

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсентьев О.В., Коновалов Ю.В. Особенности проектирования частотно-регулируемых асинхронных двигателей: Сборник научных трудов Ангарской государственной технической академии. – Ангарск: Изд-во АГТА, 2007. - С. 90-92.
2. Арсентьев О.В. Исследование частотно-управляемой асинхронной нагрузки при физическом моделировании энергосистемы: Сборник научных трудов Ангарской государственной технической академии. – Ангарск: Изд-во АГТА, 2005. - С. 187-192.
3. Крюков А.В., Арсентьев Г.О., Арсентьев О.В. Исследование коэффициента мощности в системе преобразователь частоты - асинхронный двигатель // Повышение эффективности производства и использования эл. энергии в условиях Сибири / Мат. Всеросс. науч.-практ. конф.- Иркутск: ИРНТУ, 2016. - С.119-122.

УДК 621. 311

к.т.н., доцент кафедры «Энергоснабжение промышленных предприятий», ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет», e-mail: arsentyevov@rambler.ru

*Арсентьев Олег Васильевич,
Душечкин Денис Кириллович,
магистрант ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: deneto777@gmail.com*

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

Arsent'yev O.V., Dushechkin D.K.

AUTOMATION OF WORK OF PUMP INSTALLATIONS OF REVERSE WATER SUPPLY OF MINING AND PROCESSING WORKS

Аннотация. Показана актуальность проблемы автоматизации работы насосных установок. Определены особенности работы обратного водоснабжения. Приведен алгоритм расчета по выбору частотного преобразователя. Предложены схемы для включения преобразователя при работе на один двигатель и на группу двигателей через карту переключения насосов. Разработанный алгоритм автоматизации насосного оборудования повышает эффективность работы обратного водоснабжения.

Ключевые слова: автоматизация, насосы, преобразователь частоты, электродвигатель.

Abstract. The relevance of a problem of automation of work of pump installations is shown. Features of work of reverse water supply are defined. The algorithm of calculation for the choice of the frequency converter is given. Schemes for turning on of the converter during the work on one engine and on group of engines via the card of switching of pumps are offered. The developed algorithm of automation of the pump equipment increases overall performance of reverse water supply.

Keywords: automation, pumps, frequency converter, electric motor.

Современный горно-обогатительный комбинат – это сложное предприятие, на котором используется большое количество водных ресурсов, в рамках которого выделяют три основных системы: технологического, хозяйственно-питьевого и пожарного водопроводов.

Большая часть воды используется в технологическом процессе. Учитывая характер производства, систему технологического водоснабжения выполняют обратной, т.е. с повторным использованием воды в техно-

логическом процессе после очистки. Это позволяет существенно уменьшить отбор воды из природного источника, что в свою очередь влияет на объем водопотребления в целом по технологическому процессу, а также снизить неблагоприятное воздействие на природную среду путем снижения сброса загрязненной обработанной воды.

Однако для выполнения задач такого уровня система водоснабжения должна удовлетворять требованиям надежности, экономичности, управляемости и пр. Не-

удовлетворительное выполнение системой водоснабжения поставленных задач может привести не только к ухудшению качества продукции или удорожанию производства, но и в ряде случаев к порче оборудования и даже к опасным авариям. В общем виде система водоснабжения состоит из насосных установок с электроприводом, трубопроводов и датчиков.

В целом насосные установки проектируют с ручным, дистанционным или автоматическим управлением. При автоматическом управлении сигналы на включение и остановку насосных агрегатов подаются с помощью датчиков – реле уровня, установленного у водонапорного бака, реле давления или струйного реле, установленных на трубопроводах. В результате полученного сигнала от датчика включаются цепи управления и сигнализации, промежуточное реле и исполнительные механизмы. При нарушении режима работы рабочего насоса срабатывает аварийное реле на его отключение и включается резервный агрегат.

