

УДК 681.5.013

Барабанов Д.В., аспирант

3 год аспирантуры, кафедра «Электронные, радиоэлектронные и
электротехнические системы»

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Россия, г. Брянск,

241035, Россия, г. Брянск, Бульвар 50 лет Октября, д. 7

E-mail: dinsdeni322@gmail.com

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЯНОГО НАСОСА

Аннотация: *Исследование основных вариантов высоковольтного электропривода магистрального насосного агрегата. Определение самого оптимального из рассматриваемых вариантов. Выявлены основные плюсы и минусы этих преобразователей. Приведены примеры практических кейсов внедрения высоковольтных электроприводов магистрального нефтяного насоса.*

Ключевые слова: *магистральный насос, высоковольтный преобразователь, электропривод, система управления.*

Abstract: *A study of the main variants of a high-voltage electric drive of a main pumping unit. Determining the most optimal of the considered options. The main advantages and disadvantages of these converters have been identified. Examples of practical cases of the introduction of high-voltage electric drives of the main oil pump are given.*

Keywords: *main pump, high-voltage converter, electric drive, control system.*

Для перекачки нефти по магистральным трубопроводам в настоящее время используются синхронные и асинхронные двигатели мощностью в несколько мегаватт. Учитывая это, можно выделить несколько вариантов систем электроприводов:

- Двухтрансформаторный преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД);
- Многоуровневый преобразователь частоты – асинхронный двигатель/синхронный двигатель;
- Устройство плавного пуска – асинхронный двигатель (УПП-АД);
- Синхронный двигатель с системой автоматического регулирования возбуждения (СД с АРВД).

Более подробно будет рассмотрен вариант многоуровневый ПЧ – СД. А также подробно будет рассмотрен СД с АРВД. Эти два варианта выбраны т.к. они наиболее практичны и имеют более частое применение для магистральных насосов.

Регулирование тока возбуждения двигателя при работе в синхронном режиме осуществляется, как правило, САР возбуждения. САР возбуждения выполняет две основные функции. Первая - обеспечение устойчивой работы в синхронном режиме. При набросах нагрузки или при снижении величины питающего на-пряжения САР возбуждения форсирует (увеличивает) ток возбуждения, благодаря чему увеличивается максимальный момент двигателя в синхронном режиме. Вторая - осуществление автоматического регулирования величины реактивной мощности, циркулирующей в статорной цепи двигателя.

Структурная схема регулирования возбуждения СД представлена на рисунке 1. На рисунке 2 представлены графики подачи и напора нефтяного насоса с использованием СД с АРВД. Основной принцип работы такой системы заключается в регулировании коэффициента мощности СД и уменьшении реактивной мощности. Такого рода систему удобно использовать если не нужно регулирование выходных координат электропривода, т.е. система все время работает в установившемся режиме, а так же если нужно уменьшение реактивной составляющей.

