

## ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ

Башмур К.А., Костоунова Е.В.

**Научный руководитель: старший преподаватель Костоунова Е.В.  
Сибирский Федеральный Университет**

Рынок бурового оборудования является частью нефтегазового комплекса, обеспечивающего сохранение и воспроизводство минерально-сырьевой базы. Во всем мире происходит интенсификация процессов бурения, а также обновление существующего парка бурового оборудования. Производство нефтегазового оборудования (в том числе буровой техники) является стратегической отраслью экономики, на рисунке 1 можно рассмотреть структуру владения буровыми установками (БУ) в России [1].

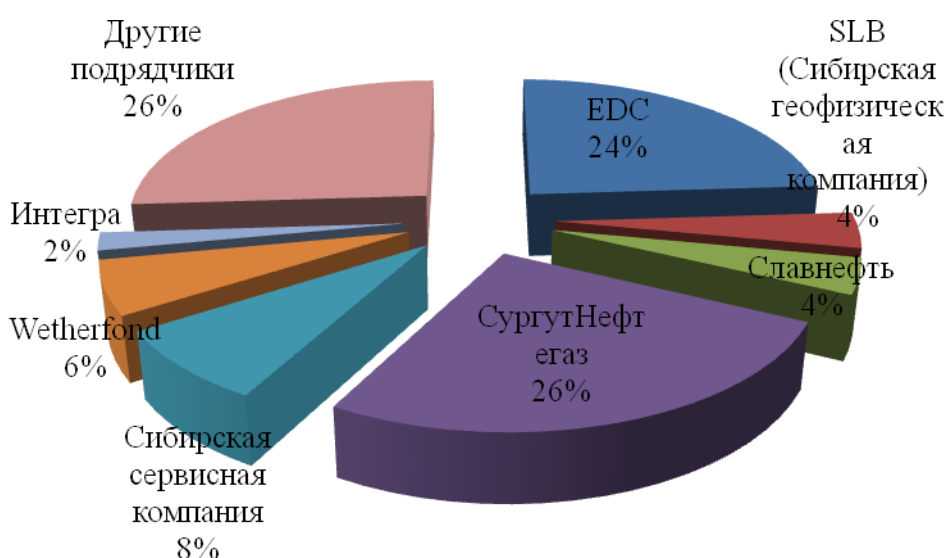


Рисунок 1 - Структура владения буровыми установками в России

Согласно базовому прогнозу Research.Techart, соотношение внутреннего производства и импорта оборудования будет изменяться в сторону отечественного производства – более 50% после 2013 года. А в период до 2020 года объем увеличится на 1,7 – 1,8 тыс. шт. Из всего парка буровых установок России, 70% имеет срок эксплуатации более 20 лет и требует замены комплектующих. Ожидается увеличение производства буровых установок в мире на 750 шт./год до 2018г. (рисунок 2). Денежный потенциал по замене приводов вращателей буровых установок составляет 1,5 млрд. рублей в год.

Использование импортных СВП ведет к деградации отечественного машиностроения, закрывая перспективы инновационных разработок. Отрицательную роль играет высокая стоимость импортного оборудования, достигающая 90 млн. рублей, также высокая стоимость сервисного обслуживания, требующая строительства специальных центров. Так, по оценкам В.Эпштейна, разница в цене между российскими СВП и импортными составляет примерно на 30 % дешевле. Таким образом, можно судить и о стоимости СВП отечественного производства – от 1,1 до 1,4 млн. долл. Цены на импортные СВП, названные Ю.Бределевым, на порядок выше. По его мнению, на сегодняшний день средняя стоимость в электрических верхних приводах в России составляет \$2,5 млн. (250 т), \$2,8 млн. (350 т), \$3,3 млн. (500 т). Следовательно, стоимость отечественной разработки – 1,7 млн. долл.