На насосных станциях может быть обеспечено автоматическое регулирование подачи и напора насосов путем дросселирования на входе или выходе воды из насосов, либо изменением частоты вращения рабочих колес насосов. Схемы автоматического управления насосными агрегатами могут состоять из нескольких оперативных и вспомогательных цепей управления электродвигателями, задвижками с электроприводом, сигнализации, контроля основных параметров и защиты электрического и технологического оборудования [1].

Для улучшения работы системы оборотного водоснабжения предлагается провести комплексную автоматизацию процесса с применением регулирования производительности насосного оборудования на основе частотного электропривода [2].

Определение мощности преобразователей частоты для управления двигателями насосов сводится к выполнению определенного алгоритма [3, 4]. Алгоритм описывается приведенными ниже формулами. Расчет требуемого крутящего момента на валу двигателя производится по формуле

$$M_n = \frac{9554}{n} \cdot P_n$$

где n – номинальная частота вращения (об/мин); P_n – номинальная мощность двигателя.

Предварительный выбор двигателя и преобразователя проводится из соображений:

- мощность двигателя должна быть больше мощности нагрузки, выбор мощности двигателя: $P_n > P_m$ (кВт), где P_m – механическая мощность нагрузки;

- типоразмер преобразователя частоты выбирается так, чтобы номинальный ток двигателя (I_n) был меньше тока на выходе преобразователя частоты ($I_{пч}$). Выбор типоразмера преобразователя частоты: $I_{пч} > I_n$ (А).

- расчет момента инерции

$J_{наг}$ – момент инерции нагрузки (вентилятора или насоса) ($Нм^2$) берется из технических условий завода изготовителя; J_n – момент инерции двигателя ($Нм^2$) берется из технических условий завода изготовителя.

Суммарный момент инерции равен

$$J_s = J_{наг} + J_n \text{ (Нм}^2\text{)}$$

Проверка времени ускорения

$$t_a > J_s \cdot \Delta n / (9,55(M_n \cdot \alpha + M_{наг} \cdot \beta)) \text{ (с)},$$

где t_a – время ускорения (с); Δn – изменение числа оборотов (об/мин) за период времени t_a ; $M_{наг}$ – момент нагрузки (Нм); α – коэффициент коррекции момента при управлении от преобразователя частоты (1,2 – 1,3); β – корректирующий коэффициент, учитывающий уменьшенный крутящий момент двигателя (1,3, для постоянного момента – 1).

Проверка времени замедления

$$t_b > J_s \cdot \Delta n / (9,55(M_n \cdot \chi + M_{наг} \cdot \beta)) \text{ (с)}$$

где χ – коэффициент, корректирующий момент двигателя (0,1 – 0,3), зависит от КПД двигателя.

Если необходимо замедлиться за время внутри периода замедления t_b , необходимо применять тормозной модуль.

Одним из перспективных типов частотных преобразователей являются изделия компании Schneider Electric – специализированные для работы с насосным оборудованием ПЧ Altivar 61, имеющие хорошие коммуникационные способности. Преобразователь поддерживает протоколы Modbus и CANopen для того, чтобы увеличить производительность системы управления. Он также поддерживает основные промышленные шины (Ethernet TCP/IP, Fipio, Modbus Plus, Uni-Telway, Profibus DP, DeviceNet и INTERBUS) и может легко встраиваться в системы HVAC (протоколы – LONWorks, METASYS N2, APOGEE FLN, BACnet) при помощи дополнительных карт [2].

На рис. 1 приведена схема включения ПЧ с управлением от контроллера.

