750    |
| 8. Мощность бурового насоса, кВт, не менее**                                                     |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             |                                   |        |
| 375                                                                                              | $\frac{475}{375^{***}}$ | $\frac{600}{175^{***}}$ | $\frac{750}{600^{*5}}$ |                 | 950       |            |             | 1180        |             |                                   |        |
| 9. Высота основания (отметка пола буровой), м, не менее**                                        |                         |                         |                        |                 |           |            |             |             |             |                                   |        |
| 3                                                                                                | 5                       | 5,5                     |                        | 6 <sup>*4</sup> |           |            | 8           | 9           | 10          | 11                                |        |

\* В классах 3, 8, 9 и 11 допускается изготовление буровых установок с допускаемыми нагрузками на крюке соответственно 1400, 4500, 5800 и 9000 кН.

\*\* Не распространяется на морские буровые комплексы.

\*\*\* Для буровых установок на постоянной транспортной базе.

\*<sup>4</sup> В буровых установках 7-го класса, предназначенных для работы в условиях агрессивных сред, – не менее 8 м.

\*<sup>5</sup> Не допускается применять в установках кустового бурения.

Примечания:

1. Условная глубина бурения принята при массе погонного метра бурильной колонны 30 кг, при этом нагрузка на крюке от наибольшей массы бурильной колонны составляет 0,5 допускаемой нагрузки на крюке.
2. Допускается увеличивать нагрузку на крюке от массы бурильной колонны до 0,6 допускаемой нагрузки на крюке; при этом расчетная глубина бурения может отличаться от условной и указываться в технических условиях на конкретную установку.
3. Площадь подсвечников (вместимость магазинов) для буровых свечей должна обеспечивать размещение бурильной колонны длиной не менее 1,25 L, где L – условная глубина бурения.

Таблица 3.3

## Технико-технологические параметры бурильных установок

| Параметры                                                 | Допускаемая нагрузка на крюке, кН | Условная глубина бурения, м | Расчетная мощность                       |                               | Мощность бурового насоса, кВт | Вид привода |   |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|---|
|                                                           |                                   |                             | на входном валу подъемного агрегата, кВт | привода ротора, кВт, не более |                               |             |   |
| БУ3200/200ЭУК-2М2, БУ3200/200ЭУК-2М2У, БУ3200/200ЭУК-2М2Я | 2000                              | 3200                        | 670                                      | 370                           | 950                           | Э           |   |
| БУ3200/200ЭУ-1М, БУ3200/200ЭУ-1У                          |                                   |                             |                                          |                               |                               |             |   |
| БУ3200/200ЭУК-3МА                                         | 200                               | 3200                        | 670                                      | 370                           | 950                           | ЭР          |   |
| БУ3200/200ДГУ-1М, БУ3200/200ДГУ-1У, БУ3200/200ДГУ-Т       | 200                               | 3200                        | 670                                      | 280                           | 950                           | ДГ          |   |
| БУ5000/320 ДГУ-1, БУ5000/320ДГУ-1Т                        | 3200                              | 5000                        | 1100                                     | 370                           | 950                           | ДГ          |   |
| БУ5000/320ЭР                                              | 3200                              | 5000                        | 1100                                     | 370                           | 950                           | ЭР          |   |
| БУ5000/320ЭР-0                                            |                                   |                             |                                          |                               |                               |             |   |
| БУ5000/320ЭУК-Я                                           |                                   |                             |                                          |                               |                               |             |   |
| БУUNOC 320ДЕ                                              |                                   |                             |                                          |                               |                               |             |   |
| БУ6500/400ЭР                                              | 4000                              | 6500                        | 1475                                     | 440                           | 950                           | ЭР          |   |
| БУ5000/450ЭР-Т                                            | 4500                              | 5000                        | 1100                                     | 440                           | 1180                          | ЭР          |   |
| БУ8000/500ЭР, БУUNOC500ДЕ                                 | 5000                              | 8000                        | 2200                                     | 500                           | 1180                          | ЭР          |   |
| НБО-1К                                                    | 2000                              | 3200                        | 670                                      | 370                           | 600                           | ДЕ          |   |
| НБО-Д                                                     | 2250                              | 3600                        | 710                                      | 370                           | 600                           | Э           |   |
| НБО-Э                                                     | 2250                              | 3600                        | 700                                      | 370                           | 600                           | Д           | Э |
| БОЗД86-2                                                  | 3260                              | 5000                        | 690                                      | 218                           | 600                           | Д           |   |

Выбор буровой установки по транспортабельности необходимо производить с учетом следующих условий: рельефа местности, горно-геологических закономерностей бурения, глубины скважины, расстояния между скважинами, категории горных пород по буримости, способа разрушения горной породы, возможных скоростей бу-



рения, состояния ремонтной службы, амортизационных расходов, охраны окружающей среды и недр.

Параметр *условная глубина бурения скважин* в каждом конкретном случае может отличаться от указанной в табл. 3.2 и 3.3 в сторону уменьшения или увеличения в зависимости от типа и веса бурильных труб и компоновки бурильной колонны.

Однако во всех случаях должно соблюдаться условие:

$$Q_{б.к \max} \leq (N_{\text{усл}} + 0,1N_{\text{усл}}) 300, \quad (3.7)$$

где  $Q_{б.к \max}$  – максимальный вес бурильной колонны;  $N_{\text{усл}}$  – условная глубина бурения; 300 – вес 1 м бурильных труб, Н/м.

Более 50% всех буровых установок в РФ работают с дизельным приводом (и в разведочном и в эксплуатационном бурении). Такие буровые установки используют в районах, где нет подведенной линии электроэнергии.

*Мощность* дизельных приводов буровых установок постоянно увеличивается, а их технический уровень совершенствуется. Для освещения и питания энергией малых двигателей (для центробежных насосов, компрессора пневмосистемы и др.) каждая буровая укомплектована электростанцией мощностью 100-250 кВт.



**Рис. 3.4. Общий вид буровой установки**

Буровые установки с электроприводом имеют ряд преимуществ перед дизельными установками [13]: на 15-20% меньше по массе, чем установки с дизельным приводом; обслуживание этих установок проще; скорости бурения установками на электроприводе обычно выше, чем при бурении с дизельным приводом (за счет высокого к.п.д., меньшего числа быстро изнашивающихся узлов и деталей и др.).

Установки с электроприводом отличаются от дизельных установок того же класса только приводом.

Установки для кустового бурения и наклонных скважин (рис. 3.4) имеют механизмы перемещения для передвижения в пределах куста вышечно-лебедочного блока с оборудованием и бурильными трубами, а также для выравнивания блока в горизонтальной плоскости в процессе бурения. Сам блок передвигается по рельсам.

### **3.5. Технические требования к буровым установкам**

Буровое оборудование должно отвечать действующим требованиям государственных стандартов и существующих правил [14].

Требования безопасности к не вошедшим в состав государственных стандартов оборудованию и техническим устройствам устанавливаются техническими условиями и нормативными техническими документами Госгортехнадзора России. Так, технические устройства, используемые в процессе строительства скважин, подлежат сертификации на соответствие требованиям промышленной безопасности в порядке, установленном Госгортехнадзором России.

Технические устройства, применяемые в процессе строительства скважин, подлежат обязательной экспертизе промышленной безопасности. Порядок проведения экспертизы промышленной безопасности по установленному перечню технических устройств должен соответствовать требованиям нормативных документов Госгортехнадзора России.

Технические характеристики оборудования, входящего в состав буровой установки, должны соответствовать классу этих ус-

тановок и условиям их эксплуатации. Порядок приобретения и комплектации бурового оборудования должен соответствовать установленным требованиям.

Выбор буровой установки в рамках рабочего проекта на строительство скважины должен производиться с таким расчетом, чтобы сумма статических и динамических нагрузок при спуске (подъеме) наиболее тяжелых бурильных или обсадных колонн, а также при ликвидации аварий (прихватов) не превышала величину параметра *допускаемая нагрузка на крюке* выбранной буровой установки.

Как правило, нагрузка на крюке от максимальной расчетной массы бурильной колонны и наибольшей расчетной массы обсадных колонн не должна превышать соответственно 0,6 и 0,9 допускаемой нагрузки на крюке. Выбор должен производиться по большей из указанных нагрузок.

Выбор типа импортных буровых установок должен производиться с учетом вышеназванных критериев и нормативов.

Буровые установки для бурения скважин глубиной свыше 4000 м по требованию заказчика оснащаются автоматами спуско-подъемных операций.

Буровые установки должны оснащаться верхним приводом при [14]:

- ✓ бурении скважин с глубины более 4500 м;
- ✓ вскрытии пластов с ожидаемым содержанием, в пластовом флюиде сероводорода свыше 6 (объемных)%;
- ✓ наборе угла с радиусом кривизны менее 30 м в наклонно направленных скважинах;
- ✓ бурении горизонтального участка ствола скважины длиной более 300 м (в скважинах глубиной по вертикали более 3000 м).

Буровые установки (в том числе импортные) должны быть выполнены во взрывозащищенном варианте.

Освещенность буровых установок светильниками должна обеспечивать освещенность [14]:

- роторного ствола – 100 лк;
- пути движения талевого блока – 30 лк;
- помещения вышечного и насосного блоков – 75 лк;

- превенторной установки – 75 лк;
- лестниц, маршей, сходов, приемного моста – 10 лк.

Управление буровой лебедкой должно осуществляться с пульта бурильщика. Пуск буровых насосов в работу должен производиться с местного поста управления, а регулирование их работы и остановка – с пульта бурильщика и местного поста управления.

Работы на приемном мосту буровой установки по затаскиванию и выбросу труб, а также работы по обслуживанию (замене) гидравлических блоков буровых насосов должны быть механизированы, а управление грузоподъемными механизмами для работы на приемном мосту – дистанционным.

Конструкция вспомогательной лебедки должна обеспечивать плавное перемещение и надежное удержание груза на весу. С пульта управления лебедкой оператору должен быть обеспечен обзор места работы и перемещения груза. При необходимости должен быть установлен дублирующий пульт управления.

Буровая установка должна быть укомплектована [14]:

- ✓ ограничителем высоты подъема талевого блока;
- ✓ ограничителем допускаемой нагрузки на крюке;
- ✓ блокирующими устройствами по отключению привода буровых насосов при превышении давления в нагнетательном трубопроводе на 10-15% выше максимального рабочего давления насосов (для соответствующей цилиндрической втулки);
- ✓ станцией (приборами) контроля параметров бурения (тип станции устанавливается заказчиком);
- ✓ приемным мостом с горизонтальным участком длиной не менее 14 м, шириной не менее 2 м и стеллажами. Запрещается укладка труб на стеллажах в штабели высотой более 1,25 м;
- ✓ механизмами для приготовления, обработки, утяжеления, очистки, дегазации и перемешивания раствора, сбора шлама и отработанной жидкости при безамбарном бурении;
- ✓ устройством для осушки воздуха, подаваемого в пневмосистему управления буровой установки;
- ✓ успокоителем ходового конца талевого каната;

- ✓ системами обогрева рабочих мест;
- ✓ блокирующими устройствами по предупреждению включения ротора при снятых ограждениях и поднятых клиньях ПКР;
- ✓ приспособлением (поясом) для А-образных мачт и вышек с открытой передней гранью, предотвращающих падение устанавливаемых (установленных) за палец свечей;
- ✓ системой приемных емкостей, оборудованных уровнемерами и автоматической сигнализацией уровня жидкости в них;
- ✓ градуированной мерной емкостью для контролируемого долива скважины, оснащенной уровнемером.

Все закрытые помещения буровой установки, где возможны возникновение или проникновение воспламеняющихся смесей, оборудуются проточно-вытяжной вентиляцией с механическим побуждением, обеспечивающей воздухообмен в соответствии с требованиями санитарных норм и правил.

Режим работы вентиляции от момента вскрытия продуктивного горизонта до окончания строительства скважины должен быть постоянным. При достижении 20% нижнего предела воспламенения смеси воздуха с углеводородами должен включаться предупредительный сигнал, а при достижении 50% предела должно быть обеспечено полное отключение оборудования и механизмов.

Конструкция основания буровой вышки должна предусматривать возможность [14]:

- монтажа превенторной установки на устье скважины и демонтажа основания (при установленной фонтанной арматуре или ее части);
- установки стола ротора на уровне пола буровой, а также рационального размещения:
- ✓ средств автоматизации, механизации и пультов управления;
- ✓ обогреваемого подсвечника со стоком раствора;
- ✓ воздухо-, масло- и топливопроводов, а также средств системы обогрева;
- ✓ механизма крепления неподвижной ветви талевой системы;

- ✓ механизмов по изменению положения машинных ключей по высоте;
- ✓ механизма крепления рабочих и страховочных канатов машинных ключей;
- ✓ шурфов для наращивания, установки ведущей трубы и (при необходимости) утяжеленных бурильных труб;
- ✓ устройств по механизации установки ведущей трубы и УБТ в шурфы.

Применяемые крепления всех приспособлений и устройств, устанавливаемых на вышках, должны исключать их самопроизвольное раскрепление и падение. Приспособления и устройства должны быть застрахованы от падения.

Вышки (кроме мобильных буровых установок) должны быть оборудованы площадками для обслуживания кронблоков и замены бурового шланга. Вышки оборудуются площадкой верхового рабочего (с устройством для его эвакуации в случае возникновения аварийной ситуации). Устройство должно быть расположено за пределами вышки и обеспечивать эвакуацию верхового рабочего за пределы внутривышечного пространства.

Вышки должны оснащаться лестницами-стремянками с устройствами инерционного или другого типа для безопасного подъема и спуска верхового рабочего или лестницами тоннельного типа с переходными площадками через каждые 6 м или маршевыми лестницами до рабочей площадки верхового рабочего (балкона) с переходными площадками через каждые 6 м, а выше – лестницей тоннельного типа или лестницей-стремянкой с устройством для безопасного подъема и спуска. Вышки для мобильных установок должны оборудоваться лестницами тоннельного типа без переходных площадок.

На буровых насосах должны быть установлены компенсаторы давления, заполняемые воздухом или инертным газом, с приспособлениями для контроля давления в компенсаторах. Буровые насосы надежно крепятся к фундаментам или к основанию насосного блока, а нагнетательный трубопровод – к блочным основаниям и промежуточным стойкам. Повороты трубопроводов выполняются плавно или делаются прямоугольными с отбойными элементами для предотвращения эрозионного износа.

Конструкция крепления элементов нагнетательного трубопровода (стояка и т.п.) к металлоконструкциям должна предусматривать возможность центровки талевой системы по отношению к оси скважины. На соединение фланцев нагнетательного трубопровода устанавливаются съемные металлические хомуты.

Верхний силовой привод должен быть совместим со средствами механизации спускоподъемных операций. Управление исполнительными механизмами и приводом силового блока должно осуществляться с пульта управления, расположенного компактно с пультами управления другим оборудованием буровой установки (лебедкой автоматическим ключом и др.).

Элементы верхнего привода (направляющие балки, модуль исполнительных механизмов и т.д.) не должны создавать помех для ведения других технологических операций. Грузоподъемность верхнего привода должна соответствовать грузоподъемности буровой установки. Конструкция верхнего привода должна предусматривать наличие системы противофонтанной арматуры, а также датчиков положения исполнительных механизмов, скорости вращения стволовой части и момента вращения.

Система противофонтанной арматуры должна включать не менее 2-х встроенных шаровых задвижек. Одна из задвижек должна быть оснащена дистанционным управлением с пульта.

Рабочее давление шаровых задвижек должно быть не менее предельно допустимого давления в других элементах нагнетательного трубопровода буровой установки, а их проходное сечение должно соответствовать проходному сечению стволовой части.

В процессе работы должны контролироваться [14]:

- ✓ величина крутящего момента при свинчивании и бурении;
- ✓ положение элементов трубного манипулятора;
- ✓ положение системы противофонтанной арматуры.

Монтаж и установка элементов верхнего привода должны осуществляться специализированным персоналом в соответствии с инструкцией завода-изготовителя (фирмы-поставщика).

В системе управления автоматическим ключом должна предусматриваться возможность полного отключения механизмов от линии питания рабочего агента, а также блокировка с целью предотвращения случайного включения. По требованию заказчика

(если оно содержится в техническом задании) конструкции буровой установки для кустового строительства скважин должно быть предусмотрено устройство для подвески блока очистки к основанию вышечно-лебедочного блока.

На корпусах оборудования, входящего в состав талевой системы (кронблок, талевый блок и крюк), должна быть указана их допустимая грузоподъемность.

Механические передачи (цепные, карданные, зубчатые и др.), муфты сцепления, шкивы, другие вращающиеся и движущиеся элементы оборудования, а также их выступающие части должны иметь металлические ограждения, соответствующие установленным требованиям.

Инструменты, специальные приспособления и устройства, применяемые в процессе строительства скважин, должны соответствовать техническим условиям по их изготовлению, утвержденным в установленном порядке.



## 4. РОССИЙСКАЯ БУРОВАЯ ПОДОТРАСЛЬ

---

### 4.1. Состояние мирового рынка буровых установок

Рынок буровых установок имеет международную структуру, так как буровые установки характеризуются довольно сложными конструкциями, полно-серийным исполнением, технической сложностью, а один комплект стоит несколько сотен миллионов долларов и дороже.

В 2009 г. в мире работало 2105 буровых установок [46]. При этом в США количество буровых установок увеличилось на 49 – до 980 и в Канаде – на 3 (составив 178).

На долю Северной Америки приходится свыше 50% всех буровых установок глубокого бурения, работающих в мире. В Латинской Америке число установок сократилось в 2009 г. на 7 и на Дальнем Востоке – на 11 [46]. В то же время в Европе их количество в 2009 г. выросло на 5 и в Африке – на 1. Рекордное за 22 года число буровых установок, работающих в мире, было зафиксировано в сентябре 2008 г. – 3557 единиц [46].

Во всем мире в общей сложности количество наземных буровых установок составляет лишь 4300 комплектов, а оффшорные платформы – 200-300 комплектов. Стран и производителей по изготовлению буровых установок не так много во всем мире, общее годовое производство буровых установок составляет – от 600 до 800 комплектов.

С 90-х гг. XX в. зарубежные компании разработали и усовершенствовали многие инновационные буровые установки, в результате появились новые конструкции и технологии. Для того чтобы адаптироваться к разведке и эксплуатации в различных условиях залегания месторождения нефти и газа (в мелководных, пляжах, пустынях и горах), США, Германия, Франция, Канада, Россия, Италия, Мексика, Румыния и другие страны разработали различные типы буровых установок. В частности, американские компании National Oilwell, Emsco и Dresco изготавливают самые

качественные буровые, срок службы которых может составлять более 10-15 лет.

Так, американская компания National Oilwell имеет преимущество в наземных мобильных и стационарных буровых и оффшорных платформах, особенно в технологиях в тяжелом бурении.

Американская компания Varco составляет 60-70% доли рынка по поставке буровых с системой верхнего привода. В 2005 г. эти 2 ведущие компании провели слияние способом объединения капиталов и стали наибольшей компанией в мире в области производства буровых установок.

Кроме того, компания МН Норвегии имеет преимущество и специфику в гидравлической технологии, разработала новые гидравлические буровые, гидравлические лебедки, гидравлические роторы, гидравлические бурильные инструменты, роботы и другую специализированную продукцию.

Итальянская компания Soilmes тоже имеет очевидные преимущества в гидравлических буровых установках, морских буровых складных с К-типа вышкой и т.д.

#### **4.2. Специфика российского рынка бурового оборудования**

Российский рынок буровых установок характеризуется ограниченным числом заказчиков – более 90% буровых установок от общего объема рынка приобретают 10–12 компаний [23]. Причем состав заказчиков неоднороден, на рынке доминируют 2 компании – «Сургутнефтегаз» и БК «Евразия», которые осуществляют более 50% объемов бурения в России (суммарно используя при этом около 360 буровых установок).

Существует прямая зависимость спроса на буровые установки от текущих и прогнозируемых мировых цен на нефть – с 2002 по 2004 г., когда цены на нефть находились в коридоре 20–30 долл. за баррель, заказов на полнокомплектные буровые установки практически не было.

Практически все установки для разных заказчиков производятся по индивидуальным проектам – штучно или мелкими сериями.

Имеется длинный цикл проектирования и производства буровых установок – 8–12 месяцев. Существовал переход в 2008–2009 гг. от рынка продавца к рынку покупателя – последствия мирового финансового кризиса и роста экспансии китайских производителей бурового оборудования.

В настоящее время в России находится в эксплуатации около 790–800 стационарных и эшелонных буровых установок [23]. Однако изношенность парка буровых установок в российских компаниях составляет от 25 до 70%, в среднем – выше 40%. Причем установки для кустового бурения скважин в российских компаниях составляют большую часть парка – около 70% (рис. 4.1).

В последние годы четко прослеживается тенденция по увеличению грузоподъемности буровых установок, заказываемых российскими буровыми подрядчиками. В частности, до 2006 г. большинство заказываемых установок имели грузоподъемность от 160 до 270 т, а в последние годы большинство заказов приходится на буровые грузоподъемностью 250–450 т. Это связано с постоянным увеличением средней глубины (протяженностью) бурящихся в России скважин, обусловленным освоением новых месторождений с большей глубиной залегания продуктивных пластов и возрастанием доли горизонтальных скважин с увеличенной протяженностью ствола.

В 2007 г. имелся выход на российский рынок бурового оборудования китайских производителей, когда были заключены контракты с крупнейшими буровыми компаниями на поставку установок: «Сургутнефтегаз» – 14 БУ г/п 175 т, БК «Евразия» – 8 БУ г/п 320 т, ВТБ-Лизинг – 30 БУ г/п 320 т.

Следствием мирового финансового кризиса и роста экспансии китайских производителей стало снижение рыночных цен буровых установок в среднем на 20–25%. Кроме того, изменилась структура покупателей бурового оборудования: в 2007 г. 67% заказчиков установок составляли вертикально-интегрированные



**Рис. 4.1. Российская буровая установка**

компаний, в 2010 г. их доля в общем количестве заказов сократилась до 40%. В настоящее время на российском рынке доминируют независимые заказчики оборудования, а они отдают предпочтение установкам с минимальной стоимостью, как правило, китайского производства.

Необходимо отметить, что в последние годы произошло ужесточение требований к качеству приобретаемого бурового оборудования со стороны заказчиков. Кроме того, буровые компании требуют осуществлять контрольную сборку практически всех буровых установок на площадке производителя и проведения их испытаний в присутствии заказчика.

В 2014 г. российские буровые компании заказали более 60 стационарных и кустовых установок грузоподъемностью от 160 до 450 т. Большинство (более 80%) этих установок будет произведено на российских предприятиях «Уралмаш НГО Холдинг» и ВЗБТ.

С 1 января 2012 г. введены пошлины на ввоз в Россию импортных комплектных буровых установок (БУ) с условной глубиной бурения свыше 200 м по таможенной ставке 10%, но не менее 2,5 евро за 1 кг ввозимого оборудования.

После введения пошлин стоимость ввозимых буровых установок резко возросла, причем главным критерием роста был не процентный размер таможенной ставки (10%), а величина ставки в 2,5 евро за 1 кг ввозимого оборудования. По этому критерию удорожание зависит только от веса импортных буровых установок, и что самое главное и китайские, и западные производители будут выплачивать одинаковые суммы за однотипные установки (при их одинаковом весе) независимо от их первоначальной стоимости.

#### **4.3. Анализ рынка буровых установок**

К началу XXI в. парк буровых установок, работающих на территории РФ, довольно существенно морально и физически устарел. Так, из каждых 600–700 буровых установок только около 200 имели возраст менее 10 лет [39]. Практически 50% существующего парка составляли буровые установки возрастом старше

20 лет, которые требовали скорейшей замены. Несмотря на высокий запас прочности советского бурового оборудования, все же оно было рассчитано на 10-летний, а не 20-летний срок эксплуатации, поэтому в России к началу XXI в. уже 70% буровых установок практически полностью выработали свой ресурс.

Кроме того, применение новых технологий бурения (в частности – горизонтального) потребовало оснащения буровой установки регулируемыми приводами постоянного или переменного тока, верхним приводом, а также эффективными средствами очистки бурового раствора, более совершенными системами контроля и управления [39]. Таких установок все еще недостаточно у буровых компаний, работающих в Российской Федерации.

Необходимо отметить, что российский рынок бурового оборудования развивается весьма неравномерно. В частности, в конце 1980-х гг. «Уралмаш» ежегодно выпускал более 300 буровых установок и наборов бурового оборудования [39]. Затем, с 1991 по 1998 г. наблюдался существенный спад в производстве бурового оборудования. Так, за весь 1998 г. «Уралмаш» продал всего лишь 1 комплектную буровую установку и несколько наборов бурового оборудования.

С 1999 г. ситуация начала меняться в лучшую сторону, а в 2000–2001 годах российские заводы уже не справлялись с выполнением поступающих заказов нефтяников. За короткий период (с 2000 по 2002 г.) было изготовлено около 200 буровых установок. Далее вновь наступил период резкого спада производства буровых установок [39].

По данным Союза производителей нефтегазового оборудования, производство российских буровых установок для глубокого бурения в 2003 г. составило всего 18, а в 2004 г. – 15 единиц [39].

В 2002 г. «Уралмашем» было произведено 29 буровых установок, т.е. около 50% от тогдашней потребности всего российского рынка, а в 2005 году сделали всего 4 единицы.

В настоящее время «Уралмаш-Буровое оборудование», «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть», Волгоградский завод буровой техники (ВЗБТ), «Иждрил» и другие предприятия, производящие буровую технику, осуществляют кардинальную модернизацию собственных производств [39].

