

**ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ПРИВОД ШТАНГОВОГО  
ГЛУБИННОГО НАСОСА ДОБЫВАЮЩЕЙ СКВАЖИНЫ**  
ELECTROMECHANICAL DRIVE OF PRODUCTION WELL  
SUCKER ROD PUMP

**Р. Б. Булатов, Л. Г. Тугашова**

R. B. Bulatov, L. G. Tugashova

*Альметьевский государственный нефтяной институт, г. Альметьевск*

*Ключевые слова: электромеханический привод; добывающая скважина;  
шарико-винтовая передача; штанговый глубинный насос*

*Key words: electromechanical drive; production well; ball screw; sucker rod pumps*

Одним из основных устройств, применяемых при разработке нефтяных месторождений, является широко распространенный электромеханический привод (ЭМП) добывающих скважин, называемый станком-качалкой.

Устройство и принцип действия серийных станков-качалок, являющихся электромеханическими приводами спущенных в забой добывающей скважины штанговых глубинных насосов (ШГН), общеизвестны и хорошо описаны в специальных источниках [1].

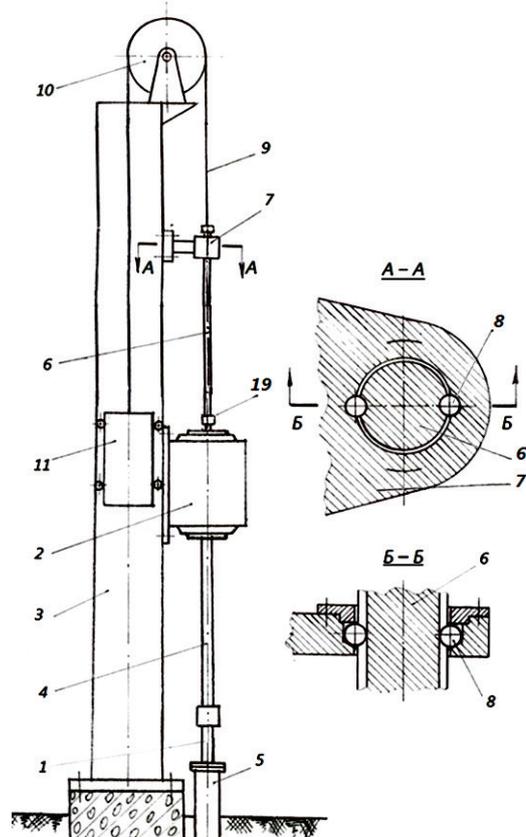
Общим недостатком всех эксплуатируемых станков-качалок является наличие в их приводах таких громоздких агрегатов и узлов, как многоручейковая клиноременная передача, двухступенчатый цилиндрический редуктор со сложным и дорогостоящим по технологии изготовления зацеплением Новикова, кривошипно-шатунный механизм, траверса с опорами, балансир с поворотной головкой и опорой, а также цепная передача.

Нами разработана конструкция ЭМП, позволяющего осуществлять периодический спуск и подъем колонны штанг с рабочим плунжером серийного ШГН и отличающегося от серийного станка-качалки тем, что в нем отсутствуют указанные выше узлы. На указанную конструкцию ЭМП нами получен патент на полезную модель [2].

Технической задачей предложенной полезной модели является упрощение конструкции ЭМП ШГН добывающей скважины, в результате чего значительно снижаются его массогабаритные размеры и упрощается технология технического обслуживания и ремонта.

Новым в предложенном нами ЭМП является то, что внутри вращающегося ротора электродвигателя размещена шарико-винтовая передача (ШВП) с рециркуляцией шариков, которые преобразовывают вращательное движение ротора электродвигателя в вертикальное возвратно-поступательное движение колонны штанг ШГН.

Устройство и принцип действия предлагаемого электромеханического привода ШГН добывающей скважины представлены на рисунках 1, 2.



