



ЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ АВВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РОМАН ПАТИСОВ

На сегодня во многих отраслях промышленности, в том числе и в нефтегазовой, стоит актуальная задача управления трехфазными асинхронными двигателями. Насколько бы она ни казалась на первый взгляд тривиальной, существует множество нюансов и подводных камней, которые нужно учитывать при решении таких задач.

Для управления двигателями используются такие приборы, как частотные преобразователи (ЧП) и устройства плавного пуска (УПП). Однако, чтобы подобрать оптимальный механизм управления, нужно учитывать множество факторов и характеристик системы: мощность и рабочий ток двигателя, характер нагрузки и возможность ее изменения в течение времени, качество питающей сети и др. Также очень часто ЧП применяются для экономии электроэнергии в системе. Правильно подобранный ЧП позволяет тратить на 30, 40 и даже 50% меньше средств на электроэнергию, что позволяет окупить сам прибор за очень короткое время.

Перед тем как приступить к основной теме статьи, скажу несколько слов о том, как устроены ЧП. Принцип работы устройства состоит в том, что выпрямитель (или мост постоянного тока) — первое основное звено устройства — преобразу-

ет переменный ток промышленной частоты в постоянный, а затем инвертор (иногда с ШИМ) — второе звено устройства — преобразует, в свою очередь, полученный постоянный ток в переменный нужной частоты и амплитуды. Зачастую для исключения возможной перегрузки ЧП при большой длине фидера используют дроссели, а для уменьшения влияния электромагнитных помех ставятся ЕМС-фильтры.

В настоящее время компания «Прософт» занимается комплексными поставками различных ЧП двух известных мировых производителей — компаний АВВ и Santerno. В статье приведены примеры наиболее эффективного применения ЧП на различных установках, рассмотрены основные линейки промышленных преобразователей АВВ, а также продемонстрированы наиболее интересные реализованные проекты на базе данного оборудования в нефтегазовой отрасли.

ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЧП НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Для большинства предприятий нефтегазового и нефтехимического комплексов России сегодня актуальна задача модернизации их производственной инфраструктуры. Повсеместно используется большое количество оборудования, значительно превысившего свой эксплуатационный ресурс. Такие устройства имеют довольно низкий КПД и требуют замены. Применение современных технологий в области автоматизации, в том числе ЧП, имеет хороший потенциал в области энергосбережения. Использовать ЧП можно в разных системах, таких как: аппараты воздушного охлаждения, вентиляции, компрессоры, разнообразное насосное оборудование (перекачивающие насосы и насосы химической подготовки), градирни,

приводы тягодутьевых механизмов, грануляторы, перемешиватели, конвейеры, дозаторы. Рассмотрим некоторые из них более подробно.

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

АВО используются в нефтегазовой промышленности для охлаждения и конденсации жидких, парообразных и газообразных сред. Аппараты воздушного охлаждения (рис. 1) общего назначения относятся к теплообменному оборудованию (теплообменный поверхностный аппарат) и предназначены для охлаждения газов и жидкостей, конденсирования паровых и парожидкостных сред в различных технологических процессах. Принцип работы устройства следующий. По оребренным биметаллическим трубам проходит охлаждаемый технологический продукт (газ, жидкость), который передает тепло хладагенту через стенки труб. В качестве хладагента используется атмосферный воздух. Теплообменные секции АВО расположены горизонтально или в форме зигзага (под острым углом друг к другу и горизонтальной опорной площадке). На отдельной раме или в подвешенном положении может находиться привод с колесом вентилятора. Вентилятор, вращаясь в полости коллектора, прогоняет воздух сквозь межтрубное пространство секций, охлаждая тем самым воздух.

Цель установки ЧП — повышение надежности системы регулирования производительности данной установки путем перехода на частотное регулирование. Изначально регулирование производительности АВО осуществлялось путем изменения угла атаки лопаток вентилятора. Механизмы, осуществлявшие изменение этого угла, часто ломались, особенно в зимнее время года, что приводило к материальным и временным затратам. Кроме повышения надежности системы регулирования, переход на частотное регулирование позволил снизить расход электроэнергии при работе аппарата воздушного охлаждения с неполной нагрузкой. Наиболее эффективным и экономичным способом регулирования производительности вентиляторов является плавное изменение их частоты вращения, которое достигается применением ЧП. Применение ЧП в АВО позволяет достичь больших преимуществ по сравнению



(C) Dreamstime

с традиционными методами: энергопотребление уменьшается в среднем на 35%; устраняются пусковые токи и перегрузки двигателя на период пуска; уменьшается механический износ оборудования, соответственно снижаются затраты на его техническое обслуживание и ремонт благодаря уменьшению кратности пусковых токов и моментов.

