

Частотные преобразователи АББ в нефтегазовой промышленности

Роман Патисов

В статье рассмотрены основные системы нефтегазового комплекса, в которых целесообразно применение частотных преобразователей. Подробно описаны преобразователи частоты производства компании АББ, оптимальные для использования на промышленных объектах, а также приведены примеры реализации проектов на их основе.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день во многих отраслях промышленности, в том числе и в нефтегазовой, стоит задача управления трёхфазными асинхронными двигателями. Насколько бы тривиальной она ни казалась на первый взгляд, существует множество нюансов и подводных камней, которые нужно учитывать при её решении. Для управления двигателями используются такие приборы, как частотные преобразователи (ЧП) и устройства плавного пуска (УПП). Однако для того чтобы подобрать оптимальный механизм управления, нужно учитывать множество параметров системы: мощность и рабочий ток двигателя, характер нагрузки и возможность её изменения в течение времени, качество питающей сети и многие другие. Также очень часто ЧП применяются для экономии электроэнергии в системе. Правильно подобранный частотный преобразователь позволяет тратить на 30, 40 и даже 50% меньше средств на электроэнергию, что даёт возможность окупить прибор за очень короткое время.

Перед тем как приступить к теме статьи, необходимо сказать несколько слов о том, как устроены ЧП. Принцип работы устройства состоит в том, что выпрямитель (или мост постоянного тока) – первое основное звено устройства – преобразует 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 ча-

стоты и амплитуды. Нередко 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 АББ (ABB) и Santerno. Эта продукция используется для улучшения качества управления электродвигателями и достижения значительной экономии электроэнергии во многих отраслях российской промышленности, в том числе и в нефтегазовой сфере: на НПЗ, буровых установках, конвейерах, насосах, градирнях и т.д. В статье приводятся примеры наиболее эффективного применения ЧП на различных установках, рассматриваются основные линейки промышленных преобразователей АББ, а также демонстрируются 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 на сегодняшний день актуальна задача модернизации их производственной инфраструктуры. Повсеместно используется большое количество оборудования, эксплуатацион-

ный ресурс которого исчерпан. Такие устройства имеют довольно низкий КПД и требуют замены. Применение современных технологий в области автоматизации, в том числе ЧП, также несёт в себе хороший потенциал в области энергосбережения. Использовать частотные преобразователи можно в разных системах, таких как аппараты воздушного охлаждения (АВО), вентиляции, компрессоры, разнообразное насосное оборудование (перекачивающие насосы и насосы химической подготовки), градирни, приводы тягодутьевых механизмов, грануляторы, смесители, конвейеры, дозаторы. Рассмотрим некоторые из них более подробно.

Аппараты воздушного охлаждения 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, конденсации паровых и парожидкостных сред в различных технологических процессах. Скажем несколько слов о принципе работы данного устройства. По оребранным биметаллическим трубам проходит охлаждаемый технологический продукт (газ, жидкость), который передаёт 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



Рис. 1. Аппарат воздушного охлаждения



Рис. 3. Вентиляторная градирня



Рис. 2. Насосные агрегаты

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 частотного преобразователя — повышение надёжности системы регулирования производительности данной установки путём перехода на частотное регулирование. Изначально регулирование производительности аппарата воздушного охлаждения выполнялось путём 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 надёжности системы регулирования, переход на частотное регулирование позволил снизить расход электроэнергии при работе аппарата воздушного охлаждения с неполной нагрузкой. Наиболее эффективным и экономичным способом регулирования произво-

дительности вентиляторов является плавное изменение их частоты вращения, которое достигается за счёт применения ЧП, использование которых в АВО позволяет достичь больших преимуществ по сравнению с традиционными методами: энергопотребление уменьшается в среднем на 35%, устраняются пусковые токи и перегрузки двигателя во время пуска, уменьшается механический износ оборудования, соответственно снижаются затраты на его техническое обслуживание и ремонт благодаря уменьшению кратности пусковых токов и моментов.

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

Причины, по которым используются частотно-регулируемые приводы (ЧРП): экономия электроэнергии (от 30 до 60%), снижение вероятности гидроударов за счёт плавного управления, увеличение срока службы трубопроводов и запорной арматуры благодаря отсутствию больших пусковых токов. Следует отметить, что улучшаются характеристики питающей сети во всех диапазонах мощностей нагрузок, коэффициент мощности ($\cos \phi$) электропривода близок к единице, питающая сеть не нагружается лишним реактивным током. Достигается значительная экономия воды за счёт оптимизации точного 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, ЧРП позволяет применять

несколько параллельных насосов различной производительности в одной магистрали.