*Рис. 1. Установка с электромеханическим приводом штангового глубинного насоса*

Периодическое возвратно-поступательное движение штанги 1 ШГН (см. рис. 1) вверх или вниз реализуется электродвигателем 2, прикрепленным к сварной стальной раме 3, с помощью рабочего винта 4 ШВП с рециркуляцией шариков 18 (см. рис. 2), нижний конец рабочего винта 4 соединен с верхним концом штанги 1, выступающей из устья скважины 5. Вертикальное прямолинейное движение рабочего винта 4 попеременно вверх и вниз, обеспечиваемое вращающимся ротором 13 электродвигателя 2, передается направляющему валу 6. Его задачей является лишение рабочего винта 4 возможности вращаться вокруг своей геометрической оси. Для этого к сварной стальной раме 3 прикреплен кронштейн 7 с шариками-фиксаторами 8. Эти шарики наполовину находятся в гнездах неподвижного кронштейна 7, наполовину — в продольно вырезанных канавках направляющего валика 6, чем и обеспечивается движение рабочего винта 4 ШВП вверх или вниз без его вращения.

Движение верхнего конца направляющего валика 6 передается через гибкий трос 9 и ролик 10, установленный на верхней площадке сварной стальной рамы 3 противовесу 11, который периодически поднимается и опускается в такт движениям рабочего винта 4 ШВП. Подъем и спуск противовеса 11 осуществляется в специальных направляющих каретках. Вращающийся ротор 13 электродвигателя 2 вращается в подшипниковых опорах 14, 15 и 16. В центральном отверстии вра-

шающего ротора 13 жестко закреплена гайка 17 шарико-винтовой передачи, между которой и рабочим винтом 4 находятся рециркулирующие шарики 18, преобразующие и напрямую преобразующие вращение ротора 13 в вертикальное прямолинейное движение рабочего винта 4 в направлении поочередно вверх и вниз, причем рабочий винт 4 поднимается вверх при вращении ротора 13 в одном направлении и вниз — при его вращении в противоположном направлении. Такое возвратно-поступательное движение создают конечные электрические переключатели, установленные на верхнем и нижнем ограничительных концах привода, периодически изменяющие направление вращения ротора 13. Прямолинейное движение рабочего винта 4 сообщается направляющему валу 6 через муфтовое соединение 19 (см. рис. 2).

Устройство и принципы действия электрических и гидравлических конечных переключателей общеизвестны. Они нашли широкое применение в станкостроении (например, в плоскошлифовальных, строгальных, долбежных станках, в приводах кузнечно-прессового оборудования, в строительных кранах и др.). ШВП с рециркулирующей шариков является одной из разновидностей механических передач. Благодаря компактным размерам и простоте конструкции она легко интегрируется в различные машины и механизмы, обладает хорошими кинематическими и энергетическими показателями: высокой точностью, высокой нагрузочной способностью, жесткостью, значительной долговечностью, плавностью хода и др. Ее КПД находится в пределах 0,85–0,9.

Кинематические и прочностные характеристики ШВП с рециркулирующей шариков, приводимые в специальных источниках [1], следующие:

- номинальный диаметр винта — от 6 до 150 мм;
- статическая грузоподъемность — от 2,2 до 125 т (для сравнения — у станка-качалки дезаксиального СКД 12-3,0 статическая грузоподъемность равна 12 т);
- динамическая грузоподъемность — от 1,9 до 37,5 т;
- прямолинейная скорость — до 110 м/мин.

Таким образом, ШВП обладает очевидными достоинствами, и предлагаемая полезная модель позволяет упростить конструкцию ЭМП ШГН, значительно уменьшить его массогабаритные размеры.

Проектирование и изготовление ШВП осуществляется специальными организациями и предприятиями, например, ООО «Гомельский завод станочных узлов» (Республика Беларусь).

#### Список литературы

1. Справочная книга по добыче нефти / Под ред. Ш. К. Гиматудинова. – М.: Недра, 1974. – 255 с.
2. Патент РФ на полезную модель № 160381. Электромеханический привод штангового глубинного насоса добывающей скважины. / Булатов Р. Б., Тугашова Л. Г. – Зарегистрировано Госреестром полезных моделей РФ 18 февраля 2016 г.

