

Библиографический список:

1. Кошелева Н.А., Шейкман Д.В. Оптимизация процесса модифицирования малоценных листовых пород древесины // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16958> (дата обращения: 11.11.2017).
2. Анненков В.Ф. Древеснополимерные материалы и технология их получения. М.: Лесная пром-сть, 1974. – 87 с.

Автоматизация производства

УДК 630.3

Маг. В.В. Беспалов
Рук. А.Г. Гороховский, В.В. Беспалов
УГЛТУ, Екатеринбург

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ СКВАЖИННОГО НАСОСА

Классическая система регулирования давления с помощью дискретного реле имеет недостатки, такие, как гистерезис давления, частый пуск двигателя, большой пусковой момент, сильные вибрации насоса, замутивание воды песком.

Наличие гистерезиса давления приводит как к пульсациям струи из крана, так и к нестабильности температуры, а уменьшения гистерезиса приводит к увеличению количества пусков насоса.

Согласно руководствам по эксплуатации скважинных насосов допускается максимальное количество включений до 30 раз в час [1]. При запуске двигателя возникают большие пусковые токи, которые превосходят номинальный ток в 4 и более раз. Несмотря на то, что двигатели рассчитываются на пусковые токи, разрушение изоляции обмоток происходит быстрее.

Одна из больших проблем двигателей, работающих в старт-стоповом режиме, – пусковой момент. При пуске ротор двигателя, преодолевая момент нагрузки и момент инерции, разгоняется от частоты вращения 0 до 2600–2900 об/мин за несколько секунд. При этом все движущиеся части испытывают наибольшие нагрузки. В итоге происходит разрушение вала,

крыльчаток насоса. В какой-то мере уменьшение количества пусков достигается установкой экспанзомата (расширительного бака) большего объёма (100–200 л.).

Для решения вышеизложенных проблем используются преобразователи частоты. Их задача – измерение и поддержание установленного давления в системе, что достигается плавным изменением скорости вращения двигателя за счёт изменения не только напряжения, но и частоты тока.

Самый распространённый класс преобразователей частоты представлен моделями, ориентированными для 3-фазных асинхронных машин на частоту питающей сети 50 Гц с фазным напряжением 380 В; 3-фазные насосы представлены исключительно промышленными агрегатами. Для нашей задачи такие насосы имеют избыточные расход и мощность. Минимальная мощность представленного в продаже 3-фазного насоса составляет 3 кВт, что позволяет его использовать в быту, но низкое давление (4 атм.) с большим расходом не удовлетворяют условиям эксплуатации.

Насосы с меньшими расходными характеристиками представлены бытовыми 1-фазными моделями (рис. 1). Стоит обратить внимание на то, что, строго говоря, двигатель является не 1-фазным, а 2-фазным, так как использует две обмотки для создания вращающего поля [2]. Одна запитывается от сети напрямую, другая – через фазосдвигающий конденсатор, который сдвигает фазу на 90° . Обе обмотки являются рабочими.

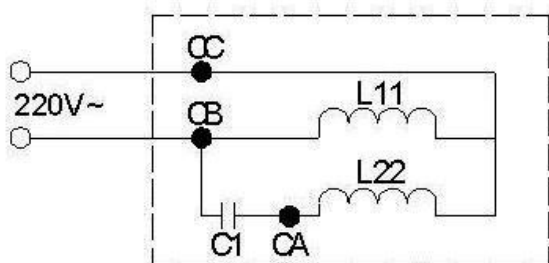


Рис. 1. 1-фазный двигатель

Проблемы 2-фазного насоса в том, что на рынке очень ограничен выбор преобразователей частоты для них, и мало специалистов знают об их существовании.

Преобразователи частоты (ПЧ) для 2-фазных двигателей делятся на две группы:

- 1) без удаления конденсатора из цепи питания,
- 2) с удалением конденсатора из цепи питания.

Преобразователь первой группы можно подключать к любому 2-фазному насосу, ПЧ второй группы должны подключаться только без конденсатора, что приводит к поиску насоса без встроенного в двигатель конденсатора.

Насосы со встроенным конденсатором имеют 3 жилы питания: фаза, ноль, земля. Насосы с выносным конденсатором имеют 4 жилы питания: фаза главной обмотки, фаза вторичной обмотки, ноль, земля.

Переделать насос и убрать конденсатор самостоятельно из двигателя практически невозможно без сложной переделки конструкции. Главной проблемой при этом является высокая герметичность маслonaполненного двигателя.