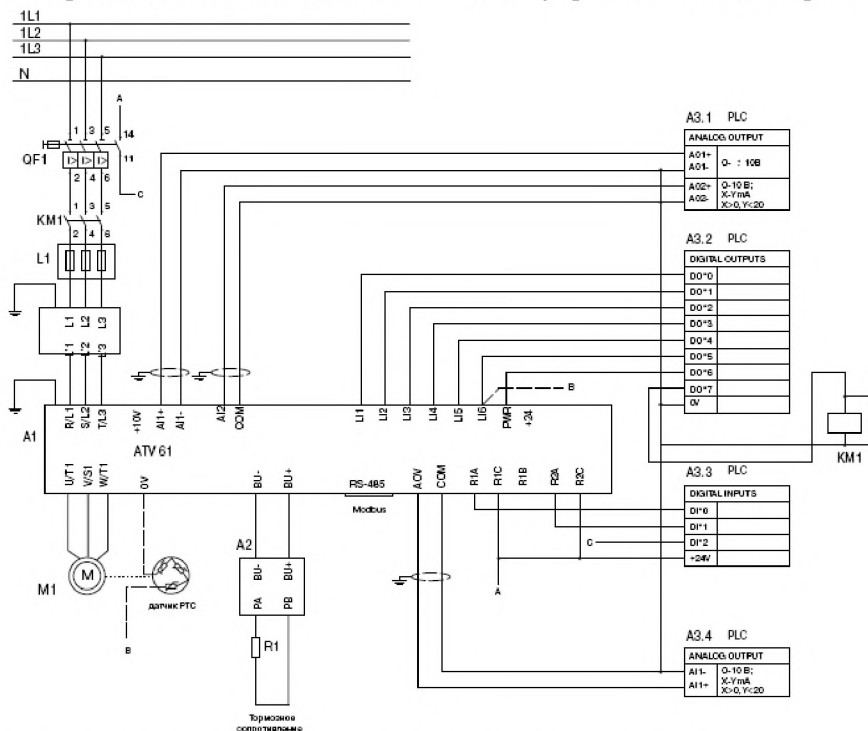


Рисунок 1 - Схема включения Altivar 61 с управлением от контроллера по дискретным и аналоговым входам и выходам

У преобразователя есть шесть дискретных входов – LI1 – LI6. На них могут быть поданы логические сигналы напряжением 0/+24В прямой или обратной логики, с выходов контроллера, модулей распределенного ввода-вывода или других логических устройств. При управлении от транзисторных выходов контроллера, шину «0В» питания выходов контроллера или других логических устройств необходимо соединить с клеммой «0V» ПЧ. Также преобразователь частоты Altivar 61 может быть оптимально адаптирован для управления несколькими насосными агрегатами с помощью карт переключения насосов.

В преобразователе частоты Altivar 61 есть разъем, находящийся за фронтальной лицевой панелью, с помощью которого, можно последовательно (одна за другой) подключить одновременно до двух дополнительных карт из перечисленных ниже:

- карты расширения входов-выходов;
- коммуникационные карты для промышленного применения или системы водоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха HVAC;
- карта переключения насосов для управления несколькими насосами;

- программируемая карта встроенного контроллера, позволяющая быстро адаптировать преобразователь частоты к специальным применениям путем децентрализации функций системы управления.

Так же ПЧ Altivar 61 может быть оснащен дополнительным оборудованием:

- тормозные модули и сопротивления;
- сетевые дроссели, дроссели звена постоянного тока и пассивные фильтры для уменьшения гармонических токов;
- дополнительные входные фильтры ЭМС;
- дроссели двигателя и синусные фильтры для больших длин кабелей или для исключения необходимости экранирования.

Более того, ПЧ предлагает карты переключения насосов, позволяющие осуществлять гибкое и простое управление насосами. Карта переключения VW3A3 502 служит для управления работой 5 приводных двигателей центробежных насосов системы оборотного водоснабжения (рис. 2). При этом непосредственно к ПЧ подключен M1, на котором реализуется полный закон управления. Остальные 4 двигателя подключаются по нагрузке, когда требуется обеспечить большие объемы перекачиваемой воды [1].

ПЧ Altivar 61 обеспечивает тепловую защиту двигателя, специально предназначенную для работы двигателя с переменной скоростью, с естественной или принудительной

вентиляцией. ПЧ рассчитывает тепловое состояние двигателя даже в случае, когда он не находится под напряжением.

