

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕДУКТОРА ЭКСЦЕНТРИКОВОГО ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ВРАЩАТЕЛЕЙ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

**Башмур К. А., Привалихин Р. С.,
научный руководитель канд. техн. наук Данилов А. К.**

Сибирский Федеральный Университет

В соответствии с приказом от 9 декабря 2010 г. № 1150 об «Утверждении стратегии развития тяжелого машиностроения на период до 2020 года» к основному направлению развития научно-технического прогресса для достижения конкурентоспособности в буровом оборудовании относится: «оснащение буровой установки регулируемые приводами постоянного или переменного тока, верхним приводом, эффективными средствами очистки бурового раствора, совершенными системами контроля и управления для технологий горизонтального бурения». Таким образом, правительством РФ в качестве приоритетной задачи определено развитие комплекса принципиально новых, прорывных технологий в области разработки вращателей буровых установок.

Необходимость добычи нефти и газа при наименьших затратах обусловила распространение технологии строительства горизонтальных и наклонно-направленных скважин. Новые технологии произвели настоящую революцию в практике и теории бурения, но, к большому сожалению, этот метод в России пока не нашел должного развития. Необходимыми техническими и технологическими элементами такого бурения, помимо всего прочего, является система верхнего привода (далее СВП).

Согласно базовому прогнозу Research.Techart, в период 2011-2013 гг. российский рынок БУ ежегодно будет увеличиваться от 60 шт. до 83 шт. Соотношение внутреннего производства и импорта 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.

В основу создания семейства СВП отечественного производства легло применение безредукторного привода на основе использования высокомоментных гидромоторов (компания "ПромТехИнвест-Сервис"). Зарубежные же компании выбрали путь развития парка вращателей буровых установок на основе электрического типа привода.

Высокомоментные гидромоторы обладают рядом недостатков. В их числе связанных с высокими удельными давлениями в целях передачи крутящего момента, путевыми и местными потерями энергии, сложностью конструкции, возможностью ремонта только в условиях специализированных мастерских, низким ресурсом и высокой стоимостью мотора. Выделяются проблемы недостаточного крутящего момента при отвороте рабочего переводника, а также для вращения буровой колонны при глубине более 3000 м, завоздушивание гидросистемы и невозможность работы (отворота буровой колонны) при отключении энергии.

Также гидропривод зависит от вязкости рабочей жидкости, а значит и рабочих параметров, от температуры окружающей среды, что при сосредоточении нефтепромыслов России в крайне экстремальных погодных условиях делает выбор в сторону разработок на почве электродвигателей. Так появляется проблема потери времени на прокачку и прогрев гидравлики в зимнее время и перегрев рабочей жидкости в летнее время.

Основными минусами зарубежных аналогов вращателей буровых установок являются: высокая начальная стоимость и отсутствие привязок к отечественным буровым установкам. Также зачастую отсутствует сервисная база.

Используемые в практике редукторы с возможностью эффективного использования в СВП – это редукторы с планетарной и волновой передачей. Но они имеют ряд существенных недостатков. Сложность конструкций редукторов для привода вращения буровых машин на основе планетарных рядов не позволяет создать приводы с крутящими моментами более 50 кН·м. Планетарная передача создает определенные трудности в изготовлении редуктора, она предъявляет повышенные требования к точности изготовления и монтажа. При увеличении передаточного числа уменьшается модуль зуба планетарного редуктора, резко снижается КПД за счет увеличения количества трущихся поверхностей и повышения количества узлов трения (подшипников качения). Волновые редукторы обладают большими передаточными числами заключенными в одной ступени, но у них меньшая крутильная жесткость выходного вала и изготовление гибких зубчатых колес требует высокой точности и высоких требований к материалам. Таким образом, основной из проблем внедрения в СВП электродвигателя является создание инновационного высокомоментного и эргономичного редуктора.

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 подшипникового редуктора сложен, так как используется большое количество деталей. Цевочные передачи обладают низким ресурсом из-за износа поверхностей цевки (наличие трения скольжения, вместо трения качения). Таким образом, анализируя существующие конструкции редукторов, предложена конструкция на основе эксцентрикового движения с внутренним эвольвентным зацеплением (рис. 1).