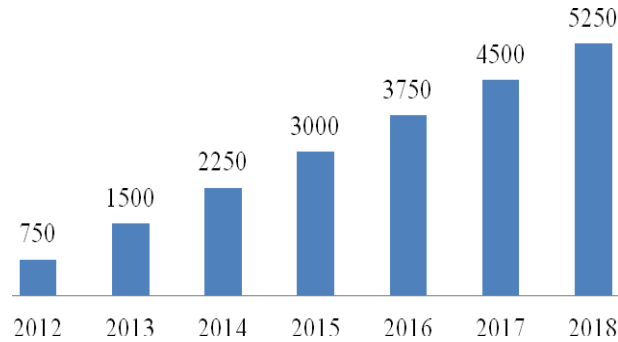


Рисунок 2 - Динамика производства буровых установок в мире

На сегодняшний день на рынке представлен огромный ряд редукторов (рис. 2), разного назначения с разной ценовой политикой, как зарубежного, так и отечественного происхождения. Возросли потребности в компактных редукторах с высокими характеристиками КПД и большими передаточными отношениями. Анализируя существующие конструкции редукторов, предложена конструкция на основе эксцентрикового движения с внутренним эвольвентным зацеплением. Разработка редуктора на основе эксцентрикового движения позволит значительно упростить технологию изготовления и снизить металлоемкость изделия.

В качестве аналога редуктора для вращателей буровых установок можно выделить редуктор HYDRA, имеющего передаточное число на двух ступенях около 100, крутящий момент 40 кН·м и стоимостью 600 тыс. рублей (с гидроприводом).

В настоящее время необходима разработка принципиально нового редуктора с осевым расположением приводных шестерён.

Редуктор должен иметь высокие приводные характеристики (крутящий момент до 500 кН·м, передаточное число до 125 и возможность использования отечественных регулируемых гидромоторов), позволять пропускать вал через ось привода.

Применение эксцентрикового редуктора позволит выполнить все требуемые технические характеристики, превзойти двухступенчатый редуктор итальянского производства по многим параметрам.

Современные разработки новых конструкций редукторов обладающих определенным набором преимуществ перед вышеперечисленными механизмами: редуктор с использованием эксцентрико-циклоидального зацепления, редукторы с промежуточными телами качения, подшипниковый редуктор TwinSpin, планетарно-цевочные редукторы. Данные типы редукторов обладают компактностью и имеют большие передаточные числа. Однако изготовление таких редукторов требуют специального станочного парка и высокой точности обработки деталей, что, в свою очередь, на порядок увеличивает себестоимость механизмов и требует больших временных затрат на производство. Механизм подшипниковый редуктора сложен, так как используется большое количество деталей. Цевочные передачи обладают низким ресурсом из-за износа поверхностей цевки (наличие трения скольжения, вместо трения качения).

Червячные редукторы, обладают высокими передаточными числами, но у данных механизмов низкий КПД за счет появления скользящих поверхностей между червяком и зубчатым колесом. Например, КПД червячного редуктора Ч-80 с передачей 1:80 российского производства составляет 58%.

Графическое представление сравнения конструкций показано на многоугольнике конкурентоспособности (рисунок 3).

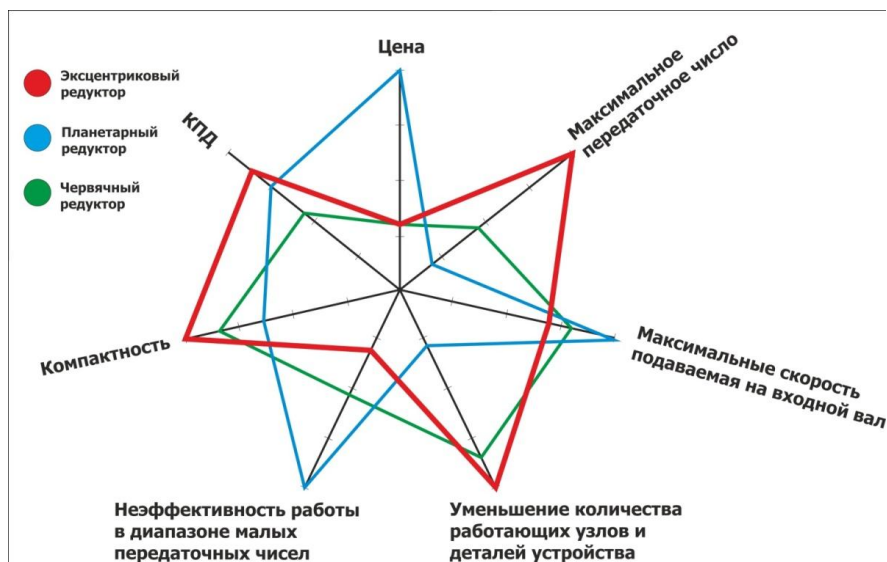


Рисунок 3 - Многоугольник конкурентоспособности

Преимущество предлагаемого редуктора перед волновыми редукторами заключается в замене жестким зацеплением традиционно гибкого элемента (колеса – имеющего ограничения в передаче больших крутящих моментов и теряющего КПД на деформацию). Также одной из главных особенностей является его компактность и небольшой вес по сравнению с планетарными редукторами, возможность передавать высокие крутящие моменты.

