

МОДЕЛЬ БЕСШТАНГОВОГО НАСОСА В СРЕДЕ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ SIMINTECH

Аннотация. В работе рассматриваются подходы к созданию модели бесштангового насоса в отечественной виртуальной среде, позволяющей проводить тестирование и динамическое моделирование технических систем в зависимости от составных элементов и исходных начальных параметров оборудования до конструктивной стадии реализации тестирования изменений в конструкции до их реализации в настоящем продукте.

Ключевые слова: бесштанговый насос, динамическое моделирование, Simintech, виртуальная среда, математическая модель.

Введение. Бесштанговая добыча нефти [1, 2] заключается в моделировании плунжерных насосов, работающие на принципе гидравлического давления и позволяющие поднимать нефть на поверхность без штанг, для постепенной и медленной перекачки нефти и используется на месторождениях среднего и малого размера. Такую систему бесштанговой добычи нефти (СБДН) можно представить в виде виртуальной интегрированной модели, отражающей работу всех систем, входящих в комплекс оборудования.

В состав СБДН (рис. 1) входят следующие комплекты связанных между собой деталей: насос, привод насоса, гидрозащита, погружной электродвигатель, станция управления, скважина и пласт.

Насос при этом характеризуется отсутствием механической связи между приводом и самим насосом.

Привод насоса может конструктивно реализовываться несколькими способами: с использованием гидромеханического редуктора, механического редуктора и в виде прямого привода.

Проблема исследования. Ключевым элементом для оптимизации работы для различных условий эксплуатации является станция управления, позволяющая реализовывать различные алгоритмы управления.

Динамическое моделирование каждого элемента модели СБДН осуществляется с точки зрения процессов: механики, гидравлики, теплообмена, электрики, автоматизации и алгоритмов управления.

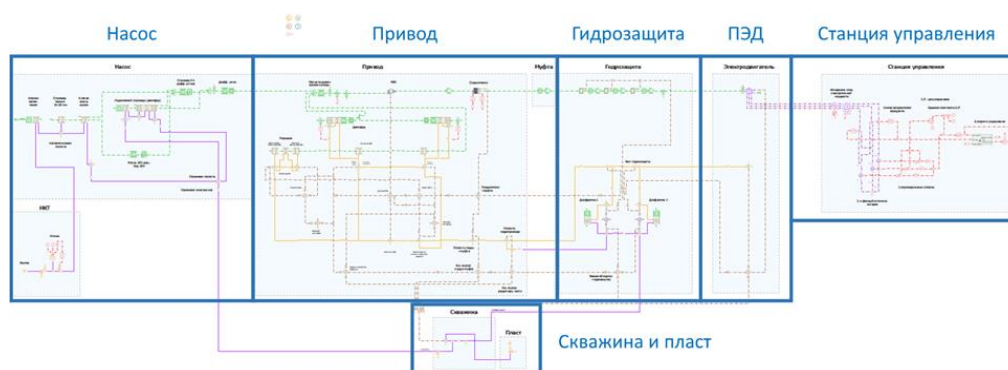


Рис. 1. Модель системы бесштанговой добычи нефти

К ключевым особенностям системы бесштанговой добычи нефти можно отнести эффективную добычу нефти из малодебитных скважин, из которых жидкость, чтобы не разорвать пласт, нужно качать малыми порциями, а также уменьшение перегрева плунжерного насоса при длительной и медленной работе. В системе бесштанговой добычи нефти отсутствует станок-качалка, что приводит к отсутствию необходимости прикладывать усилие для подъема штанг вместе с весом жидкости. Таким образом, можно прикладывать меньшую силу для перекачки жидкости.

В модель включаются гидродинамические процессы и параметры, такие как режим течения потока, скорость протекания жидкости, давление в скважине, теплопроводность между стенками гидропривода и жидкостью и другие технические характеристики. Также она должна содержать уравнения потока жидкости [2] в скважине, учитывая физические законы, вязкость жидкости с учетом различных допущений и упрощений в модели для оптимизации добычи нефти, подбирать оптимальные параметры работы системы и прогнозировать поведение скважин в различных условиях, за счет более простых моделей и упрощения расчетов полей гидродинамических величин.

Проблемой динамического моделирования является создание и анализ моделей с различными допущениями и режимами работы с целью прогнозирования поведения системы и определения оптимальных параметров, при которых будет наблюдаться наибольшая эффективность и производительность с какой-то точностью и погрешностью в вычислениях, связанными с упрощениями.

Материалы и методы. Динамическое моделирование СБДН можно произвести с использованием технологий Индустрии 4.0 [1, 2] на основе российского программного продукта Simintech (Simulation In Technic). Simintech представляет собой среду динамического моделирования технических систем [3], предназначенную для расчетной проверки работы систем управления сложными техническими объектами. При этом Simintech осуществляет моделирование различных процессов, протекающих в различных объектах, с одновременным моделированием системы управления, и позволяет повысить качество проектирования систем управления за счет проверки принимаемых решений на любой стадии проекта.

Результаты. Инструменты программы Simintech [4, 5] выполнены в виде настраиваемых блоков-структурных схем (рис. 2), с помощью которых можно описывать комплекты связанных деталей СБДН. В большинстве своем блоки написаны на встроенном языке программирования. При этом гидродинамические процессы описываются с помощью дифференциальных и дифференциально-алгебраических уравнений Simintech.

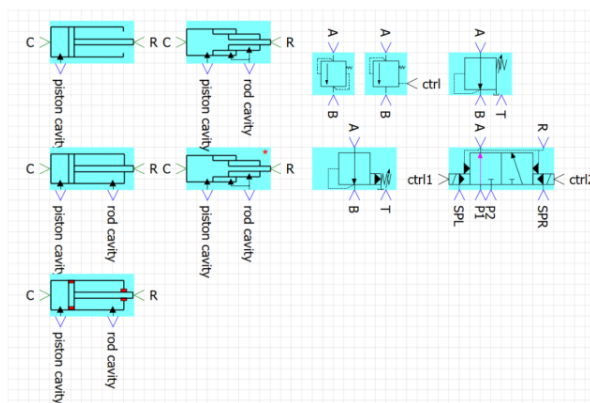


Рис 2. Блоки Simintech для реализации модели гидроцилиндра

Заключение. Проведенный анализ показал, что для создания полноценной виртуальной модели СБДН необходима разработка дополнительных библиотечных элементов в виде структурных схем, на основе устройства реальных конструкций и физических процессов протекающих в них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лищук А.Н., Леонтьев С.А., Степанов Д.О., Нагиев А.Т. Исследование бесптанговой технологии добычи нефтегазового флюида в искривленных скважинах // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. — 2022. — № 6. — С. 73-82.
2. Денисламов И.З., Гималтдинов И.К., Якубов Р.Н., Денисламова А.И. Технические решения по оценке уровня жидкости в нефтедобывающих и водозаборных скважинах // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2020. — Т. 331, № 6. — С. 197-207.
3. Kurasov D.A. Computer-aided manufacturing: Industry 4.0 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2021. — Vol. 1047. — P. 012153.
4. Kurasov D.A. Digital technologies Industry 4.0 // CEUR Workshop Proceedings. — 2021. — 2843.
5. Эксцентриковый подшипник качения: пат. 73045 РФ / Г.Ю. Волков, Д.А. Курасов — 2008. — Бюл. № 13.