

АББ Ревю

2|11

Корпоративный
технический журнал

Инфраструктура пустыни 20

Выделение водной фракции из нефтепродуктов 33

Энергосбережение при производстве меди 56

Подстанция, переоборудованная по стандарту МЭК 61850 67

Нефть и газ



Power and productivity
for a better world™



Внешняя и внутренняя стороны вопросов, отраженных в этом номере АББ Ревю, связаны с заводом по производству СПГ (сжиженного природного газа) Статойл Мелкой, расположенным около Хаммерфеста на дальнем севере Норвегии. АББ обеспечила поставки на завод полного спектра оборудования и систем электроснабжения и автоматики. Газ из месторождения Снохвит («Белый снег» в переводе с норвежского) добывается при помощи подводных комплексов, транспортируется по трубопроводам к заводу, где перерабатывается в жидкое состояние для дальнейшей транспортировки на судах.



Нефть и газ Общий взгляд

- 6 **Нефть и газ**
Энергия, которую мы любим ненавидеть
- 15 **Тенденции в энергетике**
Интервью с профессором Техасского университета Скоттом В. Тинкером, главным геологом штата и директором бюро Экономической геологии

Нефть и газ Проекты

- 20 **В глубинах пустыни**
Проблематика строительства нефтегазовой инфраструктуры в отдаленной и необитаемой части пустыни Сахара
- 25 **Топливо в результате интеграции**
Комплексные решения для проектов по добыче метана из угольных пластов

Нефть и газ Технологии

- 29 **Новый подход к подстанциям**
Подстанции, укомплектованные по требованиям заказчика, теперь поставляются с полностью интегрированным силовым оборудованием и системами автоматизации
- 33 **Нетронутые воды**
Гибкое, компактное и эффективное решение для технологии выделения водной фракции из нефтепродуктов
- 39 **Тестирование мощных систем регулирования скорости приводными механизмами**
Испытания мощных систем регулирования скорости приводными механизмами, которые выводят эффективность в нефтегазовой сфере на новые уровни
- 45 **Мудрые подсказки**
Программное обеспечение MS2 от АББ помогает лучше понимать бизнес-процессы компании на основе данных о ходе технологических процессов
- 50 **Удалённый мониторинг и обслуживание**
Дистанционно управляемые роботы при работе в тяжелых условиях при добыче и переработке нефти и газа

АББ

- 56 **Эффективное месторождение**
АББ помогает продлить срок службы медного рудника Аитик, сделав его более эффективным
- 63 **Гармонизация приводов**
Движущая сила новой архитектуры приводов от компании АББ
- 67 **Капитальный ремонт подстанции**
Капитальный ремонт подстанции Силс с помощью технологии МЭК 61850
- 71 **Скоростная защита**
Разрядник для защиты от перенапряжений компании АББ для практического применения на железных дорогах в формуле одной скорости и за ее пределами
- 74 **Бесперебойная работа**
Тщательно разработанные приводы мельницы с кольцевым зубчатым колесом компании АББ (Часть 2)

Нефть и газ



Питер Тервиш,
главный инженер АББ Ltd.

Уважаемый читатель,

Нефть и газ составляют около половины потребляемой человечеством энергии. Один из факторов, который делает нефть настолько ценной, это ее чрезвычайная многосторонность, как источника энергии, и как сырья. Простота, с которой она может транспортироваться и храниться, позволяет использовать ее в качестве источника энергии фактически всюду. Больше, чем просто товар среди многих, нефть - это, возможно, ведущий всеобщий товар нашего времени. Ее цена тщательно исследуется и обосновывается, больше, чем любая другая. Рассматриваем ли мы проекты по глобальным тенденциям экономического развития, или просто заправляем наш автомобиль на станции, мы не можем уйти от стоимости нефти.

Природный газ не является всеобщим физическим товаром в такой степени, как нефть, но технологии, такие как трубопроводы и танкеры для СПГ, все более и более облегчают торговлю им в отдаленных регионах.

Исходя из вышесказанного, основной целью является поддержание надежности и бесперебойности поставок газа. Все это подводит нас к технологическим решениям по осуществлению поисково-разведочных работ, добычи, переработки и транспортировки нефти и газа безопасными, экологически чистыми, энергосберегающими способами; и это несмотря на сложности географического и геологического характера в том, что касается расположения мест добычи.

В интервью с главным геологом штата Техас, профессором Скоттом Тинкером, АББ Ревю более детально рассматривает некоторые проблемы и тенденции в индустрии нефти и газа. Соответствующие статьи освещают примеры технологий АББ, применяющихся при работе в данной индустрии. Благодаря примерам по всему миру, мы видим, что АББ предлагает услуги по проектированию, снабжению и строительству (ПСС), интегриро-

ванные системы управления, различные подходы к электроснабжению зданий и сооружений, сепарации нефти и воды, крупногабаритные регулируемые приводы, получение более подробной информации из технологических данных, а также использование робототехники в суровых природных условиях.

Кроме обзора нефтегазовой отрасли, в статьях данного журнала рассматривается участие компании АББ в проекте шведского медного рудника Аитик (Aitik), эффективность приводов, аэродинамические свойства грозозащитных разрядников, устанавливаемых на крышах высокоскоростных поездов, а также модернизация подстанций по стандарту МЭК 61850 для систем связи.

Я полагаю, что этот выпуск АББ Ревю прольет свет на некоторые аспекты обеспечения непрерывности энергоснабжения, чрезвычайно важные для нашей экономики.

На этой ноте, я хотел бы сказать, что после шести лет работы главным инженером компании Группы АББ, в ближайшее время я вступлю в новую должность регионального управляющего по Центральной Европе и главы АББ Германия. Поэтому этот номер – последний, который был издан с моим участием в Редакционной коллегии. Я хотел бы поблагодарить всех авторов и читателей за их пристальный интерес и поддержку нашего журнала в течение этих лет, и надеюсь на то, что так будет продолжаться и в будущем.

Приятного чтения!

Питер Тервиш,
главный инженер АББ Ltd.



Нефть и газ

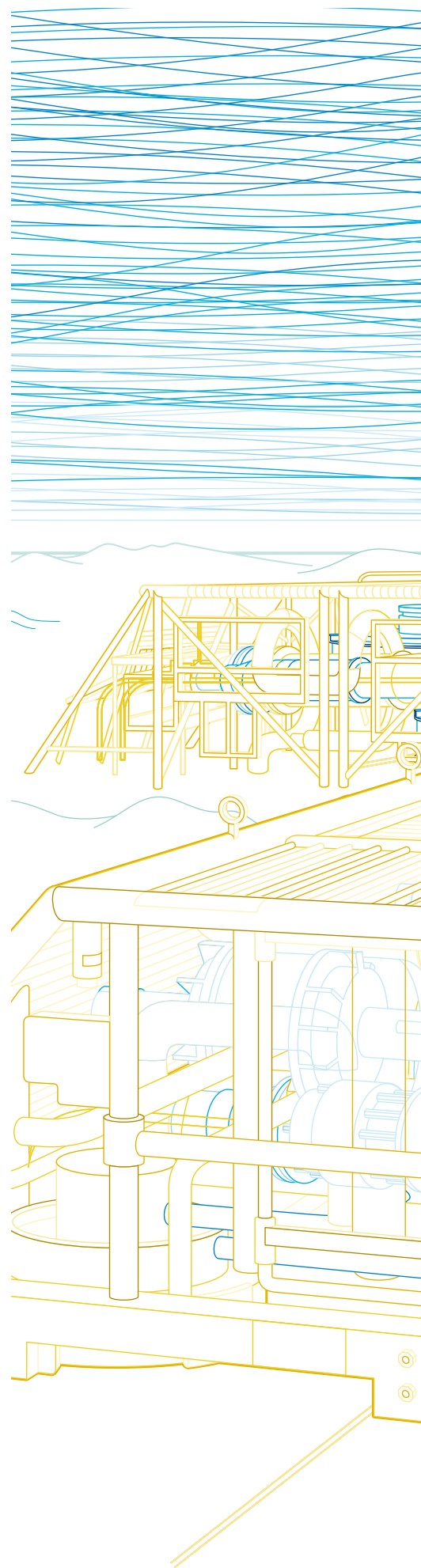
Энергия, которую мы любим ненавидеть

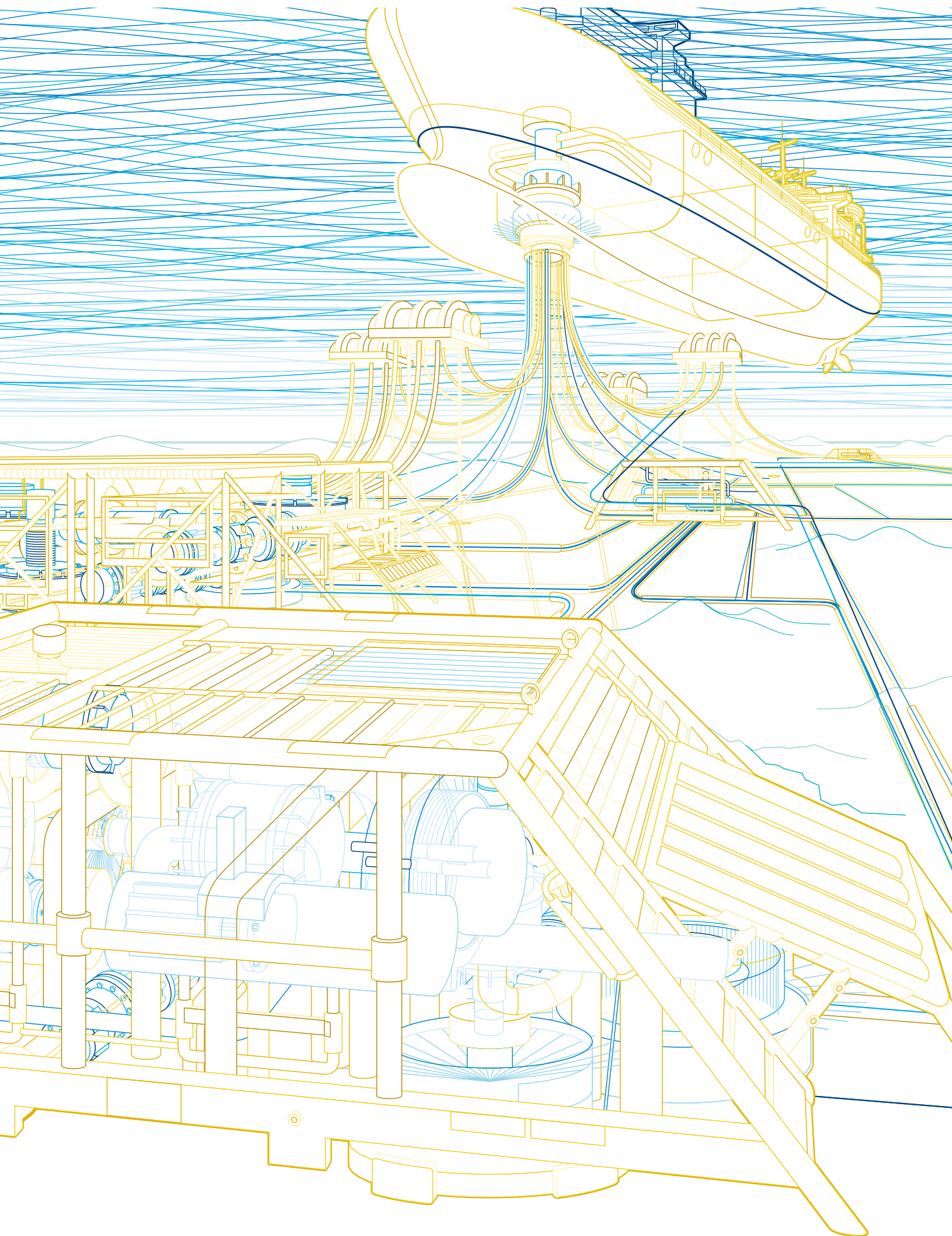
ХАВАРД ДЕВОЛД, СЭНДИ ТЭЙЛОР – Нефть и газ составляют более половины всей потребляемой энергии. Тем не менее, восприятие данной индустрии и ее направлений перемежаются с такими вопросами как загрязнение окружающей среды, глобальное потепление и колебания цен на нефть, воздействующими на людей и экономику разными способами. Чистый объем потребляемой нефти и газа означает, что эти виды топлива в обозримом будущем продолжат заполнять значительную долю потребности в энергии в мире. Обеспечение надежной и бесперебойной поставки энергии зависит от технологий, используемых в ее добыче. Поскольку наиболее перспективные области коммерциализированы, требования к технологиям увеличиваются с целью обеспечения экономической, эффективной и безопасной добычи топлива. АББ предлагает полный комплекс технологий и решений, начиная от интегрированных продуктов и систем автоматизации и электрообеспечения, контрольно-измерительной аппаратуры, аналитических и телекоммуникационных систем, и заканчивая разработками и обслуживанием.

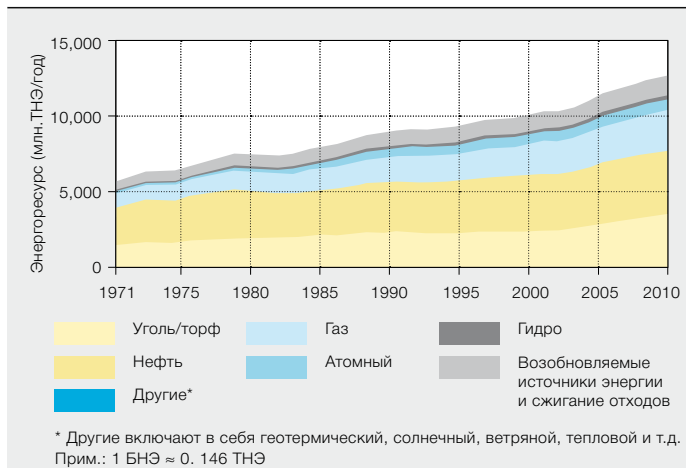
АББ поставляла продукты и услуги для мировой нефтяной промышленности более 100 лет. Значительный сдвиг произошел во времена 1970-х, когда вслед за нефтяным кризисом и недостатком нефти стали открываться новые месторождения во все более труднодоступных местах и развиваться технологии для удовлетворения изменяющихся потребностей. В течение этого десятилетия АББ начала поставлять системы управления на микропроцессорах, представляющие технологию, которая постепенно начала заменять механические и пневматические «запаянные» одноконтурные средства управления. Компания также расширила свою базу технологически, внося дополнительные предложения для данного сектора. В 1973 добыча нефти и газа составила 76

млн.БНЭ/сутки, около 20 % которой было добыто на шельфовых месторождениях, расположенных в относительных мелководьях.

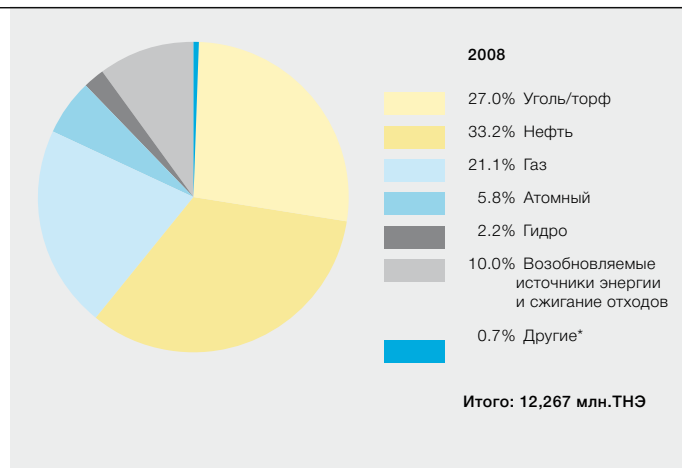
АББ вскоре утвердилась в быстрорастущей нефтедобывающей промышленности на шельфе в качестве главенствующей компании на рынке нефтегазового сектора, имея множество референтных проектов в Северном море, а также огромные шельфовые месторождения, развиваемые в Персидском заливе. Это было время больших шельфовых промысловых центров с гравитационными основаниями и стационарными платформами. Они характеризовались новыми требованиями к пожарным и газовым системам и управлением процессом и интеграцией через многоэлементные системы, которые ранее были автономны. Области, охваченные этой интеграцией,



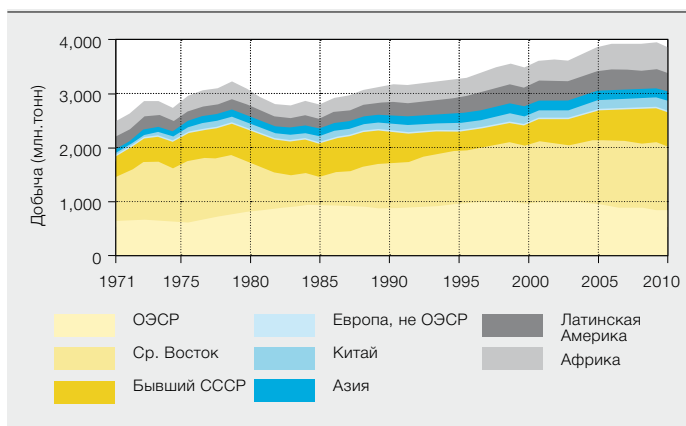




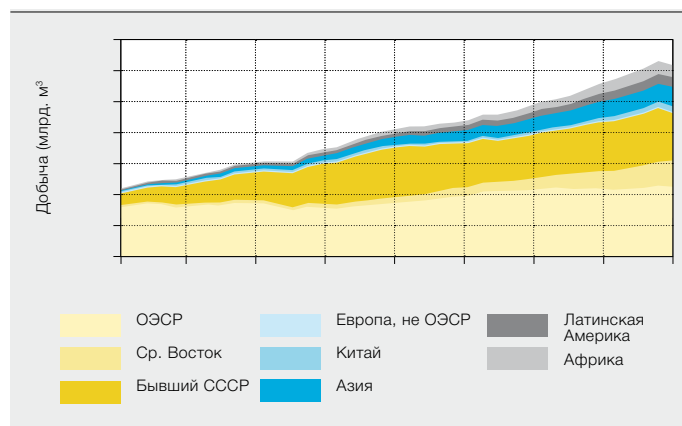
1а Развитие мировых источников энергии и группы



1б Нефть и газ занимают больше половины мировых энергоресурсов в цифрах 2008 года



1с Сырая нефть по регионам



1д Природный газ по регионам

Благодаря увеличению нефтеотдачи пласта (добыча нефти усовершенствованными методами), промышленные запасы многих месторождений более чем удвоились за срок их эксплуатации и, как ожидается, будут увеличиваться в дальнейшем.