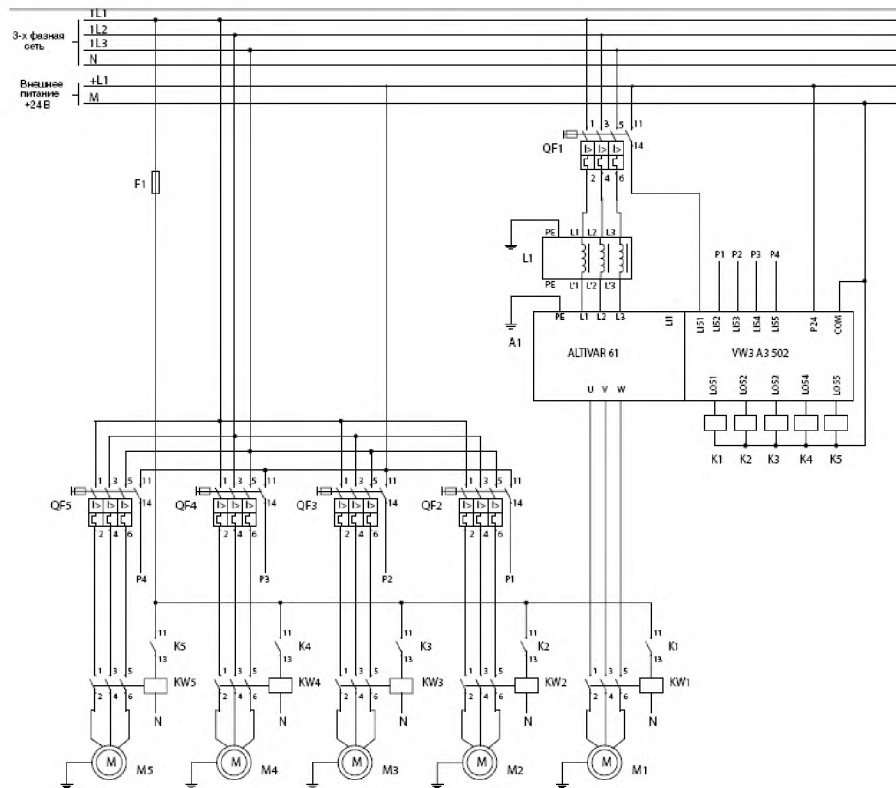


Рисунок 2 – Применение карты переключения насосов для управления пятью двигателями

Таким образом, автоматизацию работы насосных установок проводят с целью повышения надежности насосно-силового оборудования и сокращения эксплуатационных расходов. Использование в оборотном водоснабжении регулируемого электропривода позволяет осуществлять активные действия по сокращению потребления воды для тех-

нологических целей, снижению энергопотребления, улучшению экологической составляющей работы обогатительной фабрики. Общая система автоматизации водоснабжения выводит производство на качественно новый уровень, конкурентоспособный мировым аналогам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсентьев О.В., Душечкин Д.К. Автоматизация электротехнических комплексов оборотного водоснабжения промышленного предприятия / Современные технологии и научно-технический прогресс: Междунар. научн.-техн. конф. имени проф. В.Я. Баденикова: Тез. докл. – Ангарск: ФГБОУ «Ангарский государственный технический университет», 2018. – 250 с., С. 129-130
2. Россов А.В., Арсентьев О.В. Разработка автоматизированной системы управления тепло – водоснабжением // Повышение эффективности производства и использования эл. энергии в условиях. Сибири / Мат. Всеросс. науч.-практ. конф. - Иркутск: ИРНТУ, 2016. - С.17-20.
3. Арсентьев О.В., Коновалов Ю.В. Особенности проектирования частотно-регулируемых асинхронных двигателей: Сборник научных трудов Ангарской государственной технической академии. – Ангарск: Изд-во АГТА, 2007. - С. 90-92.
4. Арсентьев О.В. Исследование частотно-управляемой асинхронной нагрузки при физическом моделировании энергосистемы: Сборник научных трудов Ангарской государственной технической академии. – Ангарск: Изд-во АГТА, 2005. - С. 187-192.