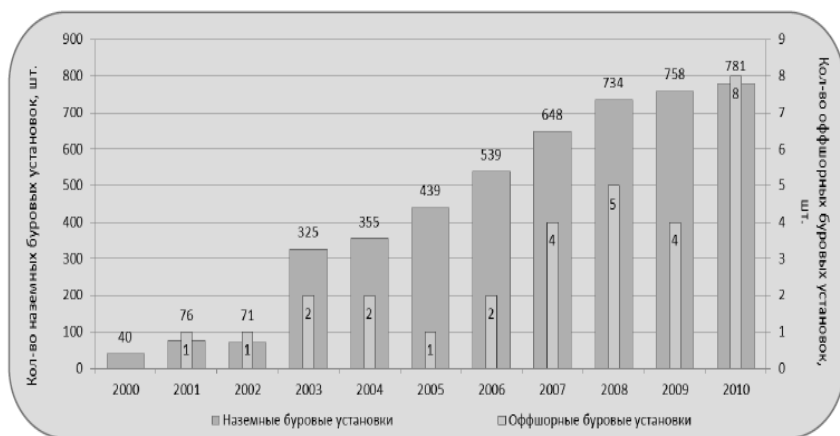
В целом в России эксплуатируется около 1000 буровых установок (в США – 1800 единиц), а общий износ парка составляет порядка 60%, подлежит замене около 40% установок [39].

В настоящее время в России около 35% парка буровых установок эксплуатируется более 20 лет [10]. Только для поддержания парка в ближайшее 5 лет (начиная 2010 г.) российским компаниям понадобится 340 установок. При этом производство буровых установок в 2009 г. в России снизилось на 30% (рис. 4.2) [37].

Количество изготовленных буровых установок увеличивается с 40 штук в 2000 г. до 189 в 2010 г. [47]. Финансовый кризис 2008-2009 гг. оказал негативное влияние на темпы увеличения парка буровых установок: если с 2007 по 2008 г. количество наземных буровых установок увеличилось на 86 штук (с 648 до 734, или 13,3%), то с 2008 по 2009 г. наблюдается значительное снижение темпов прироста: с 734 до 758, т.е. всего на 24 установки, или на 3,3%. Аналогичная ситуация наблюдается в период с 2009 по 2010 г., когда количество наземных буровых установок увеличилось только на 23 штуки: с 758 до 781, или 3%.

Характеристики парка буровых установок российского производства [47]:

- общий объем парка ~2000 буровых установок;
- 90% парка еще советская «классика»;
- новые производства:
  - «Уралмаш-ВНИИБТ» (~700 буровых установок БУ4200/250ЭЧК-БМ грузоподъемностью более 200 т);
  - МК БУ-4500 (10%);
  - БУ-3000 УЭК (40%);
  - «Уралмаш» с Loadmaster Universal БУ-3Д76 и БУ-3Д86 (30%);
  - БУ-2500 Rig;
  - «БК Евразия» с Le Tourneau (15%);
  - Bentec; «Томскбурнефтегаз»;
- структура по возрасту: до 1990 г. – 20%; до 2000 г. – 65%;
- потеря более половины рынка из-за растущего импорта: после 2000 г. – 15%.



**Рис. 4.2. Динамика количества буровых установок в России [47]**

Число импортированных буровых установок [47] – 139 ед.; ~7% всего российского парка буровых установок и 22% буровых установок свыше 200 т;

- Суммарный объем за 2 неполных года ~1.3 млрд долл. (без учета зап. частей и буровых установок, поставленных по частям);
- Стационарные буровые установки ~45%.
- Структура поставок по предельной нагрузке: до 100 т – 5, до 300 т – 22 единицы.

#### ***Страновая структура поставок буровых установок в 2006-2009 гг.***

Поставками в Россию отметились всего 5 компаний из TOP 5 [47]:

- Германия – Sichuan Honghua Petroleum Equipment – 2(2), 3(3), 6(3) – 11(8) Co., Ltd.;
- США – Baoji oilfield machinery Co., Ltd. – 1(1), 1(1), 11(2), 3(0), 16(4);
- Китай – RG Petro-Machinery (GROUP) Co., Ltd. – 1(0), 12(1), 61(37), 22(8), 96(46);
- Румыния – Lanzhou Petrochemical Machinery – 8(3), 1(1), 9(4);
- Италия – Equipment Group Company – 1(0), 2(0), 4(0), 7(0).

Всего 5(3), 16(5), 88(45), 30(9) – в скобках – число буровых установок свыше 300 т.

Более 18 получателей буровых установок – из Китая, в том числе «ВТБ-Лизинг», API-4F (мачты, буровой кронблок, узлы, узлы на PSL1) и 38 (связанный экспортный кредит) компаний; API-7K (буровое и ремонтное оборудование: роторные столы, детали насосов и т.п.) – 96 компаний.

В 2015 г. число буровых установок по добыче нефти и газа по всему миру сократилось в феврале до величины 2,986 тыс. ед.

В 2007 г. «ВТБ-Лизинг» («дочка» ВТБ) при посредничестве кипрской компании купил 30 буровых установок китайского производства [10].

Российский Внешторгбанк в 2010 г. приобрел 30 буровых установок в Китае [39].

В 2012 г. Газпромбурение приобрел 11 новых буровых установок, это плюс 10% к уже существующему парку, из которого 60 будут еще в работе, а 40 – последовательно заменены [52].

### ***Прогноз российского рынка буровых установок***

В 2012–2016 гг. годовые объемы рынка стационарных и кузовных буровых установок грузоподъемностью свыше 125 т будут находиться в диапазоне от 75 до 80 шт. (вследствие вывода из эксплуатации большого количества буровых установок, массово производившихся до 1992 г., а также роста парка установок большинства буровых подрядчиков) [23].

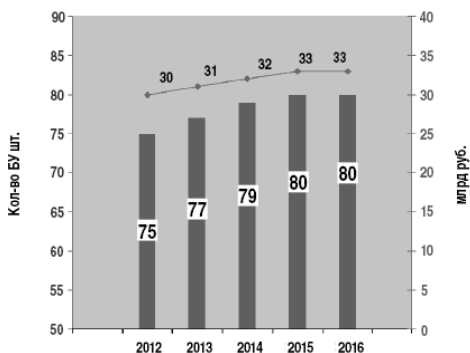
В настоящее время действует запрет на эксплуатацию буровых установок, произведенных более 25 лет назад. В СССР до 1990 г. всеми заводами производилось более 500 установок ежегодно для разведочного и эксплуатационного бурения. В 1991 г. произошло снижение количества произведенных установок – до 340, а в 1992 г. произвели только 115 машин. Именно поэтому до 2016 г. будет выведено большое количество морально и физически устаревших установок и большинство закупаемых машин пойдет на их замену.

Также в 2012–2016 гг. произойдет значительный рост объемов разведочного и эксплуатационного бурения – недропользователи вынуждены компенсировать падение добычи нефти и газа на действующих промыслах за счет ввода большого количества но-



вых скважин на действующих и новых промыслах [23]. Это потребует увеличения парка действующих установок большинства буровых компаний, работающих на территории России (рис. 4.3).

**Рис. 4.3. Динамика парка действующих буровых установок**



Тенденция увеличения грузоподъемности заказываемых буровых установок будет сохраняться [23]: большинство заказов будет приходиться на установки грузоподъемностью 320-450 т, а в каждом последующем году их доля будет только возрастать.

#### **4.4. Основные направления повышения эффективности и качества строительства скважин в АО «Газпром»**

В последние годы в ОАО «Газпром» наблюдается положительная тенденция в области строительства скважин (табл. 4.1). Так, в 2004 г. было закончено строительством 495 скважин, что почти на 50% больше соответствующего показателя 2003 г., пробурено 706,5 тыс. м горных пород (в том числе 575,9 тыс. м в эксплуатационном и 130,6 тыс. м в разведочном бурении) [14].

Гидроразрывы пластов были проведены на 56 скважинах, а кроме того, уже полностью было закончено строительство 47 горизонтальных скважин и 10 боковых стволов [14].

Хорошие производственные результаты были достигнуты и в 2005 г. Так, за 9 мес. было пробурено 423,1 тыс. м горных пород (в том числе 311,7 тыс. м в эксплуатационном и 111,4 тыс. м в разведочном бурении). Также было закончено строительство 257 скважин (в том числе 204 эксплуатационных и 53 разведочных).

ГРП были проведены на 47 скважинах (при этом была пробурена 21 горизонтальная скважина и 3 боковых ствола). Однако при общей положительной динамике показателей объемов строительства скважин состояние дел с технической оснащенностью буровых предприятий ОАО «Газпром» пока не на достаточном уровне [14].

*Таблица 4.1*

**Объемы буровых работ на месторождениях ОАО «Газпром»  
в 2003-2005 гг. [14]**

| Показатели                                | 2003 г. | 2004 г. | 2005 г. (9 месяцев) |
|-------------------------------------------|---------|---------|---------------------|
| Скважины, законченные строительством, шт. |         |         |                     |
| Эксплуатационные                          | 309     | 453     | 204                 |
| Разведочные                               | 24      | 42      | 53                  |
| Всего                                     | 333     | 495     | 257                 |
| Проходка в бурении, тыс. м                |         |         |                     |
| Эксплуатационная                          | 418,3   | 575,9   | 311,7               |
| Разведочная                               | 79,5    | 130,6   | 111,4               |
| Всего                                     | 497,8   | 706,5   | 423,1               |

Прежде всего это касается основного бурового оборудования. Так, из 118 буровых установок, находящихся в настоящее время на балансе «Газпрома», 98 ед. было выпущено до 1990 г., т.е. они уже отработали свой ресурс и требуют быстрее замены [14].

Средний же срок эксплуатации буровых установок в целом по этой газовой корпорации достиг 15-20 лет, что на 5-10 лет превышает установленные заводами-изготовителями предельные показатели [14].

Аналогичная ситуация и с остальными видами специализированного оборудования (в том числе цементирующим, противовибросовым, спецтехническим и т.п.) [14].

С целью устранения указанных выше недостатков в ОАО «Газпром» был разработан и уже успешно реализуется ряд мероприятий [14]. Так, была разработана Комплексная программа повышения эффективности и качества строительства скважин, предусматривающая следующие основные направления [14]:

- проведение технического перевооружения буровых предприятий ОАО «Газпром»;

- создание собственных и привлечение к выполнению буровых работ сторонних сервисных компаний (в том числе специализирующихся на вышкостроении, испытании скважин, гидроразрыве пласта, цементировании и т.п.);
- совершенствование работы служб контроля качества строительства скважин;
- проведение анализа технико-технологических решений, заложенных в проекты на строительство скважин;
- сертификация применяемого оборудования, материалов и инструмента;
- внедрение современного геофизического оборудования и технологий;
- переход на комплектование эксплуатационных колонн газовых скважин обсадными трубами только с высокогерметичными резьбовыми соединениями;
- расширение объемов строительства многоствольных скважин и боковых стволов;
- организация выходного и усиление входного контроля закупаемого оборудования, материалов и инструмента;
- активизация претензионной работы (как по качеству поставляемого оборудования, материалов и инструмента, так и выполняемым подрядным и сервисным работам);
- привлечение на конкурсной основе сторонних буровых подрядчиков.

К 2005 г. была утверждена Программа технического перевооружения буровых предприятий ОАО «Газпром» [14]. Она предусматривает приобретение современных буровых установок и бурового инструмента, а также высокоэффективных цементировочных комплексов. Выполнение этой программы позволит существенно повысить качество и эффективность буровых работ, а также сократить на 20-30% сроки строительства скважин.

Осуществлен полный переход на комплектование эксплуатационных колонн газовых скважин обсадными трубами с высокогерметичными резьбовыми соединениями [14]. Намечено дальнейшее расширение объемов работ, выполняемых сервисными компаниями. Кроме того, была организована работа по пересмотру проектных решений, ориентированная на внедрение в практику

строительства скважин более современных технологий и оборудования [14].

Активизируются работы, направленные на создание собственных и привлечение сторонних супервайзерских компаний, главная задача которых – контроль за качеством строительства скважин на месторождениях, принадлежащих ОАО «Газпром» [14]. Уже подписаны соответствующие контракты с компаниями «Системный буровой сервис», «ГеоИнком», «Текон-У» и «Сервиснефтегаз».

Нужно отметить, что с 2004 г. на базе учебно-тренировочного центра ООО «Газобезопасность» (г. Астрахань) реализуется программа обучения и сертификации специалистов указанных служб по тематике «Контроль скважины. Управление скважиной при газо-нефте-водопроявлениях» [14]. Кроме того, с 2005 г. на базе Отраслевого тренажерного центра в г. Калининграде проводится обучение специалистов служб контроля строительства скважин с привлечением компании Halliburton (США) [14].

#### **4.5. Повышение роли и увеличение объема сервисных работ**

Начиная с 2002 г. в ОАО «Газпром» (с целью монополизации рынка буровых услуг) проводится целенаправленная работа по привлечению к строительству скважин на месторождениях сторонних буровых подрядчиков на конкурсной основе [14]. Так, если в 2002 г. силами сторонних компаний было пробурено 21 тыс. м горных пород, то уже в 2003 г. – 53,1 тыс. м, а в 2004 г. – 106,8 тыс. м, что составило соответственно 6,5%, 12,8% и 15% от общего объема буровых работ, выполненных на месторождениях, принадлежащих ОАО «Газпром».

Динамика роста объемов сервисных работ, выполняемых для ОАО «Газпром» сервисными организациями, представлена в табл. 4.2.

Эти данные показывают, что привлечение сервисных компаний в основном касается таких специфических видов деятельности, как навигационные работы (при проходке главных скважин и боковых стволов), цементирование обсадных колонн, проведение ГРП, приготовление и обработка буровых растворов и др. [14].

Таблица 4.2

**Объемы сервисных работ при строительстве скважин  
на месторождениях ОАО «Газпром»**

| Показатели                                                    | Объемы сервисных работ скважин<br>по годам |      |      |      |      |                     |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------|------|------|------|---------------------|
|                                                               | 2000                                       | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 (9<br>месяцев) |
| Количество скважин, закон-<br>ченных строительством,<br>всего | 109                                        | 195  | 288  | 333  | 495  | 257                 |
| В т.ч. с оказанием сервисных услуг:                           |                                            |      |      |      |      |                     |
| Навигационные работы при<br>строительстве ГС                  | 20                                         | 24   | 19   | 16   | 47   | 21                  |
| Навигационные работы при<br>строительстве БС                  | 2                                          | 2    | 7    | 6    | 10   | 3                   |
| Цементирование обсадных<br>колонн                             | —                                          | —    | —    | 10   | 31   | 13                  |
| Прокат и отработка долот                                      |                                            |      |      | 8    | 27   |                     |
| Гидроразрывы пластов                                          |                                            | 8    | 30   | 43   | 56   | 47                  |
| Приготовление и обработка<br>буровых растворов                |                                            |      |      |      | 6    | 5                   |
| Прокат бурового оборудо-<br>вания                             | —                                          | —    | —    | —    | —    | —                   |

Разработанными перспективными планами предусмотрено дальнейшее расширение объемов и спектра работ, выполняемых привлекаемыми сервисными компаниями. ОАО «Газпром» приступил к созданию специализированных сервисных подразделений на базе ООО «Бургаз» [14]. Предполагается, что оказание сервисных услуг сторонними компаниями (в том числе и западными) будет и далее проводиться в рамках субподрядных договоров с ООО «Бургаз». При этом наиболее приоритетными направлениями сотрудничества должны стать [14]:

- цементирование скважин;
- приготовление и обработка буровых растворов;
- прокат и отработка долот;
- спуск и цементирование обсадных колонн;
- гидроразрывы продуктивных пластов.

### *Цементирование обсадных колонн*

В 2003-2005 гг. с целью повышения качества крепления скважин на газовых месторождениях Западной Сибири были проведены тестовые цементирования 64-х эксплуатационных скважин на Заполярном и Песцовом ГКМ с привлечением компаний НПО «Бурение» (41 скв.), Schlumberger (10 скв.), Halliburton (10 скв.) и НПЦ «Нефтемаш-Наука» (3 скв.) [14].

Работы, выполненные компаниями Schlumberger и Halliburton, были проведены на условиях полного сервиса и включали в себя инжиниринг, поставку цементных композиций и химических реагентов, а также тампонажные работы с использованием собственного оборудования [14].

Сервисные контракты с ОАО НПО «Бурение» и ЗАО НПЦ «Нефтемаш-Наука» предусматривали использование оригинальных рецептур цементных композиций и буферных жидкостей, а также поставку необходимых химических реагентов и инженерное сопровождение работ, выполняемых на оборудовании ООО «Бургаз» [14].

Основной целью проведенных работ явилась отработка инновационных технологий цементирования и выбор оригинальных тампонажных композиций, обеспечивающих необходимое качество работ (в том числе снижение количества скважин, имеющих межколонные давления) [14].

### *Приготовление и обработка буровых растворов*

Компаниями MI Svaco и НПО «Бурение» было проведено сервисное сопровождение работ по приготовлению и обработке буровых растворов на 11 скважинах различных газовых месторождений Западной Сибири и Краснодарского края [14].

В процессе работ на 10 скважинах зона ответственности компаний была ограничена поставкой химических реагентов и инженерным сопровождением работ. На одной скважине (скв. №6 Песчаная) впервые сервис осуществлялся в полном объеме и включал поставку химических реагентов, инженерное сопровождение работ и использование оборудования компании для приготовления и очистки бурового раствора [14].

В 2005 г. с компанией Baker Hughes были начаты работы по оказанию сервисных услуг при строительстве 3-х поисковых сква-

жин на различных газовых месторождениях Оренбургской области [14].

ООО «ТюменНИИгипрогаз» совместно с ЗАО «Спецбурматериалы» на 2-х скважинах Уренгойского газоконденсатного месторождения оказывало сервисные услуги по химической обработке бурового раствора [14]. Это фактически первый опыт непосредственного участия научно-исследовательского института в составе ОАО «Газпром» в аналогичных работах, осуществляемых в рамках субподрядного договора с предприятием – поставщиком химических реагентов.

Учитывая крайне жесткие экологические ограничения природоохранных органов при строительстве скважин в водоохраных зонах севера Тюменской области и особенно полуострова Ямал, в ближайшей перспективе планируется апробировать интегрированный сервис, связанный с буровыми растворами [14]. Такой комплекс работ включает в себя разработку компонентов и рецептур буровых растворов, технологий и оборудования для его приготовления и очистки, сбора, нейтрализации и утилизации шлама и отработанного раствора, инженерное сопровождение [14].

#### *Прокат и обработка долот*

В 2004-2005 гг. к сервисному сопровождению строительства скважин были привлечены 3 сервисные компании – ЗАО «СибТрейдСервис», НПО «Буринтех» и Reed-Hycalog (США) [14]. Эти компании оказывали услуги по составлению долотной программы, подбору режимов бурения, поставке необходимого российского и импортного породоразрушающего инструмента и инженерному сопровождению работ представителями сервисных компаний. За 2 неполных года с использованием этого направления сервиса было пробурено 35 скважин на различных газовых месторождениях Западной Сибири и Оренбургской области [14].

Из проведенных работ следует отметить результаты, полученные НПО «Буринтех» (г. Уфа) [14]:

- проходка на алмазное долото БИТ 295,3 М4 в 16 раз превысила аналогичный показатель серийного шарошечного долота и составила 4737 м;
- стойкость алмазного долота в 7,7 раза превысила стойкость шарошечного;

- механическая скорость возросла в 2 раза;
- затраты на строительство скважины сократились на 280,9 тыс. руб.

Заслуживают внимания и результаты работ компании Reed-Nysalog на скважине № 6 Нагумановская (проектная глубина 4680 м) [14]. В частности [14]:

- время бурения интервала 256-3145 м было сокращено на 775,9 часа;
- механическая скорость выросла в 1,9 раза, а проходка на долото в 2,6 раза;
- расход долот сократился на 13 шт.

#### *Спуск обсадных колонн*

Работы осуществляются в рамках подписанного с ЗАО «КорТекс-Сервисез» контракта [14].

В зону ответственности этой компании входили [14]:

- ревизия оснастки обсадных колонн и руководство работами по ее спуску в скважину;
- поставка оборудования на скважину (в соответствии с согласованными графиками работ);
- подготовка регламента проведения работ;
- сервисное обслуживание, а при необходимости и ремонт многократно используемого оборудования.

Наиболее важным результатом, достигнутым в ходе реализации данного контракта, можно считать устранение имевшихся проблем с оснасткой обсадных колонн [14].

#### *Гидроразрыв пластов*

За период 2001-2005 гг. на месторождениях ОАО «Газпром» на условиях сервисных контрактов было проведено 184 гидроразрыва продуктивных пластов, в том числе по отдельным компаниям [14]:

- ООО «Бургаз» – 86 ГРП;
- ООО «Пурнефтеотдача» – 68 ГРП;
- Schlumberger – 24 ГРП;
- ООО «Катконевть» – 6 ГРП.



#### **4.6. Перевооружение бурового комплекса Татнефти**

Многие нефтяные месторождения Татарстана находятся на завершающей стадии разработки [44]: нефть в республике добывается на протяжении уже 70 лет. За эти годы в Татнефти было пробурено порядка 45 тыс. скважин.

В настоящее время доля трудноизвлекаемых запасов приближается к 80% [44]. Это более 1 млрд т трудной нефти (не считая запасов природных битумов). И для их добычи традиционные методы бурения уже не применимы [44]. Так, значительная доля трудноизвлекаемых запасов находится в карбонатных отложениях, где традиционные вертикальные и наклонно-направленные скважины дают довольно низкие дебиты и попросту не окупят всех производимых затрат [44].

Практический опыт передовых западных и российских компаний показывает, что для бурения таких сложных скважин необходимы современные буровые установки, оснащённые высокопроизводительными буровыми насосами с частотно-регулируемыми электроприводами (ЧРЭП), верхними силовыми приводами (ВСП), высокопрочными бурильными трубами, а также современными системами очистки промывочной жидкости, надёжными системами контроля параметров бурения, высококачественными телеметрическими системами и яссами [44].

На 2012 г. в Татнефти было пробурено 323 тыс. м горных пород [44]. В результате в эксплуатацию были введены 136 новых добывающих скважин со средним дебитом 8,8 т нефти в сутки.

Основное внимание «Татнефть» уделяет использованию современных технологий нефти в бурении. В частности, начата подготовка 5-летней программы технического перевооружения и модернизации бурового комплекса компании [44]. Общая сумма инвестиций по группе компаний «Татнефть» за 6 месяцев составила 23 млрд руб.

В 2014 г. Татнефть и Татбурнефть в рамках «Программы технического перевооружения бурового комплекса» закупили и ввели в эксплуатацию 10 буровых насосов с частотно-регулируемым приводом, 5 верхних силовых приводов, а также рельсы для передвижения буровой установки в кусте [44].

В этой компании для навигации в бурении применяются новейшие телеметрические системы Гео Тренд [44].

При бурении скважин с горизонтальным окончанием (в том числе на горизонты Д0 и Д1) используются наддолотные модули и новые типы буровых растворов [44]: Мультибур, Унидриль, Премиумгель и другие. Кроме того, специалистами этой компании были решены технологические проблемы при прохождении известняками своими осложнениями массивов кыновских глин [44].

Бурение скважин в девонских отложениях показало высокую эффективность применения нового оборудования: буровых насосов с ЧРЭП, ВСП, гидравлических забойных двигателей и долот нового поколения PDC [44].

К примеру, по сравнению с соседними пробуренными ранее скважинами, механическая скорость бурения на воде увеличилась в 1,5 раза, а на растворе – в 2-3 раза [44].

Компания «Татнефть» инвестировала значительные средства для повышения эффективности производства буровых работ. В том числе – в разработку нового оборудования для передвижения бурового блока на рельсах. Как, впрочем, и в новый буровой насос повышенной мощности с частотно-регулируемым приводом НБТ-950.

Начало большим переменам в этой области было положено в 2012 г., когда в рамках масштабной программы по перевооружению было принято решение о приобретении рельсовых направляющих для перемещения буровой установки. По специальному заказу их разработали на Волгоградском заводе буровой техники. И впервые на территории Республики Татарстан мощную установку БУ-2000/125 ЭП поставили на рельсовые направляющие (рис. 4.4).

На перемещение буровой по такой технологии, вместо нормативных 2,5 суток потребовалось всего 10 часов. При этом ранее установка передвигалась на 3-х тяжеловозах с привлечением большого количества тракторной техники. Сегодня нужен лишь тракторный кран КТП-6,3 и бульдозер.

На кустовой площадке буровой блок БУ 2000/125 ЭП стоит на 2-х парах рельсовых направляющих и перемещается по ним на встроенных роликах заводской конструкции. Этот процесс регулируется пультом управления, и 1 персонал буровой (без привлече-

ния какой-либо техники) может посредством пульта переместить установку.



**Рис. 4.4. Буровая БУ-2000/125 ЭП**

Как показал первый опыт, буровики таким образом «передвинули» БУ 2000/125 ЭП на 18 м за 2 часа (перед этим демонтировав желоб и привышечное оборудование).

#### **4.7. Программа технического перевооружения бурового комплекса Татнефти**

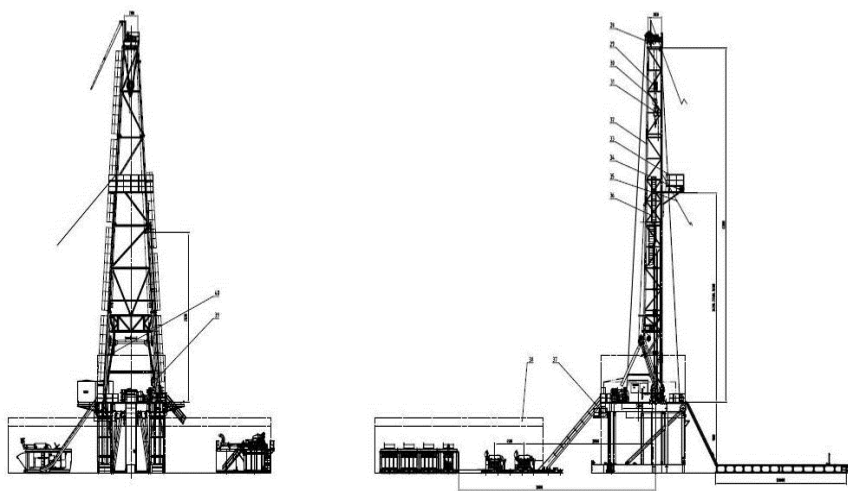
Компания ООО «ТМС-Иждрил» в 2013 г. подписала договор с ОАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина на закупку 6 полнокомплектных буровых комплексов грузоподъемностью 170 т, в том числе 2 комплекта в стационарном/блочном-модульном исполнении с системой перемещения по кусту скважины («эшелонное» исполнение) на базе стационарных буровых установок «ТМС-Иждрил 1700» (СБУ 3000/170 ИЭП по российской классификации) и 4 мобильных комплекта на базе прицепных буровых установок «ТМС-Иждрил 1700» (МБУ 3000/170 ИЭ по российской классификации).