включали системы безопасности, измерительные системы, технологические системы и системы диспетчерского телеуправления. Имея долгий опыт в морском секторе, для АББ было естественно расширить свои возможности в сфере плавучих, а также глубоководных систем нефтедобычи. Этот концепт разработки месторождения постепенно заменил большинство громоздких стационарных установок. Сегодня офшорные установки составляют более 40 % всей добычи нефти и газа, а добыча с помощью новых офшорных глубоководных установок происходит с глубины более 500 метров. Недавно в месторождениях Чинук и Каскад (на побережье Луизианы в Мексиканском заливе) начала использоваться новая плавучая установка для добычи, хранения и отгрузки нефти BW Offshore Pioneer, которая установила новый рекорд, будучи углубленной, более чем на 2 500 м. Основание было оснащено системами автоматизации и электропитания АББ.

Подготовка почвы на будущее

Сжигание ископаемых видов топлива –

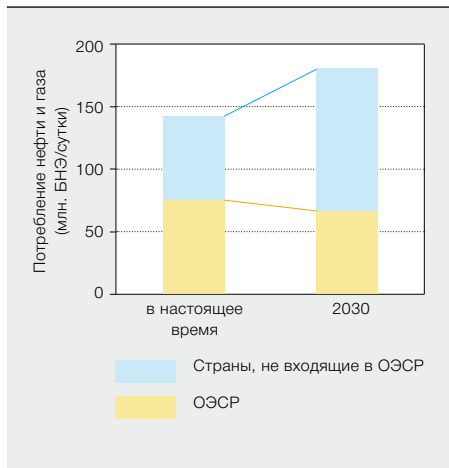
угля, нефти и газа – обычно считается непосредственной причиной большей части наблюдаемого и прогнозируемого глобального потепления. Ископаемые виды топлива составляют 81,3% всей потребляемой энергии [рис. 1](#). Нефть и газ составляют 51%, остальное – уголь¹. Несмотря на эти страшные последствия, в настоящий момент не существует источника или носителя энергии, который может заменить нефть и газ в масштабе их применения в транспортном секторе или в качестве промышленного исходного сырья. Электромобили имеют большой потенциал с учетом улучшающихся технологий и расширения диапазона применения, но в настоящее время доля их использования составляет только несколько %. Даже если бы был открыт революционно новый источник, развитие

Сноска

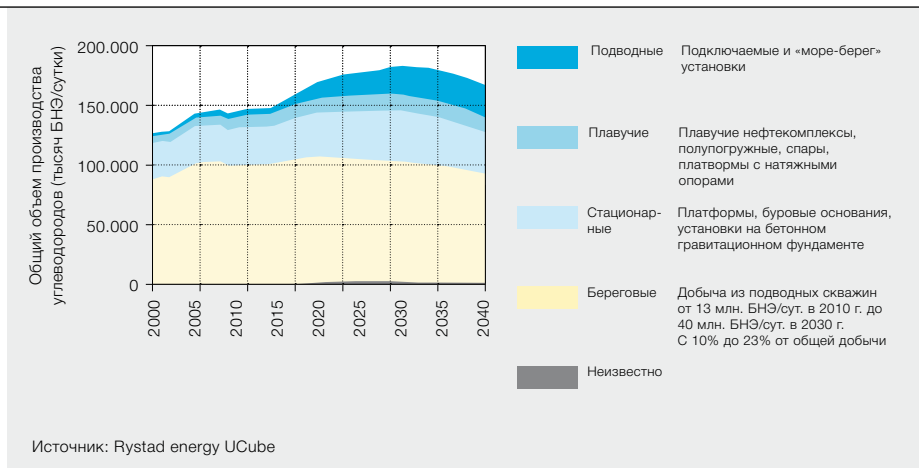
1 По статистике международного энергетического агентства IEA, 2010 год (www.iea.org).

Название рисунка

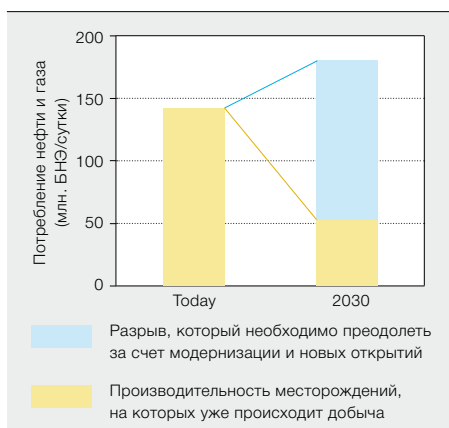
Плавучая система нефтедобычи, хранения и выгрузки соединяется с сетью скважин, расположенных на морском дне.



2а Потребление не ОЭСР в сравнении с ОЭСР



2с Добыча по видам ресурсов



2б Сравнение месторождений, на которых уже происходит добыча с необходимой модернизацией и открытием новых источников энергии

увеличивается до максимума (полка добычи) и затем постепенно понижается (конечный период). Мировая средняя добыча нефти на месторождениях в этой фазе ежегодно уменьшается приблизительно на шесть % - если не проводятся никакие мероприятия по модернизации. Это означает, что в 2030 разрыв между потреблением и оставшейся производительностью составит 70 % от общего потребления. Эта производительность должна исходить из месторождений, которые время от времени модернизируются или разрабатываются, или от новых нетрадиционных источников. При этом, указанный разрыв лишь незначительно меньше, чем сегодняшняя общая добыча, что устанавливает высокие требования к технологиям разведки и добычи [рис. 2б](#).

Для многих месторождений это означает, что Промышленные запасы более чем удвоились за время их эксплуатации и все еще продолжают увеличиваться, поскольку развиваются более сложные, усовершенствованные методы увеличения степени нефтеотдачи (EOR) путем комбинирования 3-D и 4-D сейсмомоделирования, разрыва и стимуляции пласта, а также других технологий.

Разрыв и стимуляция пласта являются технологиями, которые открывают каналы в пластовой породе для выхода углеводородов из пористой структуры. Разрыв пласта достигается при помощи высокого давления (гидравлический разрыв пласта), взрывных ударов (взрывной

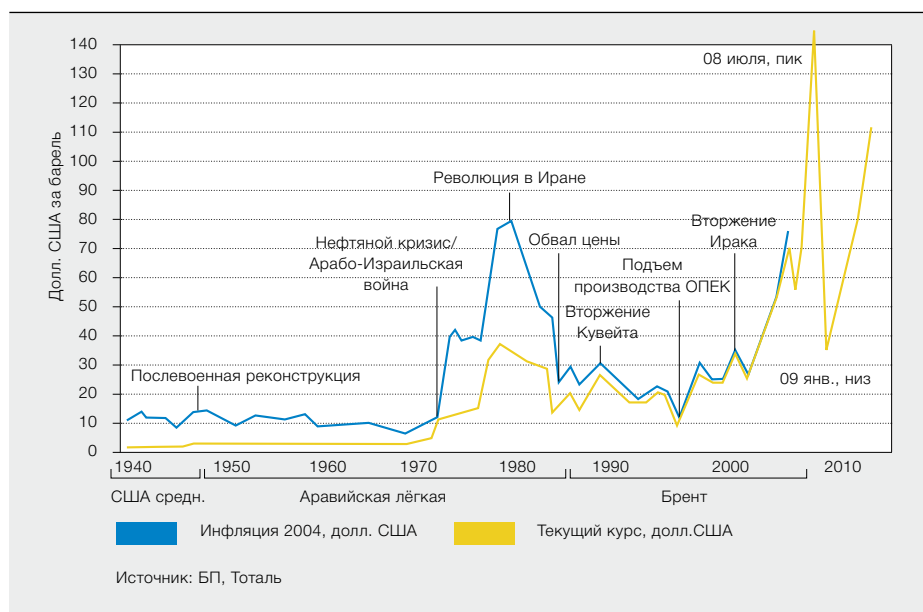
существующих транспортных средств и дистрибьюторской инфраструктуры продолжалось бы еще десятилетия. В настоящее время совместная добыча нефти и газа, составляющая 142 млн. БНЭ/сутки, почти вдвое выше показателей 1973 года. Несмотря на прогресс в эффективности использования энергии и внедрение возобновляемых источников, таких как биотопливо, добыча нефти и газа вырастет в будущем, достигнув 180 млн. БНЭ/сут. к 2030 году. Через несколько лет потребление стран, не входящих в ОЭСР, превзойдет потребление стран, которые в нее входят, и предсказуемо вырастет на 120 % к 2030 году. К тому времени оно будет вдвое больше, чем потребление стран, входящих в ОЭСР. У последних будет медленное понижение потребления приблизительно на 12 % за тот же самый период из-за увеличивающейся эффективности использования энергии и ограниченного прироста населения [рис. 2а](#).

Добыча обычных месторождений резко

В отличие от легкой нефти вчера, значительная доля нефти и газа сегодня должна добываться из месторождений, характеризующихся такими прилагательными как арктические, глубоководные, холодные, тяжелые, с высоким водо- и серосодержанием, описываемыми только некоторые из них. Кроме того, чтобы добыть дополнительное количество нефти, которая не была бы иначе добыта, на существующих пластах могут использоваться технологии улучшения нефтеизвлечения. В большинстве случаев, подобные технологии способствуют, например, откачиванию, нагреванию, переработке, очистке воды, моделированию программного обеспечения и подобным мероприятиям. Улучшение нефтеизвлечения (IOR): В то время как полвека назад приемлемая производительность нефтяной скважины составляла 20 - 30 %, в настоящее время производительность многих месторождений равна 50 %, а с применением передовых технологий превосходит 70 %.

В настоящее время, совместная добыча нефти и газа, составляющая 142 млн. БНЭ/сутки, что почти вдвое больше показателей 1973 года, стремится к увеличению до 180 млн. БНЭ/сутки к 2030 году.

разрыв пласта), химикатов (например, кислотный гидроразрыв) и других технологий, а также других решений для предотвращения закрытия каналов (например, расклинивающих агентов) и потери проницаемости.



Поскольку резервуары становятся все более холодными, глубокими и удаленными, для добычи требуется все большее количество энергии, и, следовательно, ее более эффективное использование.

Мощность и система автоматического управления и контроля играют ключевую роль в реализации потенциала методов увеличения нефтеотдачи пласта, а также извлечении из более сложных, глубоких и холодных месторождений, обнаруженных недавно. Одним из примеров является глубоководное месторождение нефти с относительно неглубоко залегающими резервуарами, найденное в Анголе, которое требует многофазного подводного откачивания.

Поскольку цена на нефть продолжает увеличиваться, и составляет свыше 100 долларов США/баррель (по данным на апрель 2011 года) [рис. 3](#), а цены на газ остаются прежними на протяжении долгого периода, центром внимания опять

становятся нетрадиционные ресурсы. В настоящее время наблюдается увеличение добычи нетрадиционного газа (сланцевые газы, угольный метан), а также нефтеносных песков. Эти источники не только более труднодобываемые, они также требуют большего количества энергии, которая в свою очередь подразумевает большие выбросы, прямо и косвенно, например, от пластовой воды. Поэтому, будущая добыча должна осуществляться с сосредоточением на таких аспектах, как выбросы, стоки случайные разливы и утечки, а также несчастные случаи на производстве. Как результат, капитальные затраты (КЗ) увеличатся втрое в течение следующих десятилетий, а от поставщиков потребуются новые технологии по приемлемой цене [рис. 4](#).

Подводные и плавучие нефтекомплексы

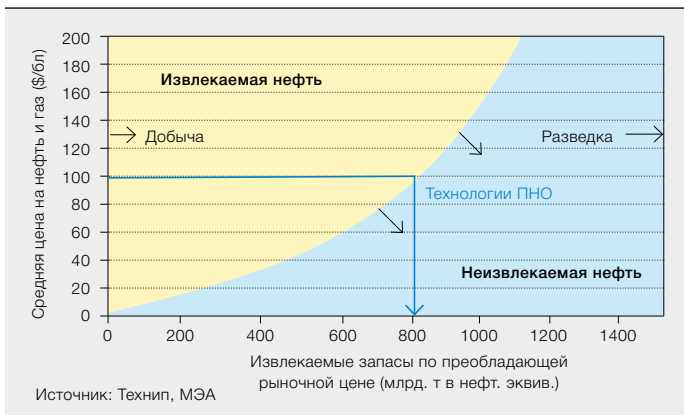
Ранние 1990-е ознаменовались завершением эры установок с большим гравитационным фундаментом (УГФ), использование которых достигло своего пика на платформе Тролл А на 656000 метрических тоннах, 472 метрах в высоту и 369 метрах в воде [рис. 5](#) (в Мексиканском заливе есть более высокие конструкции, но не такие массивные). УГФ все еще более предпочтительны на мелководьях и в водах средней глубины в арктических районах, таких как Канада (например, месторождение Хеброн), Карское море и остров Сахалин в России, из-за проблем, связанных с морскими льдами и айсбергами. Однако уровень стоимости и тот факт, что почти все новые открытия, сделанные с тех пор, были сделаны на глуби-

нах более 500 метров, привели к постепенному изменению подхода. Подводные добывающие системы, в которых устьевое отверстие скважины располагалось на дне, позднее заменили надводную фонтанную арматуру, так называемую «сухую елку», располагающуюся на конструкциях или судах, а вместо стационарных стали чаще использоваться плавучие нефтедобывающие платформы. Самый популярный вид - плавучий нефтекомплекс (плавучее добывающее, хранящее и отгружающее судно), часто базирующийся на корпусе танкера с оборудованием переработки нефти и газа на палубе.

Одним из факторов, подкрепляющих вышесказанное, является доступность изношенных корпусов танкеров, на которые заканчивается сертификация на выход в море, но которые все еще могут использоваться стационарно в течение 10 или более лет. Будучи крупным игроком на морском рынке, АББ смогла занять ведущее положение в этом секторе, поставляя установки для более, чем 50 плавучих нефтекомплексов. Поскольку эти нефтепромысловые объекты имеют, как правило, модульную конструкцию, АББ была предоставлена возможность расширить свою сферу деятельности в части оснащения больших подстанций электрооборудованием для плавучих нефтекомплексов (согласно статье о подстанциях, стр. 29). Кроме того, проекты плавучих нефтекомплексов реализуются довольно быстро, стремясь минимизировать интерфейс и достигнуть высокого уровня стандартизации на борту, что способствует реализации проекта АББ в части интегрированного электрического, приборного и телекоммуникационного оборудования (ЕИТ), в котором все проводные и беспроводные системы (включая электрические) на борту обслуживаются по единому концепту. Это не только снижает эксплуатационную стоимость, но и обеспечивает доказанную экономию капитальных вложений в размере 15 - 20% по оборудованию ЕИТ и проектированию, а также снижает срок поставки на несколько месяцев.

Первоначально подводные установки состояли из кустов по 4-6 скважин, прикрепленных к плавучему нефтекомплексу, находящемуся на расстоянии меньше, чем в нескольких километрах. За эти годы подводные конструкции развились в полноценные самостоятельные подводные добывающие системы, с большими «отводами», часто находящимися на рас-

4 Повышенная нефтеотдача может увеличить промышленные запасы



стоянии десятков километров между спутниковыми подводными системами. Новая тенденция подразумевает удаление всех надводных промысловых объектов и привязку подводных систем добычи непосредственно к берегу. Это зачастую означает подводные трубопроводы, энергетические и коммуникационные линии, пролегающие на 100 и более километров под водой.

Даже в тропических регионах температура воды на глубине более 2000 метров близка к замерзанию. Поскольку более легкие углеводороды, такие как пропан и бутан, при этих температурах могут замерзать под высоким давлением, часто требуется применять присадки для предотвращения замерзания промысловых трубопроводов в случае замедления добычи, если, при этом, температура потока в скважине не в состоянии их эффективно подогревать. На других месторождениях добывается тяжелая нефть (ниже 20 API²), где вязкость может стать слишком высокой из-за охлаждения от окружающей морской воды.

Большие расстояния, высокие стояки от морского дна и другие факторы также влияют на необходимость подогрева трубопроводов, внутрискважинных насосов и другого многофазного трубопроводного оборудования, такого как насосы или компрессоры. Они все требуют большого количества электроэнергии и тщательного контроля. Однако передача энергии на такие расстояния с приемлемыми потерями является отдельной проблемой. Компания АББ смогла разработать си-

стемы, оптимизирующие дистанцию между источником и потребителем электроэнергии. Вероятно, что это направление будет развиваться, особенно для арктических и экологически опасных регионов, где предполагаемая удаленность составляет до 500 км.