Без удаления конденсатора невозможно полноценно изменять частоту. Фазосдвигающий конденсатор точно рассчитан на 50 Гц. При его наличии адекватного функционирования можно добиться до частоты 28 Гц. Но при снижении частоты происходит изменение фазового сдвига и увеличивается часть энергии, уходящей в теплоту. В скважине +5 °С, поэтому перегрев двигателю обычно не грозит, но локальные нагревы при долгой эксплуатации в таком режиме возможны.

Преобразователи без конденсатора имеют возможность соблюдать фазовый сдвиг строго 90°. Гарантируется правильность работы даже на низких частотах. Практической минимальной точкой является не менее 20 Гц для насосов. Меньшие скорости будут полезны для других сфер: бетономешалки, лебёдки и т.п.

Можно заключить, что оба вида ПЧ можно применять для плавного пуска, но постоянная эксплуатация на малых скоростях возможна только на ПЧ без конденсатора.

Пример ПЧ для 2-фазного двигателя – это преобразователь российской фирмы «Элком» под ее брендом ESQ A-200 (рис. 2) [3].

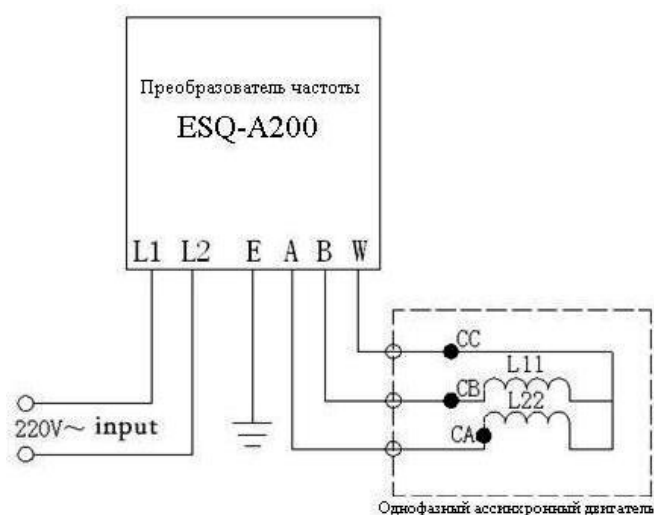


Рис. 2. ESQ A-200

Преобразователь может работать только в бесконденсаторном варианте. Стоит отдельно отметить, что руководство по эксплуатации содержит ошибки, но техподдержка оперативно решает возникшие вопросы.

Найденная ошибка описания: неправильное указание настройки «спящего» режима для моделей 2,2 и 3,7 кВт. Замечено не сразу – один сломанный насос из-за длительного времени работы на полной мощности при закрытой задвижке.

Другой ПЧ выпускает фирма «Агава» ERMAN ER-G-220-02. Он работает только с конденсатором (рис. 3).

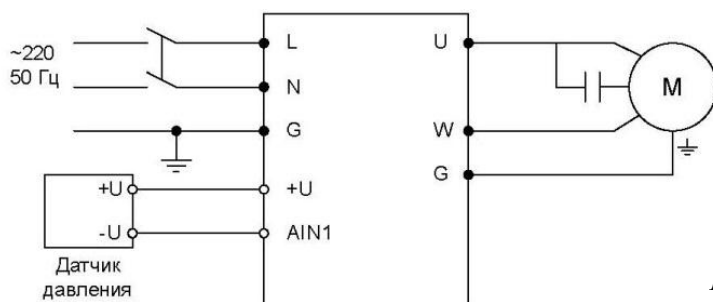


Рис. 3. ERMAN ER-G-220-02

Пробные установки ПЧ ESQ А-200 и насоса Aquario ASP1.5С-120-75 в скажину 33 м на высоту 28 м показали следующее:

- давление имеет нечувствующийся гистерезис 3,7–3,9 атм;
- отсутствие сильной вибрации насоса при пусках приводит к полному прекращению насоса песка в фильтрах. До этого была необходима промывка сетчатого фильтра раз в 2 недели;
- нужна замена полипропиленового фильтра один раз в 3 месяца;
- подобранные уставки для ПИД-регулятора: $P = 0,2$; $I = 0,05$; $D = 0$.

Библиографический список

1. Погружные электронасосы Aquario серии ASP. Инструкция по монтажу и эксплуатации. 2010. URL: <https://www.c-o-k.ru/library/instructions/aquario/pogruzhnye-nasosy/21435/72401.pdf> (дата обращения 24.11.2017 г.).
2. Однофазный двигатель / Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 24.11.2017 г.).
3. Инвертор частоты ESQ А-200. Инструкция по эксплуатации. 2011. URL: <http://xn--80aqahnfuib9b.xn--p1ai/files/ESQA200.pdf> (дата обращения 24.11.2017 г.).