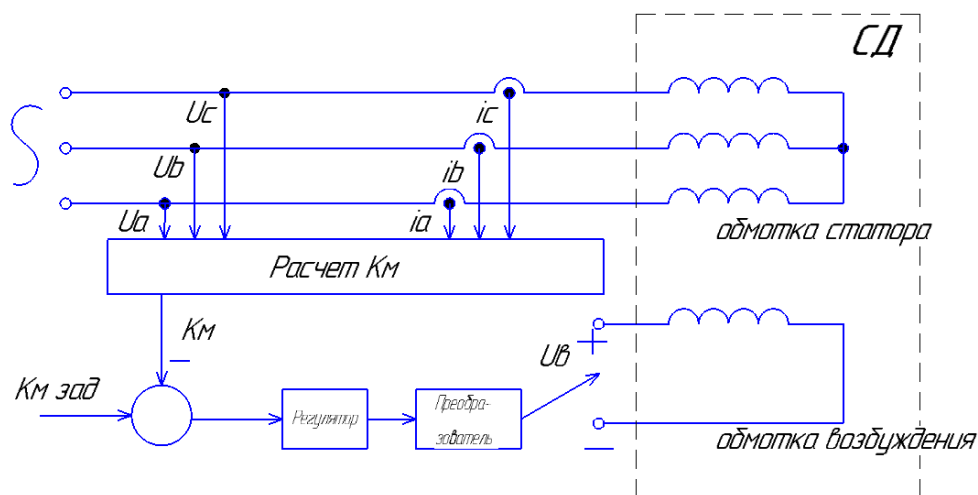


Рисунок 1. Структурная схема регулирования возбуждения

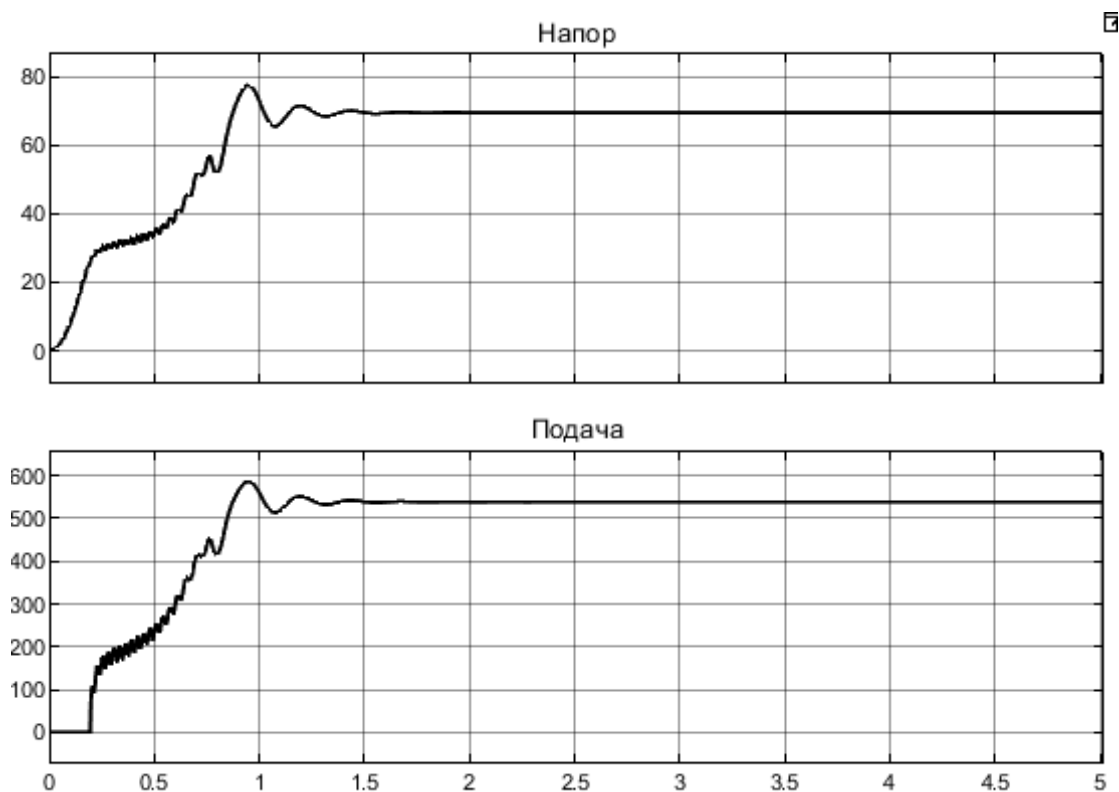


Рисунок 2. График подачи и напора

В качестве высоковольтных многоуровневых преобразователей частоты наибольший выбор на рынке электротехнической продукции отечественного производства получили преобразователи с каскадным инвертором напряжения. Такой тип преобразователей удобен тем, что он совместим как с асинхронными так и с синхронными двигателями. Так же имеется возможность управления несколькими двигателями от одного ПЧ. Такие преобразователи строятся на базе низковольтных ключей, что снижает

стоимость их производства и соответственно стоимость ремонта и обслуживания.

На рисунке 3 представлены графики напора и подачи нефтяного насоса с использованием высоковольтного многоуровневого преобразователя частоты с векторной системой управления и синхронным двигателем.