Все поставляемые буровые комплексы оборудованы частотно-регулируемым электрическим приводом (силовые электродвигатели производства АВВ, системы частотного регулирования и система управления производства Siemens) и вновь разработаны, ском-

плектованы по техническому заданию заказчика (ОАО «Татнефть»), мачты буровых установок адаптированы для установки систем верхнего силового привода «Canfig».

В состав поставки входят также буровые насосы мощностью 950 кВт (с унифицированной системой управления и частотного регулирования Siemens), системы очистки бурового раствора в мобильном исполнении объемом 240 м<sup>3</sup> (самостоятельная разработка и изготовление – Иждрил Холдинг) с применением очистного оборудования NOV Brandt (4-ступенчатая система очистки), противовыбросовое оборудование импортного производства (изготовленное по техническим требованиям и под наблюдением Иждрил Холдинг, в том числе с использованием гибких рукавов).

Сдача первого комплекта буровой установки ОАО «Татнефть» и проведение контрольной сборки в г. Альметьевске состоялись в 2013 г.



**Рис. 4.5. Схема СБУ**

Стационарные буровые установки (СБУ 3000/170) имеют следующие преимущества (рис. 4.5):

- модульное исполнение;
- простота монтажа;

- высокая мобильность;
- применение электродвигателей переменного тока с частотным регулированием;
- наличие вспомогательного привода и системы автоматического регулирования подачи долота;
- использование комплексной системы цифрового контроля параметров бурения;
- возможна комплектация системой перемещения при бурении куста скважин.

Их технические характеристики:

- Номинальная глубина бурения (114 мм) – 3000 м.
- Максимальная нагрузка на крюке – 1700 кН.
- Максимальный вес бурового инструмента – 1080 кН.
- Диаметр талевого каната – 28,6 мм.
- Высота вышки – 41 м.
- Номинальная мощность лебедки – 600 кВт.
- Диаметр отверстия в стволе ротора – 700 мм.
- Высота рабочей площадки – 7,5 м.
- Номинальная мощность бурового насоса, л.с.х. – 2 шт. 800х2.

Условия работы: температура от -40 до +45 °С, влажность ≤90% (при +20 °С).

**Мобильная прицепная буровая установка (МБУ)** номинальной грузоподъемностью 120 т предназначена для бурения скважин на нефть, газ и воду с условной глубиной 2000 м, может использоваться для работы в микроклиматических районах с теплым и холодным климатом от -40 до +40 °С, относительной влажностью не более 98% и предельной скоростью ветра ≤110 км/ч (рис. 4.6).

Технические характеристики:

- Номинальная глубина бурения – 2000 м (5'' БТ).
- Номинальная глубина капитального ремонта – 5300 м (3 1/2 НКТ).
- Допускаемая нагрузка на крюке – 120 т.
- Максимально допустимая статическая нагрузка на крюке – 1580 кН.
- Номинальная мощность лебедки – 650 л.с.

- Высота вышки – 36 м.
- Оснастка – 4х5.
- Диаметр стального каната (главный канат) – 28,6 мм (1-1/8").
- Мощность бурового насоса – 650 л.с. (475 кВт).
- Проходной диаметр ротора – 560 мм (22").
- Высота буровой площадки – 6 м.

В рамках масштабной программы по перевооружению было принято решение о приобретении рельсовых направляющих для перемещения буровой установки. По специальному заказу их разработали на Волгоградском заводе буровой техники. И впервые на территории Республики Татарстан мощную установку БУ-2000/125 ЭП поставили на рельсовые направляющие.



**Рис. 4.6. Схема МБУ**

## Технические характеристики БУ 2000 125 М-Д

|                                              |                                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Условная глубина бурения, м                  | 2000                                                      |
| Длина бурильной свечи, м                     | 17-21                                                     |
| Тип основания                                | Мобильное, складывающееся                                 |
| Высота основания (отметка пола буровой), м   | 6,4                                                       |
| Тип вышки                                    | Двухсекционная, телескопическая                           |
| Высота вышки, м                              | 31,9                                                      |
| Грузоподъемность(нагрузка) на крюке, кН (тс) | 125 (1250)                                                |
| Диаметр талевого каната, мм                  | 25                                                        |
| Грузоподъемность вертлюга, тс                | 175                                                       |
| Ротор                                        | Р- 560                                                    |
| Диаметр отверстия в столе ротора, мм         | 560                                                       |
| Допускаемая статическая нагрузка, тс         | 1250                                                      |
| Насос                                        | НБТ – 235/40                                              |
| Привод насосов                               | Индивидуальный от дизель-гидравлических силовых агрегатов |
| Мощность бурового насоса, кВт                | 235                                                       |
| Количество буровых насосов, шт.              | 3                                                         |
| Масса, кг                                    | 415                                                       |

### 4.8. Альметьевское предприятие буровых работ

В настоящее время АПБР осуществляет преимущественно бурение более сложных по конструкции скважин под застроенными городскими территориями (город), что накладывает дополнительную ответственность и требует особого контроля качества выполняемых работ [50].

Интенсивное бурение скважин под городские застройки альметьевские буровики ведут с конца 90-х гг. XX в. [50]. Постоянное совершенствование технологии их строительства, внедрение передовых идей и новых подходов за десятилетие позволили добиться альметьевским буровикам существенных достижений.

Так, коммерческая скорость строительства данных скважин с 800 м ст/м в начале 2000-х гг. возросла до 1200 м ст/м в настоя-

щее время, средняя механическая скорость строительства с 4 м/ч увеличилась до 8 м/ч и продолжает расти [50]. Цикл строительства данных скважин со 140 суток в начале 2000-х гг. сократился до 59 суток в настоящее время.

АПБР стало пионером в освоении нового способа бурения – вскрытия пластов в режиме депрессии [50]. В процессе освоения данной технологии на основании предложений альметьевских буровиков был разработан новый комплекс депрессионного оборудования, который по многим эксплуатационным характеристикам превосходит известный аналог.

Также альметьевскими буровиками внедрен ряд рационализаторских предложений, позволивших строить скважины в режиме депрессии более быстро и качественно [50].



## 5. АНАЛИЗ КАЧЕСТВА РОССИЙСКИХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

---

### 5.1. Компания ООО «Буровая компания «Евразия»»

ООО «Буровая компания «Евразия»» – крупнейшая (по количеству пробуренных метров) независимая буровая компания России, занимающаяся строительством и ремонтом нефтяных и газовых скважин всех назначений на лицензионных участках ОАО «Газпромнефть», ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «НК «Роснефть»», ТНК-ВР и других нефтегазовых компаний. ООО «Буровая компания «Евразия»» входит в группу компаний Eurasia Drilling Company Limited (EDC), акции которой котируются на Лондонской фондовой бирже.

Производственные ресурсы Буровой компании «Евразия» сосредоточены в Волго-Уральском, Западно-Сибирском и Тимано-Печорском регионах, также эта компания работает в Восточной Сибири и Казахстане. Головной офис находится в г. Москве.

Буровая компания «Евразия» – лидер бурового сектора. На ее долю приходится около 30% объемов на рынке бурения РФ, кроме того, она имеет самый большой парк буровых установок – более 220 единиц (с учетом приобретенных активов «Schlumberger»). Однако основу этого парка составляют уралмашевские буровые установки старого образца (типа 3000 ЭУК и 3Д-86), изготовленные в 1988-1991 гг.

Начиная с 2006 г. в «Евразии» идет постоянное обновление парка: уже закуплено 39 современных буровых установок (как российского, так и импортного производства). В результате в буровом парке этой компании присутствуют современные установки производства ВЗБТ и Уралмаш, немецкие Bentec, американские Lewco, китайские SJ Petroleum Machinery и Sinopec, а также установка совместного российско-американского производства «Ермак».

**Буровые установки 3000 ЭУК** предназначены для монтажа и размещения основного и вспомогательного оборудования, обеспечения их конструктивной и функциональной взаимосвязи при бурении и транспортировке.



**Рис. 5.1. Буровая вышка BM 45/200P**

В состав буровых сооружений буровой установки БУ 3000 ЭУК-1М входят [21]:

- ✓ основание;
- ✓ буровая вышка BM 45/200P (рис. 5.1);
- ✓ каркасно-панельные укрытия;
- ✓ приемные мостки;
- ✓ стеллажи.

Основание буровой установки БУ-3000ЭУК-1М состоит из следующих основных элементов:

- основание вышечно-лебедочного блока;
- основание блока насосов;
- основание блока резервуаров цементировочной системы;
- компрессорный блок;
- блок распределительных устройств.

Основания блоков собраны в эшелон и движутся по направляющим балкам.

## **5.2. Сургутнефтегаз. Буровые установки**

Второе место на российском рынке бурения занимает компания «Сургутнефтегаз», на долю которой приходится 26% объема рынка. Буровые подразделения этой компании имеют свыше 150 буровых установок и постоянно обновляют свой парк. Необходимо отметить, что в этой компании имеются современные установки производства ВЗБТ и Уралмаш, китайские Haihua Industry Group и SJ Petroleum Machinery, а также американские мобильные буровые установки и подъемники NOV. Однако основу парка компании составляют буровые установки производства Уралмаш (поставки 1989-1991 гг.) и ВЗБТ (поставки 1996-2001 гг.). За последние 10 лет «Сургутнефтегаз» закупил около 60 буровых установок, и в начале 2011 г. был подписан контракт на поставку еще 24 буровых установок.

В настоящее время весь парк буровых установок в ОАО «Сургутнефтегаз» снабжен оборудованием российского производства. Так, основными производителями являются ООО «ВЗБТ» (г. Волгоград) и ЗАО «Уралмаш – буровое оборудование» (г. Екатеринбург).

Конструкция буровых установок выполнена по техническим требованиям ОАО «Сургутнефтегаз» для соответствия условиям бурения в Западной Сибири и в сложных экстремальных климатических условиях Якутии. Все буровые установки имеют грузоподъемность от 175 до 225 т.

Посредством закупок, а также на специализированном оборудовании, созданном совместно с ООО «ВЗБТ», были спроектированы и изготовлены буровые установки БУ 2900/175 ДЭП-1,2,5,7,8,11,12 для разведочного бурения в Западной Сибири; БУ 2900/200 ЭПК-БМ и БУ 3900/225 ЭПК-БМ – для эксплуатационного бурения в Западной Сибири; БУ 2900/175 ДЭП-14 – для разведочного бурения в Республике Саха (Якутия); БУ 2900/175 ЭПК-БМ и БУ 3900/225 ЭПК-БМ для эксплуатационного бурения в Республике Саха (Якутия).

С помощью финансирования ЗАО «Уралмаш – буровое оборудование» были изготовлены буровые установки БУ 3900/220(225) ЭК-БМ для эксплуатационного бурения в Западной Сибири.

Структура минерально-сырьевых запасов углеводородного сырья ОАО «Сургутнефтегаз» выглядит таким образом, что приблизительно 80% из них относятся к категории трудно извлекаемых. Для обеспечения увеличения добычи такой нефти и газа разрабатываются уникальные конструкции скважин, а также новейшие методы вскрытия продуктивных горизонтов и интенсификации притоков углеводородов.

В настоящее время в этом акционерном обществе основная (около 75%) доля бурения уже приходится на наклонно-направленные скважины, но разработка нефтяных месторождений с использованием горизонтальных скважин является одним из приоритетных направлений по вовлечению в разработку трудноизвлекаемых запасов нефти.

Первые горизонтальные скважины в начале 90-х гг. XX в. бурились с помощью инженерного сервиса зарубежных и сторонних отечественных подрядчиков, в настоящее время весь объем строительства таких скважин осуществляется собственными силами – инженерно-телеметрической службой (ИТС).

На сегодняшний день в составе ИТС работают порядка 22 телеметрических партии, укомплектованные высококвалифицированными специалистами, которые прошли обучение за рубежом, и используют в своей работе закупленные у компании «Sperry-Sun» телеметрические системы MWD-650 и MWD-350. В 2007 г. было закуплены дополнительно 6 комплектов телеметрических систем для бурения наклонно направленных скважин.

Отдельное внимание уделяется технологической эффективности и экологической безопасности в работе с буровыми растворами. Повсеместное применение буровых растворов с незначительным содержанием твердой фазы, не загрязняющих продуктивный пласт, и необходимость минимизации промышленных отходов бурения потребовали современных подходов к процессу очистки образующихся растворов.

В настоящее время в этом акционерном обществе большинство буровых установок старого образца, все новые буровые установ-

ки укомплектованы 4-ступенчатой системой очистки бурового раствора (как зарубежного, так и отечественного производства).

**Буровая установка БУ 4000/250 ЭК-БМЧ-2** (рис. 5.2) предназначена для глубокого эксплуатационного кустового и разведочного бурения вертикальных, наклонно-направленных и горизонтальных скважин глубиной до 4000 м на нефть и газ турбинным и/или роторным способами в электрифицированных и неэлектрифицированных районах с холодным, а также умеренным климатом.

Эта установка производится в блочно-модульном исполнении, оснащена электрическим частотно-регулируемым приводом переменного тока с цифровой системой управления.

Вышка этой установки с открытой передней гранью адаптирована для работы с верхним силовым приводом. Компоновка буровой установки обеспечивает перемещение комплекса по направляющим балкам от скважины к скважине в пределах кустовой площадки.



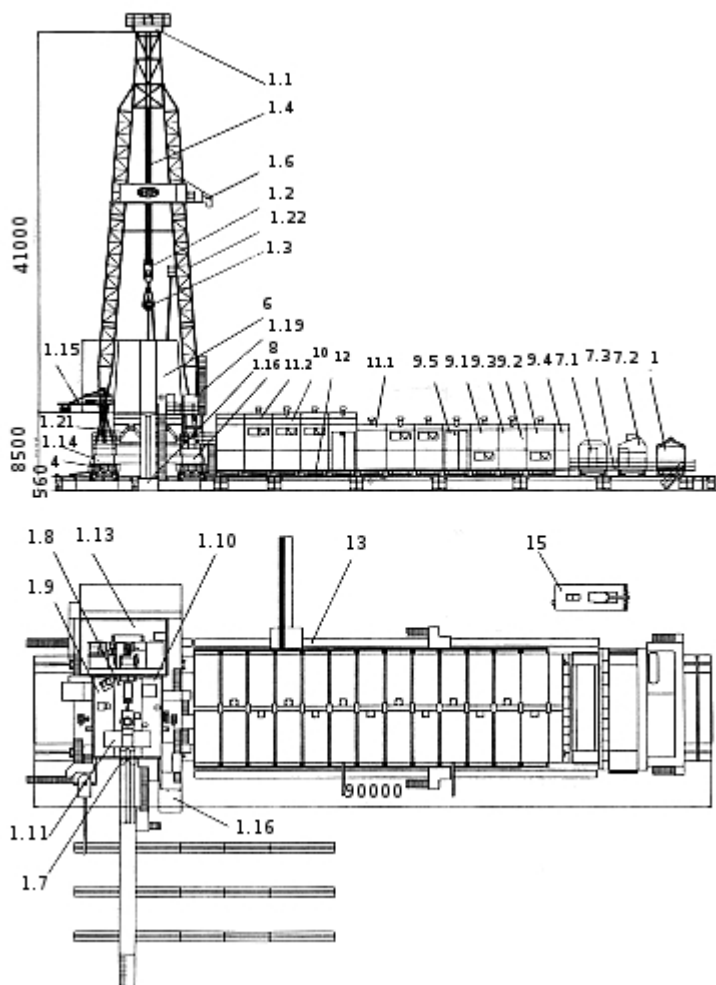
**Рис. 5.2. Буровая установка 4000/250 ЭК-БМЧ-2**

*Таблица 5.1*

**Технические характеристики буровой установки БУ 4000/250ЭК-БМ**

| Параметры                                                           | БУ 4000/<br>250ЭК-БМ |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Допускаемая нагрузка на крюке, кН                                   | 2500                 |
| Условная глубина бурения, м                                         | 4000                 |
| Скорость подъема крюка при расхаживании колонны, м/с                | 0,1                  |
| Скорость подъема элеватора (без нагрузки), м/с, не менее            | 1,6                  |
| Расчетная мощность на входном валу подъемного агрегата, кВт         | 900                  |
| Диаметр отверстия в столе ротора, мм                                | 700                  |
| Расчетная мощность привода ротора, кВт, не более                    | 370                  |
| Мощность бурового насоса, кВт                                       | 1180                 |
| Вид привода                                                         | ЭП                   |
| Площадь подсвечников для размещения свечей Ø 114 мм, м <sup>2</sup> | Н.д.                 |
| Высота основания (отметка пола буровой), м                          | 9,89                 |
| Просвет для установки блока превенторов, м                          | 7,89                 |

**Буровые установки 3900/225 ЭК-БМ, БУ 3900/200 ЭК-БМ**  
для бурения нефтяных и газовых скважин (рис. 5.3).



**Рис. 5.3. Общий вид буровых установок БУ 3900/225 ЭК-БМ,  
БУ 3900/200 ЭК-БМ**

Таблица 5.2

**Технические характеристики буровых установок БУ 3900/225 ЭК-БМ,  
БУ 3900/200 ЭК-БМ**

| <b>Параметры</b>                                                    | <b>БУ 3900/225<br/>ЭК-БМ</b> | <b>БУ 3900/200<br/>ЭК-БМ</b> |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Допускаемая нагрузка на крюке, кН                                   | 2250                         | 2000                         |
| Условная глубина бурения, м                                         | 3900                         | 3900                         |
| Скорость подъема крюка при расхаживании колонны, м/с                | 0,1                          | 0,1                          |
| Скорость подъема элеватора (без нагрузки), м/с, не менее            | 1,6                          | 1,6                          |
| Расчетная мощность на входном валу подъемного агрегата, кВт         | 750                          | 750                          |
| Диаметр отверстия в столе ротора, мм                                | 700                          | 700                          |
| Расчетная мощность привода ротора, кВт, не более                    | 630                          | 630                          |
| Мощность бурового насоса, кВт                                       | 950                          | 950                          |
| Вид привода                                                         | ЭП                           | ЭП                           |
| Площадь подсвечников для размещения свечей Ø 114 мм, м <sup>2</sup> | Н.д.                         | Н.д.                         |
| Высота основания (отметка пола буровой), м                          | 8,5                          | 8,5                          |
| Просвет для установки блока превенторов, м                          | 7,3                          | 7,0                          |

Технические характеристики буровых установок БУ 3900/225 ЭК-БМ, БУ 3900/200 ЭК-БМ представлены в табл. 5.2.

### **5.3. Буровые установки «Уралмаш»**

Ведущим российским производителем буровых установок является созданная на базе Уралмашзавода (г. Екатеринбург) и ряда инжиниринговых компаний Машиностроительная Корпорация «Уралмаш» [53].

Предприятие выпускает буровые установки для всех возможных условий: на суше и на море, в тропиках и на Крайнем Севере, для одиночного и кустового, вертикально-наклонного и горизонтального бурения.

Установки выпускаются в различных исполнениях:

- ✓ по монтажеспособности и транспортабельности: стационарные, передвижные (П); блочно-модульные <БМ>; универсальной монтажеспособности (У);
- ✓ по типу привода: электрический (Э); электрический регулируемый (ЭР); дизель-электрический (ДЭР); дизель-гидравлический (ДГ);
- ✓ по комплектности: комплектные буровые установки (БУ); наборы бурового оборудования (НБО) и др.

Конструктивные особенности и достоинства установок «Уралмаш»:

- полнорегулируемый привод основных механизмов;
- блочно-модульная компоновка новых типов буровых установок;
- оперативный контроль за процессом бурения и параметрами бурового раствора;
- механизация и автоматизация выполнения трудоемких операций с буровыми и обсадными трубами;
- работа верхнеприводной системы (силового вертлюга) совместно со средствами механизации спускоподъемных операций;
- высокоэффективные циркуляционные системы для экологически чистого (безамбарного) бурения;
- утепление производственных помещений с максимальной утилизацией тепла.

Дивизион «Нефтегазовое оборудование» выпускает следующую продукцию [53]:

- Мобильные и передвижные буровые установки.
- Кустовые буровые установки.
- Стационарные буровые установки.
- Буровые вышки.
- Наборы бурового оборудования.
- Буровые насосы.
- Буровые лебедки с цепной трансмиссией.
- Буровые лебедки серии ЭТ.
- Верхний привод.
- Вертлюги.



- Кронблоки.
- Крюкоблоки.
- Роторы.
- Циркуляционные системы.
- Комплексы механизмов АСП.
- Мосты приемные механизированные.
- Устройство эвакуации верхового рабочего.

| Мобильные и передвижные буровые установки | Кустовые буровые установки | Стационарные буровые установки |
|-------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Уралмаш:                                  | Уралмаш:                   | Уралмаш:                       |
| 2000/125 ДМ                               | 2500/160 ЭСК-БМ            | 3200/200 ДГУ-1;                |
| 2500/160 ДП-БМ                            | 4000/250 ЭК-БМ             | 5000/320 ЭС-БМ;                |
| 2500/160 ДЭР-П (ЭР-П)                     | 4500/270 ЭК-БМ (Ч)         | 6500/450 ДЭР;                  |
| 2900/175 ДЭР-П (ЭР-П)                     | 5000/335 ДЭК-БМ            | 8000/500 ДЭР                   |
| 3200/200 ДЭР-М (ЭР-М)                     | 3900/225 ЭК-БМ             |                                |
|                                           | 4200/250 ЭК-БМ Ч           |                                |
|                                           | 5000/320 ЭК-БМ (Ч)         |                                |
|                                           | 6500/450 ЭЧРК-БМ           |                                |

«Уралмаш Нефтегазовое оборудование Холдинг» стал победителем тендера «БК Евразия» на поставку буровых установок грузоподъемностью 320 т. В соответствии с контрактом Уралмаш НГО Холдинг поставит буровой компании 5 буровых установок «Уралмаш 5000/320 ЭК-БМЧ» и 2 буровые установки «Уралмаш 5000/320 ЭСК-БМЧ» [22].

Для разбуривания скважин на Ванкорском нефтегазоконденсатном месторождении используются 11 инновационных буровых установок типа «Уралмаш 5000/320 ЭК-БМЧ» [33].

**Буровая установка «Уралмаш 5000/320 ЭСК-БМЧ»** предназначена для кустового бурения нефтяных и газовых скважин, с электрическим частотно-регулируемым приводом переменного тока с цифровой системой управления, со стационарным расположением блоков технологического и энергетического оборудования в блочно-модульном исполнении, с перемещением блоков ВЛБ по направляющим в пределах кустовой площадки, но не более чем 40 м.

Компоновка этой буровой установки обеспечивает перемещение вышечного-лебедочного блока и блока очистки по направ-

ляющим балкам от скважины к скважине (вместе с комплектом бурильных труб, установленным на подсвечниках и подвешенным противовыбросовым оборудованием). Приемный мост со стеллажами перемещается отдельно. Остальное оборудование установки располагается стационарно [22].

**Буровая установка «Ермак»** (рис. 5.4) была построена по заказу Eurasia Drilling Company. Эта установка оснащена уникаль-



**Рис. 5.4. Буровая установка «Ермак»**

ной гидравлической системой, которая позволяет ей передвигаться во всех направлениях и вокруг своей оси на  $360^0$ .

Одной из особенностей этой установки является то, что она может использоваться как для эксплуатационного, так и для разведочного бурения. Буровая установка обладает грузоподъемностью 450 т и глубиной бурения до 6,5 тыс. м, а также уком-

плектована буровой лебедкой в 2000 л.с., 3-мя буровыми насосами по 1600 л.с. каждый, верхним силовым приводом грузоподъемностью 500 т и буровым ротором в 1150 л.с. [21].

Буровая установка «Ермак» адаптирована к эксплуатации в различных климатических поясах (в частности, для работы в условиях Крайнего Севера и при повышенных температурах).

Наиболее эффективные области применения **буровой установки БУ 2500/160 ДПБМ**:

- бурение нефтяных и газовых скважин в неосвоенных районах;
- восстановление старых скважин путем бурения вторых горизонтальных стволов.
- Особенности конструкции:
- блочно-модульное исполнение (межмодульные коммуникации выполнены на быстроразъемных соединениях);
- транспортировка модулями на подкатных тележках тягачами типа МАЗ-537, КЗКТ 7428, а в труднопроходимых местах – болотоходах типа «Витязь»;

- трехсекционная мачта высотой 31 м от пола буровой площадки до низа рамы кронблока с открытой передней гранью;
- мачта оснащена безъякорными растяжками, закрепленными на основании;
- буровые насосы УНБТ-600;
- дизель-гидравлический привод;
- конструкция установки приспособлена к работе на старых кустовых площадках.

В настоящее время Уралмашзавод предлагает своим потребителям несколько типов современных **стационарных буровых установок** (БУ4500/270; БУ4200/250; БУ3900/225; БУ2900/200; БУ2900/175; БУ2000/125) грузоподъемностью от 160 до 750 т – мобильные, стационарные, для кустового бурения, а также наборы бурового оборудования.

БУ2000/125 – буровая установка предназначена для бурения на нефть и газ роторным способом и забойными двигателями разведочных и эксплуатационных скважин. Условная глубина бурения по ГОСТ 16293-89 – до 2000 м.

БУ2900/200 и БУ2900/175 – буровые установки с тиристорным электроприводом постоянного тока основных механизмов (лебедки, ротора, насосов) предназначены для бурения нефтяных и газовых скважин турбинным и роторным способами при температуре окружающего воздуха от минус 45 до плюс 45°C как в электрифицированных районах с питанием от промышленной сети, так и в неэлектрифицированных районах от автономных дизель-электрических станций.