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

Применение охлаждённой 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 распространённым типом градирен являются вентиляторные, в которых воздух прогоняется нагнетательными или отсасывающими вентиляторами. С целью оптимизации работы такой градирни можно оборудовать привод вентилятора преобразователем частоты. Это позволит с высокой степенью точности поддерживать определённую температуру на выходе, изменяя поток воздуха. Главным преимуществом внедрения преобразователя частоты является оптимизация энергопотребления установки. Как правило, при проектировании градирен учитывается возможность использования их 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 преобразователя частоты может составлять от 30 до 50%.



Рис. 4. Котельная

Тягодутьевые механизмы котельных установок (рис. 4) потребляют около 50–60% электроэнергии, идущей на нужды котельных цехов, поэтому регулирование их режимных параметров оказывает существенное влияние на мощность и энергопотребление 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 всём объёме котельной установки. Для выполнения этого условия необходимо как подавать нужное количество воздуха в топку, так и извлекать из неё продукты горения с заданной интенсивностью. Наиболее эффективно автоматизировать этот процесс, а также полноценно управлять вентиляторами дымососа и подачи воздуха в топку можно с помощью частотного преобразователя.

Как правило, система регулирования дымососа должна поддерживать заданную величину разрежения в топке котла независимо от производительности котлоагрегата. Подача топлива в топку котла для сохранения баланса между подводом тепла и отводом его выполняет система управления производи-

тельностью котлоагрегата, регулирующая подачу топлива. С его увеличением повышается объём подачи воздуха в топку котла, соответственно, электропривод дымососа должен увеличить объём отсасываемых продуктов горения.

Таким образом осуществляется связь между системами регулирования дымососа и вентилятора. График суточной нагрузки отопительной котельной обычно неравномерный, поэтому уменьшение производительностей вентилятора и дымососа позволит сэкономить до 70% электроэнергии, используемой для приведения этих механизмов в действие.

Частотные преобразователи АББ

Бренд АББ (ABB) известен во всём мире, история компании началась в 1883 году, в различных странах работают около 100 000 сотрудников, она является мировым лидером в области технологий для электроэнергетики и автоматизации. Дивизион «Дискретная автоматизация и движение» занимается разработкой и производством частотных преобразователей, двигателей и ПЛК для различных отраслей промышленности, среди которых и нефтегазовая отрасль. Далее будут рассматриваться некоторые модели ЧП производства компании АББ, а также их применения на реальных объектах. Серии можно разделить на две большие группы применения – стандартные ЧП и промышленные ЧП.

Что же можно сказать о стандартных ЧП? Среди типичных областей применения можно выделить насосы, вентиляторы и оборудование, требующее постоянного крутящего момента. Такие приводы хорошо себя зарекомендовали в ситуации, когда необходимы простота монтажа и эксплуатации без специальной настройки оборудования.

Первая рассматриваемая серия стандартных преобразователей частоты АББ – ACS310 (рис. 5). Устройства этой серии могут работать с двигателями мощностью до 22 кВт и разработаны специально для управления различными насосами и вентиляторами. Где же может найти себе применение данная серия ЧП? Можно выделить подкачивающие, погружные, оросительные, приточные насосы и вытяжные вентиляторы. Среди 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 в сети до 5 двигателей. Также возможно переключение между наборами параметров двигателей разной мощности. Модель имеет два ПИД-регулятора для оптимизации процесса и управления внешним аналоговым клапаном, а также содержит встроенный счётчик электрической энергии.

Следующая серия ЧП АББ – ACS355 (рис. 6). Эти приводы чаще всего применяются на конвейерах и управляют двигателями мощностью до 22 кВт. Особенность данных преобразователей в том, что в отличие от большинства аналогов они имеют повышенную степень защищённости от пыли и влаги. Применение таких устройств рекомендуется в следующих случаях:

- 1) высокое давление воды при мойке установок;
- 2) обеспечение соответствия экологическим требованиям на производстве;
- 3) установка преобразователя вне шкафа;
- 4) поддержание низкой температуры без нарушения степени защиты (IP66/67);
- 5) работа в условиях повышенной влажности.

В завершение разговора о стандартных преобразователях частоты компании АББ необходимо сказать пару слов о серии ACS550 (рис. 7). Она является наиболее популярной: спектр применения очень широк – достаточно разными могут быть как нагрузка на двига-



Рис. 5. Стандартные преобразователи частоты серии ACS310



Рис. 6. Преобразователи частоты серии ACS355

тель, так и характер момента на валу (вентиляторы, насосы, конвейеры и т.п.). Мощность управляемого двигателя может достигать величины 355 кВт. Модель также имеет широкий спектр встраиваемых опций.