Методы увеличения нефтеотдачи пласта

К концу 1990-х наиболее важные признаки, которые отличали продукты систем управления, начали выделяться из основной функциональности (например, операционных систем, разрешения экрана и тактовой частоты) в приложения, ориентированные на нефтегазовый сектор, и развивающиеся технологии, такие как промышленные сети и решения по увеличению нефтеотдачи пласта. Не является общеизвестным фактом, что когда цена на нефть упала до 8,70 долларов США/баррель, многие конференции по технологии во второй половине 1990-х в качестве главной темы рассматривали технологию, предусматривающую цену нефти 10 долларов США.

Внимание было сосредоточено на снижении стоимости развития новых месторождений нефти путем повышения эффективности инженерно-технического обеспечения, стандартизации и рационализации, а также на уменьшении затрат путем увеличения добычи из существующих резервуаров. АББ впервые представила технологию повышения нефтеотдачи пласта под названием «Увеличение добычи нефти» в 1997 году. В течение прошлого десятилетия этот комплекс идей эволюциониро-

5 Платформа Тролл А весит 656, 000 метрических тонн, 472 метра высотой и 369 метров под водой



вал в сегодняшний комплекс «Комбинированные системы автоматизации», рассчитанный на увеличение производительности, уменьшение потребляемой энергии и снижение стоимости эксплуатации посредством успешного использования имеющихся данных, таких как оперативные данные процесса и текущий контроль состояния объекта.

Проект комбинированных систем автоматизации развивался в совместную инфраструктуру между локальными нефтепромысловыми объектами, централизованными точками управления и экспертными ресурсами, как в пределах нефтяной компании, так и с ключевыми поставщиками продуктов и услуг.

Электрификация и эффективность энергопользования

С разработкой все более глубоких и трудных пластовых резервуаров акцент

Даже в тропиках температура воды на глубине свыше 2000 метров настолько низкая, что многие углеводороды замерзают.

переместился на эффективность использования энергии. Поскольку залежи нефти и газа становятся более глубокими, и чаще располагаются в холодных, географически отдаленных регионах, удельная мощность энергии, необходимой для подъема нефти из скважины, ее перекачки или сжатия газа для подачи в трубопроводы, а также преобразования газа в жидкое состояние, резко увеличилась от 200 кВт на 1000 баррелей в сутки на типичном морском нефтепромысловом

Сноска

- ² Удельный вес API (Американский институт нефтепродуктов) — это измерение удельного веса или плотности жидкости. API 10 — эквивалент воды, большие цифры означают меньшую плотность (держится на воде), а меньшие цифры — большую плотность (тонет в воде).

Проект АББ «Комбинированные системы автоматизации» нацелен на увеличение производительности при уменьшении затрат на энергоносители и эксплуатационные расходы



объекте в 1980-х до 1 МВт и более на некоторых объектах на сегодняшний день. Нетрадиционные ресурсы могут потребовать значительно большей затраты энергии, чем даже эти показатели. Количество энергии, потраченной на добычу одного барреля, приравнивается к количеству энергии, расходуемой на транспортировку пяти баррелей.

Добыча нефти и газа - это энергоемкий процесс и, в среднем, 11 % того, что выходит из скважины, потребляется прежде, чем газ или сырая нефть поступают на продажу. Основное потребление - это подогрев, перекачка, сжатие и связанные с этим процессы обработки, и часто эта энергия вырабатывается на месте при помощи относительно малоэффективного оборудования для генерации те-

Компания АББ постоянно совершенствует свои решения в части энергоснабжения, систем контроля, безопасности и КИП.

пловой энергии. Наиболее распространено оборудование с диапазонами эффективности от 20 до 40 %, при среднем показателе около 25 %. Ситуационные исследования продемонстрировали, что значительная экономия может быть достигнута при использовании приводов с регулируемой скоростью как для малых нагрузок (например, насосы), так и для больших компрессоров, трубопроводов и загрузочных насосов. В последнем случае они могут даже заменить газовые турбины в устройствах с прямым приводом, обеспечивая уменьшение выбросов и значительную экономию топлива (в пределах 40-70 %), а также увеличение надежности, долговечности и снижение эксплуатационных расходов. Компания АББ является лидером в данной технологии, ее установки эксплуатируются на компрессорных станциях, заводах СПГ, на объектах по переработке газовых конденсатов и ГПЗ.

Переработка

Бизнес в части переработки постоянно находится под влиянием колебаний рынка сырой нефти, высокой стоимости энергоносителей, природоохранных законодательств и запросов потребителя. Все эти факторы очень влияют на коэффициент доходности. В такие моменты значительно увеличивается потребность в применении инновационных методов с «добавленной стоимостью», поскольку нефтепереработчики стремятся выжать максимально возможное количество продукта из барреля сырой нефти, тем самым оптимизируя энергетические затраты, соблюдая требования природоохранных законодательств и снабжая рынок продуктами с необходимыми характеристиками (бензин марки Евро III и IV и дизельное топливо с ультранизким содержанием серы).

АББ имеет многолетний опыт в сфере нефтепереработки с использованием широкого диапазона аналитических систем, КИП, систем управления и безопасности. Компания прочно утвердилась на рынке и предлагает к применению передовые решения, такие как:

- 1 Раннее обнаружение неисправностей и диагностика, который обеспечивает раннее определение возможных событий, снижение/предотвращение аварийных отключений.
- 2 Современные методы технологического контроля, позволяющие оптимизировать производство.
- 3 Управление энергоресурсами, которое

Несмотря на то, что разведка и добыча становятся сложнее, существует достаточно обычных и нестандартных залежей углеводорода, которых хватит человечеству на следующее столетие.

оптимизирует использование и, таким образом, стоимость эксплуатации нефтеперерабатывающего завода.

- 4 Управление активами для контроля целостности производственных средств.
- 5 Полный комплекс консультационных услуг, обеспечивающих гарантированные решения по безопасности эксплуатации завода.

Недавние успехи АББ были достигнуты в результате модернизации и расширения технологий перемещения, хранения и смешивания нефти (RBC/ABC, нормативное / усовершенствованное управление смешением) В 2010 году АББ успешно осуществила и внедрила решения по смешиванию, которые значительно увеличили прибыль нефтепереработчиков.

ПЗС (проектирование, закупка и строительство)

АББ имеет многолетний опыт в контрактации и в строительстве, а также является главным подрядчиком в больших нефтегазовых проектах. В начале 2000-х АББ укрепила свое положение в нефтегазовом сегменте путем основания ПЗС центра в Италии, унаследовав прежние традиции и «ноу-хау» предыдущего итальянского подрядчика.

АББ изучила новые требования отрасли и расширила возможности своих систем в части реализации многозадачных проектов, интегрировав возможности ПЗС в



свои традиционные средства реализации проектов по электроснабжению и системам автоматизации.

АББ предлагает готовые решения (береговые и морские) для применения в сфере нефти и газа, от добычи до переработки, хранения и транспортировки, включая: газовые/нефтяные сепарационные установки, ГПЗ, установки закачки воды/газа, компрессорные и насосные станции, терминалы, компактные силовые установки, а также установки водоподготовки. Эти виды деятельности в значительной степени способствуют развитию нефтяного и газового бизнеса АББ. В настоящее время немногие игроки на рынке могут предложить продукты мирового класса, передовые интегрированные системы и хорошо зарекомендовавшие себя средства ПЗС.

Пример, демонстрирующий вышеописанную деятельность компании, представлен в статье, описывающей задачи, решаемые в проекте ЭльМерк, который, в настоящее время находится в стадии реализации в Алжире (см. страницу 20).

И еще...

АББ справляется с проблемами в сфере нефтегаза двумя способами: во-первых, компания непрерывно развивает свои собственные ключевые решения в части систем энергообеспечения, контроля, безопасности и КИП. Во-вторых, в течение прошедших лет компания была пар-

тнером стратегически важных заказчиков и продемонстрировала способность развивать уникальные технологии в таких отраслях, как энергообеспечение подводных установок, береговое энергоснабжение и комбинированные системы автоматизации.

Эти решения не были бы возможны без распределения рисков, финансирования и доказательств, полученных в результате проведения полевых испытаний. В качестве примера можно привести проекты на норвежском континентальном шельфе и долгосрочные обязательства таких компаний, как Коноко Филлипс, Шелл, БиПи и Статойл в части присоединения к научно-исследовательским и опытно-конструкторским проектам АББ и других компаний в проекте, названном «Лаборатория Северного моря».

Кроме того, партнерство и соглашения о научно-исследовательских работах с такими компаниями как Сонатрак, Доу и Петробраз способствуют развитию технологий АББ. Следующий шаг — увеличить долю подобных партнерств на Ближнем Востоке, особенно в Саудовской Аравии, Катаре и Объединенных Арабских Эмиратах, которые сосредоточились бы на рациональных и эффективных решениях с учетом специфики данного региона. Эти проекты будут включать такие аспекты, как повышение

нефтеотдачи пласта, вода и рациональное водоиспользование, автоматический удаленный мониторинг и обслуживание. В статье «Удаленный мониторинг и обслуживание» на стр. 50 рассматривается одна из этих технологий.

Несмотря на то, что разведка и добыча становятся сложнее, есть достаточное количество обычных и нетрадиционных углеводородов, которых хватит человечеству на следующее столетие. Большей задачей, чем получение достаточного количества продукта, будет устранение нанесенного ущерба среде. В мире, нуждающемся в мощном энергоснабжении, где потребление энергии на душу населения сравнимо с богатством, все еще, кажется, есть небольшой выбор, несмотря на то, насколько мы любим ненавидеть нашу зависимость от нефти и газа.

Для более детальной информации по предложениям в сфере нефти и газа компании АББ посетите вебсайт www.ABB.com/oilandgas.

Хевард Девольт

Старший менеджер по разведке и добыче, Подразделение нефти, газа и нефтехимия, Осло, Норвегия havard.devold@no.abb.com

Сэнди Тайлор

Менеджер подразделения нефти, газа и нефтехимии, Сант-Лоре, Квебек, Канада sandy.s.taylor@ca.abb.com



Тенденции в энергетике

Интервью с профессором Техасского университета Скоттом В. Тинкером, главным геологом штата и директором бюро Экономической геологии по тенденциям и решениям в нефтегазовой промышленности

Непрерывность и надежность поставки углеводородов, представляющих большинство потребляемой энергии, имеет фундаментальное значение во всех областях экономики. Неудивительно, что стоимость нефти отслеживается, обосновывается и анализируется, как никакой другой товар. Помимо ее экономической важности, есть и другие причины, связанные с нефтегазовой промышленностью. В этом интервью Скотт В. Тинкер рассказывает журналу АББ Ревю о направлениях поисковых работ, достижениях и будущем отрасли.

Профессор Тинкер, спасибо, что уделите нам время. В чем Вы видите основные пути развития нефтегазовой промышленности?

В настоящее время происходят несколько макропроцессов развития. Я начну с промышленной структуры. Международные нефтяные компании (МНК) подвержены слиянию и поглощению друг другом. Параллельно компании, которые были национальными, становятся международными. Все эти компании ищут пути увеличения своих запасов путем разведки и приобретения месторождений.

Другой макро-подход заключается в переходе от традиционных к нетрадиционным запасам. Нетрадиционные запасы включают в себя тяжёлую нефть, а также нетрадиционный природный газ, такой как газ в плотных породах¹, сланцевый газ, метан угольных месторождений, газовый гидрат метана и других.

Общее у всех этих направлений и тенденций – вопрос доступности и объема запасов. Успешными компаниями в будущем будут те, которые различными методами получают к ним доступ.

Еще один подход я называю «надземными» задачами. «Подземные» задачи – это разведка и технологии; а надземные – это вопросы природосбережения и нормативно-правовое регулирование. Нефтегазовая индустрия должна информировать и обучать людей быть открытой, понимать их беспокойство, а также развеять многочисленные мифы, сложившиеся вокруг нее.

Нефть и газ занимают более половины всей потребляемой человечеством энергии и, следовательно, крайне важны для экономики. Люди обеспокоены колебанием стоимости этих энергоисточников.

Если мы возьмем последние 8 экономических кризисов, то 7 из них предшествовал всплеск цены на нефть. Так, например, каждый из 4 последних крупных экономических кризисов в США следовал за ее повышением. Я не говорю, что между ними прямая взаимосвязь, экономические кризисы – процессы гораздо более сложные. Но энергетика является особенно важной, даже фундаментальной частью любой экономики. Поскольку нефть – это источник энергии (по крайней мере, исторически), ее цена является мощным сигналом.

Что же делает нефть и газ настолько незаменимыми?

Нефть – это уникальный вид топлива, это удивительное топливо, которое может быть преобразовано во многие продукты, главными из которых являются бензин и дизельное топливо. Вы заливаете его в

Название рисунка

Ормен Ланге, наземный ГПЗ в Норвегии, эксплуатируется компанией Шелл

Сноска

¹ Газ в плотных породах – это природный газ, до которого очень тяжело добраться из-за низкой проницаемости горных пород, которые его окружают. Для его извлечения необходим специальный режим.

Танкеры для СПГ делают природный газ всеобщим предметом потребления. Это танкер Провалис компании Gaz de France's, оборудованный движительной установкой компании ABB.



Легче создавать ультрасовременные системы с нуля, чем переоборудовать старые под требуемые стандарты.

бак, сжигаете, и он не оставляет ни следа в баке. Он обладает высокой удельной энергоемкостью и является безопасным продуктом. Он также исключительно доступен. Очень сложно заменить чем-либо нефть, поэтому она настолько доминирует над транспортным сектором.

Природный газ очень универсален: Он используется в получении энергии, для нагревания, его использование также увеличивается в транспортном секторе. Он чище, чем уголь или нефть с точки зрения выделения CO₂, а также с точки зрения SO_x, NO_x, ртути и других загрязняющих веществ, выделяемых при использовании угля. Его положение в энергетической группе очень существенно и перспективно.

Существенное отличие нефти от газа в том, что природный газ не является пока материальным всемирным продуктом потребления. Мы еще не настолько расширили его применение по сравнению с нефтью. Газовый рынок имеет более региональную окраску.

Вы говорите «еще не»...

Технологии по экспорту и получению природного газа развиваются. По мере их роста мы сможем продвинуть природный газ в места, где его нет, и сможем уменьшить некоторое непостоянство и обеспечить непрерывность его поставки. В этом веке природный газ станет большой частью экономики.

Будут ли танкеры СПГ делать с газом то, что делают нефтяные танкеры с нефтью?

Вероятно, но развитие СПГ было немного замедлено ускоренным развитием нетрадиционного газа. В конечном счете, я думаю, что СПГ будет довольно важен.

Я был в Катаре, наблюдал за самым большим объектом по производству СПГ в мире: Экссон Мобил - под управлением катарской государственной компании РасГаз. У них семь законченных очередей, и я думаю, что восьмая - в процессе завершения, и это - большие линии. Там городок приблизительно на 40000 человек для строительства и обслуживания этих линий. Установка работает с приблизительно мощностью «один танкер СПГ в сутки», загружая танкер больше, чем 140000 тоннами газа за 12 часов. Такое судно приблизительно 300 м длиной, 100 м шириной и 10 этажей высотой. Движитель приблизительно 10 м в диаметре. Он работает как на дизельном топливе, так и на природном газе (что не удивительно), в зависимости от цены на Британскую тепловую единицу, и может развивать скорость более 20 узлов. Их флот насчитывает более 50 таких танкеров! Нефтяной танкер не сильно отличается.

Естественно, нет необходимости охлаждения. Водная завеса стекает по бортам танкера СПГ во время его загрузки, потому что, если СПГ соприкоснется с корпусом корабля, он может треснуть. Обычный нефтяной танкер может вмещать от 500000 до 750000 баррелей нефти. В основном он движется на дизельном топливе. В обоих случаях, для движения танкера требуется много энергии, но на себе он несет неимоверно большее количество энергии.

Итак, технология эффективной транспортировки СПГ понятна. Теперь вопрос об увеличении объема?

Да, нефтепромысловые объекты большие, дорогостоящие и требуют получения разрешений. Люди слегка обеспокоены, также существует некое недопонимание, касающееся безопасности танкеров СПГ. Хотя испытаний пока не проводилось, и я надеюсь, не будет проводиться, имитация показала, что даже если пустить торпеду в двойной корпус танкера, СПГ просто «вытечет», изменит свое состояние и сгорит. При сгорании выделяется много тепла, что негативно сказывается на объектах в непосредственной близости, но, тем не менее, танкер не взорвется как бомба. Исходом всего будет самоочищение. В некотором смысле, такой вариант развития событий более предпочтителен, чем разлив нефти, который собрать и очистить гораздо сложнее. Но говоря об этом, у нас естественно нет желания, чтобы это происходило в порту, расположенном рядом с населенными пунктами или объектами инфраструктуры. Морские сооружения позволяют доковаться танкерам в нескольких десятках километров от берега, при этом, газ доставляется по трубопроводу.

Какие технологические проблемы возникают при добыче нефти и газа?

Основная проблема – добраться до вещества. Часто говорят, что легкая нефть уже найдена. Найти нефть всегда было нелегко, но было легко добыть ее после того, как она найдена – она выходила из высокопроницаемых пород. Сегодня у нас есть лучшие технологии и лучшее понимание геологии, но среда разведки становится все труднее. Например, мы бурим на глубине свыше 2500 м под водой и работаем в арктических условиях или нефтяных песках Канады. Эти районы сложнее не только с географической точки зрения, но и с технологической точки зрения тоже. Поэтому добыча там дорогостоящая. Например, возьмем сланцевые газы. Природный газ есть на обширной территории

сланцевого бассейна. Бассейны разнообразны и текучесть пород будет различаться. Каждый бассейн разный. Компании должны понимать, где они бурят и как они получают доступ к запасам с поверхности перспективного раскола. Вместо того, чтобы бурить скважину через каждые десять акров, бурятся несколько поперечных, глубинных каналов из одного поверхностного места бурильных работ.