Применение ЧП в насосных агрегатах

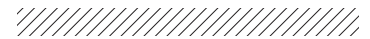
Также преобразователи частоты применяются для управления различными насосами (рис. 2). Насосные агрегаты используются не только в нефтегазовой отрасли, они устанавливаются повсеместно, особенно в отрасли водоснабжения, где также необходимо управлять трехфазными двигателями насосов.

▲ РИС. 1. Аппарат воздушного охлаждения

▼ РИС. 2. Насосный агрегат



(C) Dreamstime



Причины, по которым используют ЧП, — экономия электроэнергии (от 30 до 60%) и плавное управление, снижающее вероятность гидроударов, что положительно сказывается на сроке службы трубопроводов и запорной арматуры. Также отсутствуют большие пусковые токи. ЧП полностью защищает электродвигатели насосных агрегатов. Улучшаются характеристики питающей сети во всех диапазонах мощностей нагрузок, коэффициент мощности *cosφ* электропривода близок к единице, питающая сеть не нагружается лишним реактивным током. Происходит значительная экономия воды за счет оптимизации суточного контроля давления в сетях и уменьшения риска разрывов в трубопроводах. Возможность полностью автоматизировать насосные станции позволяет значительно снизить нагрузку на дежурный обслуживающий персонал. Более того, ЧП позволяет применять несколько параллельных насосов различной производительности в одной магистрали.

Вентиляторная градирня

Следующий объект, где ЧП нашли свое применение, — градирни (рис. 3). Вентиляторная градирня представляет собой сооружение для охлаждения воды в оборотных системах водоснабжения.

Применение охлажденной воды в нефтегазовой и нефтехимической промышленности связано с конденсацией отработавшего пара после расширения его в паровых двигателях с конденсацией и охлаждением газообразного и жидкого продукта химического производства, а также с охлаждением оборудования в целях предохранения его от быстрого разрушения под влиянием высоких температур. Например, различных цилиндров компрессоров, плавки производственных печей и т. д. Самым распространенным типом градирен являются вентиляторные, в которых воздух прогоняется нагнетательными или отсасывающими вентиляторами. С целью оптимизации работы такой градирни можно оборудовать привод вентилятора ЧП. Это позволит с высокой степенью точности поддерживать определенную температуру на выходе, изменяя поток воздуха. Главным преимуществом внедрения ЧП является оптимизация энергопотребления установки. Как правило, при проектировании градирен учитывается возможность использования ее в летние месяцы. При работе в другое время года, а также при изменении температуры в течение суток, появляется возможность снижения проектной мощности установки. Экономия электроэнергии при использовании ЧП может составлять от 30 до 50%.

Тягодутьевые механизмы котельных установок

Тягодутьевые механизмы (рис. 4) потребляют около 50–60% электроэнергии нужд котельных цехов. Поэтому регулирование их режимных параметров оказывает существенное влияние на мощность и энергопотребление работы котельных установок.

Применение частотных преобразователей позволяет решить задачу согласования суточных режимных параметров и энергопотребления тягодутьевых механизмов с изменяющимся характером нагрузки котлов. Основное назначение тягодутьевых механизмов — поддержание необходимого соотношения «топливо–воздух» в топке котла и создание наиболее благоприятных условий для полного сгорания топлива во всем диапазоне производительности котельной установки. Для выполнения этого условия необходимо как подавать нужное количество воздуха в топку, так и извлекать из нее продукты горения с заданной интенсивностью. Наиболее эффективно автоматизировать этот процесс, а также полноценно управлять вентиляторами дымососа и подачи воздуха в топку поможет использование ЧП.