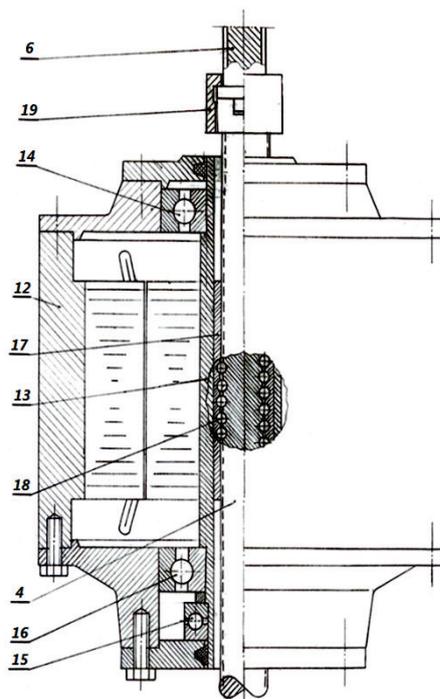


Рис. 2. Конструкция электродвигателя со встроенной шарико-винтовой передачей

*Сведения об авторах*

**Тугашова Лариса Геннадьевна**, ст. преподаватель кафедры автоматизации и информационных технологий, Альметьевский государственный нефтяной институт, г. Альметьевск, тел: 8(8553)310151, e-mail: tugashova@yandex.ru

**Булатов Ринат Булатович**, к. т. н., доцент кафедры автоматизации и информационных технологий, Альметьевский государственный нефтяной институт, г. Альметьевск, тел: 8(8553)310151, e-mail: rinat1938@mail.ru.

*Information about the authors*

**Tugashova L. G.**, Senior Teacher at the Department of Automation and Information Technologies, Almeteyevsk State Petroleum Institute, phone: 8(8553)310151, e-mail: tugashova@yandex.ru

**Bulatov R. B.**, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Automation and Information Technologies, Almeteyevsk State Petroleum Institute, phone: 8(8553)310151, e-mail: rinat1938@mail.ru.

УДК 621.9.06

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И ВВОД КОРРЕКЦИЙ  
В РАБОТУ ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ**

**MATHEMATICAL MODEL DEVELOPMENT AND CORRECTIONS IN THE  
OPERATION OF CNC EQUIPMENT INPUT**

**Р. Ю. Некрасов, У. С. Путилова, А. И. Стариков, И. В. Соловьёв,  
Ю. А. Темпель**

R. Yu. Nekrasov, U. S. Putilova, A. I. Starikov, I. V. Soloviev, Yu. A. Tempel

*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень*

*Ключевые слова: моделирование технологических процессов; числовое программное управление; диагностика технологического оборудования*

*Key words: modeling of technological processes; numerical control; diagnostics of technological equipment*

Развитие научно-технического прогресса предъявляет все более жесткие требования к машиностроительной отрасли в части технологической возможности изготовления той или иной продукции. Зачастую опережающая мысль ученых приводит к невозможности реализации смелых идей из-за отсутствия технологий или невозможности выполнения операций по изготовлению изделий на существующем технологическом оборудовании. Одним из технологических факторов, лимитирующих темпы научно-технического прогресса, является возможность обеспечения требуемой точности в процессе обработки на технологическом оборудовании. Реализовать ужесточающие требования невозможно без применения станков с числовым программным управлением (ЧПУ).

Проблемам повышения точности обработки на станках с ЧПУ посвящены работы многих современных исследователей. Данная проблема все более актуальна в условиях изменения технологических составляющих силы резания, приводящего к отклонениям расположения элементов технологических систем (ТС) в процессе обработки. Системы ЧПУ позволяют отслеживать нагрузку приводов и вносить соответствующие коррективы в расположение исполнительных рабочих органов (ИРО) станков. Но, учитывая многокритериальный характер возникающих погрешностей, полного решения проблемы компенсации отклонений расположения всего комплекса элементов технологических систем при обработке на станках с ЧПУ к настоящему времени не найдено [1].

Для исключения погрешностей, вызванных технологическими составляющими силы резания, Б. С. Балакшиным было предложено использование систем адаптивного управления, однако данные системы не нашли широкого применения в станках с ЧПУ, так как стабилизация силы резания сама по себе при изменении входных параметров процессов обработки не обеспечивает постоянства отклонений расположения комплекса элементов технологических систем в различных точках рабочего пространства станков с ЧПУ.