Вода – это другая проблема. В процессе должен быть получен доступ к породе, откачан метан и вода, метан отсепарирован, а вода закачана обратно. Огромное количество пресной воды входит в гидравлический разрыв пласта, и в воду должны быть добавлены такие вещества, как расклинивающие агенты, чтобы обеспечить открытость трещин. Извлекаются пластовые воды, которые должны быть обработаны на поверхности или повторно закачаны; оба варианта стоят денег.

Многие из старых месторождений эксплуатируются десятилетиями и их дебет снижается. Что можно предпринять для продления их экономической жизни?

В самом деле, многие из старых месторождений находятся в упадке. Но часто добыча ведется дольше, чем мы предполагали, поскольку мы ищем лучшие способы выманить каждый следующий баррель. Однако, несмотря на лучшую технологию, мы все еще оставляем много недобытой нефти. Если вы прольете нефть на вашу рубашку или пол гаража, вы поймете, как тяжело ее будет убрать. Также и горные породы. В зависимости от месторождения количество нефти, оставленной в земле, может быть меньше половины, 60 % или даже 80 % всего резерва и более.

Методы, используемые для добычи дополнительной нефти, включают заводнение, а также химическую, термическую и даже микробную обработку. Они все дорогостоящие. Мы часто понимаем, что можем добыть больше нефти, но если мы не можем вернуть затраты, тогда мы не делаем этого. Энергетика – это сектор, управляемый стоимостью, и если вы не знаете, будет цена на нефть в следующем году 150 или 50 долларов США, то трудно убедить ваших акционеров в размещении подобных инвестиций.

Страны – нерезиденты ОЭСР, такие как Китай и Индия, переживают беспрецедентный экономический рост. Какое влияние это оказывает на нефтегазовый сектор?

В Индии 600 миллионов человек не имеют доступа к современным источникам энер-

гии. Это почти вдвое больше населения США. В Китае то же самое. Это не учитывая миллиарда людей в обеих странах, кто уже имеет доступ к энергоресурсам; и эта цифра быстро растет. В 2005 году количество проданных в Китае автомобилей равнялось одной трети продаж в США. Прошло 6 лет, Китай уже превзошел США и приближается к цифре 20 миллионов автомобилей в год. Эта цифра будет расти – и правильно. Существует тесная взаимосвязь между доступом к энергоресурсам и здоровьем экономики.

Цель – развивать промышленность не тем путем, каким шли в прошлом столетии страны-члены ОЭСР. Учитывая технологию времени, мы промышленно развивались лучшим возможным способом.

Но это был опыт, который невозможно повторить. Попытка повторить это распустила бы развитие энергоснабжения, воздействуя на экономику и окружающую среду. Страны – не резиденты ОЭСР и члены ОЭСР должны сотрудничать для развития энергосберегающих, экономически эффективных и экологически чистых технологий. Многие из этих технологий уже доступны. Большие возможности заключаются в том, что легче создать современные системы с «нуля», чем модернизировать старые под требуемые стандарты.

Каков потенциал эффективности энергопользования?

Эффективность энергопользования – конечно же, низковисящий фрукт, если даже не фрукт на земле. США потребляют около 100 триллионов кубических футов (в эквиваленте природного газа) энергии в год. Менее половины из этого числа, примерно 45 триллионов кубических футов, идет на полезную энергию. Оставшаяся большая часть энергии заканчивает свое существование в виде отработанного тепла, выходящего через промышленные дымовые трубы, из коммерческих зданий, выхлопных труб или в виде теплопотерь в домах.

Повышение эффективности энергопользования снизит потери энергии в виде тепла. Опять же, легче это делать в новостройках, нежели переоборудовать старые дома.

Для примера, в своем собственном доме я установил новые флюоресцентные лампы, улучшил изоляцию здания, установил энергосберегающий водоподогреватель и т.д.

Горькая правда состоит в том, что эти инвестиции никогда экономически не окупятся. Хорошо сберегать энергию, но это больше философский аспект; нам от этого становится лучше. А вот если бы мы реализовали все эти мероприятия при постройке здания, я думаю, они окупились бы.

Энергетические решения, в основном, базируются на стоимости. Мы наблюдаем это и в производстве, и в жизни. Для того чтобы энергосбережение стало привлекательнее, оно должно привлекать и экономически.

Как этого достичь?

Компании могут производить продукты, которые разрабатывались бы с учетом большей эффективности в использовании и доступности. Люди могут играть в этом роль посредством своего личного выбора. Станет видна экономия за счет роста масштабов. Правительство также может сделать эффективность использования энергии более привлекательной.

До какой степени правительство должно принимать в этом участие?

Оно может влиять через многочисленные средства поощрения предприятий и отдельных лиц за более эффективное использование энергии. Но оно должно избежать искушения выбора победителей в этом. Один из многих негативных примеров в США – зерновой этиловый спирт. Он представляет не энергетическую политику, а аграрную. Для него нужна вода, удо-

Значительная разница между нефтью и природным газом в том, что природный газ пока не является таким глобальным продуктом потребления, как нефть. Мы продвигаем его не так активно, в отличие от нефти.

брения и почва, он конкурирует с производством пищевых продуктов, в то время как в данном производстве показатель потребления полезной энергии довольно



Технология и цена неразрывно связаны. Правильная цена дает технологии жизнь.

низок. Для правительства было бы лучше поставить широкие цели (выбросы, эффективность, энергосбережение, низкая цена и т.д.) и позволить промышленности, научному сообществу и другим конкурировать в разработке лучших решений.

Рассмотрим выбросы CO_2 . Если бы уголь или природный газ могли решить поставленные задачи, и были доступны, как ветер, солнце и прочее, мы принимали бы их во внимание. Но зачастую политикой правят другие интересы, которые идут позади поставленных задач. В этом случае правительство сталкивается со сложностями.

Говоря о CO_2 , какую роль может сыграть улавливание и хранение углерода (CCS)?

Бюро экономической геологии, где я работаю, является одной из ведущих исследовательских групп по хранению углерода в Соединенных Штатах. Мы были первыми, кто успешно законсервировал миллионы

тонн в Земле. Это увлекательная наука и технология.

Смотря глубже, я думаю, мы должны задать три основных вопроса: действительно ли это возможно, действительно ли это выполнимо, и действительно ли это разумно? Действительно ли это возможно? В Бюро мы изучаем геологию и исследуем возможности хранения углерода в Земле в таком объеме и количестве. Другие специалисты разрабатывают методики улавливания CO_2 из дымовых труб. По мере продвижения исследований решение этих вопросов становится вероятнее в некоторых областях, которые в значительной степени связаны с геологией.

Действительно ли это выполнимо? Может ли это быть выполнено с точки зрения политики и регулирования? Как люди относятся к тому, что углеводород будет законсервирован под землей на заднем дворе? Этот вопрос относится к «надземным» задачам. Опять же, я считаю, что это может быть выполнимо, но должна быть проделана большая работа, которую невозможно выполнить всюду. И наконец, действительно ли это разумно? Чего это будет стоить и каковы будут экологические преимущества? В мире в настоящее время ежегодно добывается 25-30 миллиардов тонн CO_2 из антропогенных источников. Чтобы ежегодно улавливать 1 миллиард тонн, нам потребуется выполнить 1000 проектов в год,

по 1 миллиону тонн закачки каждый. Проект на мегатонну – большой проект. Мы должны найти подходящее место и быть в состоянии позволить себе выполнить проект. Процесс улавливания стоит дорого (миллиарды долларов на каждый большой объект). Процесс сжатия и закачки менее дорогой, но, так или иначе, требует вложения денег. Добавьте к этому регулирующие и юридические аспекты, и общая стоимость будет очень высокой, добавляя значительную часть к стоимости кВтч энергии, полученной из угля. Повлияет ли это на изменение климата? Развитие данной инфраструктуры потребует времени. Эта обобщенная цифра в 1 миллиард тонн/год, кажущаяся грандиозной, представляет только около одной тридцатой от общего объема выбросов. Огромные проблемы связаны с возможностью выполнения этой задачи в требуемом темпе. А часы тикают в течение всего нашего исследования. Несмотря на то, что большая часть инвесторов в процесс улавливания и хранения углеводородов или в климатические исследования, этого не скажут, вопрос его разумности беспокоит меня. Время покажет.

CO_2 – не единственная экологическая проблема, связанная с нефтегазовой промышленностью. Другой проблемный вопрос – гидравлический разрыв пласта (ГРП).

Процесс гидравлического разрыва пласта использовался в течение многих десятилетий также и в обычном бурении. Когда жидкость собирается в очень малых поровых каналах (непроницаемых породах), единственный способ достичь ее – расколоть горную породу так, чтобы жидкость могла выйти. Эти трещины сохраняют открытыми с помощью расклинивающих агентов. Обычно это делается на глубине 1000-3000 метров. Количество энергии, используемой в процессе ГРП, представляет естественный предел тому, как далеко от ствола скважины могут распространиться трещины. В США мы провели около одного миллиона ГРП. Некоторых стволы скважин имеют более 30 проходов от ГРП по горизонтальной траектории скважины. Сам процесс раздвигания породы, насколько я знаю, никогда не образует трещин, которые выходят на поверхность. Для этого требуется более мощный технологический прием и некоторое изменение законов физики.

Тем не менее, процесс бурения шахт и доставка жидкостей разрыва грузовиком, а также погрузка, разгрузки и транспортировка на поверхности связаны с определенным риском. Могут произойти утечки и разливы, как и в любой другой отрасли. Мы должны работать над улучшением этих процессов: целью должно стать отсутствие утечек. Обычно мы знаем, когда произошла утечка. Ущерб имеет тенденцию ограничиваться местным масштабом, при этом утечка может быть остановлена, а ущерб ограничен и смягчен. Такая ситуация, конечно, не является нормальной, но она не нанесет большого вреда крупному региону.

Какие тенденции прослеживаются в нестандартных подходах?

Технология и цена тесно взаимосвязаны. При правильной цене технология обретает жизнь. Один из многообещающих регионов – Арктика: добыто очень малое количество нефти из этого огромного бассейна. Мы собираемся проводить там работы экологически безопасным способом.

То же самое касается, например, нефтеносных песков в Альберте. Нефтеносные пески разрабатываются на поверхности. Это не настолько экологически безвредный процесс – на самом деле он достаточно опасный. Но технологии развиваются и сейчас у нас есть, так называемое, гравитационное дренирование при закачке пара (ГДЗП), при котором пар производится из воды при помощи природного газа. Он закачивается в стволы скважин для

подогрева и разжижения нефти (которая имеет приблизительную плотность хоккейной шайбы). Воздействие на поверхность при этом процессе минимально. По завершении, устье скважины убирается и, если на этом месте снова вырастает устьевое оборудование, это является знаком тому, что там что-то произошло.

ГДЗП – дорогостоящая операция, но из-за высокого спроса на жидкие углеводороды, роста их стоимости и развития технологий, все больше запасов будут возрождаться к жизни. Некоторые люди говорят (и говорили на протяжении десятилетий), что нефтегазодобыча достигла своего пика: они мыслят сегодняшними экономическими и технологическими стереотипами. Запасы, в конечном счете, достигнут своей максимальной точки, особенно, если мы прекратим разведку и исследование новых направлений (географически и геологически). С ростом цены на ископаемую энергию, другие источники энергии становятся более жизнеспособными и постепенно заменяют нефть и газ. Возможно, однажды мы оглянемся назад и спросим: «Почему мы сжигали нефть в наших автомобилях?!»

То есть, добыча нефти достигла максимальной точки не потому, что она заканчивается, а потому, что мы нашли еще какой-то источник?

Что-то более доступное, или даже лучше! Есть глупая поговорка: «Каменный век закончился не из-за отсутствия камней». Также и нефтяной век закончится не из-за отсутствия нефти. При правильной цене останутся огромные ресурсы нефти. Вспомните те времена, когда мы использовали китовый жир для освещения. За данную фразу меня могут возненавидеть, но с приходом керосина исчезла необходимость охотиться на китов для добычи жира. Вот таким образом нефть спасла китов.

Сколько же все-таки осталось углеводородов?

Мир израсходовал чуть больше триллиона баррелей нефти и около 1000 триллионов кубических футов природного газа. В любом случае, есть еще 5-10 триллионов баррелей нефти и, возможно, от 5000 до 10000 триллионов кубических футов природного газа – по умеренной цене. Проблема в том, что до большинства из этого количества невозможно добраться с экономической точки зрения. Поскольку цена на нефть продолжает расти, и мы можем спорить, является ли существующий подъем пиковым, после которого он, ве-

Скотт В. Тинкер



Скотт В. Тинкер является директором Бюро экономической геологии, главным геологом штата Техас, директором консорциума передовой энергетики, профессором/завкафедрой и деканом кафедры научных геолого-геофизических исследований в Джексон Скел при Техасском университете в Остине. Скотт проработал 17 лет в нефтегазовой индустрии прежде, чем в 2000 году пришел в Техасский университет. Скотт является бывшим президентом Американской Ассоциации геологов-нефтяников (2008–2009) и Американской Ассоциации геологов (2006–2007). Тинкер был известным лектором Американской ассоциации геологов-нефтяников (1997), Общества инженеров-нефтяников (2002), а также лектором по компьютерным системам для Американской Ассоциации геологов (2006–2007), он получил высшие награды за статьи в двух крупных журналах. Тинкер занимает посты в Национальном совете по нефти, Междущатном совете по нефти и газу и работает в нескольких частных профессиональных ученых советах. Увлечение Тинкера – возведение мостов между наукой, промышленностью и правительством, он прочел более 400 лекций и посетил более 45 стран по этому вопросу. У Тинкера дипломы Университета Колорадо (кандидат наук), Университета Мичиган (магистр наук) и Университета Тринити (бакалавр наук).

роятно, спадет, это может стать сегодня ценовым ориентиром, поддерживающим разведку многих дорогих нефтяных месторождений.

Углеводороды являются не только источником энергии. Где еще они используются?

С развитием таких видов энергии, как солнечная, ветряная, геотермическая и биотопливная, мы, в конечном счете, мы будем сжигать меньше углеводородов для получения энергии. Это означает, что большее их количество будет доступно для использования в других целях, например, производства пластмассы, смазочных материалов и удобрений. Углеводороды являются действительно удивительными и их трудно заменить чем-либо.

Спасибо за Ваше интервью

Интервью проводил Андреас Моглестюэ, сотрудник журнала АББ Ревью: andreas.moglestue@ch.abb.com



В глубине пустыни

Сложности создания нефтегазовой инфраструктуры
в отдаленной и необитаемой части пустыни Сахара

СЕРЖИО КАСАТИ – СЕРЖИО КАСАТИ – За прошедшие 45 лет компания АББ успешно выполнила более 300 проектов по проектированию, закупке и строительству (ПЗС) в нефтегазовой сфере, а также в сфере энерго- и водообеспечения. Многие из этих проектов были реализованы в сложных отдаленных условиях, где основной проблемой были ограничения возможностей материально-технического обеспечения оборудованием, материалами и рабочей силой при выполнении различных видов работ. Один из таких текущих проектов – разработка нефтегазового месторождения Эль Мерк в Алжире, для которого АББ

проектировала, осуществляла поставки, строила и вводила в эксплуатацию значительную часть месторождений. Расположенное в отдаленном юго-восточном уголке страны, Эль Мерк представляет собой обширный иссушающий пустынный район песчаных дюн, который простирается на площади в 5000 квадратных километров. Огромное пространство и сложность разработки Эль Мерк требует уникального набора навыков в области ПЗС и инструментальных средств для осуществления и завершения проекта вовремя и в рамках бюджета.



Нефтегазовые месторождения Эль Мерк расположены в бассейне Беркин, втором по величине углеводородном бассейне в Алжире и одном из самых богатых в стране в части производительности и открытия новых месторождений. Расположенный в глубине пустыни Сахара, Эль Мерк характеризуется грубой и неприветливой окружающей средой: температура часто достигает 50°C, дождей практически не бывает, а почва в значительной степени состоит из огромных песчаных дюн, плотно прилегающих друг к другу, высота которых достигает 300 метров, и они постоянно перемещаются благодаря обжигающему сухому ветру. Эта удаленная местность, не имеющая инфраструктуры, расположена приблизительно в 1 000 километров от городов и портов северной прибрежной зоны, в которой живут 90 % 35-миллионного населения Алжира **рис. 1**. Район разработки Эль Мерк включает в себя четыре месторождения в пределах двух блоков (Блоки 405 и 208). Четыре нефтегазовых месторождения (известные, как ЕКТ, EMN, EME и ЕМК) развиваются благодаря консорциуму шести партнеров (Сонатрак, Анадарко, Эни, Маэрс, Коноко Филлипс и Талисман), а управление развитием осуществляет совместное предприятие Сонатрак-Анадарко Ассо-

эйшн¹, Группа Беркин.

На полной мощности, объект Эль Мерк может перерабатывать 160 000 баррелей нефтяного эквивалента в сутки из порядка 140 скважин.

Скважины будут соединены системой промысловых трубопроводов с десятью станциями промыслового сбора (СПС), откуда продукция будет перегоняться в центральный пункт переработки для сепарации, стабилизации, сжатия газа, отделения газоконденсатных жидкостей и хранения. Затем газ будет закачан обратно через шесть газораспределительных магистралей (ГРМ), расположенных на всех четырех месторождениях. В 2012 году запланировано оборудовать приблизительно 80 эксплуатационных скважин.