Первое поколение кустовых буровых установок Уралмаш 3000 ЭУК уже несколько десятков лет надежно работает в нефтегазовой отрасли. В начале 2000-х гг. на смену «ЭУКам» пришло 2-е поколение буровых установок типа Уралмаш 3900/225 ЭК-БМ. От предыдущих машин эти установки отличались целым рядом существенных характеристик: блочно-модульной компоновкой, регулируемыми приводами постоянного тока, 4-ступенчатой циркуляционной системой, эффективной системой укрытий и обогрева. Установка Уралмаш 3900/225 ЭК-БМ получила широкое признание буровиков и пользовалась большим спросом.

БУ3900/225 – буровая установка с тиристорным приводом основных механизмов, в блочно-модульном исполнении предназначена для бурения нефтяных и газовых скважин турбинным и роторным способами в электрифицированных и неэлектрифицированных районах при температуре окружающего воздуха от минус 45 до плюс 40°С.

БУ4200/250ЭЧК-БМ – комплектная буровая установка с электроприводом переменного тока с частотным регулированием основных механизмов, в блочно-модульном исполнении, предназначена для бурения разведочных и эксплуатационных скважин на нефть и газ роторным способом и забойными двигателями в неэлектрифицированных районах, в различных климатических условиях.

В табл. 5.3 приведены сравнительные технические показатели буровых установок.

Таблица 5.3

**Сравнительные технические показатели буровых установок  
«Уралмаш»**

| У1600/<br>100ДГУ                                            | БУ1600/<br>100ЭУ | БУ2500/<br>160 ДГУМ1 | БУ2900/<br>175ЭП-М,<br>БУ2900/<br>175ДЭП-2,<br>БУ2900/<br>175 ДЭП-3 | БУ2900/<br>175ЭПК | БУ2900/<br>175ЭПК М1 | БУ2900/<br>200 ЭПК | БУ200/<br>125 ДММ |
|-------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| Допускаемая нагрузка на крюке, кН                           |                  |                      |                                                                     |                   |                      |                    |                   |
| 1000                                                        | 1000             | 1600                 | 1750                                                                | 1750              | 1750                 | 2000               | 1250              |
| Условная глубина бурения, м                                 |                  |                      |                                                                     |                   |                      |                    |                   |
| 1600                                                        | 1600             | 2500                 | 2900                                                                | 2900              | 2900                 | 2900               | 2000              |
| Расчетная мощность на входном валу подъемного агрегата, кВт |                  |                      |                                                                     |                   |                      |                    |                   |
| 0                                                           | 300              | 550                  | 550                                                                 | 550               | 550                  | 550                | 300               |
| Расчетная мощность привода ротора, кВт                      |                  |                      |                                                                     |                   |                      |                    |                   |
| 180                                                         | 180              | 180                  | 180                                                                 | 180               | 180                  | 180                | 180               |
| Мощность бурового насоса, кВт                               |                  |                      |                                                                     |                   |                      |                    |                   |
| 475                                                         | 5<br>(600)       | 600                  | 600                                                                 | 600               | 600                  | 600                | 600               |
| Вид привода                                                 |                  |                      |                                                                     |                   |                      |                    |                   |
| Г                                                           | Э                | ДГ                   | ЭП ДЭП                                                              | ЭП                | ЭП                   | П                  | Д                 |

Решение этой задачи в зависимости от конкретных условий может достигаться различными путями. В некоторых случаях часть оборудования может быть оставлена за пределами эшелона – циркуляционная система, насосный и приводной блоки. Этот вариант выбрали буровики «Роснефти» при проведении тендера на поставку установок типа БУ 2500/160. Тендер выиграл Уралмаш-завод и в 2010 г. первые образцы новой установки отправились на нефтепромыслы Удмуртии [20].

#### **5.4. Конструктивные особенности буровой установки нового поколения «Уралмаш 5000/320 ЭК-БМЧ»**

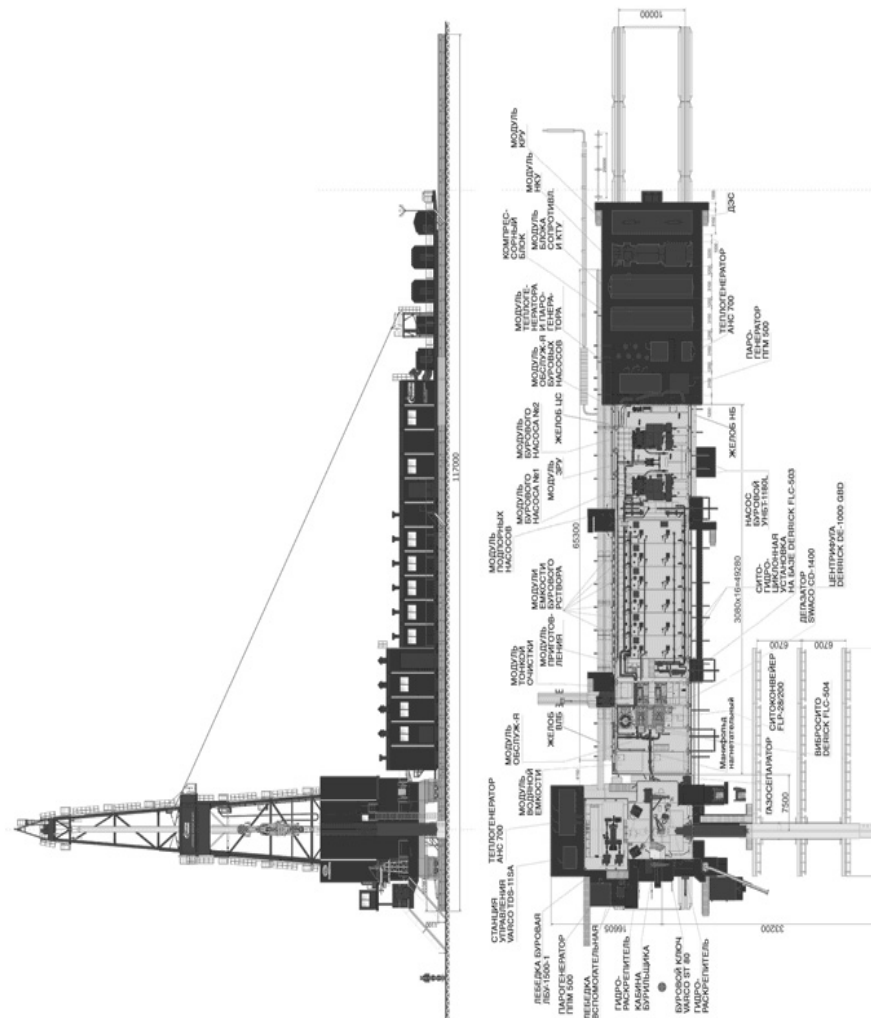
Уралмаш 5000/320 ЭК-БМЧ (рис. 5.5) – это новое поколение кустовых буровых установок, предназначенных для кустового бурения на нефть и газ с условной глубиной бурения 5000 м (табл. 5.4).

*Таблица 5.4*

#### **Основные технические характеристики**

| <b>Наименование параметра</b>                  | <b>Ед. изм.</b> | <b>Величина</b> |
|------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Допускаемая нагрузка на крюке по ГОСТ 16293-89 | кН (тс)         | 3200 (320)      |
| Макс. статическая нагрузка на крюке по API     | кН (тс)         | 3850 (385)      |
| Условная глубина бурения                       | м               | 5000            |
| Расчетная мощность на входе в лебедку          | кВт             | 1500            |
| Скорость подъема крюка                         | м/с             | 0,0-1,6         |
| Диаметр талевого каната                        | мм              | 35              |
| Оснастка талевой системы                       |                 | крестовая 5х6   |
| Отметка пола буровой                           | м               | 9,89            |
| Диаметр отверстия в столе ротора               | мм              | 700             |
| Расчетная мощность привода ротора              | кВт             | 400             |
| Крутящий момент на столе ротора                | кН*м            | 60              |
| Частота вращений стола ротора                  | об/мин          | 0-200           |
| Мощность бурового насоса                       | кВт             | 1180            |
| Макс. давление, развиваемое насосом            | МПа             | 35              |
| Полезный объем раствора циркуляционной системы | м <sup>3</sup>  | 270             |
| Количество ступеней очистки                    | шт              | 4               |
| Давление воздуха в пневмосистеме               | МПа             | 0,9-0,95        |

**Рис. 5.5. Буровая установка нового поколения «Уралмаш 5000/320 ЭЖ-БМЧ»**



Их конструкция и параметры обеспечивают высокую монтажеспособность, а также выполнение всех требований современных технологий бурения нефтяных и газовых скважин.

Установка совмещает преимущества предыдущей модели и новые сильные качества. Значительная часть устройств данной буровой установки уже находила свое применение в различных модификациях установок серии ЭК-БМ, но их соединение с новыми техническими решениями позволило получить буровой комплекс принципиально более высокого технического уровня.

К достоинствам новой установки относят наличие [22]:

- ✓ привода переменного тока (с частотным регулированием);
- ✓ цифровой автоматизированной системы управления;
- ✓ мачты (с открытой передней гранью);
- ✓ силового верхнего привода;
- ✓ кабины бурильщика;
- ✓ однокоростной буровой лебедки;
- ✓ гидрораскрепителей резьбы;
- ✓ современных буровых ключей (для работы с бурильными и обсадными трубами);
- ✓ 2-х вспомогательных лебедок;
- ✓ площадок (для работы с обсадными трубами);
- ✓ нового механизма перемещения;
- ✓ системы обогрева (на основе тепло- и парогенераторов);
- ✓ увеличенного объема емкостей циркуляционной системы;
- ✓ системы монтажа ПВО.

Еще одной важной особенностью нового поколения этих буровых установок является широкий выбор компоновочных решений. Так, специалисты Уралмашзавода разработали компоновку с одним или двумя параллельными эшелонами, а также вариант выноса части оборудования за пределы эшелона.

Этот во многом эффективный вариант имеет один ярко выраженный недостаток – с увеличением количества оборудования и модулей растет и длина эшелона, что, в свою очередь, требует увеличения размеров кустовой площадки. Однако современные реалии таковы, что количество скважин в кусте постепенно снижается, и увеличение кустовой площадки дает чувствительную прибавку к общей стоимости строительства. По этой причине бу-

ровики поставили перед машиностроителями задачу сокращения общей длины эшелона.

Установка может применяться в макроклиматических районах с умеренным климатом – У, категории 1 по ГОСТ 15150-69 ( $-45^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$ ) на месторождениях с содержанием сероводорода менее 6% [25].

Основные составляющие: вышечно-лебедочный блок; комплекс циркуляционной системы; насосный блок; система обогрева; компрессорный блок; блок электрооборудования. Лебедка и вышка предназначены для подъема из скважины и спуска в скважину бурильного инструмента (бурильных труб), обсадных и насосно-компрессорных труб при помощи талевой системы (рис. 5.6). Включает в себя: направляющая ( $L = 118 \text{ м}$ ); блоки механизмов перемещения и выравнивания; основание (лонжероны, фермы, модули буровой площадки); вышка УМ 46/320; узлы талевой системы; лебедочный блок; кабина бурильщика; узлы механизации; блок-бокс, укрытия.

Конструкция вышки УМ 46/320 (рис. 5.7) с открытой передней гранью выполнена из открытого профиля соответствует требованиям Американского нефтяного института (API, Spec 4F). Допускаемая нагрузка на крюке составляет по ГОСТ 16293-89 – 320 т, по стандартам API – 385 т. Вышка приспособлена к применению силового верхнего привода.



**Рис. 5.6. Вышечно-лебедочный блок**



**Рис. 5.7. Вышка УМ 46/320**



Монтаж вышки производится в горизонтальном положении. Подъем в вертикальное положение осуществляется буровой лебедкой через устройство для подъема вышки [25].



**Рис. 5.8. Модуль буровой лебедки ЛБУ 1500-1**

На раму модуля лебедки (рис. 5.8) установлены: односкоростная буровая лебедка ЛБУ 1500-1 (табл. 5.5), частотно-регулируемые электродвигатели, блоки аппаратуры, привод дополнительный. Буровая лебедка оснащена следящим устройством.

*Таблица 5.5*

**Характеристики ЛБУ 15 000-1**

| Параметры                                       | ЛБУ 15 000-1 |
|-------------------------------------------------|--------------|
| Расчетная мощность на входных валах, кВт (л.с.) | 1500 (2040)  |
| Нагрузка на крюке, кН                           | 3200         |
| Скорость подъема крюка при оснастке 5х6         | 0-1,6        |
| Диаметр талевого каната, мм                     | 35           |
| Нарезка на барабане для укладки каната          | Типа «Лебус» |
| Количество электродвигателей                    | 2            |

Мост приемный и наклонный желоб (рис. 5.9) оснащены устройствами для подачи труб на буровую площадку.

Управление ведется с основного пульта управления на приемном мосту и дублирующего на рабочей площадке. Он позволяет производить подучу труб длиной от 6 до 12,5 м [25].



**Рис. 5.9. Механизированный приемный мост**

При разработке верхнего привода использовались последние достижения (в области технологии двигателей переменного тока) по разработке TDS-11SA (табл. 5.6), и соответственно данный привод был оснащен 2-мя буровыми электродвигателями переменного тока (400 или 350 л.с. каждый в зависимости от конфигураций).

*Таблица 5.6*

#### **Характеристики TDS-11SA**

| <b>Параметры</b>                              | <b>TDS-11SA</b> |
|-----------------------------------------------|-----------------|
| Грузоподъемность, т                           | 500             |
| Максимальная частота вращения, об/мин         | 228             |
| Максимальный крутящий момент при бурении, кНм | 50,8            |
| Давление бурового раствора, МПа               | 35              |
| Диаметр буровых труб, мм                      | 89-127          |

Верхний привод TDS-11SA достаточно компактен, чтобы безопасно работать, обеспечивая при этом его грузоподъемность 500 т [35].

*Буровой робот ST-80* (рис. 5.10) способен выполнять скрепление и раскрепление соединений технологического инструмента диаметром от 4 1/4" до 8 1/2" и работать с буровой трубой диаметром от 3 1/2 до 6 5/8 дюйма (табл. 5.7).

Он также способен скреплять и раскреплять стабилизаторы, спиральные колонны, а также иные компоненты низа буровой колонны с достаточной длиной соединений.

**Рис. 5.10. Ключ буровой  
автоматический  
«NOV» ST-80**



При этом узлы управления ST-80 могут устанавливаться на каждой стороне каретки. Ориентация узлов управления может легко регулироваться с целью достижения наилучшего угла при эксплуатации. Размещение узлов управления может легко переноситься с одной стороны каретки на другую [35].

*Таблица 5.7*

**Общие характеристики ST-80**

| Параметры                               | ST-80   |
|-----------------------------------------|---------|
| Диапазон размеров труб, мм              | 102-216 |
| Крутящий момент при развинчивании, кН*м | 108,5   |
| Крутящий момент при свинчивании         | 81,5    |

**Кабина бурильщика** укомплектована электрооборудованием во взрывозащищенном исполнении (рис. 5.11). Утепленный корпус кабины изготовлен из нержавеющей стали аустенитного класса. Кабина имеет ударопрочное остекление. Кабина обладает системой терморегулирования, состоящей из электронагревателей с терморегуляторами и кондиционера. В кабине установлены: пульты бурильщика, пульт СВП, пульт СКПБ MD Totco, видеопросмотровое устройство системы видеонаблюдения, прикресловые пульты управления, командоаппарат [25].



**Рис. 5.11. Кабина бурильщика**

Комплекс циркуляционной системы состоит из модулей повышенной заводской готовности (табл. 5.8), оснащенных очистным оборудованием фирм Derrick и Mi Swaco (вибросита, сито-конвейер, ситогидроциклонная установка, центрифуги, дегазатор, система шламоудаления). Комплекс ЦС установлен на балки направляющей, что позволяет перемещать его вместе с вышечно-лебедочным блоком.

Комплекс: модуль водяной емкости; модуль обслуживания; модуль грубой очистки; модуль тонкой очистки; модуль приготовления; модули бурового раствора.

*Таблица 5.8*

**Основные характеристики**

| Показатели                                    | Объем |                                            | Объем |
|-----------------------------------------------|-------|--------------------------------------------|-------|
| Емкость для воды, м <sup>3</sup>              | 90    | Доливная емкость, м <sup>3</sup>           | 12    |
| Емкость грубой очистки, м <sup>3</sup>        | 40    | Ступени очистки                            | 4     |
| Емкость бака гидромешалок, м <sup>3</sup>     | 15    | Пропускная способность систем очистки, т/ч | 50    |
| Емкость для бурового раствора, м <sup>3</sup> | 270   |                                            |       |

**Насосный блок** расположен в составе эшелона, состоит из 5 модулей повышенной заводской готовности, образующих одно производственное помещение [25]: модуль подпорных насосов; модуль бурового насоса УНБТ-1180L №1; модуль запорно-распределительного устройства; модуль бурового насоса УНБТ-1180L №2; модуль площадки для обслуживания буровых насосов.

**Система пневмоуправления** предназначена для дистанционного оперативного управления из кабины бурильщика механизмами и агрегатами буровой установки (тормозом лебедки, шинно-пневматическими муфтами и т.д.). Также она может служить для управления механизмом открывания ворот создания блокировок, исключающих возможность возникновения аварийного режима работы буровой установки и создания и автоматического поддержания компрессорными станциями запаса сжатого воздуха в пневмосистеме под определенным давлением [25].

### ***Конструктивные особенности буровой установки***

- Применена направляющая высотой 1180 мм.
- Буровая установка оснащена приточно-вытяжной вентиляцией.
- На буровой площадке установлены две вспомогательные лебедки.
- Установка имеет механизированный приемный мост и наклонный желоб.
- Применена однокоростная буровая лебедка.
- На основании ВЛБ установлен кран консольно-поворотный г/п 5 т с вылетом стрелы 10 м.
- Максимальный кратковременный крутящий момент на столе ротора – 80 кН\*м.
- Высота укрытий буровой площадки 8 м.
- На компрессорном модуле установлены шесть ресиверов объемом  $V = 0,9 \text{ м}^3$ , не подведомственных органам Ростехнадзора.
- Эвакуация верхового рабочего производится на площадку, установленную в эшелон.

Таблица 5.9

# Параметры буровых установок ВЗБТ

| Показатели                                                  | ВУ 1600/<br>100ДГУ | ВУ 1600/<br>100ЭУ | ВУ 2500/<br>160ДГУМ1 | ВУ 2900/<br>175ЭП-М,<br>ВУ 2900/<br>175ДЭП-2,<br>ВУ 2900/<br>175ДЭП-3 <sup>mm</sup> |         |         |         | ВУ 2900/<br>175ЭПК | ВУ 2900/<br>175ЭПКМ1 | ВУ 2900/<br>200ЭПК | ВУ 200/<br>125 ДММ |
|-------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
|                                                             |                    |                   |                      | 5                                                                                   |         |         |         |                    |                      |                    |                    |
|                                                             |                    |                   |                      | 4                                                                                   |         |         |         |                    |                      |                    |                    |
|                                                             |                    |                   |                      | 3                                                                                   |         |         |         |                    |                      |                    |                    |
|                                                             |                    |                   |                      | 2                                                                                   |         |         |         |                    |                      |                    |                    |
| 1                                                           |                    |                   |                      |                                                                                     |         |         |         |                    |                      |                    |                    |
| Допускаемая нагрузка на крюке, кН                           | 1000               | 1000              | 160                  | 1750                                                                                | 1750    | 1750    | 1750    | 1750               | 1750                 | 2000               | 1250               |
| Условная глубина бурения, м                                 | 1600               | 1600              | 2500                 | 2900                                                                                | 2900    | 2900    | 2900    | 2900               | 2900                 | 2900               | 2000               |
| Скорость подъема крюка при расхаживании колонны, м/с        | 0,1-0,2            | 0,22              | 0,1-0,2              | 0,1-0,2                                                                             | 0,1-0,2 | 0,1-0,2 | 0,1-0,2 | 0,1-0,2            | 0,1-0,2              | 0,1-0,2            | 0,1-0,2            |
| Скорость подъема элеватора (без нагрузки), м/с, $\geq$      | 1,7                | 1,7               | 1,95                 | 1,54                                                                                | 1,54    | 1,54    | 1,54    | 1,54               | 1,66                 | 1,66               | 1,5                |
| Расчетная мощность на входном валу подъемного агрегата, кВт | 300                | 300               | 550                  | 550                                                                                 | 550     | 550     | 550     | 550                | 550                  | 550                | 300                |
| Диаметр отверстия в столе ротора, мм                        | 560                | 560               | 560                  | 560                                                                                 | 560     | 560     | 560     | 560                | 560                  | 560                | 560                |
| Расчетная мощность привода ротора, кВт                      | 180                | 180               | 180                  | 180                                                                                 | 180     | 180     | 180     | 180                | 180                  | 180                | 180                |
| Мощность бурового насоса, кВт                               | 475                | 475<br>(600)"     | 600                  | 600                                                                                 | 600     | 600     | 600     | 600                | 600                  | 600                | 600                |
| Вид привода                                                 | ДГ                 | Э                 | ДГ                   | ЭП ДЭП                                                                              | ЭП      | ЭП      | ЭП      | ЭП                 | ЭП                   | ЭП                 | д                  |

Окончание табл. 5.9

| 1                                                                                         | 2                          | 3              | 4    | 5                 | 6    | 7    | 8         | 9    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------|------|-------------------|------|------|-----------|------|
| Площадь подвечников для размещения свечей диаметром 114 мм длиной, м <sup>2</sup>         | 2000                       | 2000           | 3500 | 3500              | 3500 | 3500 | 3500      | 2000 |
| Высота основания (отметка пола буровой), м                                                | 5,0                        | 5,0 (8)        | 5,5  | 6,1               | 7,75 | 6    | 8         | 6,4  |
| Просвет для установки стволовой части пре-венторов, м                                     | 3,86                       | 3,86<br>(6,86) | 4,1  | 4,7               | 6,4  | 4,7  | 6,64      | 5,05 |
| Масса установки, т                                                                        | 372                        | 343<br>(375)   | 359  | 308 (ЭП)<br>(ДЭП) | 528  | 468  | 706,<br>5 | 330  |
| По заказу потребителей                                                                    |                            |                |      |                   |      |      |           |      |
| Синхронный или асинхронный (АВК) привод                                                   |                            |                |      |                   |      |      |           |      |
| БУ 2900/175ЖЭП-3 оснащена циркуляционной системой безамбарного бурения на базе импортного | оборудования и центрифугой |                |      |                   |      |      |           |      |
| Предусмотрена утилизация БШ и БСВ                                                         |                            |                |      |                   |      |      |           |      |

Таблица 5.10

## Стационарные буровые установки ВЗБТ

| Механизмы и агрегаты       | Агрегаты буровых установок                                |                                                     |                                                           |                                                               |                                          |                             |               |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|---------------|
|                            | БУ1600/100/ДУ                                             | БУ1600/100ЭУ                                        | БУ2500/160/ДУ М1                                          | БУ2900/175ЭП-М, БУ2900/175ДЭП-2, БУ2900/175ЭПК                | БУ2900/175ЭПМ1                           | БУ2900/200ЭПК               | БУ2000/125ДМм |
| Лебедка буровая            | Б7.02.00.000                                              | Б7.02.00.000                                        | С6.02/ПБ-750                                              | Б1.02.030.000                                                 | Б12.02.02.000                            | Б12.02.02.000-01            | М12.02.02.000 |
| Насос буровой              | НБТ-475                                                   | НБТ-475(НБТ-600-1)                                  | НБТ-600-1                                                 | НБТ-600-1                                                     | НБТ-600-1                                | НБТ-600-1                   | НБТ-600-1     |
| Ротор                      | Б1.17.03.000                                              | Б1.17.03.000                                        | Б1.17.03.000                                              | Б1.17.03.000                                                  | Б1.17.03.000                             | Б1.17.03.000                | Б1.17.03.000  |
| Кронблок                   | Б4.10.00.000                                              | Б4.10.00.000                                        | С610А/БУ2500Э-у                                           | Б1.10.00.000                                                  | Б1.10.00.000                             | Б38.10.00.000               | М11.01.10.000 |
| Крюкблок                   | -                                                         | -                                                   | С611Б/БУ2500Э                                             | Б31.11.00.000                                                 | Б31.11.00.000                            | Б38.11.00.000               | М1.14.00.000  |
| Крюк                       | Б4.34.00.000                                              | Б4.34.00.000                                        | у                                                         | -                                                             | -                                        | -                           | -             |
| Талевый блок               | Б4.15.00.000                                              | Б4.15.00.000                                        | -                                                         | -                                                             | -                                        | -                           | -             |
| Вертлюг                    | Б1.56.00.000                                              | Б1.56.00.000                                        | Б1.56.00.000                                              | Б1.56.00.000                                                  | Б1.56.00.000                             | Б1.56.00.000                | Б1.56.00.000  |
| Вышка буровая              | Б4.01.00.000                                              | Б4.01.00.000                                        | С6.01/БУ2500Э У                                           | Б1.01.00.000(ОН)<br>Б11.01.00.000(ДЭП)<br>Б11.01.00.000-ОКЭПК | Б12.01.00.000                            | Б12.01.00.000-              | М12.01.00.000 |
| Привод основных механизмов | Лебедки, ротора и насосов: дизель-гидравлические агрегаты | Лебедки и ротора: электродвигатель 4АОКБ-450Х-6УХЛ2 | Лебедки, ротора и насосов: дизель-гидравлические агрегаты | Лебедки: электродвигатель МПЭ500-500-УХЛ3                     | Лебедки: электродвигатель МПЭ500-500УХЛ3 | Лебедки и ротора: двигатель |               |
|                            | С6.325/САТ-450                                            | Привод насосов:                                     | С6.325/САТ-450                                            | Насоса: электродвигатель П245048-УХЛЭ                         | Насоса: электродвигатель П245048УХЛ3     | ЯМЗ38401.10 (шасси)         |               |
|                            |                                                           | электродвигатель АКСБ-15-44-6-6УХЛ2(СДБО-99/49-8У2) |                                                           | Ротора: электродвигатель Д-816-                               | Ротора: электродвигатель Д-816           | Насосов: дизель 6V396ТС4    |               |



## **5.5. Стационарные буровые установки ООО «ВЗБТ»**

Волгоградский завод буровой техники и бурового оборудования – крупное машиностроительное предприятие, обладающее значительным конструкторско-технологическим потенциалом, высоким уровнем технологии, достаточными производственными возможностями для удовлетворения потребностей рынка нефтяного и газового комплексов (табл. 5.9; 5.10).