Как правило, система регулирования дымососа должна поддерживать заданную величину разрежения в топ-



▲ РИС. 3.
Вентиляторная градирня

(C) Dreamstime

ке котла независимо от производительности котлоагрегата. Подачу топлива в топку котла для сохранения баланса между подводом тепла и отводом его выполняет система управления производительностью котлоагрегата, регулирующая подачу топлива. С его увеличением повышается объем подачи воздуха в топку котла, соответственно, электропривод дымососа должен увеличить отсасывающий объем продуктов горения. Таким образом, осуществляется связь между системами регулирования дымососа и вентилятора. График суточной нагрузки отопительной котельной обычно неравномерный, поэтому уменьшение производительности вентилятора и дымососа позволит сэкономить до 70% электроэнергии, используемой для приведения этих механизмов в действие.

ЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ АВВ

Бренд АВВ известен во всем мире. Компания существует около 20 лет на международном рынке и является общепризнанным мировым лидером в области технологий для электроэнергетики и автоматизации. Компания «Прософт» — официальный партнер АВВ по направлению «Дискретная автоматизация и движение». Данный дивизион занимается разработкой и производством различных ЧП, двига-

телей и ПЛК для всевозможных отраслей промышленности. Не является исключением и нефтегазовая отрасль. Далее будут рассмотрены некоторые модели ЧП производства компании АВВ, а также их применения на реальных объектах. Серии можно разделить на две большие группы применения — стандартные и промышленные ЧП.

Стандартные ЧП

Среди типичных областей применения можно выделить насосы, вентиляторы и оборудование, требующее постоянного крутящего момента. Такие приводы оптимальны в ситуации, когда требуется простота монтажа и эксплуатации (без специальной настройки оборудования).

Первая рассматриваемая серия стандартных ЧП АВВ — ACS310. Эти устройства могут работать с двигателями мощностью до 22 кВт и разработаны специально для управления различными насосами и вентиляторами. В качестве областей применения можно выделить подкачивающие, погружные, оросительные, приточные насосы и вытяжные вентиляторы. Среди функциональных возможностей модели ярко выделяются следующие:

- функция защиты насоса;
- контроль входного и выходного давления;
- очистка крыльчатки насоса;

- встроенный макрос для реализации каскадного управления с возможностью авточередования на сеть до пяти двигателей;
- переключение между наборами параметров двигателей разной мощности.

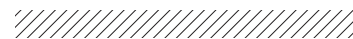
Модель имеет два ПИД-регулятора для оптимизации процесса и управления внешним аналоговым клапаном, а также содержит встроенный счетчик электрической энергии.

Следующая серия ЧП АВВ — ACS355. Так же, как и предыдущая модель, ЧП может управлять двигателями мощностью до 22 кВт. Эти приводы чаще всего применяются на конвейерах. Особенность данного преобразователя в том, что, в отличие от большинства аналогов, он имеет повышенную степень защищенности от пыли и влаги. Применение таких устройств рекомендуется в следующих случаях:

- высокое давление воды при мойке установки;
- требования по экологичности на производстве;
- при установке преобразователя вне шкафа;
- для поддержания низкой температуры без нарушения класса защиты (IP66/67);
- при работе в условиях повышенной влажности.



◀ РИС. 4. Тягодутьевый механизм



Отметим также серию ACS550. Она является наиболее популярной, поскольку спектр применения очень широк: разными могут быть как нагрузка на двигатель, так и характер момента на валу (вентиляторы, насосы, конвейеры и т. п.). Мощность управляемого двигателя может достигать 355 кВт. Модель также имеет широкий спектр встраиваемых опций.

ЧП промышленного применения

Эти модели рассчитаны на работу с более мощными двигателями и сложными нагрузками. Особенности таких приводов являются широкий набор функций, а также возможность гибкого программирования и конфигурации, что позволяет их адаптировать к использованию в различных сферах промышленности, в том числе и в нефтегазовой отрасли.

Серия ACS800 является самой разнообразной и широко применяемой среди промышленных приводов. Такие ЧП используются в тяжелых условиях эксплуатации и имеют на борту передовую технологию управления двигателем DTC (Direct Torque Control). Прямое управление моментом — это качественно новая разработка компании ABB. Она обеспечивает высокие эксплуатационные характеристики и дает существенные преимущества: точное статическое и динамическое управление скоростью и крутящим моментом, большой пусковой момент и возможность использования длинных кабелей двигателя. Скорость реагирования на изменение момента нагрузки в данном случае (при использовании DTC) будет менее 5 мс; при зарекомендовавшем себя векторном управлении, на котором базируется большинство современных преобразователей, она составляет 10–20 мс. При использовании технологии DTC также наблюдается более высокая помехоустойчивость и меньшая чувствительность к просадкам питания. Модели ACS800 по характеру исполнения делятся на четыре большие группы: серии для настенного и напольного монтажа (ACS800-01/02); ЧП с пониженным содержанием гармоник (ACS800-31/37); линейки для монтажа в шкаф, в том числе с жидкостным охлаждением (ACS800-31/37); рекуперативные приводы (ACS800-11/17). Мощность данной серии может достигать 5,6 МВт.