Ответственность компании АББ по контракту на проектирование, материально-техническое снабжение и строительство

Группа Беркин получила несколько контрактов по месторождению Эль Мерк на строительство центрального пункта пере-

работки, прилегающих промысловых объектов, бытовых (жилых) сооружений и промышленной базы, а также на строительство экспортных трубопроводов, силовых линий и подстанций. Консорциум под предводительством компании АББ, в который входят компании АББ, Сарпи (Алжир) и Петроджет (Египет), работает над

Нефтегазовые месторождения El Merk (Эль Мерк) расположены в бассейне Беркин, втором по величине углеводородном бассейне в Алжире.

Название рисунка

Расположенный в отдаленном юго-восточном уголке страны, Эль Мерк является обширным и иссушающим пустынным районом песчаных дюн, который простирается на площади в 5000 квадратных километров.

Сноска

1 Сонатрак-Анадарко Ассоциейшн находится в совместном владении компаний Сонатрак (Алжирская государственная нефтегазовая компания), Анадарко (Американская независимая нефтегазовая компания), Эни (Итальянская государственная нефтяная компания) и Маэрс (Датская частная нефтегазовая компания).

прилегающими промысловыми объектами. Контракт стоимостью в 650 млн. долларов является одним из крупнейших контрактов ПЗС в истории компании АББ. Этот контракт накладывает на компанию обязательства по проектированию, материально-техническому снабжению, транспортировке, строительству, пуско-наладке и запуску следующих объектов:

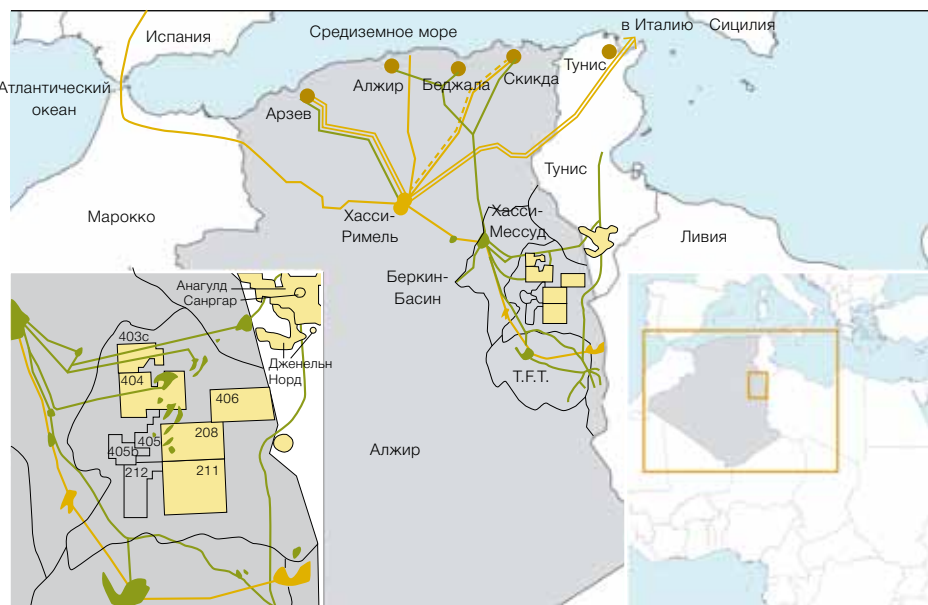
- десять пунктов промыслового сбора
- шесть газораспределительных магистралей
- поставка всех материалов для 120 скважин, а также подключение первых 80 к производственной сети
- монтаж 719 километров трубопроводов и трубопроводная обвязка всех четырех месторождений Блока 208.

Объем поставок АББ **рис. 2** включает в себя системы нагнетательной воды; выкидные трубопроводы, газлифт, системы подачи воды для разбавления бурового раствора; магистральные линии для нефти и газового конденсата, нагнетания газа и воды; а также технологические линии. В том, что касается оборудования, АББ будет поставлять насосы для закачки воды, дожимные насосы исходной воды, насосы подачи воды для разбавления бурового раствора, фильтры очистки воды, циркуляционные холодильники и сепараторы азота. По электрической части – щиты и силовые трансформаторы среднего и низкого напряжения; а в части КИП - измерительные системы, многофазные расходомеры, устьевую запорно-регулирующую арматуру и полевые приборы. Узлы дозирования химреагентов, камеры запуска диагностических внутритрубных снарядов и устройства приема скребков, а также системы катодной защиты также будут поставляться компанией АББ.

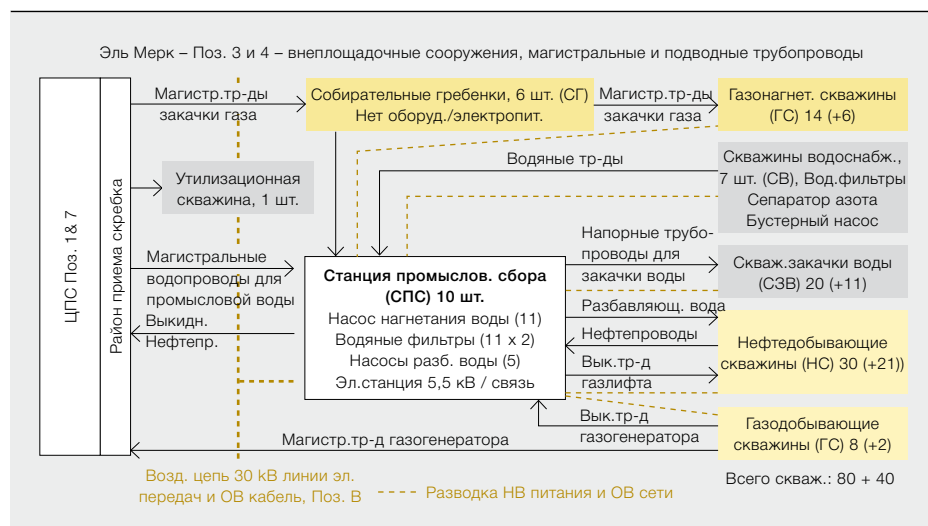
Точность и эффективность географической информационной системы (ГИС)

Еще один важный объект поставки АББ – географическая информационная система (ГИС) для всего проекта Эль Мерк. ГИС – это геопространственная система управления, которая позволяет проектировать, строить, обслуживать и управлять на самом высоком уровне эффективности и точности всей полевой инфраструктурой и производственными фондами. Это позволит всем участникам проекта Эль Мерк точно и своевременно отслеживать прогресс продвижения проекта в реальном времени. Эта система интегрирует данные из различных источников и осуществляет точные вычисления количества материала, необходимого для строитель-

1 Расположение Беркинского бассейна и месторождения Эль Мерк в Алжире.



2 Ключевые моменты проекта АББ, представленные на стартовом совещании по месторождению Эль Мерк



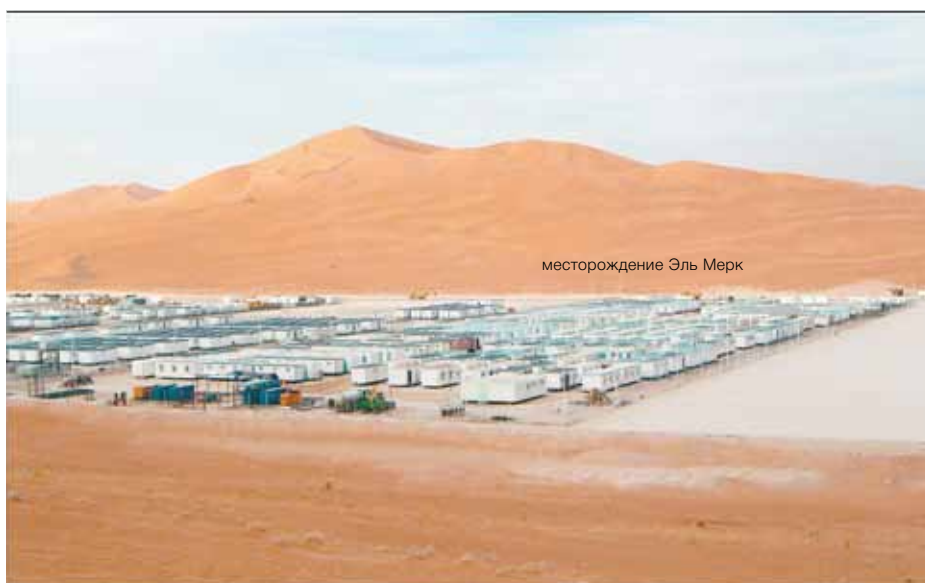
ства. Она оценивает все возможные препятствия вдоль коридоров трубопровода, такие как различия высотных отметок, углы наклонов дюн и тому подобные. Также она автоматически рассчитывает план трассы, включая всю необходимую для объекта информацию.

Данное решение основано на стандартной модели хранения данных о трубопроводах в информационных системах, наиболее широко используемой модели данных о трубопроводах в нефтегазовой промышленности.

ГИС – это основной фактор успеха такого крупного инфраструктурного проекта, коим является Эль Мерк, со множеством контрагентов и субподрядчиков по проектированию, материально-техническому снабжению и строительству, а также тысячами единовременно привлекаемых рабочих **рис. 3.** Без этой системы, согласно оцен-

ке консорциума ASP, развитие Эль Мерка, вероятно, заняло бы еще 12 месяцев, со всеми дополнительными расходами и потерей дохода, которые влечет за собой такая задержка. Например, в проекте такого масштаба вполне обычно изменение расположения скважин или маршрута трубопроводов, поскольку освоение продуктивного пласта развивается. Поскольку субподрядчики склонны интерпретировать геодезические данные по-разному, разногласия относительно правильного позиционирования производственных мощностей являются обычным делом. Решение компании АББ по внедрению ГИС не только предотвращает возможное недопонимание (а отсюда и потенциальные причины задержек по времени), но также вносит ясность и отражают эффективность концепции освоения месторождения. Партнером по этому проекту АББ выбрала компанию Интерграф, которая предоставляет платформу ГИС, а АББ управ-

3 Панорамный вид части площадки Эль Мерк



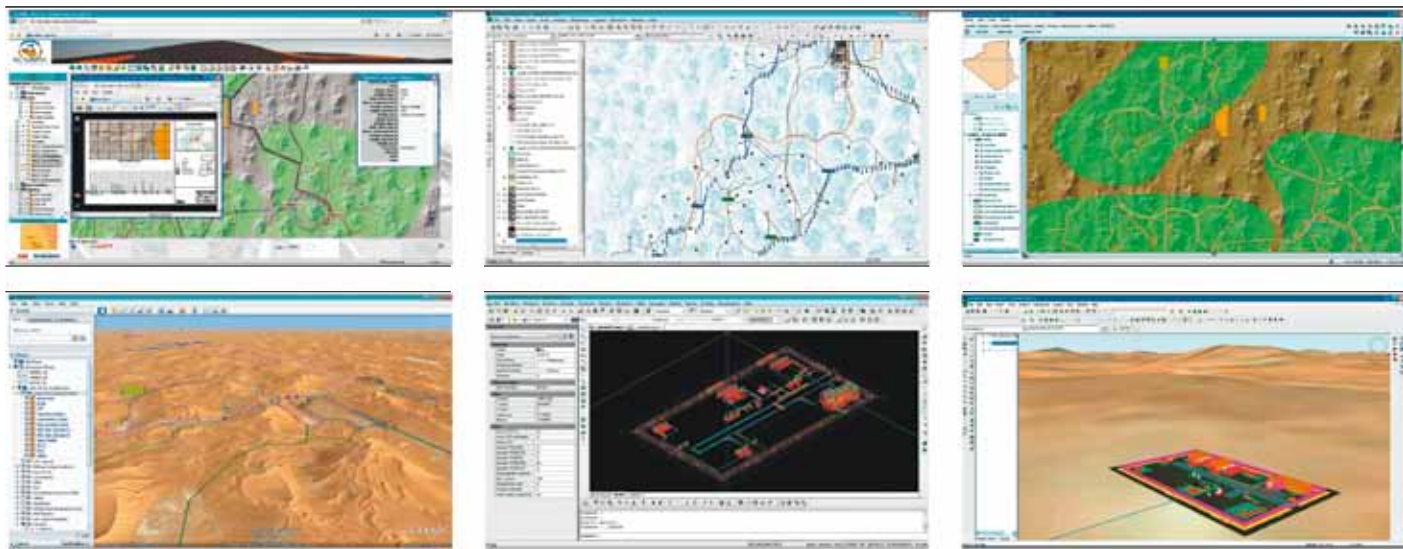
ляет информацией проекта и сводит данные, полученные от всех контрагентов и субподрядчиков по проектированию, материально-техническому снабжению и строительству **рис. 4**. Система контролирует строительство каждой отдельной единицы объекта – от скважин и трубопроводов до производственных цехов, офисов и жилых модулей, а также линий электропередачи, инженерных коммуникаций и кабелей связи, которые связывают объекты в единую сеть.

Решение сложных задач

Эль Мерк представляет собой не только чрезвычайно сложный проект, на его реализацию влияет отдаленность его расположения и крайне суровые климатические условия, в которых он находится. С технической точки зрения, объекты растянуты вдоль большой территории и такие работы, как бурение, укладка трубопроводов и строительство сооружений, могут вестись параллельно. С точки зрения логистики, это требует заказа большого количества оборудования и материалов ² от поставщиков и заводов по всему миру и его транспортировки на 1000 км от портов Алжира в пустыню. Все это должно быть осуществлено эффективным и экономически целесообразным способом так, чтобы все было доставлено в соответствии с графиком. В пиковый момент на проекте будут работать до 6000 местных и иностранных специалистов. Для такого количества людей типичен языковой барьер и культурные различия, необходимо предусмотреть и решить эту проблему заранее. Безопасность – еще один аспект, который требует внимания. С точки зрения компании АББ, факты и цифры, отражающие ее вклад в реализацию проекта, представлены на рисунке **рис. 5**.

ГИС – это геопространственная система управления, которая позволяет проектировать, строить, обслуживать и управлять всей инфраструктурой месторождения и производственными объектами.

4 Презентация системы ГИС по объему поставки оборудования на проект Эль Мерк, отражающая величину инфраструктуры и объектов



5 Проект Эль Мерк – факты и цифры АББ

Для реализации проекта компания АББ рассчитала затраты следующим образом:

- 150000 человеко-часов на поставку и управление проектом
- 200000 человеко-часов на инженерную проработку.

Объем электромонтажных работ АББ включает в себя:

- 300 км высоковольтных кабелей
- 200 км низковольтных кабелей
- Более 150 высоко-, средне- и низковольтных щитов
- 140 трансформаторов
- 3000 полевого КИП (регулирующая арматура, датчики, манометры, расходомеры и др.)
- 400 км кабелей КИП
- 400 км оптоволоконного кабеля.

В том, что касается аппаратного обеспечения, консорциум АББ осуществляет проектирование, поставку, установку и ввод в эксплуатацию около 700 км трубопроводов, которые будут смонтированы с почти 10000 ручных клапанов.

АББ также осуществляет поставку пяти телекоммуникационных вышек, а также обогрев, вентиляцию и кондиционирование воздуха (ОВКВ), противопожарные системы на десяти станциях промыслового сбора. Группа специалистов компании АББ будет контролировать полевую деятельность почти 2000 человек, нанятых компаниями Сарпи и Петроджет для выполнения работ. Эти трудовые ресурсы, как ожидается, потребуют 5 миллионов человеко-часов на строительство и монтаж прилегающих промысловых объектов месторождения Эль Мерк на протяжении приблизительно 42 месяцев.

Здоровье и безопасность

Важнейшим аспектом ответственности³ компании АББ является охрана труда, окружающей среды и техника безопасности (ОТОСБ) для 1500 человек, выполняющих работы на протяжении нескольких миллионов человеко-часов. Основные задачи АББ в части ОТОСБ для проекта Эль Мерк следующие:

- Привить всему трудовому коллективу культуру безаварийной работы
- Разработать планы ОТОСБ для всех объектов и рабочих площадок
- Разработать и внедрить систему управления ОТОСБ и управления рисками
- Внедрить характерные для площадки планы ОТОСБ и программы для контрагентов
- Поддерживать эксплуатационную готовность для беспрепятственной передачи методик и систем ОТОСБ по завершении проекта

ПЗС центр

АББ управляет своей частью проекта, который в настоящее время реализуется в соответствии с графиком, из своего головного центра ПЗС в Милане. Завершение более, чем 300 проектов ПЗС в области нефти и газа, получения энергии и водных ресурсов, многие из которых были выполнены в отдаленных и экологически сложных регионах, делает АББ одним из самых опытных и успешных подрядчиков в части в данной сфере.

Это не единственный фактор, который определил пригодность АББ, как подрядчика для проекта Эль Мерк: компания продемонстрировала прочное локальное присутствие в Алжире, начиная с 1970-х, и участие в росте нефтегазовой промышленности страны, которое привело к образованию компании Сарпи в 1993 году, совместного предприятия с Сонатрак, что также явилось способствующим фактором.

Другие проекты ПЗС в Алжире, которые в настоящее время осуществляет АББ, включают проект по исключению сжигания газа на факелах на месторождении Хауд Беркои, выполняемый от имени Сонатрак (контракт оценен в 225 миллионов долларов США и касается очередей компримирования газа и замены КИП на трех площадках), а также поставки энергоносителей, объектов хранения и экспорта для центрального НПЗ на месторождении MLE в Беркинском бассейне (контракт на 245 миллионов долларов США).