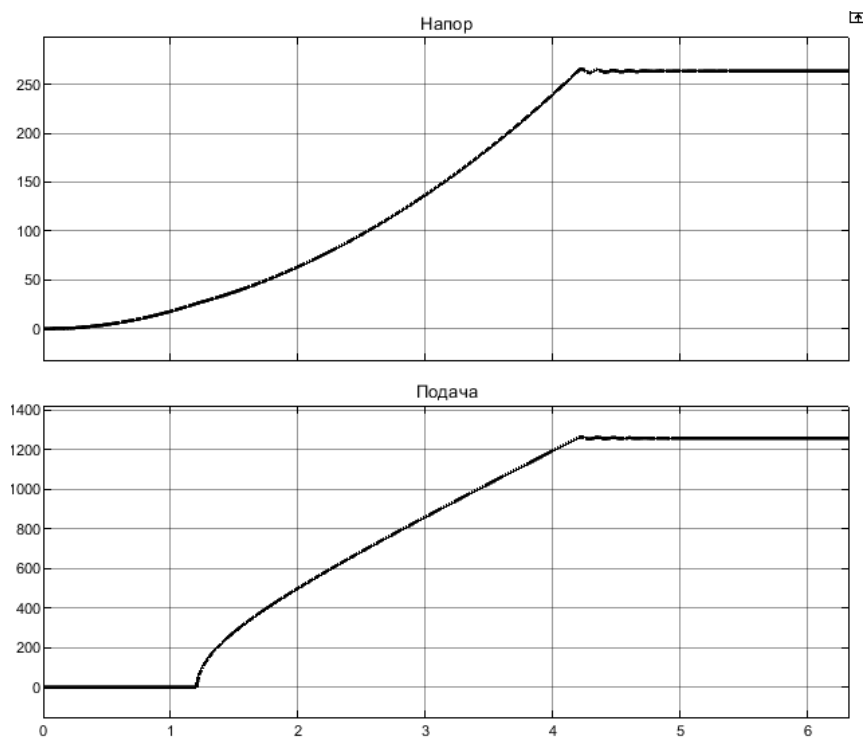


Рисунок 3. График подачи и напора

Можно назвать данную систему самой оптимальной за счет того, что многоуровневый преобразователь с векторной системой управления СД обеспечивает:

- Высокий КПД;
- Широкий диапазон регулирования;
- Низкие гармонические искажения;
- Гибкость управления

Такое сочетание обеспечивает максимальную энергоэффективность, надёжность и гибкость управления, что обосновано высокой стоимостью.

На практике известен кейс модернизации НПС «Транснефть-Приволга». На объекте старые асинхронные двигатели (6 кВт, 8 мВт) с прямым пуском вызывали:

- Высокие пусковые токи (до 600% от номинала)
- Механические удары в трубопроводе
- Перерасход электроэнергии на 12-15%

Внедрение многоуровневых IGBT-ЧРП (NPC, 6.6 кВ) + АД с векторным управлением снизило пусковые токи до 150%, увеличило экономию энергии до 9.3 млн кВт*ч/год. А окупаемость такой системы – 3.8 года.

Можно сделать вывод, что самый эффективный и перспективный вариант электропривода магистрального насоса на сегодня – это высоковольтный частотно-регулируемый привод (ЧРП) на основе многоуровневых IGBT-преобразователей с синхронным двигателем на постоянных магнитах. Для уменьшения стоимости можно использовать вместо синхронного двигателя асинхронный, но он имеет более высокие потери при низких скоростях.

Библиографический список:

1. Терехов В.М., Осипов О.И. «Системы управления электроприводом» под ред. В.М. Терехов. — 2-е изд., стер — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 304 с.
2. Черных И.В. «Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink». — М.: ДМК Пресс, СПб: Питер, 2008. — 288 с.
3. Копылов И.П. «Математическое моделирование электрических машин» Учеб. для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2001. — 327 с: ил.
4. Ключев В.И. «Теория электропривода». — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 560 с.