Сфера деятельности предприятия – проектирование, разработка и производство бурового, противовыбросового и другого нефтегазового оборудования, прежде всего буровых установок. ООО «ВЗБТ» – член Союза производителей нефтегазового оборудования.

Крупное машиностроительное предприятие ООО «ВЗБТ» в настоящее время обладает большим конструкторским, технологическим и производственным потенциалом для производства буровых установок.

## **5.6. Буровые установки UPETS.A. (Румыния)**

В 2006 г. предприятие UPET вошло в состав ПГ «Генерация» (российский лидер по производству энергетического и нефтегазового оборудования), что способствовало активизации деятельности предприятия, модернизации и реконструкции производства и станочного парка, увеличения ассортимента бурового оборудования.

В настоящее время УПЕТ – крупнейший завод по производству мобильных буровых установок в Европе, имеет столетнюю историю и авторитет на рынке бурового машиностроения.

Основанное в 1872 г. предприятие проектирует и производит нефтедобывающее оборудование и промышленную арматуру. В частности, УПЕТ проектирует и производит:

- установки для бурения нефтяных и газовых скважин серии TD, мощностью от 60 до 225 т нагрузки на крюке;
- установки для подземного и капитального ремонта нефтяных и газовых скважин серии TW, мощностью от 32 до 125 т;
- кустовые буровые установки от 180 до 320 т;

- стационарные буровые установки от 200 до 450 т;
- широкий ассортимент бурового оборудования: буровые насосы, роторные столы, крюкоблоки, вертлюги, лебедки и др.

Вся продукция фирмы UPETS.A. производится в соответствии с мировыми техническими стандартами, в том числе ISO 9001, API, ANSI, BS.

**Буровые установки типа ТЭ-80-СА-А4** предназначены для одиночного бурения нефтяных и газовых скважин.

Установка типа ТЭ-80-СА-А4 также может быть применена при выполнении следующих операций:

- спускоподъемные операции с бурильными, насосно-компрессорными трубами и насосными штангами;
- тартальные операции;
- разбуривание цементных и песчаных пробок;
- фрезерование окон в колонне;
- углубление скважин;
- операции по освоению скважин.

Установки выпускаются следующего исполнения:

- ✓ по транспортабельности – самоходные на пятиосном автомобильном шасси;
- ✓ для различных климатических условий – для арктического, умеренного климата, для тропиков.

Установка поставляется в крупноблочном исполнении, а транспорт ее осуществляется следующим образом:

- вышечно-лебедочный блок установки смонтирован на самоходном автомобильном шасси;
- передвижная платформа для труб представляет отдельную транспортную единицу на прицепе;
- мотонасосный блок на салазках, подвышенное основание, составные части системы очистки бурового раствора, энергетическое оборудование, противовибросовое оборудование, котельная установка и прочее транспортируются на отдельных прицепах, размеры которых не превышают 12х13х3 (м).

Максимальная высота всех отдельных транспортных единиц установки при транспортировке не превышает 4,5 п.

Мобильная установка укомплектована гибкими и быстро-съемными соединительными элементами.

Установка монтируется на колесном шасси румынского производства РОМАН48300.

Техническая спецификация "ТО-80-СР-Р4.

|                                                                            |       |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| Максимальная статическая рабочая нагрузка на крюке, мс                     | 80    |
| Максимальная рабочая нагрузка на крюке при расхаживании бурильных труб, мс | 60    |
| Условная глубина бурения бурильными трубами 4.1/2", м                      | 1500  |
| Тип мачты                                                                  | М1-80 |
| Высота мачты от земли до подкронблочной балки, м                           | 32    |
| Максимальная мощность приводного двигателя, л.с.                           | 300   |
| Максимальное рабочее давление в вертлюге, бар.                             | 280   |
| Максимальная статическая нагрузка на ротор, мс                             | 250   |
| Максимальная скорость вращения ротора, об/мин.                             | 300   |
| Мощность бурового насоса, л.с.                                             | 700   |
| Высота основания (отметка пола буровой) не менее, м                        | 3,5   |
| Объем бурового раствора, м <sup>3</sup>                                    | 90    |

Установка была разработана заводом «UPETS.A.» в 2000 г. В настоящее время изготовлена и поставлена на внутренний рынок одна установка.

### **5.7. Буровая установка УРБ-ЗА3.051**

Самоходные и передвижные буровые установки типа УРБ-ЗА3 предназначены для бурения роторным способом структурно-поисковых скважин на нефть, газ, а также скважин сельскохозяйственного и промышленного водоснабжения, водопонижения с прямой промывкой забоя в породах мягкой и средней твердости [55].

Эти буровые установки представляют собой одну из модификаций комплекса унифицированных самоходных буровых агрегатов типа БА15 и имеют автономный палубный дизельный двигатель ЯМЗ-236 (УРБ-ЗА3.02.13) или ЯМЗ-238 (УРБ-ЗА3.051).

Таблица 5.11

## Технические характеристики буровой установки УРБ 3А3 [55]

| Буровые установки                                                      |                                      | УРБ-3А3.02<br>УРБ-3А3.13                                               | УРБ-3А3.051                |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Грузоподъемность, кН (тс)                                              |                                      | 200 (20)                                                               | 200 (20)                   |
| Условная глубина бурения, м                                            | - трубами $\varnothing$ 60,3-63,5 мм | 700-600                                                                | 700-600                    |
|                                                                        | - трубами $\varnothing$ 73-89 мм     | 400-300                                                                | 600                        |
| Рекомендуемый диаметр бурения трубами, мм:                             |                                      | 60,3-63,5                                                              | 60,3-63,5                  |
| - начальный, мм                                                        |                                      | 243                                                                    | 243                        |
| - конечный, мм                                                         |                                      | 93                                                                     | 93                         |
| Силовой привод:<br>автономный дизельный двигатель марки                |                                      | ЯМЗ-236 (УРБ-3А3.02) или ЯМЗ-236 с коробкой передач (УРБ-3А3.13)       | ЯМЗ-238 с коробкой передач |
| Потребляемая мощность, кВт (лс)                                        |                                      | 88(120)                                                                | 141(192)                   |
| Тип лебедки                                                            |                                      | 2-х барабанная                                                         |                            |
| Скорость подъема бурового снаряда, м/с                                 |                                      | 0,2:1,48                                                               | 0,168:1,88                 |
| Мачта, складывающаяся с открытой передней гранью                       |                                      |                                                                        |                            |
| - расстояние от стола ротора до кронблока, м                           |                                      | 15,5                                                                   | 15,5                       |
| - длина бурильной свечи, м                                             |                                      | 12                                                                     | 12                         |
| Ротор:                                                                 |                                      | Р410                                                                   | РК410                      |
| - диаметр проходного отверстия стола, мм                               |                                      | 410                                                                    | 410                        |
| -максимальный момент силы, Н·м (кгс·м)                                 |                                      | 7850(800)                                                              | 7850(800)                  |
| - основные частоты вращения, с-1 (об/мин)                              |                                      | 0,6(36):4,48(269)                                                      | 0,51(31):5,77(346)         |
| Насос поршневый буровой:                                               |                                      | НБ50                                                                   | Два НБ50                   |
| - максимальная объемная подача, м <sup>3</sup> /ч (дм <sup>3</sup> /с) |                                      | 40(11)                                                                 | 80(22)                     |
| - максимальное давление на выходе, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )          |                                      | 6,3(63)                                                                | 6,3(63)                    |
| Вертлюг:                                                               |                                      | БА15-33Гсб                                                             |                            |
| - грузоподъемность, кН (тс)                                            |                                      | 200(20)                                                                | 200(20)                    |
| - диаметр проходного отверстия, мм                                     |                                      | 60                                                                     | 60                         |
| Генератор:                                                             | – мощность, кВт                      | 30                                                                     | 30                         |
|                                                                        | - напряжение, В                      | 400/230                                                                | 400/230                    |
| Механизм подачи гидравлический:                                        |                                      |                                                                        |                            |
| - усилие вниз, кН (тс)                                                 |                                      | 35(3,5)                                                                | 35(3,5)                    |
| - усилие вверх, кН (тс)                                                |                                      | 50(5,0)                                                                | 50(5,0)                    |
| - ход передачи, мм                                                     |                                      | 600                                                                    | 600                        |
| Балкон верхового рабочего- емкость, шт./м                              |                                      | 84/1000 (бурильные трубы $\varnothing$ 60,3-63,5 мм, свечой 12 метров) |                            |
| Подсвечник: допускаемая нагрузка, кН (тс)                              |                                      | 200(20)                                                                |                            |
| Транспортные габаритные размеры буровой установки, мм                  |                                      | 9880 x 2500 x 3750                                                     |                            |
| Масса полного комплекта оборудования, кг                               |                                      | 19500, 22500                                                           | 19700                      |

Основное оборудование буровой установки УРБ-3А3.051 (табл. 5.11):

- буровой блок (ротор-ключ РК410, двухбарабанная лебедка, мачта высотой 10 м, два буровых насоса НБ50, генератор, вертлюг, манифольд) на шасси тракторного прицепа ОЗТП-8470;
- глиномешалка, рабочая площадка, рабочая труба, бурильный и спускоподъемный инструмент.

## 6. БУРОВАЯ ПОДОТРАСЛЬ КНР

---

### 6.1. Уровень развития китайских буровых установок

Китайские буровые были разработаны для эксплуатации месторождений нефти в Китае, когда, после государственной реформы, столкнувшись с конкуренцией зарубежных буровых установок, национальные производители нефтяного машиностроения в полной мере осознали необходимость изучения и развития всестороннего научно-практического подхода к разработке буровых установок международного уровня, чтобы содействовать укреплению позиций на внутреннем рынке.

Согласно тенденции «Интернационализации внутреннего рынка и локализации международного рынка», в соответствии со спросом внутреннего и международного рынка, в Китае на буровых установках применяют наиболее передовые технологии.

В настоящее время в Китае производят серийные буровые установки с глубиной бурения от 1000 до 7000 м, буровые установки с глубиной бурения от 1000 до 9000 м с механическим приводом, или с электроприводом, для бурения скважины или эксплуатации в пустыни, сухопутной и море. По всему Китаю действуют 800 шт. крупных буровых установок и 166 шт. средних, из которых 87% установок были сделаны в Китае.

Сейчас технология изготовления буровых установок китайских производителей уже достигла или приближается к международному передовому уровню. В последние 2 года производители нефтяного оборудования прошли запланированную необходимую структурную реформу. В результате китайские предприятия нефтяного машиностроения достигли очевидных успехов в техническом прогрессе, развитии рынка, экономической эффективности и в экспорте.

Современный уровень развития китайских буровых установок можно охарактеризовать следующим образом:

1. Комплектные буровые установки обладают международной конкурентоспособностью. Качество и технология буровых установок соответствуют современному международному уровню.

2. В последние годы китайские буровые установки с электроприводом быстро развиваются, система управления выросла с начального аналогового управления к нынешнему международному популярному типичному 3-ступенчатому управлению, т.е. коммуникационная сеть дает возможность осуществлять мониторинг верхнего уровня, ПЛК управления процессом и цифрового управления.

Автоматическая технология управления в китайских буровых установках имеет международный передовой уровень, буровые установки с электроприводом достигли уровня четвертого поколения в США и буровые установки АС частотно-регулируемым электроприводом также достигли международного передового уровня. В то время 5 видов буровых установок достигли международного передового уровня аналогичного периода, а 12 видов – заполнили пробелы внутреннего рынка.

3. Однако в адаптации, комплектности, разнообразии, серийности, автоматизации и интеллектуализации буровых установок есть еще значительный разрыв с передовым уровнем развитых стран. Разработка буровой установки частотно-регулируемого электропривода переменного тока только началась, стенд управления бурильщика и приборы были размещены вместе в аппаратную, но системы операции относительно независимы друг от друга. Кроме того, зарубежные страны имеют проверенные буровые установки для бурения сверхглубоких скважин (с глубиной более 8000 м) и комплектные пустынные и оффшорные буровые установки, а также технологии по дисковому тормозу, автоматической подачи бурильных труб (которые в Китае отсутствуют).

4. Время технического обслуживания буровых установок китайского производства занимает от 5 до 10% в общем объеме производства, а производства Америки – только 2 до 3%.

5. Разработка буровой установки для бурения в пустыне, болоте и других условиях только началась. Модульность средней установки имеет еще низкую степень. Перемещения на 5000 м зарубежной буровой установки занимается только 40 раз, снос,

перемещение, установки и начало бурения осуществляется за 24 часа.

6. Планируется увеличить инвестиции в развитие китайских буровых установок для бурения маленького ствола скважины, колтюбинговой буровой установки, автоматизированных буровых установок и другие передовые оборудования. Более активно внедрять мобильные буровые установки, одновременно развивая стационарные установки.

## 6.2. Анализ рынка нефтяных буровых установок в Китае

Мировой рынок нефтяных буровых установок состоит из 2-х частей: подрядчиков работы инженерного бурения и услуг технологии бурения (табл. 6.1).

Таблица 6.1

### Количество зарегистрированных фирм буровых подрядчиков и их распределение

| Район         | На суше | На море | На суше и море | Итого |
|---------------|---------|---------|----------------|-------|
| Европа        | 23      | 9       | 6              | 38    |
| Америка       |         |         |                |       |
| Восточная     | 12      | 0       | 0              | 12    |
| Центральная   | 87      | 8       | 7              | 102   |
| Восточная     | 24      | 0       | 0              | 24    |
| Итого         | 123     | 8       | 7              | 138   |
| Другие районы | 49      | 13      | 12             | 74    |
| Итого IADC    | 195     | 30      | 25             | 250   |

Нефтяная буровая установка – это основное оборудование подрядчика. В мире есть разные виды наземных нефтяных буровых установок – около 4500, среди них морские буровые платформы около 650, в том числе самоподъемные буровые платформы – около 400, полупогружная буровая платформа – около 200.

В настоящее время Китай имеет больше 1000 нефтяных буровых установок и 20 буровых кораблей. Наибольшее количество буровых установок у США, затем идут Китай, Россия и Канада.

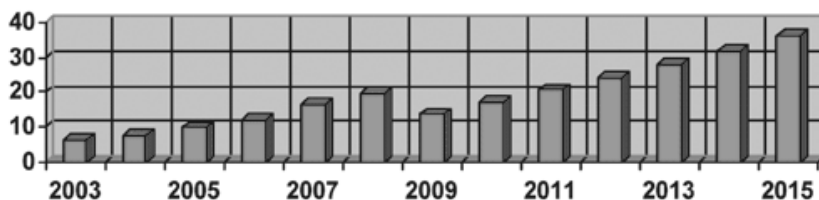
В XXI в., в связи с восстановлением мировой экономики спрос на нефть будет неизбежно расти. Это приведет к увеличению числа нефтяных буровых установок и появлению большого



количества буровых подрядчиков и компаний технических услуг бурения на мировом рынке. Для того чтобы справиться с всё более жёсткой конкуренцией на рынке, буровые подрядчики и компании технических услуг бурения постоянно повышают свою конкурентоспособность на рынке такими способами, как регулирование конкурентной стратегии, улучшение оборудования и увеличение технологического содержания.

Под влиянием глобальных инвестиций общий объем расходов на мировом рынке бурения показал тенденцию к росту в последние годы. С расширением масштаба мирового рынка бурения увеличивается рабочая нагрузка буровых подрядчиков и компаний технических услуг бурения. Однако в последние годы подряды бурения на море (составляющие почти половину мирового рынка) растут медленно. В то время как на проекты морских бурений приходилось более 60% от мирового рынка бурового проекта, количество морских скважин составляет только 4-6% от общемирового объема скважин. Морское бурение осуществляется в основном в Северной Америке, на Дальнем Востоке, в Западной Европе и других регионах. Большинство морских скважин находится в Мексиканском заливе.

В последние годы в Китае в связи с тем, что уровень производства бурового оборудования значительно улучшился, объемы производимого в Китае бурового оборудования (не только для удовлетворения внутреннего спроса, но и для экспорта) также быстро увеличиваются (рис. 6.1).



**Рис. 6.1. Динамика развития нефтесервисного рынка в мире (млрд долл.)**

В результате оптимального соотношения цены и качества на китайские буровые установки зарубежные заказы быстро растут. Объем экспорта, как ожидается, в течение 3 лет будет гарантировать заказ на 100 установок. Если Китай будет в состоянии продолжать стремительно повышать уровень национального производства буровых установок, то за 5 лет станет главной страной по производству нефтяных буровых установок, обогнав США.

В Китае имеется 1000-1200 буровых установок. Однако около 10% буровых установок необходимо заменить или модифицировать (другими словами, это 100-120 буровых установок).

Всё это привело к тому, что цены на продукцию постепенно растут. Экономические эксперты прогнозируют, что цена на нефтяные буровые установки будет повышаться на 5-10% каждый год не только в Китае, но и на мировом рынке.

Сегодня существует огромное число разнообразных буровых установок. Они отличаются в соответствии со следующими характеристиками: размер буримой скважины, мощность установки, способ выполнения работ, грузоподъемность.

Современное буровое оборудование также принято оснащать специальными контрольно-измерительными приборами для обеспечения непрерывного контроля за режимом выполнения буровых работ. Также отметим, что сегодня активно создаются системы для автоматических регулировок режимов работы буровых установок.

В общем, оборудование для бурения скважин в наше время является очень востребованным. Установки такого типа применяются при добытии нефти, газа и прочих типов природных ресурсов. Также посредством их использования производятся исследования скважин, подъем и спуск аппаратуры или инструментов для ремонта и освоения скважин.

Многие китайские компании пользуются поддержкой государства по субсидированию экспортеров буровых установок и способны предложить более низкую, нежели конкуренты, цену на оборудование сходного качества, также они предлагают партнерам покупать буровые установки в рассрочку или расплачиваются по бартеру, например – нефтью и газом.

Тем не менее основной поток бурового оборудования следует из Китая в РФ. Этому способствует соглашение, достигнутое в 2008 г. в ходе визита в РФ премьер-министра Госсовета КНР Вэнь Цзябао.

В результате Экспортно-импортный банк Китая выделил Газпром-банку кредит в 300 млн долл. США. Кредит обеспечивал средне- и долгосрочное финансирование поставок в РФ китайского оборудования и сопутствующих услуг под покрытие Китайской корпорации по страхованию экспортных кредитов SINOSURE. Против этого соглашения выступили российские производители буровых установок. Затем последовали другие вливания российским компаниям в счет предоплаты долгосрочных поставок нефти в Китай.

Оценивая стратегию Китая на российском рынке, стоит выделить стремление китайских компаний закрепиться в проектах по добыче сырья, причем в разных ипостасях: от банальной покупки сырья до создания СП с российскими компаниями. На что последние охотно идут, оценивая финансовые возможности партнеров.

Также китайская экспансия развивается в части сервисных услуг и оборудования для этих работ и посредством поставки на инфраструктурные проекты соседних государств китайской рабочей силы (в частности, при строительстве ВСТО). Кроме того, в части сервисного направления стоит отметить, что китайское буровое оборудование наиболее конкурентоспособно – качество производимого и поставляемого бурового оборудования ниже соответствующих налогов, производимых в РФ, но цена в полтора раза меньше. Таким образом, гибкая ценовая политика позволяет Китаю занимать новые ниши.

### **6.3. Процесс развития производства нефтяных буровых установок в Китае**

В 1956 г. в Китае появилась первая собственного производства нефтяная буровая установка для лёгкой нефти, которая была сделана в Тайюаньском заводе горного оборудования. В 1959 г. в Ланьчжоуском машиностроительном нефтехимическом заводе начали успешно производить буровую установку с глубиной бурения до 3200 м.

В то время для освоения всех разведанных нефтяных месторождений в стране необходимо было производить гораздо больше буровых установок. Поэтому в 1974 г. Китай начал самостоятельно исследовать, конструировать и производить буровые установки с глубиной бурения до 3200 м «Дацин i». До 1978 г. только в Лань-

чжоуском машиностроительном нефтехимическом заводе выпустили нефтяных буровых установок такого типа 239 единиц. В течение этого периода (хотя уровень выпускаемых буровых установок еще не был высок) постепенно формировались определенные кадры. И всё это заложило прочную основу для производства комплектных буровых установок.

После реформ и открытости Китая (через лицензирование, совместное производство, совместные предприятия и другие способы) в Китае ввели ряд иностранных передовых технологий для изготовления буровых установок: такие, как автокранная технология в американской компании АСТ, технология грязевого насоса в американской компании EMSCO и т.д. В то же время в этой стране также начали изучать буровые установки на море и в пустыне. В общем случае, технология изготовления китайских буровых установок значительно улучшилась.

В 90-е гг. XX в. только на 3-х государственных предприятиях (в Ланьчжоуском машиностроительном нефтехимическом заводе, Баоцзском нефтяном машиностроительном заводе и Цзюньлинском заводе тяжёлого машиностроения) производили комплексные буровые установки. После реформы и реорганизации в Китае появилось еще 8 таких предприятий с годовой производственной мощностью около 120 комплектов буровых установок. Сегодня во многих отношениях технология производства буровых установок в Китае уже достигла международного передового уровня.

#### **6.4. Ведущие китайские компании по производству комплекса буровых установок**

Китай является единственной страной в мире из развивающихся стран, которая способна изготовить комплектные нефтяные установки.

В 90-е гг. XX в. только такие государственные компании, как Ланьчжоуская объединённая компания (LS), Баоцзи завод нефтяного машиностроения и завод тяжелого машиностроения Цилин способны были производить буровые установки. Теперь комплектные буровые установки производят 8 компаний, в том числе:

– Три государственные компании: Баоцзи завод нефтяного машиностроения, АО «RG Нефтемаш» (Группа), Jiangnan Petroleum Machinery Factory.

– Два совместных предприятия: ООО «Ланьчжоуская инженерная компания нефтеоборудования ЛаньШи» и Shanghai Sangao Petroleum Equipment Co, Ltd.

– Три частных предприятия: ООО «Гао Юань» по нефтяному оборудованию на нефтеместорождении Шэнли, Chengdu YuWang Petrochemical Engineering Co., Ltd. и Sichuan Guanghan Oil Machinery Co., Ltd.

### ***ООО Баоцзи по нефтяному машиностроению***

Баоцзиская нефтяная машиностроительная компания (ранее известная как Баоцзиский нефтяной машиностроительный завод) является одной из крупнейших в Китае компаний по производству буровых установок.

Количество рабочих и служащих этой компании составляет более 5800 человек, площадь промышленной базы составляет 80 млн м<sup>2</sup>, компания имеет более 2600 различных видов оборудования, совокупные активы более 800 млн юаней. Данная компания способна проектировать и изготовить продукцию сотен сортов и тысячи моделей, такие как БУ с глубиной бурения от 1500 до 9000 м, нефтедобывающее оборудование, буровые инструменты и приборы, системы управления и комплектующие и т.д., в том числе 8 категорий 55 позиций получил Американский институт нефти право на использование монограммы API. С 2002 по 2004 г. производили 55 буровых установок, в 2005 г. – 68 буровых, доля на внутреннем рынке более чем 50%, является лидером по производству буровых установок, технологии и рынку сбыта в Китае.

С 1998 г. эта компания осуществляет реформы и реализует новую стратегию, а также увеличивает финансирование на научные исследования. Благодаря этим реформам в компании успешно разработали сотни новых продуктов. В частности, чтобы удовлетворить диверсифицированный рыночный спрос, эта компания произвела буровую установку с электроприводом постоянного тока, буровую установку с преобразованием частоты переменного тока и т.д. Её продукция экспортируется в более 20 стран и регионов (в том числе США, Великобританию, Францию, Италию,

Канаду, Иран и Пакистан). ZJ70D, ZJ40L и другие комплекты буровых установок успешно вышли на международный рынок.

**ООО Ланьчжоуская инженерная компания нефтеоборудования ЛаньШи** представляет самое важное предприятие в области машиностроительной нефтедобычи. В 1953 г. LS Компания учредилась вместе с первой китайской пятилеткой.

LS успешно разработал механическую буровую установку тип ZJ32, электроприводную буровую установку тип 60D, буровую установку тип 60DS и другие продукты, который заполнит пробелы в китайской национальной нефтяной промышленности. В последние годы эта компания начала производить серию ультрабуровых установок, позволяющих бурить до 7000-9000 м в глубину, а также большие наборы новой буровой установки, технический уровень которых был быстро улучшен. Компания LS-оборудование – один из членов государственного технического центра предприятия, предшественник комбината (LS), формирует собственную техническую систему развития.

Основная продукция компании наземные нефтяные буровые установки глубиной бурения в 4000–9000 м и морской буровой комплекс.

Способ приводов изготовленных буровых установок включает дизельный привод, привод постоянного тока, частотно-регулируемый электропривод переменного тока, электромеханический комбинированный привод, механический привод и т.д. А также их комплектующие: буровой насос, талевая система, система управления и система электрического управления.

Компания LS проводит глобальную философию бизнеса, предоставляя потребителю нефтедобывающее оборудование и услуги в соответствии с международным стандартом. Система управления качеством компании полная, компания получила сертификат системы управления качеством ISO9001, сертификат системы управления окружающей средой ISO14001, сертификат системы управления профессиональным здоровьем и безопасностью GB/T28001 и лицензии на монограммы API 4F, 7K, 8C, 11E, выданные API.

