

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

*П.Л. Суворина, студент гр. 5А6К*  
*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина,30,*  
*тел. +7 (3822) 705-014*  
E-mail: [suvorina.polina@mail.ru](mailto:suvorina.polina@mail.ru)

Преобразователь частоты (ПЧ) для погружных насосов автоматизирует работу двигателя, выполняет регулирование тока в заданных пределах, обеспечивает плавное включение пусковых сопротивлений и остановку двигателя, тем самым устраняет перегрузку элементов и увеличивает надежность установки.

Электродвигатели погружных насосов при подаче питания имеют броски пусковых токов, которые в 6...7 раз превышают значения тока при полной нагрузке. Это происходит из-за особенностей пусковых режимов включения исполнительного асинхронного двигателя с нулевой скорости до скорости, обеспечивающей необходимую производительность насоса. Каждый запуск погружного асинхронного двигателя (ПЭД) приводит к высоким механическим и электрическим нагрузкам, броскам тока статора, нагреву активной части, что является причиной старения изоляции и сокращения срока службы двигателя. В промышленности принято ограничивать число пусков и остановок, когда оборудование эксплуатируется с использованием пускателей с полным напряжением.

Частотно-регулируемый электропривод (ЧРЭП) обеспечивает постепенное и плавное наращивание скорости двигателя вместо мгновенного включения от пускового устройства полного напряжения, снижая механические и электрические напряжения. Расходы на техническое обслуживание и ремонт значительно снижаются, а срок службы двигателя и оборудования увеличивается [1].

Поиск подходящего привода для насоса является сложной задачей. ЧРЭП, или привод с регулируемой скоростью, работает по принципу изменения входной частоты и напряжения двигателя. Мощность переменного тока преобразуется в постоянный ток с использованием преобразователя, и этот сигнал инвертируется обратно в переменный ток с использованием широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

ПЧ применяются для погружных электродвигателей ПЭД при следующих условиях.

Если ПЧ не может удовлетворить ограничения напряжения двигателя (в частности, скачки напряжения на клеммах двигателя), для соблюдения ограничений по напряжению двигателя необходимо применять надлежащие фильтры. Фильтры модели должны быть указаны изготовителями преобразователя частоты в соответствии с ограничениями напряжения двигателя. Как правило, используются синусоидальный фильтр и фильтр  $dV/dT$  [2].

Синусоидальный фильтр, расположенный между преобразователем частоты и двигателем, обеспечивает синусоидальное межфазное напряжение двигателя. Он снижает напряжение изоляции двигателя и уменьшает акустический шум от мотора. Подшипниковые токи также уменьшаются, особенно в более крупных двигателях.

Фильтр  $dV/dT$  – обеспечивает более медленную скорость нарастания напряжения на клеммах двигателя, которое особенно важно при использовании более коротких кабелей двигателя. Чем выше уровень индуктивности и емкость системы, тем выше пики напряжения, что может вызвать вспышку, которая приводит к преждевременному выходу из строя изоляции обмотки подключенного двигателя [3].

Охлаждающая жидкость имеет скорость потока более 0,5 м/с. Если данная скорость потока охлаждения не обеспечивается, используется охлаждающий кожух.

Электропогружные насосы выбирают с запасом по мощности. Значение минимальной частоты вращения составляет не менее 60 %, данная частота обеспечивает смазывание осевых опор насоса.

При изменении частоты вращения номинальный расход насоса не может снизиться менее чем на 10 %. Предотвращение уменьшения расхода можно обеспечить тремя способами.

Первым способом является определение минимально допустимой частоты на основании действительной рабочей характеристики насоса и характеристики системы. Значение этой частоты устанавливают на преобразователе частоты. На практике полученные при расчетах значения проверяют с помощью расходомера.

Вторым – установка минимального значения расхода на расходомере, соединенном с преобразователем частоты, и при этом значении отключение насоса. Полученное значение можно связать зависимостью с минимальным давлением, установленным на реле давления.

Третьим, простейшим способом, является установка реле протока на напорной стороне каждого насоса. Реле отключает силовой контактор, как только величина потока станет меньше номинального значения на 10%.



Рис. 13. Преобразователь частоты для погружных насосов

#### **Выводы:**

Применение ПЧ для погружных двигателей позволяет экономить электроэнергию от 30 до 60%, исключает гидроудары, что увеличивает срок службы трубопроводов и запорной арматуры, уменьшает пусковые токи, обеспечивает работу электродвигателя и пусковой аппаратуры с пониженной нагрузкой, что увеличивает срок службы двигателя. А также дает возможность полностью автоматизировать насосные станции.

#### **Список литературы:**

1. The Benefits of Variable Speed Pumping [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://modernpumpingtoday.com/7183-2/> свободный. – Загл. с экрана. Дата обращения: 23.10.2019/
2. Частотники.рф [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--80aqahnfuib9b.xn--p1ai/prim.html> свободный. – Загл. с экрана. Дата обращения: 23.10.2019/

3. Motor filters on VFD applications [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.xylem.com/siteassets/brand-specific-content-including-catalog/lowara/resources/4os-l4c-l6c-l6w-l8w-l10w-l12w-submersible-motors/sub-motors-vfd-10\\_13.pdf](https://www.xylem.com/siteassets/brand-specific-content-including-catalog/lowara/resources/4os-l4c-l6c-l6w-l8w-l10w-l12w-submersible-motors/sub-motors-vfd-10_13.pdf) свободный. – Загл. с экрана. Дата обращения: / 23.10.2019/