Обширность и сложность проекта Эль Мерк требует уникального набора и устройств для своевременного завершения проекта в рамках бюджета.

Сноски

- 2 Все оборудование и материалы должны быть рассчитаны на эксплуатацию при температуре 55°C.
- 3 Главная цель АББ в части ОТОСБ: не причинять вред здоровью людей; не загрязнять окружающую среду; не причинять ущерба имуществу, информации и документации.

Серджио Касати

АББ
Милан, Италия
sergio.casati@it.abb.com



Топливо в результате интеграции

Комплексные решения для проектов по добыче метана из угольных пластов

КОЛИН ПЕРСОН – В условиях поиска новых источников энергии растет интерес к метану, содержащемуся в относительно мелких угольных пластах. Газ метан был и является основным источником опасности для шахт и шахтеров. В прошлом такие методы, как содержание канареек в шахте, помогали предупредить о его присутствии. Сегодня существует технология добычи этого газа в сжиженной форме. Извлечение метана из угольных пластов не только представляет коммерческое преимущество, но и помогает предотвратить естественный выход этого газа в атмосферу. Участие АББ в

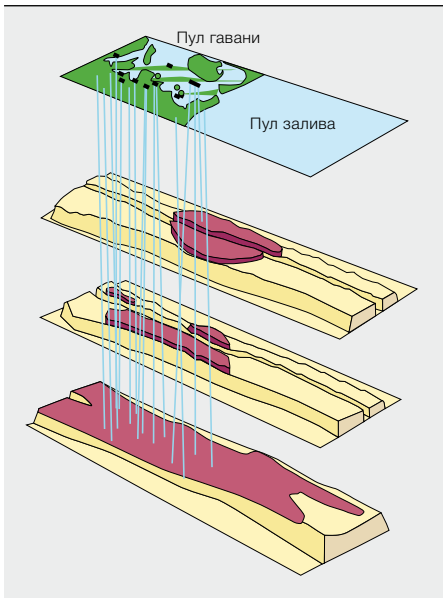
проектах по добыче метана из угольных пластов заключается в возможности предоставить комплексные интегрированные решения, объединяющие системы автоматизации, безопасности, электроснабжения, водоиспользования и телекоммуникаций. Данная интеграция обеспечивает понимание всей системы (часто рассредоточенной на большой и труднодоступной географической площади), необходимое для эксплуатации, обслуживания, управления активами и аварийной сигнализацией, охватывая сферы от полевых до бизнес систем, независимо от их местоположения.

Метан угольных пластов является естественным компонентом твердых углеводородов. Метан «всасывается» в угольный пласт во время его геологического возникновения и может образовываться при биологических или тепловых процессах. Во время ранней стадии углефикации (процесс, который превращает вещество растительного происхождения в уголь), метан генерируется как побочный продукт микробной деятельности. Этот метан остается захваченным в угле до процесса извлечения (или выброса), позволяющего газу «отделиться» от пласта при низком давлении (1-4 бара). Технологии, требуемые для такой десорбции и извлечения, чаще всего являются устаревшими.

Метан - единственная крупнейшая причина смертельных случаев в горнодобывающей промышленности во всем мире (насчитывающая 5000, или 80 % всех годовых смертельных случаев в одном только Китае). Метан также является крупнейшим составляющим парниковых газов, имея на 21 % больше воздействия на окружающую среду, чем CO₂. При извлечении этого газа до выемки угля, потери метана снижаются до 70-80 %, при этом следует учесть повышение уровня безопасности для шахтеров.

Типичные угольные пласты, в местах, где возможно извлечение, обычно заводненны и залегают на относительно мелкой глубине. Начальная фаза жизненного цикла скважины, таким образом, включает период «обезвоживания». Этот процесс может длиться от нескольких месяцев до нескольких лет, в зависимости от условий пласта. После достаточной подготовки угольного пласта газ может быть выделен, после чего извлечен для транспортировки на заводы по переработке СПГ и дальнейшей продажи.

Скорость десорбции газа из угольного пласта (скорость десорбции) зависит от количества подготовленного (то есть, не заводненного) угля. Поэтому для регулирования давления и потока метана может



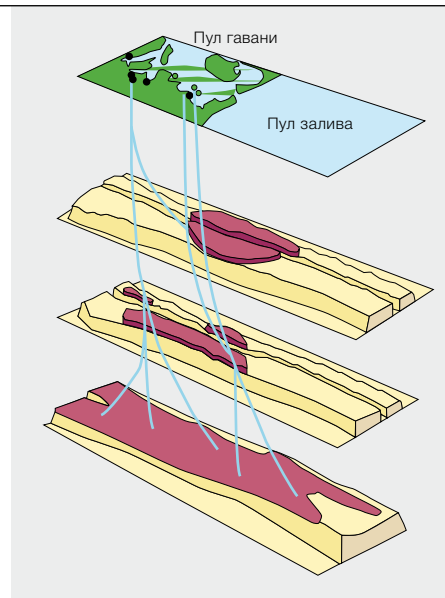
1a Одинокaя скважина

использоваться обезвоживание. Управление этим потоком чрезвычайно важно, поскольку со стороны низкого давления часто используется стандартный ПВХ трубопровод.

Зачастую монтаж стального трубопровода или дорогостоящих приборов сброса давления экономически неэффективен вследствие большого количества скважин, которые требуется пробурить для жизнеспособности данного решения (количество скважин обычно измеряется в тысячах). Более высокий дебит скважины может, кроме того, привести к преждевременному истощению скважины.

Большие объемы удаленной воды являются важным фактором в процессе добычи и часто требуют станций водоочистки и больших емкостей для осуществления очистки и безопасной утилизации соленчаковых побочных продуктов.

Опреснительные и компрессионные системы, расположенные в добывающей части комплекса, требуют большого количества энергии, которое может превысить потребности переработки, хранения и транспортировки нефти (завод по переработке СПГ) в электроэнергию в 10 раз. Добывающие системы можно разделить на энергоемкие системы и системы водоснабжения с получением метана, как побочного продукта.



1b Направленная скважина

Технология добычи

Метан угольных пластов добывается путем бурения скважин в различных районах относительно неглубоких пластов (сотни метров, в отличие от тысячеметровых). ГР угольного пласта производится путем закачки в пласт большого количества воды и песка под высоким давлением. Песчаные отложения в трещинах сами по себе служат средой для открывания каналов и предотвращения их закрывания при сбросе давления. Затем газ продвигается

На сегодняшнем мировом конкурентном рынке системы должны быть высокотехнологичными, как никогда ранее.

ется через трещины, заполненные песком, к устью скважины **рис. 1.**

В течение жизненного цикла скважины обычно имеют две стадии: «стадия обезвоживания» и «жидкотекучая стадия». На первоначальной стадии обезвоживания, скважина оборудуется забойной насосной установкой. Она демонтируется, когда скважина становится свободнотекучей. Оставшиеся компоненты: водоотделительная вышка, КИП, панель солнечных батарей и ПДУ. ПДУ посылает информацию о состоянии устья в центральную систему регистрации данных и управления по беспроводным сетям.

Для полностью интегрированного решения компания АББ использует системы SCADA или 800xA.

Проекты по добыче метана угольных пластов могут потребовать многих тысяч скважин там, где используются несколько программ бурения. Исследования региональной топографии и воздействия на окружающую среду часто являются решающим фактором при выборе решения. Оно может предусматривать прямое вертикальное бурение – одна скважина / один ПДУ или решение по наклонному бурению, где один ПДУ может управлять добычей из десяти скважин, что меньше воздействует на окружающую среду. Подразделение компании АББ TotalFlow – лидер на рынке США по устьевой обвязке скважин по добыче метана угольных пластов. Из 30000 - 35000 скважин в США, 20000 - 25000 имеют оборудование компании АББ **рис. 2.**

Технические проблемы

С точки зрения больших распределённых систем, проекты по добыче метана угольных пластов могут вызвать много технических, эксплуатационных проблем и проблем ТО, для решения которых потребуется персонал на каждом полевом объекте (компрессионных станциях), или потребуется создание инфраструктуры, которая обеспечит связь и персонал для реагирования на отказы, неисправности и вопросы, связанные с конфигурацией оборудования.

Интеграция гарантирует доступ к информации и объектам для эксплуатационных целей, целей ТО и служебных целей даже продавцам оборудования, дистанционно через центральный пункт управления и технического обеспечения объекта. Это позволяет минимизировать потребности в персонале, делая эти системы более эффективными в эксплуатации, а также повышая уровень безопасности.

АББ придерживается открытого подхода к этим интегрированным решениям. Акцент на интеграцию приводит конечных потребителей и владельцев/операторов к более тесной работе с поставщиками ПЗС (проектирование, закупка, строительство) на начальной фазе проектирования проекта для того, чтобы обеспечить долгосрочный технологический эффект и сделать его частью критериев начального проектирования. Без этого цели, поставленные конечным потребителем в отношении ПЗС, могут противоречить процессам, требуемым для обеспечения долгосрочного технологического эффекта.

2 Компания АББ и проекты по добыче метана угольных пластов

АББ поставляла системы для проектов добычи метана из угольных пластов в США и Канаде в течение многих лет через подразделение АББ TotalFlow. Компания осуществила поставки более, чем 30000 ПДУ для скважин по добыче метана из угольных пластов в этих странах. АББ также недавно выиграла долларов США 58 миллионный (и увеличивающийся в стоимости) заказ на работу с компанией BG (Великобритания) в Австралии, по поставке и внедрению полностью интегрированного решения с использованием Системы 800xA и установок ПДУ других производителей. Несколько крупнейших газовых компаний теперь рассматривают добычу метана из угольных пластов, как конкурентоспособный бизнес, и инвестируют миллиарды долларов в поисково-разведочные работы, добычу и инфраструктуру. Китай – один из самых больших регионов для развития проектов по его добыче.

Хотя исторически этот извлеченный газ поставлялся непосредственно «потребителям», теперь же становится возможным продавать его на открытом рынке в сжиженном состоянии.

Проекты по добыче метана из угольных пластов состоят из нескольких относительно устаревших секций: устьевое оборудование скважины, системы компримирования, распределения и накопления, установка по сжижению и погрузочное оборудование. Вода со скважин, в которых она образуется, сливается на хранение в большие резервуары для дальнейшей утилизации. Компрессора низкого давления используются для передачи «неосушенно-

го газа» на сушильные объекты, через компрессорные установки высокого давления в сеть трубопроводов распределения и накопления, которая также используется для накопления и хранения при определенных производственных условиях. После систем трубопроводов находятся стандартные сооружения по переработке СПГ и системы отгрузки на танкеры.

Из-за обширной топографии систем добычи метана из угольных пластов, интеграция должна была максимизирована. Она уменьшает необходимость в отправке групп технического обслуживания и инженеров на месторождение (часто в очень труднопреодолимую местность) с целью выявления и устранения проблем или решения вопросов конфигурации оборудования.

Привлекая свои обширные «ноу-хау» и опыт выполнения заказов, компания АББ в состоянии удовлетворить требования крупных проектов, обеспечивая полностью интегрированные решения, соединяющие системы автоматического управления и контроля, безопасности, распределения электроэнергии, управления водными ресурсами и телекоммуникаций. Без уровня интеграции, предлагаемого АББ, конечный потребитель не сможет анализировать диагностические данные в хост-системе (800xA) с максимальной эффективностью, и поэтому будет вынужден направить людей на месторождение, месторасположение которого, кроме того, увеличивает потенциал возникновения проблем связанных со здоровьем и безопасностью.

Мышление, основывающееся на «высоком профессионализме» АББ и продукты и услуги «интегрированного производства», в сочетании с существующими технологиями обеспечивает принятие чрезвычайно эффективных решений для реализации подобных проектов и конечного потребителя. Некоторые ключевые моменты, которые привлекают конечного потребителя к данному подходу, включают: **рис. 3.**

Поскольку рынки СПГ уже существуют, намного важнее, чем когда-либо ранее, осуществлять добычу и распределение газа эффективным и безопасным способом.

Заказчики АББ

Думаящие наперед владельцы/операторы уже готовятся к изменениям стратегий автоматического управления и контроля с целью приспособления этих будущих направлений и потребностей интеграции

(как недавно было замечено на австралийских проектах по добыче метана угольных пластов).

Понятие «интегрированных решений» идеально подходит к существующей топографии системы 800xA, а также к ее будущему направлению, которое гарантирует, что наши клиенты смогут лучше использовать свои долгосрочные активы, а также максимально увеличить количество персонала, обеспечивая им безопасные условия для работы.

Благодаря способности интегрировать системы автоматизации, телекоммуникаций и электрооборудования (стандарты МЭК 61850 и Profinet) в среду системы 800xA, АББ в состоянии предоставить конечным потребителям беспрецедентную видимость их активов и, таким образом, позволить работать эффективнее.

В недавнем исследовании Научного совета было подтверждено, что наблюдение за исправностью системного диска с центрального ПДУ может предотвратить более 44 % неисправностей диска, что увеличит добычу и минимизирует простой.

Преимуществ полностью интегрированного решения автоматизации процессов, безопасности, электрического регулирования, управления энергопотреблением и телекоммуникаций с использованием общей системы и протоколов очень много. Некоторые из них перечислены в **списке 4.**

3 Ключевые факторы, содействующие интегрированному производству по добыче метана из угольных пластов

- Сокращение технического штата и, как следствие, трудность поиска персонала для эксплуатации системы с целью своевременного выполнения работ. Это особенно важно в таких районах, как Австралия, где проблемы с техническим персоналом прогнозируемы.
- Возможности, ставшие доступными с использованием удаленного управления и доступа к глобальной технической поддержке. Пользователи системы получают доступ к консультационным услугам специалистов АББ и сторонних поставщиков без затрат и проблем, связанных с перемещением персонала.
- Проекты по добыче метана из угольных пластов часто находятся в чрезвычайно отдаленных или (экологически) опасных местах. Количество и уровень сложности договоров сервисного обслуживания на объекте могут быть сведены к минимуму.
- Всегда актуальное требование уменьшить капитальные и эксплуатационные затраты путем удаленного усовершенствования и оптимизации системы.
- В ближайшем будущем от поставщиков услуг ПЗС и конечных потребителей потребуется интегрировать свои системы автоматического управления и контроля, IT-системы и электротехнические ресурсы из-за их стоимости и проблем с наличием профессиональных навыков. Выполнить эту задачу намного легче, благодаря интегрированной природе систем автоматического управления и контроля и инструментов технических баз данных, таких как SmartPlant и Comos PT от Integraph.
- Все более жесткие графики реализации проекта, непоставимые системы означают больше риска для графиков выполнения работ.
- Конечными потребителями в пределах их групп реализуется политика высокого профессионализма, поскольку они считают ее ключом к успешной долгосрочной рентабельности.
- Деловые решения должны приниматься своевременно на основе оперативной информации для полноценного использования преимуществ вариантов процесса и условий рынка.
- Часто на проектах по добыче метана из угольных пластов некоторые акционеры «владеют» скважинами или группами скважин, усложняя управление добычей; они требуют принятия решений на основании данных, полученных из нескольких источников на различных уровнях инфраструктуры (от месторождения до предприятия).
- Передающийся опыт и теоретические знания поколения мысленных «операторов» IT систем. Обучение в будущем будет охватывать все аспекты систем автоматического управления и контроля, включая электрический, телекоммуникационный аспекты и IT системы.
- От персонала, обслуживающего центральный пункт добычи, требуется понимание многочисленных процессов завода для координирования производственной деятельности и процесса технического обслуживания. Эти проблемы очень актуальны и важны для крупномасштабных долгосрочных проектов по добыче метана из угольных пластов.

5 Операторская 800xA компании АББ



Централизованное управление проектами по добыче метана угольных пластов

При использовании крупных распределенных систем, пользователи должны иметь доступ к соответствующей информации, вне зависимости от типа системы или места проведения работ. Предлагая единообразную согласованную и удобную среду. АББ в состоянии предоставить своим клиентам системы и решения, которые позволят им соответствовать самым последним стандартам Британской ассоциации пользователей инженерного оборудования и материалов (191 и 201), а также более строгому стандарту ИСО 11064. В них содержится описание того, как эти системы должны использоваться. Планируя системы и принимая во внима-

ние то, как клиенты будут их эксплуатировать, АББ предлагает интегрированные решения с единым пользовательским интерфейсом, независимо от поставщика «полевых систем». Это служит долгосрочным интересам клиентов и дает АББ преимущество перед другими системными поставщиками, поскольку система 800xA разработана вокруг этой концепции.

Наличие необходимой эксплуатационной или технической информации под рукой гарантирует, что пользователи смогут принять правильные решения в нужное время и обеспечивает быструю реакцию на любую нештатную ситуацию **рис. 5**.

Указанная возможность имеет очевидные преимущества в условиях, когда время на ремонт ограничено.

Система 800xA, через свои подсистемы HMI1 и EOW2 позволяет пользователям систем добычи метана из угольных пластов (операторам, техническому персоналу и руководителям) вести свои дела эффективнее, чем когда-либо ранее.