Технические показатели выражают отдельные конструктивные и эксплуатационные параметры и свойства получаемого редуктора, используются в качестве исходных данных для расчета экономического эффекта совершенствования создаваемого редуктора.

Основными частными показателями сравнительной экономичности вариантов, выбрав за базу сравнения планетарный редуктор с эквивалентными техническими характеристиками (крутящий момент) для верхнего привода буровых установок, являются:

- 1 Снижение материалоемкости, в том числе относительной массы;
- 2 Повышение надежности (долговечности);
- 3 Увеличение коэффициента полезного действия.

Эти характеристики отвечают основным потребительским качествам для редукторов. Экономический эффект от внедрения результатов исследования в сфере производства редукторов проявляется в снижении материалоемкости, надежности и эргономичности единицы редуктора вследствие совершенствования её конструкции.

Затраты на материалы проектируемого редуктора оцениваются в 6 тыс. рублей против затрат на аналог 15 тыс. рублей, так как используется: внешнее эвольвентное зацепление; две ступени редуктора, вместо одной эксцентрикового редуктора; увеличенное количество опор трения (трение второго рода, вместо первого рода). Всё это увеличивает габариты и, соответственно, массу, а также дополнительные затраты на покупные изделия.

Принимая объем выпуска редукторов, равным объему производства новых буровых установок до 2018 года 5250 шт., экономический эффект от снижения материалоемкости составит 49,61 млн. рублей. Срок службы базового и проектируемого варианта 5000 и 10000 часов соответственно. Рассматривая промежуток времени и производства за это время количества редукторов 5250 штук для вращателей буровых установок, примерная экономия средств на не требующие замены редукторы составит

52,5млн. рублей. Сравнивая планетарный и эксцентриковый редукторы, отметим, что в среднем КПД эксцентрикового редуктора на 37% больше. Здесь экономический эффект будет выражаться в снижении количества киловатт-часов на работу менее мощного двигателя.

Мощность, подводимая к различным двигателям СВП, варьируется в широких пределах от 220 до 500 кВт. Расчет проведем для наиболее часто используемого параметра в 300 кВт. Учитываемые в расчете номинальной мощности потери на КПД равны 37%. Потеря номинальной мощности составит 111 кВт, а расход топлива от потерь номинальной мощности 27 л/ч. Срок службы системы верхнего привода 740 часов. Экономический эффект от увеличения коэффициента полезного действия за срок службы СВП, с учетом объема выпуска, стоимости дизельного топлива 26,45 руб./литр составит 2,774 млрд. рублей. Использование в системе верхнего привода прототипа позволит исключить дополнительный редуктор, применяющийся для увеличения крутящего момента. Цена данного прибора колеблется в пределах 100 тыс. рублей. В итоге, путем инженерного совершенствования конструкции, удалось вычленить дополнительный механизм в конструкции верхнего привода, что приведет к значительной экономии средств, тратящихся на дополнительный редуктор в 525 млн. рублей.

Общий экономический эффект за 5 лет ориентировочно составит 3,401млрд. рублей.

Необходимые инвестиции для осуществления проекта – запасы материалов и комплектующих изделий, на новое оборудование, монтаж оборудования и другие расходы составят 12,154 млн. рублей. Срок окупаемости проекта, исходя из величины инвестиций и экономического эффекта, составит не более двух дней (без учета косвенных признаков, типа технологии изготовления).

В результате проведенных исследований конкурентоспособности и расчетов экономического эффекта, можно говорить о сверхприбыльности проекта, наглядно продемонстрирован благоприятный фон для вложения инвестиций и показаны конкретные статьи доходов инвесторов.

#### Список литературы:

1. Рынок бурового оборудования для нефтегазовой отрасли, Сфера Нефтегаз - Буровое оборудование, 2011. – № 1. – С. 17 – 20.
2. «Верхний привод жемчужина буровой: хорошего понемножку» // Нефтегазовая вертикаль – 2008. – № 15. – С. 24 – 30.
3. <http://hydrhammer.it>
4. <http://gidromolot.tradicia-k.ru/product/index.php?id=55263>
5. <http://top-drive.ru/ru-topdrive.html>.