

*О.А. Лысенко, O.A. Lysenko, e-mail: deolas@mail.ru*  
*А.А. Охотников, A.A. Okhotnikov, e-mail: alex.okhotnikoff@yandex.ru*  
Омский государственный технический университет, г. Омск Россия  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

## МОДЕЛИРОВАНИЕ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ С АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

### MODELING PUMP PLANT WITH ASYNCHRONOUS DRIVES

В статье рассмотрена классическая разомкнутая система электропривода, состоящая из центробежного насоса, асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором и дроссельно-регулирующей арматуры, которая и регулирует систему водоснабжения [1]. Предлагается математическая модель насосной установки. Моделирование выполнено на алгоритмическом языке MATLAB в графической системе Simulink [2], что позволяет осуществлять расчет электротехнических комплексов и выполнять настройку параметров модели быстро и наглядно (Рис.1) [3].

In this article the classical open-loop motor drive system consisting of a centrifugal pump, asynchronous motor with squirrel-cage rotor, and throttle valves - control valves, which regulates the water supply system. A mathematical model of the pumping unit. Simulations were performed on the algorithmic language MATLAB graphics system in Simulink, which allows the calculation of electrical systems and configure parameters of the model to quickly and visually.

*Ключевые слова: моделирование, электрический привод, насосная установка, асинхронный двигатель*

*Keywords: modeling, electric drive, pump installation, the asynchronous motor*

Электрическая энергия широко применяется во всех отраслях народного хозяйства, особенно для электрического привода различных механизмов (насосов, компрессоров и т.д.), для электротехнологических установок и т.д.

Насосные установки широко применяются в нефтедобывающей отрасли, на электромашиностроительных предприятиях для перекачивания жидких сред, а также технологической и охлаждающей воды. Сюда относятся установки для перекачки нефти и нефтепродуктов, охлаждающей эмульсии в металлообработке, насосы в системе водоснабжения и канализации, специальные насосы для химических сред, насосы для пропиточных составов, лакокрасочных материалов и т.п.

В данной статье рассмотрена классическая разомкнутая система электропривода, состоящая из силового агрегата, центробежного насоса, вращаемого асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором через гибкую передачу, предохранительной задвижки и дроссельно – регулирующей арматуры, которая и регулирует систему водоснабжения [4]. Работа установки начинается с открытия регулирующего клапана, что приводит к понижению давления и выходной поток с максимальной скоростью поступает в систему. Через некоторый период времени отверстие начинает закрываться. Выходное давление начинает расти, пока не достигнет определенного уровня, и поддерживается на этом уровне регулирующей арматурой.

Для численного эксперимента был взят двигатель АИР112М2 («А» – асинхронный двигатель, «И» – Интерэлектро (Международная организация по экономическому и научно-техническому сотрудничеству в области электротехнической промышленности "Интерэлектро"), «Р» – привязка мощностей к установочным размерам в соответствии с ГОСТ Р 51689, «112» - высота вращения оси, «М» - длина ротора (вала), «2» - число полюсов) и центробежный насос ЦНСв-12,5-60 («ЦН» - центробежный насос, «С» – секционный, «в» – вертикальный, «12,5» - подача, м<sup>3</sup>/ч, «60» - напор, м.).



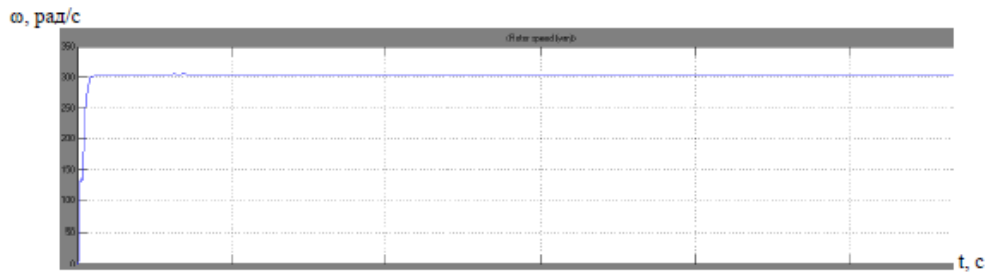
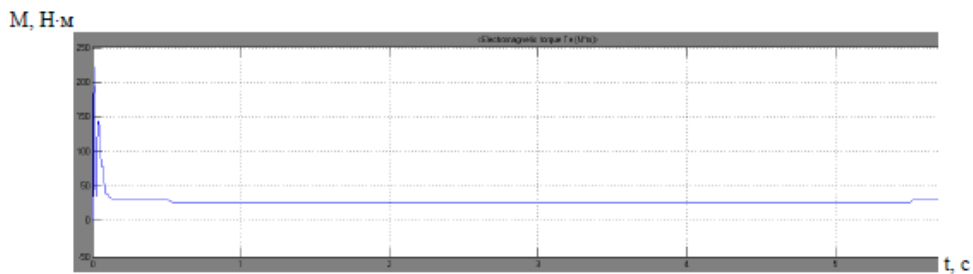
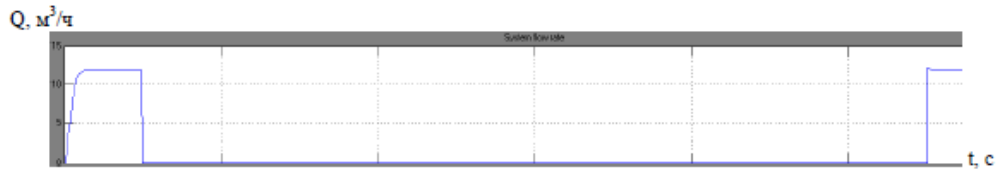
Рис.2. Скорость вращения ротора двигателя  $\omega$ , рад/с