Потенциальные препятствия

В какой-то степени, препятствия к долгосрочной эффективности производства могут возникать на этапе поставки оборудования и материалов. Часто в целях

4 Преимущества полной интеграции

- Операторы имеют последовательный графический пользовательский интерфейс, отражающий состояние всей платформы, и, следовательно, всех активов завода. Он включает в себя списки аварийных сигналов, журналы регистрации событий и отчеты по использованию материальных ресурсов по автоматизации и контролю, электрической части и телекоммуникациям.
- Для конфигурации и обслуживания оборудования можно использовать те же технические инструментальные средства.
- Использование МЭК 61850 в качестве стандарта для интеграции микропроцессорных электротехнических устройств (МЭУ) снижает риски и стоимость, а также обеспечивает большой объем диагностических данных для интегрированной системы сигнализации / управления событиями и объектами.
- Автоматизированная система управления техническим обслуживанием (АСУТ) может управлять всеми объектами независимо от того, являются ли они полевыми приборами SMART, МЭУ или средствами телекоммуникации.
- Отчеты по объектам и производству могут создаваться на основе текущих данных, получаемых от всех связанных объектов на уровне предприятия. Руководители принимают более точные решения, если у них есть доступ к оперативной информации со всех концов всего завода. Благодаря этому усовершенствуется процесс принятия финансовых и производственных решений. АББ предлагает выполнение всех вышеуказанных задач посредством единой согласованной системы, что делает нашу систему 800xA лидером в своей отрасли для подобных широко рассредоточенных проектов по добыче метана из угольных пластов.

сравнения стоимости стратегии закупок диктуют свои правила, согласно которым различные части решений должны быть подкреплены сравнением стоимости продуктов разных поставщиков. Несмотря на то, что для этого есть серьезные основания, эти правила часто приводят к выбору более дешевого продукта в результате применения «избирательного подхода», невзирая на интеграцию или связанные затраты для его долгосрочной работы.

При реализации своего недавнего австралийского проекта по добыче метана из угольных пластов, компания АББ смогла свести все свои продукты и услуги воедино для того, чтобы клиенты могли получить абсолютный максимум от своих систем. Заказчики, таким образом, получают передовое решение, которое поможет им занять свое место в добыче метана из угольных пластов.

Колин Персон

АББ, Автоматизация процессов, Сант Неотс, Великобритания
colin.pearson@gb.abb.com

Сноски

- 1 HMI: человеко-машинный интерфейс
- 2 EOW: рабочее место оператора



Новый подход к подстанциям

Подстанции, укомплектованные по требованиям заказчика, теперь поставляются с полностью интегрированным силовым оборудованием и системами автоматизации

АНДРЕАС РЕНУЛФ, ДЖ. ПОЛ СИНГ – Традиционно нефтегазовые компании, а также компании по проектированию, закупке и строительству (ПЗС) закупали распределительную аппаратуру, приводы, периферийные распредустройства и системы автоматического управления и контроля у различных поставщиков электрооборудования и получали подстанцию от производителя. Но потребность в снижении рисков, затрат и

сроков поставки изменила эту модель. На сегодняшний день выбор сделан в пользу поставки интегрированной, установленной и предварительно отлаженной электрической системы и автоматизированной системы управления и контроля вместе с комплектной подстанцией. У компании АББ есть подходящий комплекс, многие из которых уже были поставлены на различные предприятия.

Большинству компаний абсолютно ясно, что использование одного поставщика для различных продуктов имеет преимущество. В нефтегазовой промышленности электрооборудование, включая распределительные устройства **рис. 1**, приводы, распределительное оборудование и автоматизированные системы управления и контроля, обычно поставлялись разными поставщиками. К тому же, защитная подстанция, в которой должно находиться все указанное оборудование, обычно поставлялась другим поставщиком. Этой модели присущ потенциальный риск погрешностей интегрирования, увеличения затрат и времени сдачи в эксплуатацию. Использование одного поставщика, способного спроектировать, разработать, собрать, упаковать, испытать и поставить оборудование, а также проконтролировать изготовление подстанции, способствует снижению этих рисков, затрат и времени сдачи в эксплуатацию, и оптимизации капитальных затрат на проект.

Снижение риска

Обычная поставка оборудования нефтегазовым компаниям и компаниям, работающим в сфере ПЭС, осуществляется различными поставщиками. Это означает, что даже незначительные изменения электрических нагрузок вызовут волновой эффект изменений, например, распределительного оборудования, вращающего момента, количества вводов/выводов, расположения подстанции и требований к кондиционированию воздуха, что потребует от компании согласования изменений с каждым поставщиком, а также с производителем подстанции, который должен будет внести соответствующие изменения.

Риск ошибок, связанных с подобным способом поставки оборудования, очень высок. Контракция с единым поставщиком оборудования и систем управления подстанции может значительно уменьшить этот риск.

Снижение затрат



Затраты могут возникнуть при выборе любого варианта. И когда дело доходит до поставки электрических систем и автоматизированных систем управления и контроля, один из самых простых способов увеличить затраты – использовать различных поставщиков, которые установят оборудование в довольно отдаленных местах.

Если, когда установкой занимается один поставщик, система поставляется в сборе, готовой к эксплуатации; поставленное на площадку оборудование уже смонтировано, испытано и требует простого «включения». Далее, готовые корпуса или подстанции **рис. 2, 3** могут отгружаться модульно, требуя только мелкой сборки на месте. Если при проектировании вносятся изменения в электрические нагрузки, то соответствующие дальнейшие изменения не потребуют дополнительных финансовых затрат, так как процесс контролируется одним поставщиком. Кроме того, уменьшение работ на площадке приводит к значительной экономии финансовых средств.

Снижение сроков поставки

Традиционный подход, подразумевающий многочисленных поставщиков оборудования, требует, чтобы строительство подстанции было завершено прежде, чем электрооборудование будет поставлено, установлено, запитано и налажено для ввода в эксплуатацию. В случае с готовой подстанцией, работы могут выполняться параллельно, и рабочая система может быть поставлена на площадку одним модулем, что позволит снизить количество времени, требуемого для процесса поставки и монтажа.

Вес и размер играют важную роль при установке подстанции на морском основании или в качестве модуля на плавучей установке для добычи, хранения и отгрузки нефти. Взаимодействие между фирмой-производителем распределительного устройства и производителем

Контроль над производством подстанции со стороны поставщика электрооборудования и систем – относительно новая сфера деятельности, которая требует дальнейшего изучения.

тельного устройства и производителем подстанции является очень важным, размещения оборудования при изменениях распределительного устройства.

Единые поставщики в разных отраслях

Некоторые крупные компании по ПЭС, особенно в Японии, потеряли существенное количество денег в результате перерасходов на полевые работы. Как след-

Название изображения

Морская подстанция (передний план)

ствие, эти компании в недавнем времени начали работать по принципу «единого поставщика», когда один поставщик также курирует изготовление подстанции. Другие отрасли также работают по этому принципу. Горнодобывающая промышленность также стремится уменьшить потребность в полевых работах, так как шахты часто располагаются в удаленной местности, где трудно найти квалифицированный персонал. Энергетическая промышленность обращается к принципу «единого поставщика» по той же причине - электростанции часто располагаются в удаленной местности.

Почти все оборудование, требуемое для подстанции, может быть поставлено компанией АББ, которая перед отгрузкой устанавливает и испытывает его на своих предприятиях. Когда различное оборудование поставляется одним поставщиком, у компании по ПЗС или нефтяной компании есть только одна точка соприкосновения и один поставщик, который берет на себя ответственность за поставку, что снижает риски отсрочки и перерасхода.

Решение проблем

Поставка высокоэффективных распределительных устройств, приводов, автоматизированных систем управления и контроля и т.п. – еще одно направление компании АББ. Однако, кураторство производителя подстанции является относительно новой сферой деятельности для поставщика электротехнических изделий и систем, которая требует дальнейшего изучения в области структурного проектирования, разработки систем ОВКВ, противопожарных систем и систем газоснабжения, составления маршрутной карты проводки кабеля и, что наиболее важно, управления проектом. Взятая на себя ответственность за производителя и, вдобавок, неминуемые риски требуют всех вышеперечисленных навыков и даже более. Внесение изменений в подстанцию неизбежно, но они должны тщательно контролироваться. Например, если меняется место расположения щитов, то должна меняться и длина кабеля. Компании по ПЗС и нефтяные компании имеют возможность самостоятельно курировать производство подстанций. Но перекладывание такой ответственности на поставщика, например, на АББ, может стать для них большим преимуществом. Чтобы гарантировать удачный исход необходимо знать возможности изготовителя электростанции.

2 Изготовление морской подстанции



Кроме того, поскольку стоимость подстанции может достигать 50 % стоимости всей поставки, необходимо также обращать внимание на структуру ценообразования производителя. Для получения лучшей стоимости, компания АББ объединяет все свои покупательские способности в глобальном масштабе.

Последняя важная составляющая после поставки – конечно же, техническое обслуживание. Имея единого поставщика, например АББ, компания по ПЗС или нефтяная компания будет обращаться к одному контактному лицу, по вопросам любого ТО любого продукта АББ, а также самой подстанции.

Успешная поставка подстанции

Каждый проект строительства подстанции обусловлен уникальными требованиями заказчика. Морские гарантийные испытания и технико-экономические обоснования таких факторов, как большая грузоподъемность, консервация, морские временные крепления и процесс выгрузки верхних строений, выполняются для каждого шельфового проекта. Компания АББ также произвела отбор возможных производителей в пределах Юго-Восточной Азии и Китая.

Опытная группа проектировщиков

Важная составляющая успеха в проектах АББ по поставке подстанций – это технически обоснованное предложение. Как говорилось ранее, стоимость изготовления составляет до 50 % от общей договорной стоимости проекта. Привлечение технических специалистов с опытом изготовления подстанций на фазе выстав-

Если установкой занимается один поставщик, система поставляется в сборе, готовой к эксплуатации; поставленное на площадку оборудование уже смонтировано, испытано и требует простого «включения».



ления предложения снижает риск в управлении проектом и возможности изменения заказа со стороны производителя. Вышеуказанные специалисты учитывают такие нюансы, как вес конструкции, необходимость системы ОВКВ, кабельную разводку (включая соединительные кабели), трапы, системы пожарной и газовой сигнализации в соответствии с техническими требованиями. Подобный подход обуславливает точность предложения компании АББ.

Эффективная группа управления проектом

Поскольку успешные поставки подстанций в значительной степени являются результатом хорошего управления про-

сте выполнения работ. У эффективной группы управления проектом должен быть опыт в строительстве подстанций. Компания АББ продемонстрировала свои способности управления проектом в отношении реализации крупных заказов.

Гигиена труда и безопасность

АББ берет на себя обязательства по обеспечению здоровья и безопасности персонала, не только из-за беспокойства о своем штате и коллегах по бизнесу, но также с целью обеспечения соответствия своей продукции и проектных решений самым высоким стандартам. Всесторонние оценки рисков выполняются перед началом любой работы, начиная со стро-

ительства или площадок заказчика. Требования безопасности применяются на этапах разработки проектного задания и планирования проекта с целью обеспечения соответствия стандартам по безопасности на протяжении всего жизненного цикла проекта.

Качество

Для АББ качество является неотъемлемой частью ее товаров и услуг. Передовые системы управления качеством компании АББ затрагивают весь производственный процесс от ответа на

запрос заказчика до поставки конечного продукта, пусконаладки и послепродажного обслуживания.

Например, на этапе строительства квалифицированный персонал по контролю качества находится на площадке полный рабочий день. Штатные специалисты по обеспечению качества разрабатывают и рассматривают все применяемые технологии.

Управление документацией

Контроль над документами – важная функция, осуществляемая на всех проектах АББ, регулирующая передачу, поток и хранение всех документов, связанных с проектом. Для управления всеми документами назначается специалист по документообороту. Специальные программы, такие как EDMS (электронная система управления документами), повышают эффективность проекта и сокращают время обмена документами.

Управление цепочками поставок

Неотъемлемый член проектной группы – менеджер по материально-техническому снабжению, в обязанности которого входит управление цепочкой поставок, коти-ровками, оценка поставщика и соответствующей документации и сертификатов. Роль руководителя проекта заключается в координации функции материально-технического снабжения с целью обеспечения эффективного управления определенными для проекта материалами.

Имея единого поставщика, например АББ, компания по ПЗС или нефтяная компания будет обращаться к одному контактному лицу по вопросу любого ТО любого продукта АББ, а также самой подстанции.

ектом и курирования производителя, а наиболее заинтересованная отрасль – это нефтегазовая промышленность, существует строгая сертификация систем управления проектом и соответствующих процедур по управлению рисками на ме-

Андреас Ренульф

Бывший работник отдела АББ по автоматизации процессов, Департамент нефти, газа и нефтепродуктов

Дж. Пол Сингх

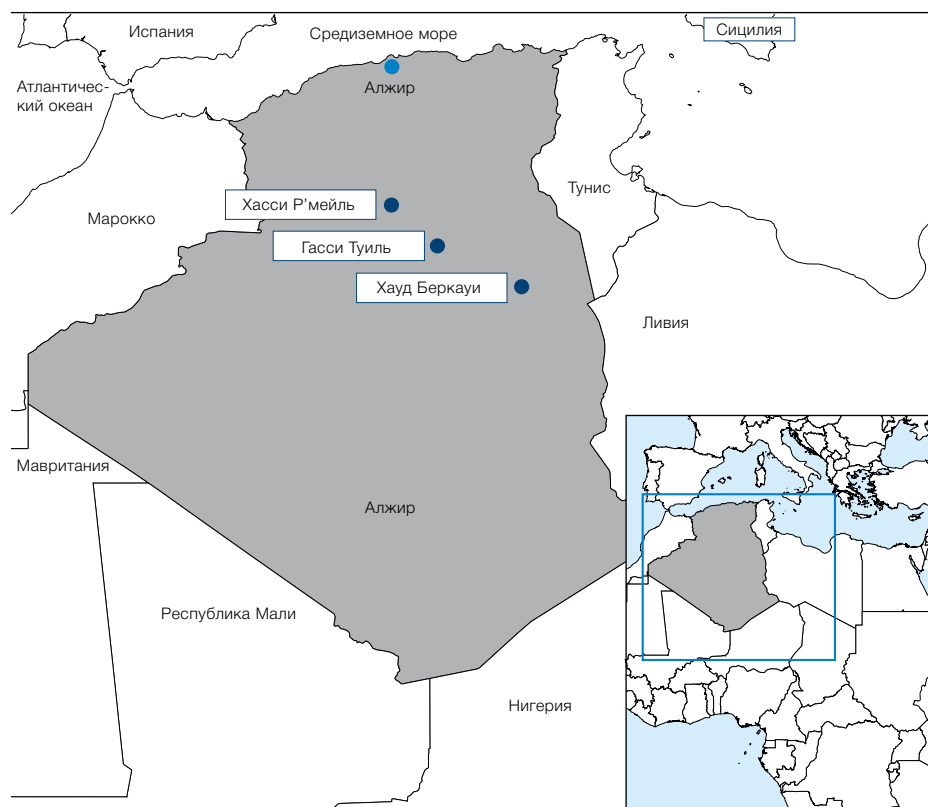
Работник отдела АББ по автоматизации процессов, Нефть, Газ и Нефтепродукты, Сингапур
paul.singh@sg. АББ. com



Нетронутые воды

Гибкое, компактное и эффективное решение для технологии сепарации нефти и воды

МАРКО АПИКЕЛЛА, НУНЦИО БОНАВИТА, ПАОЛО КАПЕЛЛИ, РАЙМОНДО СИАНФРУГЛИА – Пластовые воды – это масляные сточные воды, являющиеся побочным продуктом при добыче нефти и газа, использование которых представляет проблему с экологической точки зрения вследствие ее чрезвычайной солености. Пластовая вода – по существу, вода, захваченная в подземных породах, которая выносится на поверхность вместе с нефтью или газом. Это, безусловно, самый объемный побочный продукт или вид отходов, связанный с добычей нефти и газа. Использование этой пластовой воды представляет значительную проблему и приводит к большим затратам операторов [1], а утилизация пластовой воды может представлять сложность с точки зрения экологии, вследствие ее чрезвычайной солености.



Масляные сточные воды представляют собой главную экологическую проблему во многих отраслях [2]. С этой проблемой сталкивается металлургическая промышленность, ткацкое, автомобильное, нефтехимическое и аэронавигационное производство. Традиционная очистка сточных вод обычно представляет собой комбинацию физических, химических и биологических процессов. В дополнение к пластовой воде, промысловая вода, получаемая при добыче газа, также включает в себя водяной конденсат и имеет более высокое содержание низкомолекулярных ароматических углеводородов, таких как бензол, толуол, этилбензол и ксилол (БТЭКС), чем при добыче нефти; следовательно, она более токсичная. Исследования показывают, что промысловые воды из газоконденсатных месторождений приблизительно в 10 токсичнее, чем из нефтяных месторождений [3].

Стандартное ослабление воздействия на окружающую среду нефтезагрязненных промстоков десятилетиями основывалось на стандарте API 650 по переработке нефтесодержащей воды. В процессе выделения водной фракции используется гравиметрическое разделение в прудах-отстойниках, с последующей переработкой извлеченной плавучей нефтяной части и очисткой порции сточных вод в отстойнике перед сливом ее на «возделываемые земли», что приводит к существенному загрязнению грунтовых вод и воздуха.

Нельзя ожидать, что выделение водной фракции будет соответствовать самым строгим требованиям современных природоохранных законодательств, или будет применяться для отдаленных месторож-

дений в качестве компактной очистной установки.