Рассмотрев основные модели стандартных преобразователей, остановимся на **сериях преобразователей частоты АББ 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 конфигурирования, что позволяет их адаптировать к использованию для различных промышленных применений, в том числе и в нефтегазовой отрасли.

Разговор о промышленных преобразователях частоты АББ следует начать с модели **ACS800** (рис. 8), которая включает множество устройств, широко применяемых в промышленности. Такие ЧП используются в тяжёлых условиях эксплуатации и имеют передовую технологию управления двигателем **DTC** (Di-



Рис. 7. Устройства серии ACS550

rect Torque Control). Прямое управление моментом — это качественно новая разработка компании АББ, которая обеспечивает высокие эксплуатационные характеристики и даёт 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 случае использования DTC будет менее 5 мс, а 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 (ACS800-07/07LC);
- линейки для монтажа в шкаф, в том числе с жидкостным охлаждением (ACS800-31/37);
- рекуперативные приводы (ACS800-11/17).

Мощность устройств данной серии может достигать 5,6 МВт.

Вторая рассматриваемая серия промышленных преобразователей АББ — **ACS850** (рис. 9), которая предназначена исключительно для монтажа в шкаф. Такой преобразователь частоты представляет собой полнофункциональный одиночный модуль. Для блоков таких модулей требуется минимальный внутренний объём, их удобно устанавливать вплотную друг к другу, бок о бок внутри шкафа с оборудованием. Максималь-

ная мощность каждого модуля может достигать 500 кВт.

Нельзя не упомянуть в контексте описываемых ЧП и о модели **ACS880** (рис. 10). Этот флагманский привод был разработан компанией АББ 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 в статье функцию управления DTC, устройство обладает возможностью гибкого программирования и широким диапазоном опций. Из особенностей хочется выделить съёмный блок памяти, в котором хранятся текущие настройки преобразователя (соответственно, блок можно подключить к другому приводу данной серии, все настройки будут перенесены на него), а также многофункциональную гибкую панель управления, дополнительные тормозные устройства и энкодеры.

ПРОЕКТЫ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ НА ОСНОВЕ ОБОРУДОВАНИЯ АББ

Огромное количество крупных проектов нефтегазовой отрасли в нашей стране и во всём мире реализовано на основе двигателей и преобразователей частоты производства АББ. В данной статье остановимся на нескольких из них.

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 контроля состояния насоса без датчиков. Реализовано более 100 проектов по всей России.

Следующий рассматриваемый объект — Омский НПЗ. На установке каталитического крекинга,



Рис. 8. Промышленные преобразователи частоты серии ACS800



Рис. 9. Устройства для монтажа в шкаф серии ACS850

обеспечивающей глубокую переработку нефти, были установлены ЧП серии ACS800 в составе станций управления вентиляторами аппаратов воздушного охлаждения.

Большое количество приводов АББ применяется на буровых установках (БУ) компании ТНК-ВР. В качестве примера можно привести БУ 4500/27 подразделения «Нижевартовскбурнефть». На объекте использован многодвигательный привод главных механизмов ACS800 Multidrive, управляются 4 асинхронных двигателя мощностью 1000 кВт – на двух насосах, лебёдке и роторе.

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



Рис. 10. Универсальные преобразователи частоты серии ACS880

В продолжение разговора о буровых установках остановимся на объектах ОАО «Газпромнефть». На пяти БУ выполняются работы с применением группового электропривода ACS800 Multidrive. Использована система резервирования, а также установлены преобразователи частоты на вспомогательных механизмах – регуляторе подачи долота и лебёдке.

Приведём перечень нефтеперерабатывающих заводов, на которых на сегодняшний день установлено оборудование АББ: это Новокуйбышевский, Омский, Новошахтинский, Кириш-

ский, Яйский, Хабаровский, Комсомольский, Волгоградский НПЗ. За время эксплуатации оборудования не происходило серьёзных сбоев, связанных с работой преобразователей частоты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, хотелось бы сказать, что описываемые в статье агрегаты – лишь небольшая часть того спектра оборудования и систем, в которых присутствие преобразователя частоты является необходимым звеном правильного и успешного функционирования. Речь идёт не только о нефтегазовой отрасли, но также о многих направлениях промышленности в целом. Продукция АББ, поставляемая компанией ПРОСОФТ, разработана специально для решения таких задач. Зачастую они могут быть нетривиальными, но правильный подход и грамотно выбранное оборудование обязательно приведут к положительному результату. ●

Автор – сотрудник фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (495) 234-0636
E-mail: info@prosoft.ru