**ООО «Гао Юань» по нефтяному оборудованию**, работающее на нефтяном месторождении Шэнли, было основано в 1992 г. Является частной акционерной компанией. Основной капитал

составляет более 3 млрд юаней. Расположена в провинции Шаньдун, город Дунин.

Компания «Гао Юань» развивается в 2-х бизнесах: компания ООО «Гао Юань» по нефтяному оборудованию на нефтяном месторождении Шэнли и частная компания ООО «Гао Юань» торгово-промышленное предприятие.

Главные задачи компании – разрабатывать, производить и продавать различное нефтяное оборудование. Компания обладает передовыми ключевыми оборудованями и сборочным цехом для производства буровых установок, имеет испытательные полигоны для 12-ти комплектов крупномасштабных буровых установок одновременно. Пять серий (ZJ20 ~ ZJ70, 18 types) буровых установок были разработаны и изготовлены заводом компании.

Площадь завода – 1 млн 980 тыс. квадратных метров. В компании работает более 2300 человек, из которых более 300 научных и технических кадров. Совместно с этой компанией был основан Шаньдунский научно-исследовательский инженерно-технологический центр нефтяного оборудования.

Годовая производственная мощность компании: 50 комплектов буровых установок, 300 тыс. т обсадных труб, 100 тыс. т НКТ, 20 тыс. т бурильных труб, 1000 ремённых станков-качалок, 2000 винтовых насосов, 1 млн м последовательных насосных штанг, 400 млн м обыкновенных насосов, 600 тыс. м полых насосных штанг, 10 тыс. специальных скважинных насосов, 200 тыс. м стеклопластиковых труб на среднее и высокое давление.

### *Буровое оборудование*

– Буровые установки: завод обладает передовыми ключевыми оборудованями и сборочным цехом для производства буровых установок, имеет испытательные полигоны для 12 комплектов крупномасштабных буровой установки одновременно. Пять серий (ZJ20 ~ ZJ70, 18 types) буровых установок были разработаны и изготовлены заводом. В том числе буровые установки на механическом приводе, электрическом приводе постоянного тока, электрическом приводе переменного тока, а также механическом и электрическом приводе, которые могут хорошо справиться с бурением на глубины 1500-7000 м в большинстве крупных нефтяных месторождений (как в стране, так и за рубежом).

– Электрический контроль: АС- и DC- система контроля скорости для буровой установки; стандартная электрическая цепь на поле буровой скважины, автоматизация сбора данных для буровых скважин; замкнутая система наблюдения на буровых; автоматизация контроля завода.

– Буровые насосы в основном включают три модели – HL3ZB-1600, HL3ZB-1300 и HL3ZB-1000. Они отличаются современной структурой, высокой работоспособностью и простым обслуживанием.

– Винтовая буровая гарнитура: завод изготавливает продукты различных типов размером от 60 до 244 дюймов; отличается высоким крутящим моментом и длительным сроком службы, может удовлетворить потребности в бурении прямолинейных скважин, наклонных и горизонтальных скважин, а также в операции ремонта.

#### *Инженерно-технические услуги*

– Бурение имеет 10 комплектов буровых установок (глубина бурения – 2000-7000 м) и профессиональный буровой экипаж, могут предложить услуги бурения с резкой ствола скважины и ремонтных служб.

– Последовательная насосная штанга: обладает более 10 комплектами передового оборудования для обслуживания работы с последовательными насосными штангами. Могут улучшить скорость операции и облегчить интенсивность труда. Пользователи распространяются по нефтепромышленным различным заводам Шенгли и компании CNOOC. В оффшорных нефтяных производствах применяется новая технология винтового насоса для стальных последовательных насосных штанг.

Компания является одним из ключевых высокотехнологичных предприятий в Китае. Основные направления развития компании: разработка по международным стандартам продукции, отсутствующей на сегодняшний день в Китае, движение навстречу потребностям различных пользователей нефтяного механического оборудования.

**Группа компаний Хунхуа** входит в Фондовый биржевой союз Гонконга, является одним из крупнейших производителей



и поставщиков сухопутных нефтяных буровых установок в мире и самым крупным производителем и экспортером сухопутных нефтяных буровых установок в Китае.

Основным направлением деятельности одного из крупнейших в мире производителей наземных буровых установок группы компаний Хунхуа являются научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в отрасли нефтегазовой буровой установки, морского строительства и нефтеразведочного и нефтедобывающего оборудования. В марте 2008 г. группа компаний Хунхуа получила лицензию на эмиссию акций на Гонконгской объединенной бирже ценных бумаг.

Генеральный штаб группы расположен в городе Чэнду провинции Сычуань, а наземная и морская база тяжелого оборудования находится в городе Дзян провинции Сычуань и в городе Цыдун провинции Цзянсу. Эта компания способна производить до 150 комплектов нефтяных буровых установок в год. Кроме того, в Америке, России, ОАЭ, Украине и Египте были открыты совместные или дочерние компании Хунхуа, а в Индии, Пакистане и Узбекистане открылись офисы представительства Хунхуа.

Помимо буровых установок Хунхуа представляет специальное оборудование, инструменты и продукты, сопутствующие буровой установке. Компания Хунхуа оказывает услуги в сфере геофизической разведки, материалов для приготовления и обработки буровых растворов, инжиниринга раствора, добычи нефти и газа, а также всех возможных технических услуг, связанных с добычей и поставкой нефти и газа.

Частотно-преобразовательные буровые установки серии DBS, разработанные, спроектированные и произведенные непосредственно компанией Хунхуа, неприхотливы в эксплуатации даже при экстремальных климатических условиях, мобильные, позволяют сверлить качественные скважины. Конкурентоспособные цены и высокий уровень сервиса компании Хунхуа заслужили мировое признание.

До сегодняшнего дня около 200 буровых установок были успешно проданы в США, Россию, на Ближний Восток, в Центральную Азию и Африку (всего более чем в десяти странах и регионах

мира), занимая значительную долю мирового рынка буровых установок и способствуя технологическому обновлению и модернизации в нефтедобывающей сфере.

Группа компании Хунхуа обладает обширными производственными мощностями, годовая выработка – более 150 комплектов буровых установок и 600 комплектов буровых насосов.

Группа компания Хунхуа обладает первоклассными цехами мирового уровня: сварочным и заклепочным цехом, цехом механической обработки, цехом сборки, кузницей и соответствующими установками для механической обработки, а также крупнейшим в мире испытательным стендом, что позволяет производить шеф-сборку вместе в количестве 16 комплектов буровых установок. В то же время могут быть изготовлены модернизированные комплекты буровых установок, а также отдельные агрегаты: спуско-подъемная система, система вращения, силовые системы, системы для бурового раствора и вспомогательные компоненты.

В перечень продуктов дочерней компании Хунхуа, специализирующейся на изготовлении и проектировании комплектного электрооборудования, входят: приводная система с преобразователем частоты переменного тока (расположенная в помещении VFD), приводная система постоянного тока (SCR), устройство, расположенное в помещении MCC, электроцепь на буровой и система освещения и т.д.

Шанхайская нефтяная компания оборудования является китайско-американским совместным предприятием. Главные её продукты – это нефтяные буровые установки. Компанией была разработана и изготовлена буровая установка ZJ50/3150DZ. Продукция компании экспортируется в более 20 стран и регионов мира. В 2003 г. успешно произвела полностью цифровую буровую установку переменного тока, что позволяет персоналу буровой установки работать в комфортных условиях. Буровая установка ZJ50/3150DB достигла международного передового уровня аналогичных продуктов.

В состав Синьцзянской торгово-промышленной корпорации «Сан Бао» входят 10 специализированных предприятий. Эта корпорация успешно сотрудничает со многими странами мира, имеет

представительства в РК, РФ, Таджикистане, Узбекистане и Афганистане. Корпорация «Сан Бао» входит в 200 самых мощных внешнеторговых предприятий КНР. В 2008 г. экспортно-импортный оборот этой корпорации достиг 675 млн долл. США. На протяжении последних 3 лет Синьцзянская торгово-промышленная корпорация «Сан Бао» занимает первое место в СУАРе среди внешнеторговых предприятий.

В последние годы Синьцзянская торгово-промышленная корпорация «Сан Бао» достигла передового мирового уровня и занимает 2/5 части доли внутреннего рынка сбыта КНР. Нефтяное оборудование: морозостойкая нефтяная буровая установка и комбинированная прицепная буровая установка, в разработке которых принимала участие корпорация «Сан Бао», были экспортированы в Россию и Казахстан.

Дочерняя компания специализируется на проектировании и изготовлении системы ЦС, в перечень ее продуктов включаются буровая емкость, принадлежности ЦС, механизмы и инструменты, принятые на буровой площадке, манифольда раствора, домик-вагоны и т.п. Компания занимается проектированием и изготовлением наземных буровых установок с глубиной бурения от 1000 м до 12 000 м и блоков морской платформы буровой установки глубиной бурения от 3000 до 12 000 м, а также укомплектованных узлов и принадлежностей. По особому требованию клиентов проводится проектирование и изготовление буровых установок. Клиентам предоставляется вариант решения вопросов в процессе всего наземного и морского бурения скважины.

Посредством учебной буровой установки с частотным преобразователем переменного тока клиентам предоставляется всестороннее и детальное обучение по управлению буровых установок, обслуживанию по шефмонтажу, наладке и ремонту; было создано много сервисных центров в мире, буровой сервис с участием бурового персонала.

## 6.5. Китайские буровые установки

В КНР начиная с 2002 г. и по настоящее время было введено в эксплуатацию порядка 400 единиц **буровых установок серии DBS** (АС инвертор) с частотным преобразователем переменного тока, с цифровым преобразовательным приводом, обладающих полностью автоматизированным контролем электропривода (VFD).

При высокой производительности и экономичности данные буровые установки отличаются высокой степенью автоматизации и легким управлением, что значительно снижает интенсивность физического труда при ведении буровых работ.

Буровые установки серии DBS имеют большую амплитуду предела регулирования скорости электродвигателя и крутящего момента, которые соответствуют приводу лебедки, бурового насоса, ротора и верхнего привода (табл. 6.2). В то же время электродвигатели переменного тока еще в большей степени приспособлены к использованию в экстремальных климатических и географических условиях.

Таблица 6.2

Технические характеристики буровой установки

| Тип      | Норм. глубина бурения, m / ft | Мощность лебедки kw / HP | Макс. статическая нагрузка на крюке, mt / lbs | Мощность бурового насоса | Мощность оборудования  |
|----------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| ZJ30DBS  | 3000/9840                     | 600/800                  | 170/378000                                    | 2×597 kb<br>2×800 HP     | 2×1000 kw<br>2×1340 HP |
| ZJ40DBS  | 4000/13000                    | 1000/1340                | 225/500000                                    | 2×764 kb<br>2×1000 HP    | 3×1000 kw<br>3×1340 HP |
| ZJ50DBS  | 5000/16400                    | 1200/1600                | 315/700000<br>340/750000                      | 2×1193 kb<br>2×1600 HP   | 3×1000 kw<br>3×1340 HP |
| ZJ70DBS  | 7000/23000                    | 2000/2680                | 450/1000000                                   | 3×1193 kb<br>3×1600 HP   | 4×1200 kw<br>4×1610 HP |
| ZJ90DBS  | 9000/29500                    | 3200/4300                | 585/1300000<br>675/1500000                    | 3×1193 kb<br>3×1600 HP   | 5×1200 kw<br>5×1610 HP |
| ZJ120DBS | 12000/39400                   | 4500/6040                | 900/2000000                                   | 3×1641 kb<br>3×2200      | 5×1400 kw<br>5×1880 HP |

Используя преимущества современных частотных преобразователей можно подать максимальный крутящий момент на лебедку (при минимальной скорости вращения барабана), что полностью меняет традиционный подход к работе бурильщика, позволяя более эффективно и безопасно проводить работы. Кроме того, приводная система с переменным током (благодаря электроприводу) потребляет меньше энергии и ведет к упрощению конструкции механического привода, что значительно облегчает обслуживание буровой установки.

Привод лебедки такой буровой установки характеризуется небольшим весом, малым объемом и повышенной безопасностью. При этом существует возможность подбирать вспомогательную приводную систему и осуществлять автоматическую подачу долота на забой. Эта буровая установка обладает интегрированной кабиной бурильщика, где с помощью операционной рукоятки и сенсорного экрана производятся различные рабочие операции бурения.

Буровая установка обладает совершенной системой безопасности, которая обеспечивает безопасность как рабочих, так и самой буровой установки. Функциональная система информации буровой установки включает: цифровое отображение параметров бурения и цифровую регистрацию данных, контрольную видеосистему управления процессом бурения, систему связи с буровой установкой. Также подобная буровая установка может комплектоваться системой цифровой дистанционной передачи и контроля информации.

Имеются в наличии всесторонняя функция диагностики неисправностей частотно-преобразовательной системы и система (PLC) технического контроля, выполняющая запасную функцию. Ввиду комплектации полностью автоматическими устройствами и механизмами, автоматизация и интеллектуализация буровой установки типа DBS достигает новейшего уровня.

***В буровых установках с приводом постоянного тока*** можно осуществлять управление лебедкой (табл. 6.3), ротором и буровым насосом с приводом постоянного тока.

Привод лебедки осуществляется цепной передачей, вперед: 4, реверс: 4. В состав тормозной системы лебедки входят дисковый

тормоз и электромагнитный турбинный тормоз (или дисковой тормоз «Идуны»).

Ротор с отдельным приводом постоянного тока, передачи: вперед 2, реверс 2.

Комплектация такой буровой установки может включать систему автобурения с цифровым автоуправлением. Бурильщик осуществляет управление непосредственно с экрана, благодаря чему бурение проводится при наилучших параметрах, а также в значительной степени уменьшается трудовая напряженность и повышается эффективность работы.

Таблица 6.3

### Технические характеристики буровой установки

| Тип   | Ном. глубина    | Мощность лебедки | Макс. статическая нагрузка на крюке      | Мощность бурового насоса | Силовой агрегат        |
|-------|-----------------|------------------|------------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| ZJ30D | 3000 m/9840 ft  | 550 kw/750 HP    | 170 mt/378000 lbs                        | 2×597 kb<br>2×800 HP     | 2×1000 kw<br>2×1340 HP |
| ZJ40D | 4000 m/13000 ft | 745 kw/1000 HP   | 225 mt/500000 lbs                        | 2×764 kb<br>2×1000 HP    | 3×1000 kw<br>3×1340 HP |
| ZJ50D | 5000 m/16400 ft | 1100 kw/1500 HP  | 315 mt/700000 lbs<br>340 mt/750000 lbs   | 2×1193 kb<br>2×1600 HP   | 3×1200 kw<br>3×1610 HP |
| ZJ70D | 7000 m/23000 ft | 1490 kw/2000 HP  | 450 mt/1000000 lbs                       | 3×1193 kb<br>3×1600 HP   | 4×1200 kw<br>4×1610 HP |
| ZJ90D | 9000 m/29500 ft | 2235 kw/3000 HP  | 585 mt/1300000 lbs<br>675 mt/1500000 lbs | 3×1193 kb<br>3×1600 HP   | 5×1200 kw<br>5×1610 HP |

Электротрансмиссионная система буровой установки оснащена цифровым управлением и имеет противоподавную способность. Усовершенствованная кабина бурильщика обладает сенсорным экраном. Система приборов измерения параметров буровой установки может осуществлять функцию отображения, запоминания и печати.

**Буровая установка типа LDB** относится к буровым установкам с комбинированным приводом. Это наиболее экономичная буровая установка (благодаря механическому приводу) (табл. 6.4). Наряду с этим буровая установка типа LDB приобретает частичную способность буровой установки с электрическим приводом.

Благодаря комплектованию приводной системы ротора с индивидуальным приводным электродвигателем проблема индивидуального регулирования скорости вращения ротора и количества ходов была устранена, а функция точного регулирования скорости вращения ротора, управления крутящим моментом и установки максимального крутящего момента удовлетворяет сложнейшим технологическим требованиям.

*Таблица 6.4*

**Технические характеристики буровой установки**

| Тип      | Норм.<br>глубина<br>бурения | Мощность<br>лебедки | Макс. статиче-<br>ская нагрузка<br>на крюке | Мощность<br>бурового<br>насоса | Силовой<br>агрегат    |
|----------|-----------------------------|---------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| ZJ30LDB  | 3000 m<br>9840 ft           | 600 kw<br>800 HP    | 170 mt<br>378000 lbs                        | 2×597 kb<br>2×800 HP           | 2×810 kw<br>2×1080 HP |
| ZJ40 LDB | 4000 m<br>13000 ft          | 1000 kw<br>1340 HP  | 225 mt<br>500000 lbs                        | 2×969 kb<br>2×1300 HP          | 3×810 kw<br>3×1080 HP |
| ZJ50 LDB | 5000 m<br>16400 ft          | 1000 kw<br>1600 HP  | 315 mt<br>700000 lbs                        | 2×1193 kb<br>2×1600 HP         | 3×810 kw<br>3×1080 HP |
| ZJ70 LDB | 7000 m<br>23000 ft          | 1490 kw<br>2000 HP  | 450 mt<br>1000000 lbs                       | 3×1193 kb<br>3×1600 HP         | 4×810 kw<br>4×1080 HP |

Силовая система – дизельный блок. Дизельные генераторы обеспечивают привод лебедки и буровых насосов через одноблочную цепную коробку синхронизации. С целью обеспечения удобства монтажа и демонтажа соединение блоков силовой системы осуществляется посредством карданного вала. Лебедка с герметизированным цепным приводом имеет 4 передних скорости и 2 задних. Основной тормоз лебедки – гидравлический дисковый тормоз, вспомогательный тормоз – электромагнитный турбинный.

В целях автоматической подачи долота при аварийной ситуации лебедка этой буровой установки укомплектована вспомогательным приводом, т.е. приводом переменного тока с частотно-преобразователем, расположенным в кабине бурильщика.

Укомплектованная система измерительных приборов параметров буровой установки может осуществлять функцию отображения, запоминания и печати.

С целью снабжения ротора и электроэнергией буровой установки может быть выбрана комплектация электродвигателя с од-

ноблочной цепной коробкой привода; во время нормального процесса бурения запуск другого генераторного оборудования не обязателен.

**В буровых установках с механическим приводом** (табл. 6.5) дизели обеспечивают отдельный привод лебедки, ротора и буровых насосов (через коробку синхронизации).

Таблица 6.5

**Технические характеристики буровых установок**

| Тип    | Ном. глубина       | Мощность лебедки   | Макс. статическая нагрузка на крюке | Мощность бурового насоса | Силовой агрегат       |
|--------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| ZJ30L  | 3000 m<br>9840 ft  | 550 kw<br>750 HP   | 170 mt<br>378000 lbs                | 2×597 kb<br>2×800 HP     | 2×810 kw<br>2×1080 HP |
| ZJ40 L | 4000 m<br>13000 ft | 745 kw<br>1000 HP  | 225 mt<br>500000 lbs                | 2×969 kb<br>2×1300 HP    | 3×810 kw<br>3×1080 HP |
| ZJ50 L | 5000 m<br>16400 ft | 1100 k<br>1500 HP  | 315 mt<br>700000 lbs                | 2×1193 kb<br>2×1600 HP   | 3×810 kw<br>3×1080 HP |
| ZJ70 L | 7000 m<br>23000 ft | 1490 kw<br>2000 HP | 450 mt<br>1000000 lbs               | 3×1193 kb<br>3×1600 HP   | 4×810 kw<br>4×1080 HP |

В состав механического привода входят различные способы трансмиссии: дизели + гидравлический регулятор крутящего момента (или коробка ответвителя) + цепная коробка синхронизации или дизели + устройство синхронизации с узким V-образным ремнем. Напряжение распределяется равномерно, потребление мощности значительное. С целью обеспечения удобства монтажа – демонтажа соединение блоков силовой системы осуществляется посредством карданного вала. Силовой агрегат и трансмиссионная система должны быть установлены в нижнее положение, а через карданный вал силовая энергия передается на ротор.

Лебедка с герметизированным цепным приводом имеет 4 передних скорости и 2 задних (или 6 передних и 2 задних), основной тормоз лебедки – гидравлический дисковой или ленточный тормоз, вспомогательный тормоз – электромагнитный турбинный. С целью проведения спуска-подъема вышки и операций при аварии лебедка укомплектована вспомогательным приводом.



Буровая установка может комплектоваться кабиной бурильщика, где гидропневматическое и механическое управление осуществляется прямо из кабины.

**Мобильная (прицепная, самоходная) буровая установка.** В ней силовая система, трансмиссионная система, система управления, система подъема, кронблок и вышка установлены на специальном основании полуприцепа и обеспечивают удобство монтажа, быстрое перемещение и транспортировку (табл. 6.6).

Таблица 6.6

**Технические характеристики буровой установки**

| Тип    | Ном. глубина бурения | Мощность лебедки  | Макс. нагрузка на крюке | Мощность насоса       | Силовой агрегат      |
|--------|----------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| ZJ10CZ | 1000 m<br>3280 ft    | 260 kw<br>350 HP  | 90 mt<br>200000 lbs     | 1×370 kb<br>1×500 HP  | 1×403 kw<br>1×540 HP |
| ZJ15CZ | 1500 m<br>4920 ft    | 335 kw<br>450 HP  | 112 mt<br>248000 lbs    | 1×597 kb<br>1×800 HP  | 1×403 kw<br>1×540 HP |
| ZJ20CZ | 2000 m<br>6560 ft    | 400 kw<br>550 HP  | 158 mt<br>348000 lbs    | 2×370 kb<br>2×500 HP  | 1×522 kw<br>1×700 HP |
| ZJ30CZ | 3000 m<br>9840 ft    | 550 kw<br>750 HP  | 180 mt<br>378000 lbs    | 2×597 kb<br>2×800 HP  | 2×403 kw<br>2×540 HP |
| ZJ40CZ | 4000 m<br>13000 ft   | 745 kw<br>1000 HP | 225 mt<br>500000 lbs    | 2×746 kb<br>2×1000 HP | 2×522 kw<br>2×700 HP |

Такая буровая установка укомплектована раздвижной мачтой-вышкой и складным основанием. Укомплектован один или два силовых агрегатов, через шестеренчатую коробку передач осуществляется действие силового агрегата (как по одному, так и вместе в виде синхронизации).

Силовая энергия от лебедки к ротору осуществляется посредством приводной цепи. Ремонт и обслуживание удобны.

**Морозостойкая буровая установка** пригодна к эксплуатации в местах с экстремальным климатом (таких как Сибирь и Заполярье).

Данный тип буровой установки выполнен из конструктивного материала, пригодного к эксплуатации в условиях крайне низких температур, и укомплектован полной теплозащитной системой.

Что касается материала, смазки, уплотнения, гидropневматического управления, электротрансмиссии и т.д. проектирование всесторонне оптимизировано и удовлетворяет требованиям в условиях низких температур (от -45 до 40 °C).

Кронблок, вышка, основание, лестница, лебедка и прочие несущие части конструкции буровой установки и элементы безопасности работы на установке выполнены из морозостойких материалов. В смазочной коробке лебедки установлен автоматически включаемый при низкой температуре электронагреватель.

С целью улучшения условий работы персонала низкотемпературная прицепная-самоходная буровая установка укомплектованы теплозащитным укрытием, системой отопления.

На морозостойких буровых установках в большинстве своем применяется привод с преобразователем частоты переменного тока (VFD), в комплект силовой системы входит дизель-генератор, также в комплектацию входит блок регулирования напряжения и блок электроснабжения, подключаемые к промышленной электросети.

В соответствии с пожеланиями заказчика проектируются и изготавливаются буровые установки эшелонного типа с механизмом перемещения или буровые установки с гидравлическим механизмом перемещения в качестве низкотемпературной буровой установки.

Детали вышеупомянутых буровых установок устанавливаются на тяжелые рельсы при работе на кустовом эксплуатационном бурении, данный тип буровых установок наиболее пригоден для работы в заполярных районах с влажным климатом.

Основными рынками сбыта низкотемпературных буровых установок являются Россия, Казахстан, Туркменистан, Узбекистан и другие страны.

***Пустынная быстроходная буровая установка.*** В такой буровой установке все модули транспортируются посредством колесного прицепа, что в большой степени сокращает время передислокации установки и объем монтажных работ, обладает высокой работоспособностью и эффективностью. Необходимо отметить, что транспортировка и перемещение вышки и основания может проводиться и в том случае, когда вышка находится вертикальное состояние. К тому же нет необходимости демонтажа СВП.

Учитывая проход снизу кабелей, протянутых на большой высоте до земной поверхности, верхняя часть вышки складная.

Силовой агрегат, насосный блок, буровая емкость и другие принадлежащие устройства обладают возможностью быстрой транспортировки и их перемещения путем комплектации прицепными устройствами. Общая компоновка буровой установки удовлетворяет требованиям к быстрой транспортировке, ее перемещению в виде комплектации и монтажу.

Проектирование кабелей и трубопроводов удовлетворяет требованиям к быстрому монтажу и демонтажу. Комплектная подвижная гидростанция удовлетворяет требованиям к гидроуправлению в процессе перемещения. Пустынная быстроходная буровая установка, как правило, комплектуется частотно-преобразовательной приводной техникой (VFD) переменного тока.

**Колтюбинговая буровая установка CTR 120/300** (табл. 6.7) совмещает в себе обычную буровую установку и устройства колтюбинга. Поэтому можно проводить как колтюбинговое бурение, так и обычное бурение при помощи бурильных труб.

Максимальная нагрузка составляет 135 т. Гидравлика приводит в движение вливающую головку, максимальная подъемность – 54 т, максимальная вливающая сила – 27 т, максимальная скорость подъема и спуска у колтюбинга – 48 м/мин, глубина бурения (3 1-2in колтюбинга) может достигать 2000 м.

Данная буровая установка комплектуется вертлюгом, автоматическими приспособлениями над устьем скважины.

Основное оборудование установлено на 3-х больших прицепах, поэтому мобильность хорошая, может удовлетворить потребность в отношении бурения мелких скважин газа и нефти.