Вторая рассматриваемая серия — ACS850, которая предназначена исключительно для монтажа в шкаф. Такой ЧП представляет собой полнофункциональный одиночный модуль. Для блоков таких модулей требуется минимальный внутренний объем, их удобно устанавливать вплотную друг к другу, бок о бок внутри шкафа с оборудованием. Каждый модуль может достигать максимальной мощности 500 кВт.

Нельзя не упомянуть в контексте описываемых ЧП и о модели ACS880. Этот флагманский привод был разработан компанией ABB всего несколько лет назад. В отличие от предыдущих серий, это устройство по праву можно назвать универсальным. Преобразователь совместим практически с любыми технологическими процессами и системами автоматизации. Имея компактную конструкцию, масштабируемое управление и описанную выше функцию управления DTC, привод обладает гибкой возможностью программирования и широким диапазоном опций. Из особенностей хочется выделить съемный блок памяти, на котором хранятся текущие настройки преобразователя (соответственно, блок можно подключить к другому приводу данной серии, все настройки перенесутся на него), а также многофункциональную гибкую панель управления, дополнительные тормозные устройства и энкодеры.

ПРОЕКТЫ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ НА ОСНОВЕ ОБОРУДОВАНИЯ ABB

Для компании «Роснефть» было произведено большое количество электроприводов серии ACS800-04, а также двигателей мощностью до 200 кВт. Данное оборудование применяется на насосных станциях управления погружным насосом перекачки нефти. Решены задачи ультразвукового контроля уровня нефти в скважине, а также бездатчикового контроля состояния насоса. Реализовано более 100 проектов по всей России.

Следующий рассматриваемый объект — Омский НПЗ. На установке каталитического крекинга, обеспечивающей глубокую переработку нефти, были установлены ЧП серии ACS800 в составе станций управле-

ния вентиляторами аппаратов воздушного охлаждения.

Большое количество приводов ABB применяются на буровых установках (БУ) компании «ТНК-ВР». В качестве примера можно привести БУ 4500/27 подразделения «Нижневартовскбурнефть». На объекте использован многодвигательный привод главных механизмов ACS800 Multidrive, управляются четыре асинхронных двигателя мощностью 1000 кВт — на двух насосах, лебедке и роторе.

Рассмотрим объект нефтяной компании «Лукойл» — распределительный перевалочный комплекс «Высоцк-Лукойл II». На терминале перекачки нефти в эксплуатации находится около 36 нефтеперерабатывающих насосов: 24 из них оснащены приводами специальной серии ACS607, а оставшиеся 12 — промышленными приводами ACS800-07 мощностью 500–630 кВт. Эксплуатация данных ЧП составляет от 7 до 12 лет, и за все эти годы на объекте не произошло ни одного серьезного аварийного случая.

В продолжение разговора о БУ остановимся на объектах ОАО «Газпромнефть». Произведено пять БУ с применением группового электропривода ACS800 Multidrive. Использована система резервирования, а также установлены ЧП на вспомогательных механизмах — регуляторе подачи долота и лебедке.

ЧП компании ABB установлены также на Новокуйбышевском, Новошахтинском, Киришском, Яйском, Хабаровском, Комсомольском и Волгоградском НПЗ. За время эксплуатации оборудования не происходило серьезных сбоев, связанных с работой ЧП.

* * *

Рассмотренные в статье агрегаты — лишь небольшая часть того спектра оборудования и систем, в которых присутствие преобразователя частоты является необходимым звеном правильного и успешного функционирования. Речь идет не только о нефтегазовой отрасли, но также о многих направлениях промышленности в целом. Продукция ABB, поставляемая компанией «Прософт», разрабатывается специально для решения таких задач. Зачастую они могут быть нетривиальными, но правильный подход и грамотно выбранное оборудование обязательно приведут к положительному результату. ●