Рис.3. Электромагнитный момент двигателя M, Н·м

Рис.4. Расход жидкости в насосной установке Q, м<sup>3</sup>/ч

Для вычисления характеристик центробежного насоса в диалоговом окне «Block Parameters: Centrifugal Pump» существует возможность выбрать один из трех методов: «By approximating polynomial» - по аппроксимационному полиному, «By two 1D characteristics: P-Q and N-Q» - по двум одномерным массивам: P-Q и N-Q, «By two 2D characteristics: P-Q-W and N-Q-W» - по двум двумерным массивам: P-Q-W и N-Q-W. В нашем случае воспользуемся методом «By two 1D characteristics: P-Q and N-Q».

Для вычисления характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в диалоговом окне «Block Parameters: Asynchronous Machine pu Units» в котором находится вкладка «Parameters», в полях исходных данных задаются следующие данные:

1. «Nominal power, voltage, and frequency» - номинальная мощность (Вт), напряжение (В), и частота (Гц);
2. «Stator resistance and inductance» - сопротивление статора (Ом) и индуктивность (Гн);
3. «Rotor resistance and inductance» - сопротивление ротора (Ом) и индуктивность (Гн);
4. «Mutual inductance» - индуктивность (Гн);
5. «Inertia constant, friction factor, and pole pairs» - инерционная постоянная (кг\*м<sup>2</sup>), коэффициент трения и число пар полюсов;
6. «Initial conditions» - начальные условия.

Выходные характеристики представлены на рис. 2, 3, 4.

Анализ результатов позволяет сделать следующий вывод: моделирование в графической системе Simulink программы MATLAB, при использовании математической модели, позволяет получить характеристики, которые подтверждают работоспособность системы двигатель-насос. Результаты моделирования могут быть использованы при проектировании и исследовании электроприводов с нагрузкой в виде центробежного насоса, а так же при построении систем управления УЦН [5,6].

#### Библиографический список

1. Лысенко О.А. Программный модуль «Моделирование насосной установки с центробежным насосом и асинхронным двигателем» / О.А. Лысенко, А.А. Охотников // Свидетельство о регистрации электронного ресурса. – 2014. – № 19960 ОФЭРНиО. – М.: ВНИИЦ № 50201450176.
2. Татевосян А.А. Математическое моделирование динамических процессов линейного магнитоэлектрического привода для испытания вязкоупругих свойств эластомеров при заданных режимах нагружения / А.А. Татевосян, Е.В. Осинина // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5.
3. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб.: КОРОНА-Век, 2008. – 368 с.
4. Бубнов, А.В. Новые принципы и способы организации управления синхронно – синфазным электроприводом сканирующих систем / А.В. Бубнов, Т.А. Бубнова, А.Н. Чудинов // Омский научный вестник. – 2012. – № 1 (107). – С. 192 – 196.
5. Пат. 2511934 С1 Российская Федерация, МПК Система управления центробежным насосом / О.А. Лысенко; заявл. 17.09.2012; опубл. 10.04.2014.
6. Пат. 101841 Российская Федерация, МПК G01R11/00. Система учета, контроля и управления энергоресурсами / П.В. Беляев, В.И. Васильев; заявитель Ом.гос. техн.ун-т. – №2010138125/28 ; заявл. 14.09.10 ; опубл. 27.01.11.