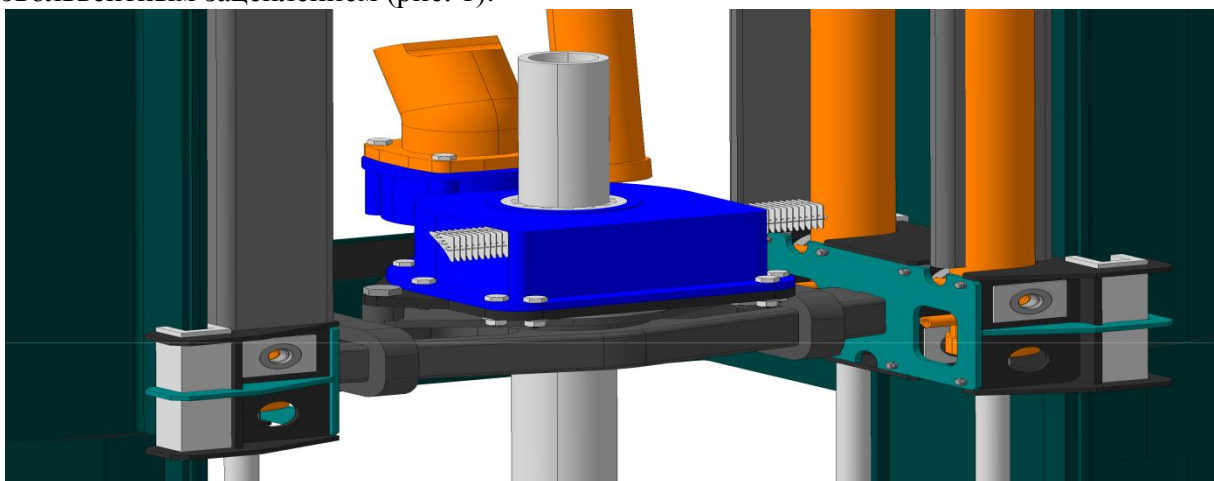


Рисунок 1 - Модель эксцентрикового редуктора

Конструкция эксцентриковых редукторов широко известна, но из-за технических сложностей не нашла широкого применения в промышленности. Преимущество предлагаемого редуктора заключается в замене жестким зацеплением

традиционно гибкого элемента (колеса – имеющего ограничения в передаче больших крутящих моментов и теряющего КПД на деформацию). Главной особенностью является его компактность и небольшой вес по сравнению с планетарными редукторами. Кроме того, применение высокомоментного редуктора на основе эксцентрикового движения позволит исключить из системы верхнего привода усилитель крутящего момента за его ненадобностью. Минимальный оцениваемый экономический эффект лежит в пределах 200 тыс. руб. на замену одного вращателя буровой установки (рис. 2).

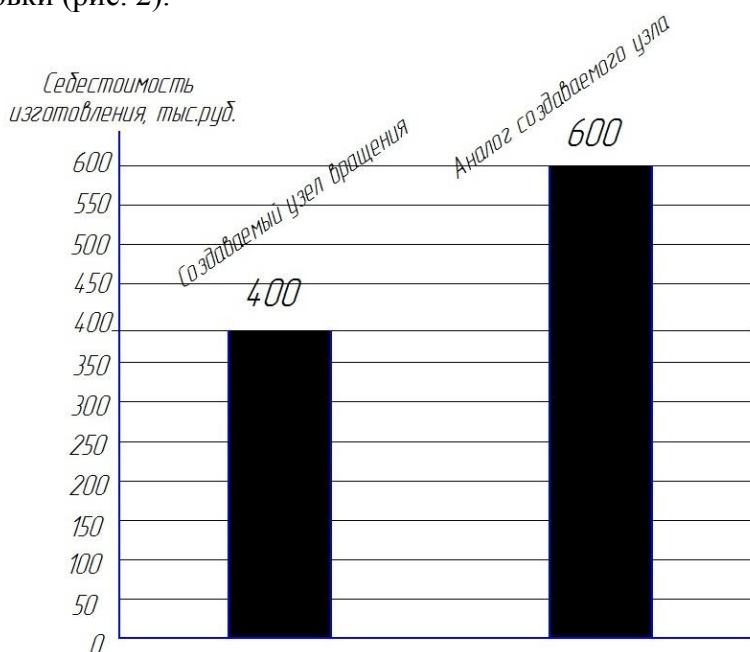


Рисунок 2 – Экономический эффект, получаемый при создании узла вращения

Основой компоновки предлагаемого редуктора является соосное расположение эксцентриковой передаточной пары с проходным валом, что позволяет не только исключить реакцию изгибающего момента относительно валов, но и получить внутреннее зацепление с большим передаточным отношением и гарантированное зацепление одновременно нескольких эвольвентных зубьев. Редуктор имеет минимальную относительную массу. Предлагаемая схема позволит получать диапазон передаточных значений редуктора от 20 до 2000, а реализацию крутящих моментов до 400 кН·м, что практически не имеет аналогов в мире.

Предлагаемая схема не возможна без применения балансиров и нано технологий при компоновки опор скольжения. Разработка пар трения с применением современных присадок на основе серпентинит, что позволяет получить идеальные пары трения с более чем 1,5 раза увеличенной поверхностной прочностью и значительно низкими показателями трения. В результате применения новых конструкторских решений и новых технологий разработана принципиально новая конструкция по габаритам и характеристикам в несколько раз превосходящая известные конструкции. Простота изготовления и применение стандартных эвольвентных зацеплений, возможность применения отработанных конструкций аксиально-поршневых моторов с регулируемыми характеристиками обеспечивают низкую цену изделия в 2-3 раза ниже, чем в аналогичных конструкциях редукторов других схем. Кроме того, редуктор можно применить к механизмам лебедок грузоподъемных машин, вращателям строительных машин, мотор - колесам большегрузных, строительных и дорожных машин, пассажирским лифтам. Получено положительное решение от заявки на полезную модель № 2012100699 от 17.01.2012.