Основание вышки **буровой установки BEYOND** смонтировано в низком положении, поэтому для подъема принят гидроцилиндр без подъемной системы, кран не требуется. Отличается простотой, быстротой, безопасностью, надежностью и возможностью снижения трудоемкости.

Малое количество модулей для перевозки: от 4 до 7 транспортных модулей, включая вышку, основание и кранблок.

Быстрое движение: все блоки буровой установки перевозятся грузовым автомобилем.

Оснащена системой параллельного движения для выполнения работы в кустовых скважинах.

Оснащена системой утилизации пульпы с осуществлением нулевого загрязнения.

Таблица 6.7

### Техническая характеристика буровой установки

| Оборудование                                                                                 | Основные характеристики            | Ед. изм.         | Показатели                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------------|
| Вместимость колтюбинга у барабана перемотки                                                  | Колтюбинг 2 7/8 in                 | Ft/m             | 9843 / 3000                   |
|                                                                                              | Колтюбинг 3 1/2 in                 |                  | 6562 / 2000                   |
| Вливающая головка                                                                            | Подъемная нагрузка                 | Lbs /kN          | 120000 / 534                  |
|                                                                                              | Нагрузка вливания                  |                  | 6000 / 2 67                   |
| Прямоприводная лебедка механическая ручка для подъема/механическая ручка для переворачивания | Диаметр трубы удерживания          | In / mm          | 3 1/2 – 9 5/8<br>88.9 – 244.5 |
|                                                                                              | Длина трубы удерживания            | Ft / M           | 23-33 / 7-10                  |
|                                                                                              | Максимальная нагрузка              | Lbs /kN          | 6744 / 30                     |
| Прямоприводная лебедка                                                                       | Ном. нагрузка                      | Lbs /kN          | 300000 / 1350                 |
| Чистая высота вышки                                                                          |                                    | Ft / m           | 60.7 / 18.5                   |
| Высота буровой площадки                                                                      |                                    |                  | 14.8 / 4.5                    |
| Полезная подроторная высота                                                                  |                                    |                  | 13.5 / 4.1                    |
| Силовой вертлюг                                                                              | Ном. нагрузка                      | Lbs /kN          | 300000 / 135                  |
|                                                                                              | Макс.крутящий момент               | Ft.lbs<br>kN.m   | 25806<br>35                   |
|                                                                                              | Ном. скорость вращения             | rpm              | 152                           |
| Робот-бурение                                                                                | Сфера придерживания                | In<br>mm         | 3 1/2 – 9 5/8<br>88.9 – 244.5 |
|                                                                                              | Крутящий момент за-<br>винчивания  | Ft.lbs /<br>kN.m | 60387 / 81.9                  |
|                                                                                              | Крутящий момент раз-<br>винчивания |                  | 80000 /<br>108.5              |
| Комплексная гидростанция                                                                     | Макс. мощность                     | HP / kW          | 418 / 312                     |

**Буровые установки для обучения** широко применяются как для обучения персонала, так и бурения скважин.

Обучающая установка находится совместно с современной аудиторией для обучения, которая укомплектована стульями и столами для преподавателей и обучаемых. Процесс управления бурением, проводимый оператором, через проектор полностью транслируется на доску, находящуюся перед обучаемыми, что очень удобно для изучения процесса бурения.

Для управления скоростью и функциями лебедки применяется гидравлической дисковой тормоз + динамическое торможение + управление преобразователем частоты.

## **6.6. Экспорт китайских буровых установок**

С освоением внешнего рынка китайскими производителями нефтяного оборудования его экспорт продемонстрировал высокие темпы роста.

Оборудование было продано в более 20 стран и регионов мира, что заложило фундамент для дальнейшего развития роста экспорта товаров. Поскольку соотношение цены и качества отечественного установка лучше, более 100 комплектов буровых и капитального ремонта скважин были привезены из-за рубежа китайскими подрядчиками.

По данным таможенной статистики Китая, в 2003 г. экспорт различных видов буровых установок составил 66 шт. на сумму 130 млн долл. США. В первой половине 2006 г. китайский экспорт нефтедобывающего оборудования составил примерно 590 млн долл. США. В первые три квартала 2010 г. экспорт нефтяного оборудования Китая составил 3,25 млрд долл. США, т.е. вырос на 67,4% по сравнению с тем же периодом предыдущего года.

В том числе экспорт в США на сумму 1,04 млрд долл. увеличился на 29,9%, что составило 31,9% от общего объема экспорта нефтепродуктов и оборудования.

Экспорт в Россию и Алжир увеличился на сумму 190 млн долл. и 130 млн долл. соответственно, т.е. на 10,2 раза и 4,2 раза.

Экспорт в Индию на сумму 270 млн долл. США увеличился на 59,8%.

Проектирование и производство экспортных буровых установок в основном сосредоточены в нескольких крупных отечественных нефтяных предприятиях, таких как Баоцзи завод по производству нефтяного машиностроения, Сычуаньская группа компаний Хунхуа, ООО Гао Юань по нефтяному оборудованию на нефтяном месторождении Шэнли и АО «RG Нефтемаш» (Группа) и т.д.

**Спрос на буровые установки.** Во-первых, под влиянием высоких затрат на рабочую силу в западных странах производственная отрасль оборудования постепенно перемещается за пределы страны. Китай стал настоящим «международным заводом».

Во-вторых, мировые цены на нефть продолжают расти, это стимулирует инвесторов вложить средства в разведку нефти. Сформировался новый пик инвестиций в нефть, что приводит к росту спроса на нефтяное оборудование.

Китайское нефтяное оборудование имеет преимущество соотношения цены и качества по сравнению с развитыми странами мира, обладает конкурентоспособностью.

В настоящее время три крупные нефтяные компании активно осуществляют стратегию «выхода за границу», которая будет способствовать экспорту нефтяного оборудования на международный рынок.

С точки зрения изготовления буровых установок, в Китае используется почти 1300 единиц буровых установок, после восьми лет реконструкции спрос существенно снижается, к концу 2004 г. спрос на буровые установки составил менее чем в 500 шт. рыночного пространства.

На международном рынке имеется больше возможностей для развития, но ввиду большого разрыва между существующим уровнем китайских буровых установок и иностранным (отсутствие способности проектировать и изготавливать буровые установки, адаптированные к различным условиям окружающей среды, а также установки специального назначения) производство различных буровых установок, морских платформ и др. находится в зачаточном состоянии.

***Основные проблемы в экспорте буровых установок.*** В настоящее время в Китае налажено производство буровых вышек, баз, талевых блоков, лебедок, буровых насосов, силовых блоков, а также систем управления и подобного оборудования, но требуется совершенствование в технологии разработки и производства бурильных труб, утяжеленных бурильных труб, буровых долот, буровых инструментов, охранного и пожарного оборудования и др. Это возможно благодаря ряду целенаправленных мероприятий, включая стандартизацию тестовой эксплуатации. Кроме того, учитывая увеличивающийся экспорт в данной отрасли, необходимо рассмотреть вопрос с дизайном продукта, внешним видом и качеством продукции, который будет соответствовать международным стандартам. Также необходимо соблюдение системы экологического менеджмента и безопасности (HSE).

#### **6.7. Буровые установки на нефтяных месторождениях в Китае**

Буровые установки являются основным оборудованием для разведки и разработки нефти и газа. Более 100 стран и регионов занимаются разведкой и разработкой нефти и газа, но лишь 20 из них способны производить нефтедобывающее оборудование. Так установки США, Китая, России и Румынии имеют большую конкурентоспособность, чем такое же оборудование других стран мира.

В настоящее время китайский уровень производства буровых несколько выше Российского, и находится в равной мере с производителями продвинутого уровня Европы. Но себестоимость в Китае дешевле (на 20-25%).

Компания NOV США является крупнейшим в мире производителем установки, Хунхуа Группа Китая в мире второй по величине производитель наземных буровых установок.

Буровые установки используются для бурения разведочных и добычных нефтяных и газовых скважин. Они возникли по мере развития способа бурения и технологии бурения, но существенно изменяются с развитием технологии бурения. Между тем, про-

пресс бурового оборудования также предложил иные условия для новой технологии бурения.

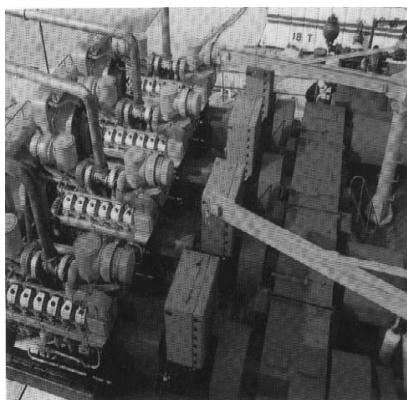
Современный метод бурения в основном базируется на методе роторного бурения. При этом было разработано соответствующее буровое оборудование, используемое на суше, в основном бурильной колонны с поворотом поворотного стола установки. Чтобы соответствовать требованиям современной буровой технологии, буровая установка должна иметь следующие системы и оборудование.

Для того чтобы непрерывно вращаться, дробить горную породу, данная система снабжена ротором и водопроводным краном. Буровые инструменты состоят из бурильной колонны (в том числе ведущей трубки, бурильной колонны, утяжеленной бурильной трубы и т.д.) и бурового рабочего инструмента. Для достижения автоматической подачи рабочего инструмента современные буровые установки должны быть оборудованы автоматическим устройством-податчиком.

Для того чтобы очистить забой скважины, выносить образующие шламы, защитить стенки скважины, буровая установка должна иметь систему циркуляции буровых растворов, которая пригодна при повышенном давлении и транспортировке.



**Рис. 6.2. Подъемная система**



**Рис. 6.3. Система передачи**



Буровая установка должна быть оснащена подъемной системой для подъема и спуска бурильного инструмента (рис. 6.2), спуска обсадных колонн, контроля бурения и др. Система подъема состоит из буровой лебедки, вспомогательного тормоза, талевой системы (мостового крана, лебедки, крюка и стального троса) и буровой вышки. По существу, это сверхмощный кран. Она также включает в себя систему подъема и спуска устьевых инструментов и механического оборудования.

Вышеприведенные три подсистемы являются рабочей системой буровой установки, так называемых главных рабочих агрегатов.

Энергоблок обеспечивает питание трех главных рабочих агрегатов и других вспомогательных агрегатов. По типу привода различаются дизельный агрегат, дизельный генератор, генератор переменного или постоянного тока и т.д.

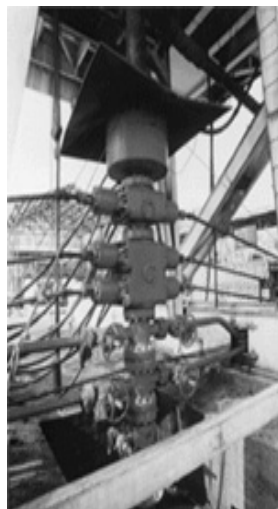
Основная задача системы передачи (рис. 6.3) – распределение и передача энергии из энергоблока в каждые рабочие агрегаты (рис. 6.4).

Данная система включает в себя функции снижения скорости, параллельной операции, перемены скорости, изменения направления бурения и др.

Современная буровая установка применяет механический привод, а также разные типы приводов, как гидравлическая передача, гидропривод и электропривод.

Для координации работы персонала буровая установка также оснащена различными устройствами управления. При этом часто используются механическое управление, воздушное управление, электронное управление, гидравлическое управление и т.д.

Современные механические буровые установки используют в основном централизованное пневматическое управление.



**Рис. 6.4. Рабочий агрегат**

Современная буровая установка также оснащена различными приборами и измерительными системами, чтобы измерять необходимые параметры скважины, контролировать и показывать режимы наземного оборудования.

Для того чтобы облегчить работу буровых установок, буровая установка оборудована фундаментом, который включает в себя базу машинного помещения и буровой площадки.

Фундамент используют для монтажа буровой вышки, ротора, кассеты и размещения необходимых устьевых инструментов, а также установления лебедки. Фундамент буровой площадки должен быть в состоянии разместить необходимые устьевые инструменты и, следовательно, должен иметь достаточную высоту, площадь и жесткость.

Фундамент машинного помещения для установки энергоблока и системы передачи требует достаточной жесткости и определенной площади для обеспечения быстрой установки оборудования и его перемещения.

Буровые установки оснащены вспомогательным оборудованием для производства электроэнергии, установкой давления и очистки воздуха, устьевой противовыбросовой арматурой, шнуровым оборудованием, сборно-разборным оборудованием, а в бореальных условиях – установка оборудована теплоизоляцией.

Горизонтальная буровая установка высокого давления (SJ510), широко применяемая в Китае на нефтепромыслах (рис. 6.5), включает:

- Ходовая система: состоит из шасси и опор, стальных гусениц, гидравлического привода.
- Силовая система: используются два двигателя. Шасси передвигается за счет дизельного двигателя. Питание машины осуществляется с помощью генератора, что довольно экологично.
- Гидравлическая система: используется переменный насос REXROTH с высоким давлением, переменный мотор LINDE, передача нагрузки HAWE.

- Система контроля: контроль PLC, полная автоматизация, легкость в обслуживании, срабатывает сигнализация при неполадках.
- Система управления: передвижная основная панель управления, отделяется от основной установки, возможно и дистанционное управление, на дисплее панели управления представлены следующие сведения: глубина бурения, угол наклона, угол направления, скорость вращения, скорость повышения давления, давление, выработка и др. Вспомогательная панель управления установлена в передней части установки. На ней имеется рычаг управления движением.
- В комплектацию входит кран со складывающейся стрелой.
- Очень устойчивая структура опор.
- Ходовой путь достигает 12 м, обеспечивая высокоэффективную работу.
- Мачта обладает функцией вращения, легко перемещается при бурении, имеет точную координацию.
- Установлен регулятор подачи гидросмеси, обеспечивающий безопасность и экологичность бурения.
- Ротор можно совместить с движущейся головкой, что используется при различных строительных работах.



**Рис. 6.5. Горизонтальная  
буровая установка высокого давления**

Многофункциональная гидравлическая гусеничная свайная машина (Sf808:SFY758), приведенная на рис. 6.6, обеспечивает:



**Рис. 6.6. Многофункциональная гидравлическая гусеничная свайная машина**

- точное направление свайки, возможна регулировка горизонтального масляного бункера; вертикальное направление бурения стойки точнее, чем при подвешенной гусеничной стойке;
- гидравлический масляный бункер;
- гидравлические, телескопические гусеницы обеспечивают высокую надежность в рабочем и ходячем состоянии;
- высокая эффективность работы; быстрое передвижение, эффективность работы в 2-3 раза быстрее;
- установлены гидравлические стойки, большая сила тяги. Высокая устойчивость;
- для повышения эффективности работы можно установить дополнительные запчасти производства САНИ;
- можно установить дополнительный скал с крутящем действием, угол вращения 90°.

|                                         |                   |
|-----------------------------------------|-------------------|
| Макс. допустимая ходовая масса          | 145 t             |
| Общая масса                             | 105 t             |
| Габаритные размеры (движущее состояние) | 10.47×3.4×3.6 m   |
| Масса                                   | 9.8;3.6;3.1;3.1 t |

Многофункциональная гидравлическая гусеничная свайная машина (Sf808:SF808) представляет собой (рис. 6.7):

- многофункциональную гидравлическую гусеничную буровую машину SF808, разработанную корпорацией «САНИ тяжелая промышленность», которая применяется в различных видах строительства (железные дороги, мостостроение и т.д.);

- используется надежный двигатель, минимальные затраты на ремонт;
- можно установить комбинированный двигатель мощностью 160 кВт, 220 кВт, 280 кВт. Применяется в работе при отсутствии источника питания.

В этой машине используются следующие качественные комплектующие:

- Гидравлические раздвижные гусеницы обеспечивают высокую устойчивость в рабочем и ходовом состоянии.
- Установлены 4 гидравлические стойки, обеспечивающие высокую устойчивость.
- Преобразователь частоты основной лебедки импортного производства.
- На основной лебедке установлена сигнализация перегрузки и др.
- Возможна установка бурильного устройства SMW с диаметром 450/650/850 мм; бурильное устройство SMW305; устройство с диаметром 400-1000 мм.
- Норма токсичности соответствует стандарту EVRO 3; с низким уровнем шума.
- Высокая эффективность работы; быстрое перемещение на объекте.



**Рис. 6.7. Многофункциональная гидравлическая гусеничная свайная машина**

|                                                      |                     |
|------------------------------------------------------|---------------------|
| Общая масса (рабочее состояние)                      | 105 t               |
| Габаритные размеры (рабочее состояние)               | 10540×3400× 3360 mm |
| Давление приземления (отсутствует рабочая установка) | 0,105 МПа           |
| Общая масса                                          | 9,8 ;3,6;3,1;3,1 т  |
| Диапазон наклона обсадных труб                       | вперед 5°, назад 5° |

Горизонтально-ориентированная буровая машина (SD350), представленная на рис. 6.8, включает в себя:



**Рис. 6.8. Горизонтально-ориентированная буровая машина**

- двигатель Cummins QSB5.9-240, мощность 186 кВт, экономия топлива, низкий выброс токсичных газов, низкий шум;
- полностью гидравлический привод, бесступенчатая коробка передач; гидравлические насос, мотор и клапан импортного производства известных марок, обеспечивают систему высокой надежности;
- центральную систему контроля CAN-BUS, отвечающую за мониторинг всей машины;
- бурильное устройство  $\varnothing 89$  мм, с максимальным крутящим моментом 21 000 Нм, которое обеспечивает высокую устойчивость; по заказу изготавливается автоматическая/простая установка, так же можно установить 2-тонный подъемник для снижения рабочей нагрузки;
- общая структура плотная, хорошая гибкость, красивый внешний вид, высокая эффективность работы. Широко применяется в следующих отраслях: коммуникационная, нефтяная, газовая, водоснабжение и водоотведение.

|        |         |             |          |
|--------|---------|-------------|----------|
| Высота | 3140 mm | Длина       | 9150 mm  |
| Ширина | 2480 mm | Общая масса | 17500 кг |

Длинный роторный буровой станок (SR150C), представленный на рис. 6.9 имеет характеристики:

- максимальный диаметр скважины 1500 мм, максимальная глубина бурения 56 м;
- дизельный мотор IZUSU CC-6BG 1TRP, возможны автоматические регулировка мощности и индукция нагрузки;
- гидравлическая система LUDV с индукцией нагрузки;
- гидравлические насос, мотор и клапан импортного производства известных марок, обеспечивают систему высокой надежности;

- центральная система контроля CAN-BUS, отвечает за мониторинг всей машины;
- основная лебедка установлена в нижней части мачты, что эффективно понижает высоту центра тяжести, повышает общую устойчивость;
- прямоугольная вариоскопическая конструкция обеспечивает точность бурения.

|                                        |             |
|----------------------------------------|-------------|
| Рабочая высота                         | 18596 mm    |
| Полная масса                           | 45000 кг    |
| Максимальный свайный диаметр           | 1500 мм     |
| Максимальный крутящий момент на выходе | 150 кН/м    |
| Скорость бурения                       | 7-40 об/мин |



**Рис. 6.9. Длинный роторный буровой станок (SR150C)**

Длинный роторный буровой станок (SR250R), представленный на рис. 6.10, имеет следующие характеристики:

- Максимальный диаметр скважины 2500 мм, максимальная глубина бурения 67 м, применяется в строительстве городских высотных зданий, мостостроении, автомобильных и железных дорог.



**Рис. 6.10. Длинный роторный буровой станок (SR250R)**

- Максимальный крутящий момент 250 кН\*м, обеспечивает работу в массиве из любых горных пород.
- Американский двигатель CAT C9, централизованное водяное охлаждение, турбонадув и электроинжекция, охлаждение «воздух – воздух».
- Гидравлическая система управления.
- Гидравлические насос, мотор и клапан импортного производства.

|                                        |             |
|----------------------------------------|-------------|
| Рабочая высота                         | 21141 мм    |
| Полная масса                           | 74000 кг    |
| Максимальный свайный диаметр           | 2300 мм     |
| Максимальный крутящий момент на выходе | 220 кН/м    |
| Скорость бурения                       | 7-26 об/мин |

Скважинная буровая установка SQ170 (рис. 6.11) имеет характеристики:

- Система интегрирована в механическое, электронное и гидравлическое управление, использует гусеницу, полностью гидравлический привод, скважинное бурение под высоким давлением, оснащена энергосистемой двойных дизелей и высокоэффективным винтовым прессом воздуха; оснащена механизмом компенсации и ориентирования буровой мачты и кабиной с кондиционером.

Система широко применяется для бурения скважин диаметром 105-170 мм, глубиной 30 м в разных геотехнических строительствах.

- Импортный двигатель поддерживает функции реакции к нагрузке и автоматической настройки выходной мощности.
- В гидросистеме используются чувствительная к нагрузке система и управляющий контур через приоритетный клапан для реа-



лизации оптимального согласования в различных режимах работы при различных нагрузках.

- Гидронасосы, гидравлические моторы, редукторы, клапаны, резиновые трубы и соединения используют продукты мировых марок, чтобы гарантировать высокую надёжность системы.
- На основе идеальной технологии шинного соединения CAN-BUS система обеспечивает всесторонний контроль и мониторинг оборудования.
- Нижняя машина использует конструкцию гусеничного хода и низкого центра тяжести, в итоге буровая установка имеет отличную устойчивость.
- Задвижной механизм оснащен пружинным натяжным приспособлением, это намного уменьшает вибрацию буровой вышки, удлиняет срок службы силовой головки и увеличивает комфорт управления.
- Пылеулавливающее устройство, заказанное у специального изготовителя, и автоматическая пылезащитная система максимально сохраняют чистыми рабочие места.



**Рис. 6.11. Скважинная буровая установка (SQ170)**

|                                             |                    |
|---------------------------------------------|--------------------|
| Габаритные размеры в транспортном положении | 12500×3250×3600 mm |
| Масса                                       | 27000 kg           |
| Мощность                                    | 112+224 kW         |

## 7. БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ В СНГ

---

### 7.1. Выпуск буровых установок в Казахстане

АО «Петропавловский завод тяжелого машиностроения» – пока еще единственное в Казахстане предприятие, выпускающее технику для нефтедобывающих компаний и оборудование для нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий:

- мобильные буровые комплексы для бурения нефтяных скважин глубиной до 3 км;
- буровые установки для бурения скважин геолого-разведывательного назначения;
- специальная техника для ремонта, эксплуатации и обслуживания нефтегазовых скважин;
- теплообменное, сепарационное и емкостное оборудование.

Кроме того, здесь производится путевой инструмент для ремонта, эксплуатации и обслуживания верхнего строения железнодорожных путей; ответственные детали и узлы подвижного состава; нестандартное оборудование для локомотивостроительного производства и депо. Также завод выполняет заказы МО РК на разработку и изготовление ракетно-артиллерийских систем специального военного снаряжения и имущества.

Завод располагает следующими производственными цехами: литейным, кузнечным, листоштамповочным, механообрабатывающим, гальваническим, лакокрасочным, по переработке пластмасс и РТИ, инструментальным, метизным, сборочно-сварочным.

В 2003 г. на этом предприятии была внедрена и применяется система менеджмента качества в соответствии с требованиями международных стандартов серии ИСО 9001:2000, сертифицированная органом сертификации TUVCERTTUVThuringene. V. (Германия), кроме того, предприятие выполняет требование стандартов ASME, API и других при выполнении заказов иностранных компаний, аккредитована заводская испытательная лаборатория на техническую компетентность.

В рамках реализованного АО «ПЗТМ» 1-го этапа программы технического перевооружения было внедрено 58 единиц прогрессивного оборудования, возможности которого позволяют расширить освоение современных технологий.

Использование концентрированной обработки на современных обрабатывающих центрах с применением высокопроизводительного режущего инструмента позволило снизить трудоемкость изготовления деталей в 3-4 раза и сборочных единиц в 2-2,5 раза.

В настоящее время АО «ПЗТМ» реализуется проект «Создание опытного образца и освоение производства подъемной установки ПАП-80/100 для мобильного бурового комплекса МБК-100 грузоподъемностью 80/100 т».

В рамках реализации данного проекта на 2012 г. по бюджетной Программе 006 «Научные исследования технологического характера» было выделено 65 млн тенге из средств республиканского бюджета РК.

Данная установка ПАП-80/100 является собственной разработкой АО «ПЗТМ» и предназначена для бурения и капитального ремонта нефтяных и газовых скважин, а также для работы в составе мобильного бурового комплекса МБК-100 с грузоподъемностью на крюке до 100 т. Уникальность усовершенствованной установки в более высокой грузоподъемности при сохранении ее мобильности. Планируются поставки ПАП-80/100 на экспорт.

В 2012-2015 гг. АО «ПЗТМ» планирует приступить к реализации 2-го этапа Программы технического перевооружения, в рамках реализации которого запланирована разработка финансово-экономического обоснования проекта «Создание инжинирингового Центра по выпуску высокотехнологической продукции специального и гражданского назначения».

## **7.2. Буровые установки в Туркменистане**

Государственная компания «Туркменнефть» является крупнейшим производственно-хозяйственным комплексом республики Туркменистан, который осуществляет разведку и разработку нефтяных и газовых месторождений, а также обеспечивает комплексное исполнение тактических и стратегических программ развития нефтегазовой отрасли Западного Туркменистана.

Следует отметить, что все годы независимости Госконцерн «Туркменнефть» развивался ускоренными темпами. Например, если в 1997 г. предприятиями этого концерна было добыто 5 млн 143 тыс. т нефти, то в 2001 г. – 7 млн 560 тыс. т, а в 2006 г. – уже 9 млн 360 тыс. т. В добыче газа объемы также выросли с 3 млрд 760 млн м<sup>3</sup> до 10 млрд 360 млн м<sup>3</sup> в 2007 г.

Значительных показателей добились и буровики «Туркменнефти». Так, в 1993 г. буровыми предприятиями этого концерна было пробурено 65 тыс. 805 погонных метров горных пород, а уже в 2003 г. проходка составила 165 тыс. 810 м.

В настоящее время «Туркменнефть» разрабатывает 27 нефтегазовых месторождений, и объемы добычи углеводородов постоянно растут. Причем практически все нефтяные месторождения Западного Туркменистана имеют многоплановое строение и включают в себя от нескольких до 100 и более отдельных залежей, что существенно осложняет их разработку.

Кроме того, необходимо отметить, что почти все месторождения, разрабатываемые Госконцерном «Туркменнефть», находятся на поздней стадии эксплуатации и требуют использования новейшего бурового оборудования.

Китайское правительство в 1998 и 2000 гг. выделило Туркменистану 2 льготных кредита для закупки буровых установок и агрегатов для ремонта скважин. В настоящее время в Туркменистане уже работает 15 буровых установок, поставленных Китаем (рис. 7.1).

Кроме того, с 1997 г. Китайская нефтяная инженерно-строительная корпорация (на базе Министерства нефтяной промышленности Китая) активно участвует в восстановлении скважин на туркменских нефтепромыслах. В частности, только за 5 лет китайские специалисты отремонтировали около 300 скважин, которые уже дали более 2 млн т нефти.

В 2005 г. трест «Бурнефтегаз» Государственного концерна «Туркменнефть» на оборудовании немецкой фирмы «Бентек» пробурил скважину глубиной 6300 м. В этом же году подразделения треста «Бурнефтегаз» пробурили в общей сложности около 100 тыс. м горных пород, почти в 2 раза увеличив объемы эксплуатационного и поисково-разведочного бурения за последние 6 лет.

Помимо немецкого оборудования, трест «Бурнефтегаз» использует китайские буровые установки ZJ-70 ДS-6. Кроме того, с Государственным концерном «Туркменнефть» активно сотрудничает компания Schlumberger, которая в 1999 г. заключила с «Туркменнефть» долгосрочный контракт. Оказываемые компанией Schlumberger услуги финансируются Государственным фондом развития нефтегазовой промышленности и минеральных ресурсов Туркменистана за счет средств госконцерна «Туркменнефть», полученных им от реализации сырой нефти и нефтепродуктов.



**Рис. 7.1. Буровые установки,  
работающие в Туркменистане**

В 2008 г. ЗАО «Уралмаш-буровое оборудование» (Екатеринбург, производственное подразделение нефтесервисной группы «Интегра») поставило Государственному концерну «Туркменнефть» 8 буровых установок (см. рис. 7.1). Сумма контракта составляет более 500 млн руб. Кроме того, «Уралмаш-буровое оборудование» планирует принять участие в тендере государственного концерна «Туркменгаз» на поставку еще 12 буровых установок.

В 2013 г. Президент Туркменистана подписал Постановление, разрешив Государственному концерну «Туркменгаз» заключить с производственной компанией «Lanzhou LS-National Oilwell Petroleum Engineering Co., Ltd» (Китайская Народная Республика) контракты (для разработки крупнейшего газового месторождения Туркменистана «Галкыныш», которое располагает запасами в объеме более 26 трлн м<sup>3</sup> газа):

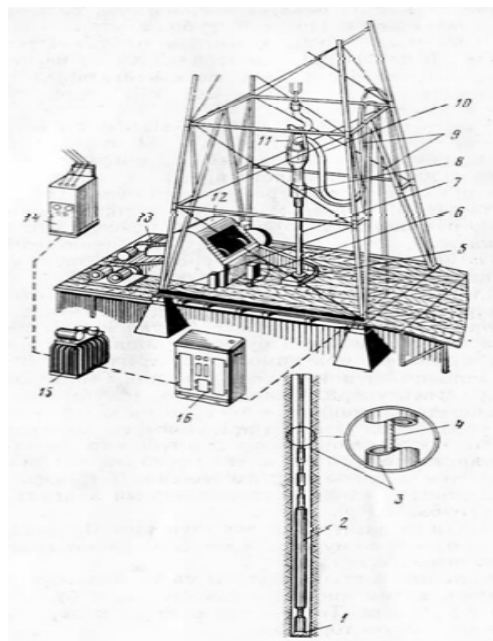
- на закупку 5-ти буровых установок марки «ZJ70DBS», необходимых для проведения соответствующих работ на эксплуатационных скважинах газового месторождения «Галкыныш»;

- на выполнение монтажных, пусконаладочных работ на вышеуказанных установках, а также обучение туркменских специалистов.

В 2014 г. государственный концерн «Туркменнебит» заключил с корпорацией «China Petroleum Technology and Development Corporation» (Китайская Народная Республика) контракт на закупку 10 комплектов буровых установок марки «ZJ70DB». Согласно этому контракту буровые установки будут укомплектованы годовым набором запасных частей и оборудованием высокого давления.

В 2015 г. на заводе «Красные Баррикады» (Россия) завершается монтаж плавучей буровой установки, предназначенной для эксплуатации на туркменском шельфе Каспийского моря, которая может одновременно бурить 12 скважин.

Электробуром в Туркменистане была пробурена скважина глубиной около 1700 м. Непосредственно электробур состоял из 3-фазного 4-полюсного электродвигателя мощностью 80 кВт, планетарного одноступенчатого редуктора, снижавшего вращение двигателя в 4 раза (с 1450 по 363 об/мин), и шпинделя, объединявшего редуктор с долотом (рис. 7.2). Наружный диаметр электробура достигал 324 мм, а длина – 8,5 м.



**Рис. 7.2. Схема электробуровой установки:**

- 1 – долото; 2 – электробур;
- 3 – бурильная трубка;
- 4 – кабель внутри бурильной трубы; 5 – ротор;
- 6 – кнопочный пульт;
- 7 – вводящая трубка с кабелем внутри; 8 – токоприемник; 9 – кабель наружный;
- 10 – буровой шланг;
- 11 – вертлюг; 12 – лебедка;
- 13 – автоматический стабилизатор подачи; 14 – распределительное устройство высокого напряжения; 15 – трансформатор; 16 – станция управления электробуром

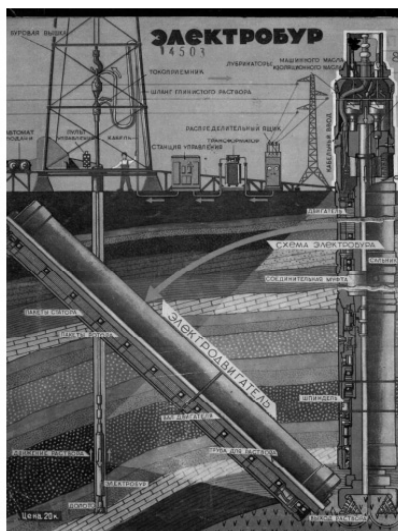
Для охраны электробура от окружающей воды его двигатель, редуктор и шпиндель заполняли маслами различной вязкости, разделяя их поршневыми и сальниковыми устройствами.

Внутри электробура (при поддержке компенсатора с поршнем) создавалось противодействие. Электродвигатель с редуктором и шпинделем заключали в цилиндрический кожух – трубу, предназначение которого состояло в образовании кольцевого зазора, по которому промывочная жидкость направлялась из бурильной колонны к долоту.

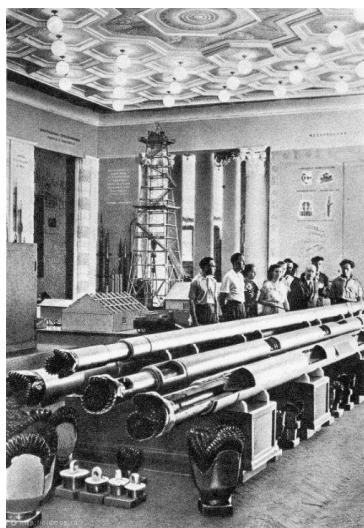
Электроэнергия к электробурю подводилась при поддержке центрально расположенных на бурильных трубах отрезков 3-жильного кабеля с резиновой изоляцией. Отрезки кабеля между собой соединялись особыми резиновыми муфтами.

После испытаний, проведенных в 1940 г. и доказавших принципиальную работу электробура и токоподвода к нему, были начаты разработка и производство машин большой мощности и малого диаметра (в том числе безредукторного электробура).

Электробур с долотом опускается в скважину на бурильных трубах, через нее прокачивается промывочная жидкость. Электроэнергия к нему подводится по кабелю, встроенному в бурильные трубы (рис. 7.3). В токоприемнике кабель вводится внутрь бурильных труб. Присутствие в токоприемнике скользящих контактов позволяет в случае надобности проворачивать колонну в процессе бурения либо вертеть ведомую трубу при наращивании. Кабель вставлен в бурильные трубы отрезками, которые при свинчивании труб соединяются особыми контактными муфтами, укрепленными в бурильных замках.



**Рис. 7.3. Схема электробуровой установки 60-х гг. XX века**



**Рис. 7.4. Электробуровая установка**

Процесс бурения производится с использованием самодельного регулятора подачи долота, соединенного цепной передачей с лебедкой. Стабилизатор подачи подает долото на забой, замедляя либо ускоряя эту подачу в зависимости от загрузки мотора и буримости горных пород.



Затем в СССР продолжались опытно-конструкторские и исследовательские работы (рис. 7.5), направленные на поднятие эффективности бурения электробуром и повышение его прочности в работе и понижение стоимости проходки. Так, в одной из модификаций электробура в нижней части этого агрегата были предусмотрены оптика и телевизионная установка для надзора за буровой головкой.

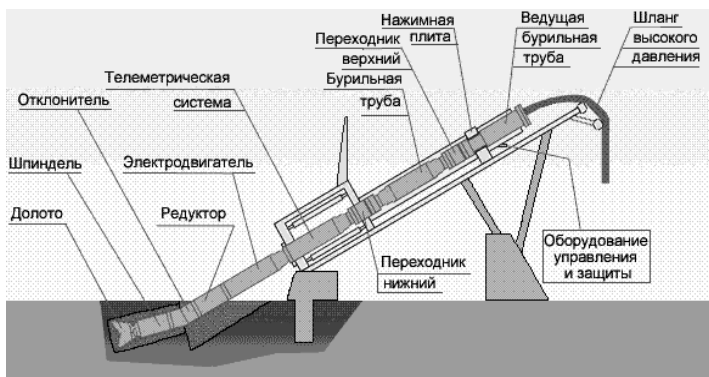
В последующем было использовано электробурение, разработанное фирмами «AEG» и «ITG, Celle». Этот электробур имел двигатель (54 кВт, 660 В, частоту тока 8-16 Гц, скорость вращения вала 150-330 об/мин.). Длина его составляла 18,6 м, а наружный диаметр – 254 мм.

Электробурение используется как эффективный забойный двигатель для привода долота (см. рис. 7.5). Он применяется для получения режимных и остальных характеристик, обуславливая управление процессом бурения (рис. 7.6).

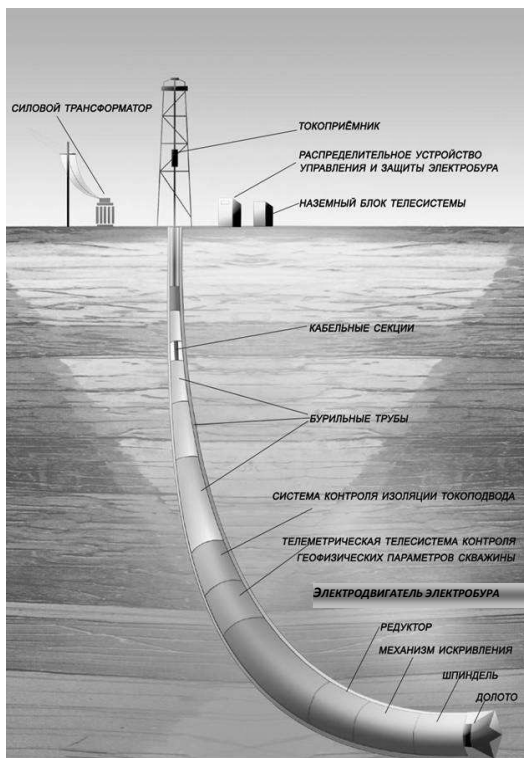
Забойный двигатель позволяет осуществлять наиболее передовые технологии с реализацией последующих главных функций: управление режимами бурения и траекторией ствола скважины (рис. 7.7), уменьшение аварий, идентификация геологического разреза в процессе бурения и автоматизация системы проводки скважин.

Важным при этом является внедрение электрической энергии в буровых работах для разрушения горной породы с последующим поражением механическим методом долотом режущего типа, позволяющим сформировывать ствол скважины.

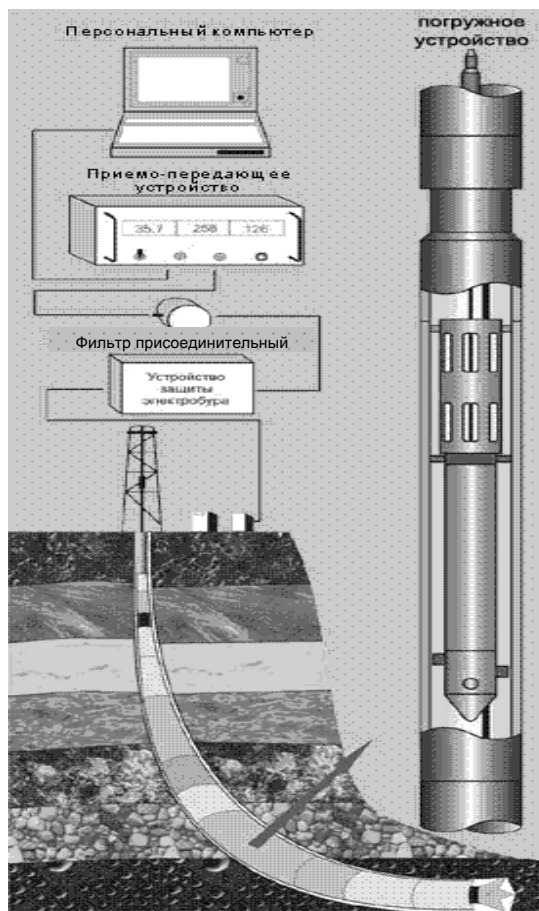
Благодаря электроимпульсному воздействию на горную породу достигается работа долота в породах любой крепости. Результат разрушения забоя методом прямого воздействия электрической энергии состоит в том, что при подведении к двум близко расположенным точкам забойной поверхности высоковольтного электрического импульса большой мощности между ними в породе появляется канал пробоя со следующим микровзрывом породы под давлением образовавшейся плазмы. Электрический пробой между двумя точками приводит к образованию ударной волны, преобразующей электрическую энергию в механическую энергию взрыва окружающей породы.



**Рис. 7.5. Инновационный электробуровой аппарат**



**Рис. 7.6. Современная электробуровая установка**



**Рис. 7.7. Компьютизированная электробуровая**

Использование такого метода позволяет существенно понизить энергоёмкость разрушения породы и необходимую емкость забойного мотора в 3-4 раза, поднять скорость бурения в 4-5 раз, уменьшить на порядок величину осевого воздействия на долото.

Разработка электробурения, не считая технических средств, включающих информационные, контрольные измерительные и

компьютерные системы, предполагает наличие высококвалифицированных исполнителей и строжайшего соблюдения технологической дисциплины.

С учётом возможностей предприятий оборонного комплекса и доступных инвестиций, используемые сейчас в Туркменистане подобные технологии имеют все шансы для улучшения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

В настоящее время оборудование для бурения скважин является очень востребованным. Установки такого типа применяются при добычании нефти, газа и прочих типов природных ресурсов. Также посредством их использования производятся исследования скважин, подъем и спуск аппаратуры или инструментов для ремонта и освоения скважин.

Особенностью российского рынка бурового оборудования является его значительная неоднородность. Российские буровики используют как старые станки типа ЗД (постоянно усовершенствуя их), так и установки последнего поколения, осваивая новые технологии бурения. Поэтому производитель буровых установок (для того чтобы успешно работать на этом рынке) должен учитывать все его особенности и потребности, а также предлагать заказчикам инновационное оборудование, соответствующее используемым современным технологиям бурения.

Появление новых технологий бурения (таких как бурение обсадной колонной или бурение на сжатом воздухе) безусловно сказывается на деятельности производителей бурового оборудования.

Возможность предложить заказчику различные условия финансирования производства и поставок бурового оборудования тоже является одним из основных конкурентных преимуществ между производителями буровых установок. Кроме того, сейчас все больше практикуются лизинговые схемы приобретения бурового оборудования.

Российские производители буровой техники используют в разной степени эти конкурентные преимущества, стараясь соответствовать требованиям заказчиков. Основной российский производитель тяжелых буровых установок «Уралмаш НГО Холдинг» на сегодняшний день предлагает наиболее широкий выбор технических решений для модернизации производственных мощностей буровых компаний.

Производимое буровое оборудование включает современные буровые установки грузоподъемностью от 160 до 600 т, а также уже разработаны проекты для установок грузоподъемностью 125 и 900 т. Сервисные подразделения «Уралмаш НГО Холдинг» производят проекты по модернизации практически всех буровых установок по индивидуальным требованиям заказчика. Коммерческая служба быстро снабжает заказчиков запасными частями к буровому оборудованию с собственного склада.

В настоящее время для осуществления эффективной проходки скважин необходимы высокопроизводительные установки с большой грузоподъемностью, системой частотного регулирования главных приводов, 4- и 5-ступенчатой системой очистки буровых растворов, а также буровыми насосами повышенной мощности и многим другим.

В основном все российские производители буровых установок в настоящее время предлагают заказчикам станки, отвечающие современным технологиям бурения.

Стоит отметить, что для соответствия современным технологиям бурения российские производители оснащают свои установки импортными узлами и системами (СВП, очистное оборудование и пр.), аналогов которым пока еще нет в России.

В целом производство бурового оборудования в России в настоящее время выросло после спада в кризисные 2008-2009 гг. Так, ВЗБТ выиграл тендер и производит 24 буровые установки для Сургутнефтегаза, «Уралмаш НГО Холдинг», имеет в своем портфеле заказ на 26 буровых установок от 6 различных заказчиков.

Основные производители модернизируют свои производственные мощности в ожидании дальнейшего роста.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

---

1. *Алексеев А.В., Кузнецов С.Н., Власов М.А., Красносельских Э.В.* Ремонтно-буровой агрегат // Патент РФ 2320842.
2. *Бадалов Ю.* Проблемы технического перевооружения нефтегазового комплекса. Доклад в государственной Думе РФ // <http://gasforum.ru/obzory-i-issledovaniya/213>.
3. *Бакиров А.А., Бакиров Э.А., Мелик-Пашаев В.С. и др.* Теоретические основы и методы поиска и разведки скоплений нефти и газа. – М.: Высшая школа, 1987.
4. *Безносов Н.В.* Справочник по стратиграфии нефтегазовых провинций СССР. – М.: Недра, 1987.
5. *Бей Ю.Н., Черкасов В.И., Кравченко А.Е.* Самоходная буровая установка для бурения наклонных скважин // Патент РФ 231982.
6. БСЭ Большая советская энциклопедия (БУ).
7. Буровая на рельсах. – URL: <http://gazeta.tatneft.ru/news/show/8569>.
8. Буровая установка. 2009. – URL: <http://kt-rf.ru/vidy-tehniki/49/kitaiskie-burovye>.
9. Буровой портал // [Drillings.ru](http://Drillings.ru).
10. В РФ около 35% парка буровых установок эксплуатируется более 20 лет. – URL: <http://geonews.com.ua/news/detail/rossiya-andrej-sulejmanov-v-rf-44885>.
11. *Вадецкий Ю.В.* Бурение нефтяных и газовых скважин. – М.: Академия, 2004.
12. *Воздвиженский Б.И.* Разведочное бурение – М.: Недра, 1979.
13. *Гимранов Ф.М., Гаврилов Е.Б.* Безопасность жизнедеятельности. Ч. 2. Безопасность технологического оборудования: учеб. пособие. – Казань: КГТУ, 2002.
14. *Гноевых А., Никитин Б.* Основные направления повышения эффективности и качества строительства скважин в АО «Газпром». – URL: [http://www.oilcapital.ru/edition/technik/archives/technik/technik\\_06\\_2005/81690/public/82172.shtml](http://www.oilcapital.ru/edition/technik/archives/technik/technik_06_2005/81690/public/82172.shtml).

15. Годовой отчет компании ОАО «Татнефть». 2012.
16. Годовой отчет по разработке месторождений Управления «Лебав Геофизика». Фонды Управления «ЛГД».
17. Горбунов А.В., Алексеев А.В., Власов М.А. Компоновка мобильной буровой установки МБУ-180 // Патент РФ 2387785.
18. Гуань Чжичуань, Чэнь Тингэнь. Теория и технология бурения нефти. – М., 2006.
19. Егоров С.В. Повышение экономической эффективности управления парком буровых установок (Методические вопросы): Дис. канд. экон. наук: 08.00.05. – М., 2003.
20. Епштейн В.Е. Современные буровые установки «Уралмаш» // Специализированный журнал «Бурение & Нефть». – Июнь 2010.
21. Импортзамещающий буровой инструмент производства ЗАО «Машиностроительный Холдинг». – URL: <http://monclerjacken-austria.com/2013/01/%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%89%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%B9-%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9-%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD>.
22. Кардыш В.Г., Окмянский А.С. Энергоемкость бурения геологоразведочных скважин. – М.: Недра, 1984.
23. Карпов Ю.А. Текущие тенденции на рынке бурового оборудования // Бурение и нефть. – 2012. – № 1. – С. 12-17.
24. Крохмаль Н.И. Рациональная компоновка оборудования буровых установок на основе количественной оценки ее качества: дис. ... канд. техн. наук. – М., 1991.
25. Машиностроительная корпорация «УРАЛМАШ». – URL: <http://www.uralmash.ru>.
26. Оценка технического состояния оборудования предприятий нефтегазовой отрасли на основе применения техноценологического метода // neftegaz.ru
27. Николаенко А.Т., Седов Б.Я. Буровые установки для проходки скважин и стволов: справочник. – М.: Недра, 1985.
28. Официальный сайт компании «Иждрил». – URL: <http://www.izhdrill.ru>.



29. Официальный сайт компании «Уралмаш». – URL: <http://www.uralmash.ru>.
30. Официальный сайт компании Transas. – URL: <http://www.transas.ru>.
31. Официальный сайт компании UPETS.A. – URL: <http://www.upetgroup.ro>.
32. Официальный сайт компании ООО «ВЗБТ». – URL: <http://www.vzbt.ru>.
33. Официальный сайт ОАО «НК «Роснефть». – URL: <http://www.rosneft.ru>.
34. ПБ в нефтяной и газовой промышленности // [Neftrus.com](http://Neftrus.com).
35. Портал бурового оборудования. – URL: <http://drillzone.ru>.
36. Официальный сайт Федерального института промышленной собственности. – URL: <http://www.fips.ru>.
37. Производство буровых установок в 2009 г. в России снизилось на треть. – URL: <http://buildernet.ru/news/?ID=46652>.
38. *Ренжин А.Н., Прокопович В.Г., Столяров Ф.П., Порожский К.П., Тримайлов П.А., Шишкин В.Н.* Буровая установка // Патент РФ 2337226.
39. Российская буровая отрасль: борьба за рынок. – URL: <http://www.74rif.ru/bur-obr.html>.
40. Рынок буровых установок. – URL: <http://www.atconsult.ru/drillb.html>.
41. *Советов Г.А.* Основы бурения и горного дела – М.: Недра, 1991.
42. Специализированный журнал «Бурение и нефть».
43. *Сушко С.М.* Техническое перевооружение бурового парка АО «Волковгеология» станками KZ-800A(Б) фирмы «Кокен».
44. Татнефть перевооружает буровой комплекс. – URL: <http://neftegaz.ru/news/view/115649>.
45. Уралмаш. Каталог нефтегазового оборудования. – URL: [http://www.uralmash-ngo.com/katalog\\_BKU.pdf](http://www.uralmash-ngo.com/katalog_BKU.pdf).
46. Число нефтегазовых буровых установок в мире начало устойчиво расти. – URL: <http://oilru.com/news/137588>.
47. *Чуев Д.Э.* Российский рынок нефтесервисных услуг. – URL: [http://www.oil-gas.ru/userfiles/obzor\\_rinka\\_Chuev\\_D\\_E\(1\).pdf](http://www.oil-gas.ru/userfiles/obzor_rinka_Chuev_D_E(1).pdf).
48. *Чэнь Тингэнь.* Бурение нефти в Китае. 2003.

49. «Татнефть» готовит 5-летнюю программу модернизации бурового комплекса.

50. 60 лет Альметьевскому предприятию буровых работ. – URL: <http://www.tatburneft.ru/60-let-apbr/60-let-almetevskomu-predpriyatiyu-burovih-rabot/?lang=ru>.

51. URL: <http://neftandgaz.ru/?p=2089>.

52. URL: <http://top-drive.ru/ru-news.html?xmmpage=4>.

53. URL: <http://www.megapetroleum.ru>.

54. URL: <http://www.megapetroleum.ru/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5-%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B8>.

55. URL: <http://www.urb2-5a.ru/urb3a3>.

56. SY/5609-99: Установки бурильные шахтные. Общие технические требования и методы испытаний.

57. SY/T5609-93: Установки буровые комплектные для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения. Основные параметры.

58. [www.baidu.com](http://www.baidu.com).

59. [www.chinahighland.com](http://www.chinahighland.com).

60. [www.ejpetro.com](http://www.ejpetro.com).

61. [www.honghua.com](http://www.honghua.com).

62. [www.lspe.cn](http://www.lspe.cn).

63. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com).

Научное издание

**Воробьев Александр Егорович**

**ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ  
БУРОВОЙ ПОДОТРАСЛИ РОССИИ**

Редактор *Ж.В. Медведева*  
Технический редактор *Н.А. Ясько*  
Компьютерная верстка *М.Н. Заикина*  
Дизайн обложки *М.В. Рогова*

Тематический план изданий  
учебной и научной литературы 2016 г., № 2

Подписано в печать 08.09.16 г. Формат 60×84/16. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 11,75. Тираж 500 экз. Заказ 276

---

Российский университет дружбы народов  
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

---

Типография РУДН  
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3, тел. (495) 952-04-41