Различные новые конфигурации технологии разделения расширили возможности очистки нефтезагрязненных промышленных стоков: от гидроциклонов до соединённых пластинчатых фильтров и даже использования ультрафильтрации для отделения и концентрации отдельных потоков сточных вод. Загрязненные нефтью воды могут быть разделены на нефтяную и водную фракции путем гравитационного отделения с использованием сепаратора по стандарту API (Американского нефтяного института) или плоскопараллельный сепаратора. Поверхностная нефть затем снимается при помощи различных устройств. Для сложных процессов сепарации, или там, где необходима более быстрая очистка, может использоваться метод воздушной флотации. При воздушной флотации для улучшения разделения могут использоваться химические присадки. Ультрафильтрация –

важная технология, используемая для очистки сточных вод до состояния, для того, чтобы их можно было подавать в городскую сеть канализации и обеспечивать такую концентрацию отсепарированного масла, чтобы поддерживалось его горение.

Хотя эти методы дают хорошие результаты очистки различных потоков отходов и могут удовлетворять стандартным (100 мг/л) требованиям к очистке углеводородов, они не соответствуют требованиям,

Управление нефтезагрязненными промстоками представляет собой основную проблему с экологической точки зрения из-за ее высокой минерализации и строгих требований к окружающей среде, в которой она извлекается и обрабатывается.

предъявляемым европейским природоохранным законодательством и директивам ЕС, описывающим требования к оборудованию и работе в потенциально взрывоо-

Кроме того, ни один из этих методов фильтрации не способен очистить промышленные сточные воды от тяжелых металлов, ХПК, азота и фосфора без более передовых процессов обработки, таких как химическое осаждение, отгонка воздухом, химическое окисление, или адсорбция на активированном угле.

Опять же, эти передовые технологии в целом не могут быть использованы на удаленных объектах в качестве компактной очистной установки, и они все производят токсический концентрат или шлам, требующий дальнейшей очистки или утилизации как специальные отходы.

Заводы по обезжириванию воды

В период с 2000 по 2006 годы АББ построила и изучила заводы по обезжириванию воды в 3 разных районах Северной Африки **рис. 1:**

- Три завода в районе Хасси Р'Мейль (в общей сложности 3 400 м³/сут.).
- Три завода в районе Хауд Беркауи (в общей сложности 4 800 м³/сут.).
- Один завод в районе Гасси Туиль (в общей сложности 2 400 м³/сут.).

Строительство этих семи заводов было выполнено компанией АББ в партнерстве с САРПИ (SARPI) (Совместное предприятие АББ/Сонатрак).

После передачи заводы эксплуатировались и обслуживались в этих краях до 2007 года, когда из-за изменений в политике было принято решение об аутосоринге сопутствующих услуг.

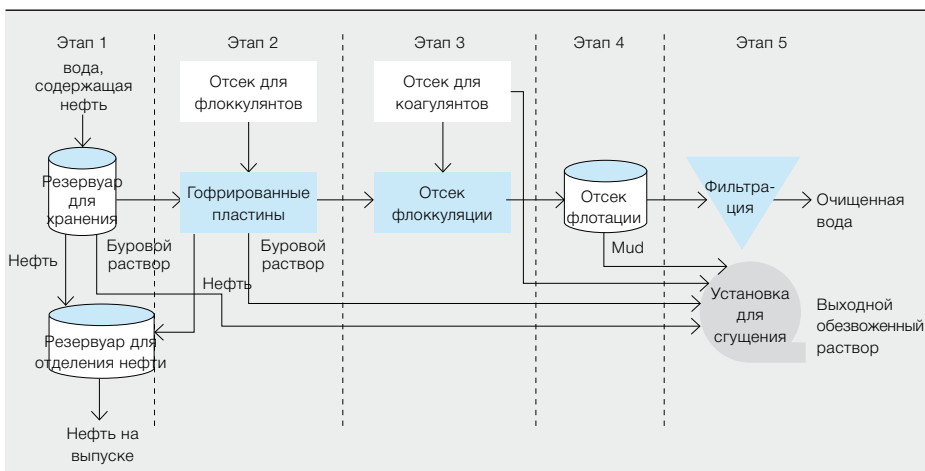
АББ и САРПИ были избраны для эксплуатации и полного технического обслуживания следующих четырех заводов по обезжириванию воды в течении пяти лет:

- Три завода в районе Хасси Р'Мейль с марта 2009 года и один завод в районе Гасси Туиль с февраля 2009 года.
- Три завода по обезжириванию воды, расположенные в районе Хасси Р'Мейль, названы “Северный” “Центральный” и “Южный”, в зависимости от их географического положения.

Крупнейшим из них является Центральный завод с суточной производительностью переработки 2 400 м³/сут., а два других значительно меньше с производительностью очистительного оборудования всего 500 м³/сут.

Завод в Гасси Туиль имеет такую же производительность, как и Центральный завод в Хасси Р'Мейль, он был построен в тот же период (пуск 2001), в то время как

2 Схема очистки масляной воды



2 меньших завода Северный и Южный были пущены в 2006 году. На обоих заводах Гасси Туиль и Хасси Р'Мейль Центральный в рамках данного проекта в 2008 году была проведена масштабная реконструкция с целью повышения их эффективности и экономичности.

Технологический процесс

Схематически можно выделить три отдельных цикла очистки:

- Вода: вода, поступающая с существующих заводов по производству нефти и газа, которая содержащая углеводороды и твердые частицы во взвешенном состоянии, накапливается в резервуаре. Вода пропускается через пластинчатый отсекающий блок, затем поступает в блок флокуляции, где добавляются специальные химические реагенты (флокулянт и коагулянт). Вода пропускается через отсек флотации, после чего перед подземной закачкой очищенная вода пропускается через фильтр.
- Масло: плавучие углеводороды с внутренней поверхности резервуара и пластинчатого отсекающего блока извлекаются с помощью скиммеров (диск-масло), собираются в резервуаре для собранной нефти перед отправкой на установку производства масла.
- Шлам: флокулирующие массы (флокулированный осадок), отложившиеся в пластинчатом отсекающем блоке и в отсеке флокуляции, направляются на установку флотации. Флокулированный осадок накапливается до тех пор, пока не станет шламом, который собирается скребком внутри установки флотации и направляется в загустительную машину. Шлам, скапливающаяся на дне резервуара, установки флотации и флокуляции, также направляется в загустительную машину.

Традиционная механическая фильтрация улучшается за счет химической фильтрации, при которой песчинки покрываются химическими добавками.



Использование легкодоступных дешевых базовых ингредиентов является большим преимуществом в пустынных районах.

Процесс очистки воды осуществляется схожим образом на заводах Хасси Р'Мейль, Гасси Туиль и Хауд Беркауи и состоит из пяти основных фаз, см. [рис. 2](#):

На этапе хранения на поверхности воды в резервуаре S-101 собираются легкие углеводороды, извлекаемые масляными скиммерами (диск-масло) перед отправкой в резервуар для извлечения нефти S-108.

Вода поступает в пластинчатый отсекаатель S-102 для физического отделения воды и углеводородов. Специальный флокулянт добавляется в воду внутри отсекаателя для образования флокулированного осадка, который растет и превращается в шлам, способствуя выходу углеводородов и твердых частиц. Третий этап происходит на установке флокуляции S-103, внутри которой в воду добавляется специальный коагулянт для удаления коллоидных веществ.

Из установки флокуляции S-103 вода поступает на установку флотации S-104, в которую нагнетается сжатый воздух; очень мелкие пузырьки воздуха скапливаются на флокулированном осадке, поднимая его на поверхность воды. Плавающие твердые частицы извлекаются с помощью скребка и поступают в загустительную машину S-105. Очищенная вода затем следует разными путями в зависимости от завода:

- На заводах Гасси Туиль и Хауд Беркауи очищенная вода поступает во внешний

водоем, где она испаряется.

- На заводе Хасси Р'Мейль очищенная вода перед подземной закачкой проходит через фильтрационный блок. Пятый и последний этап – это этап уплотнения и сушки, при котором собранные твердые частицы из установки флотации S-104, грязь из резервуара S-101, и твердые частицы из пластинчатого отсекаателя и установки флокуляции S-103 агломерируются и отжимаются на центрифуге

В результате, центрифугированный шлам хранится на открытой площадке.

Проблемы

Установка водных очистительных сооружений в этих конкретных случаях была особенно сложной. Авторы провели обширные исследования и испытания, изучив большое количество коммерческих продуктов, которые обычно используются для жирных и промышленных вод, но не достигли приемлемых результатов.

Однако разработка новейших стехиометрических форм традиционных продуктов достигла на удивление хороших результатов и обозначила направления для дальнейшего движения. Дополнительные эксперименты привели к разработке и реализации блочного устройства, который способен автоматически обрабатывать и готовить добавки в оптимальных дозах, начиная с сырья, доступного в этих развивающихся районах.

Процесс фильтрации был также усовершенствован, потому что вода, поступаю-

- Периодическая проверка параметров процесса (на участке и в диспетчерской).
- Управление заводом в соответствии с направлениями процесса обработки, например, открытие/закрытие клапанов, увеличение/уменьшение количества химических добавок
- Визуальный контроль оборудования и инструментов.
- Предварительная диагностика неисправностей, например: посторонний шум, аномальные вибрации и температура и т.д.
- Запись использования и введения химических добавок.
- Приведение оборудования в безопасное состояние перед началом технического обслуживания.
- Планируемые пуски и остановки оборудования.
- Координация работы обслуживающего персонала и лабораторных техников.

щая в фильтр, смешивается с такими же добавками. Таким образом, традиционная механическая фильтрация усиляется за счет химической фильтрации, при которой песчинки покрываются химическими добавками.

Наконец, процесс является достаточно гибким, что позволяет производить дальнейшую его адаптацию к особенностям и/или потребностям заводов.

По нашему опыту можем сказать, что способность понять и приспособиться к специфическим проблемам, связанным с водой или окружающей средой, не менее важна, чем базовая технология.

Преимущества

Инновационный подход и оборудование, заявка на патент по которым находится в стадии рассмотрения, представляют в настоящее время дополнительное преимущество, так как являются относительно недорогими и дают возможность в значительной мере удалять тяжелые металлы с помощью процедуры, схожей с ионообменным процессом.

Процесс очистки воды был выбран из-за поразительных преимуществ, присущих его реализации.

По сути, предлагаемый подход:

- Может быть использован для очистки нефтезагрязненной воды с высокой минерализацией.
- Не зависит от уровня pH сточных вод.
- Не зависит от температуры сточных вод.
- Характеризуется гибкостью потока (от

	Единицы	Вода на входе	Вода на выходе	Допустимые величины после обработки
Концентрация углеводов	мг/кг	278.90	0.70	5
Концентрация взвешенных веществ	мг/кг	11.05	0.34	20 (SiO ₂)
Степень очистки	µm	>> 5	< 5	5

0 до 100 % от максимального расхода воды на входе)

- Улучшает энергоэффективность за счет минимизации количества насосов за счет использования самотека.

Подход характеризуется также уменьшением площади, весь процесс осуществляется в закрытом помещении всего 35 метров в ширину и 80 метров в длину [рис. 3](#). Решение позволяет местным операторам легко управлять процессом и использовать химические вещества, которые могут быть произведены на месте, начиная с легкодоступных дешевых базовых ингредиентов, что является большим преимуществом для пустынных районов, таких, которые описаны здесь. Наконец, следует заметить, что заводы по обезжириванию воды могут быть построены на полосьях (на фабриках или в цехе), а потом перевезены для окончательной установки и ввода в эксплуатацию.

Эксплуатация и результаты

Заводы Гасси Туиль and Хасси Р'Мейль Центральный были введены в эксплуатацию после реконструкции в первом квартале 2009 года.

Для каждого завода по обезжириванию воды были созданы три группы для обеспечения непрерывной и эффективной работы:

- Операционная команда завода, состоящая из одного менеджера участка и четырех операторов (два на дневную смену и два на ночную).
- Команда по обслуживанию завода, состоящая из одного слесаря-наладчика, одного электрика, одного техника по КИП и одного помощника.
- Один лаборант.

Мероприятия по техническому обслужи-

ванию основываются на подробном подготовленном плане, который содержит руководство по эксплуатации оборудования и анализ критичности оборудования. Этот план был разработан в целях обеспечения готовности и надежности оборудования, чтобы гарантировать полное соответствие требованиям охраны труда, безопасности и экологическим требованиям.

Планирование сократило количество случаев внепланового технического обслуживания и максимально увеличило количество запланированных и профилактических работ по техническому обслуживанию, в том числе :

- Капитальный ремонт.
- Проверки механического и статического оборудования
- Проверки КИП и электротехнического оборудования.
- Замена запасных частей.
- Смазочные работы.
- Генеральная уборка.

Для обеспечения правильной работы заводов по обезжириванию воды, лабораторные анализы регулярно выполняются

Процесс является достаточно гибким, что позволяет в дальнейшем адаптировать его к особенностям и потребностям заводов. Инновационный подход и оборудование позволили значительно сократить занимаемую площадь.

лаборантом, который отвечает за анализ воды на всех заводах в данном регионе. Для корректной работы требуется проведение следующего качественного анализа, который будет осуществляться ежедневно:

- Концентрация углеводов (НС).



- Концентрация взвешенных веществ (TSS) или мутность.
- Степень фильтрации (только для района Хасси Р'Мейль).
- pH (только для флокулянтной подготовки)

После ввода завода в эксплуатацию и после первого опыта эксплуатации лабораторные анализы показали превосходные результаты **рис. 5**. Обратите внимание, что содержание углеводородов и концентрация взвешенных твердых веществ в воде на выходе соответственно в семь и в 55 раз меньше, чем указано в спецификациях к контракту клиента **рис. 6**.

Содержание углеводородов и концентрация взвешенных твердых веществ в воде на выходе соответственно в семь и в 55 раз меньше, чем указано в спецификациях к контракту клиента.

Завод использует стандартное оборудование (насосы, электродвигатели, компрессоры и т.д.) и КИП (индикаторы, датчики и т.д.), которые не требуют особых умений и опыта в использовании. Эксплуатация заводов по обезжириванию воды относительно проста и весь процесс контролируется и управляется распределенной системой управления (PCU), которая расположена в диспетчерской. Расположение и гидравлический профиль завода предусматривают максимальное использование самотека и сокращение количества насосов. Электрооборудование и КИП соответствуют директивам ЕС, описывающим требования к оборудованию и работе в потенциально взрывоопасной среде (ATEX), завод защищен системой пожаротушения, которая, по мере необходимости, использует воду, пену и CO₂.

Строительство завода и установка оборудования заняла примерно два года, в том числе шесть недель для пуско-наладочных работ и ввода в эксплуатацию.

Возможности для будущего

Стратегии очистки нефтесодержащей воды и внедрение технологий, описанное выше, демонстрирует успех в ряде отношений. Во-первых, он достиг и превысил целевые показатели с точки зрения качества очистки воды. Во-вторых, это достижение было получено в разумно короткий период времени умными и осторожными действиями, которые со временем доказали свою устойчивость. В последнюю очередь, но не менее важным является то, что этот проект является энергосберегающим, и позволяет оператору минимизировать эксплуатационные расходы.

Из-за присущих ему особенностей пред-

ставленный подход (в настоящее время заявка на его патент находится в стадии рассмотрения) подходит для очистки высоко минерализованных сточных вод, что делает его полностью подходящим для очистки сточных вод заводов по производству нефти и газа.

Методология будет расширена, будут представлены установки очистки воды в таких разнообразных отраслях промышленности, как нефтеперерабатывающие заводы и целлюлозно-бумажные комбинаты, не говоря уже о потенциально большом рынке добычи нефти из нефтеносных песков в таких регионах, как провинция Альберта, Канада, где процесс извлечения требует огромных объемов воды.

Марко Апицелла

Нунцио Бонавита

Паоло Капелли

Служба автоматизации процесса АББ,

Милан, Италия

marco.apicella@it. АББ. com

nunzio.bonavita@it. АББ. com

paolo.capelli@it. АББ. com

Раймондо Кьянфруглиа

Служба нефти и газа

Мерате, Италия

Дополнительная литература

Техническая часть этой статьи основана на результатах, опубликованных в выпуске журнала www.polutionsolutions-online.com, май / июнь 2010 и в журнале Processing and Control News Europe, июнь 2010.

Ссылки

- [1] Вейль, Дж. А., и соавт., (2004, январь). Белая книга, описывающая получение пластовой воды из нефти, природного газа и метана угольных пластов. Подготовлено Аргонской национальной лабораторией Министерства энергетики США, Национальная лаборатория энергетических технологий.
- [2] Земан, Л. Д., Зидни А. Л., (1996). Микрофильтрации и ультрафильтрации: Принципы и применение. CRC Пресс.
- [3] Джейкобс, Р. П., Грант, Р. О. Х., Квант, Дж. и соавт., (1992) Состав пластовой воды от Shell Operated нефтяного и газового производства Shell в Северном море. В Дж. П. Рэй и Ф. Р. Энглехарт (ред.), Пластовая вода: Технологические/ экологические проблемы и решения. Пленум Пресс.
- [4] Орлебеке, Д. Процесс электро-каталитического окисления масляных потоков сточных вод. Retrieved 2009, из http://www.waterandwastewater.com/www_services/ask_tom_archive/electro_catalytic_oxidation_of_oily_wastewater_pro-cess_streams.htm



ТЕСТИРОВАНИЕ МОЩНЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ПРИВОДНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

Испытания систем регулирования скорости приводными механизмами создают новые уровни эффективности для потребителей нефти и газа

ДАНИЕЛЕ БУЦЦУНИ, МАУРИЦИО ЗАГО - Приведение компрессора в движение осуществляется с помощью систем с регулируемым скоростным приводом (СРСП), состоящих из трансформатора, преобразователя и двигателя, они обеспечивают гибкость, высокую эффективность, снижение затрат на техническое обслуживание и меньшее воздействие на окружающую среду. По этим причинам в нефтяной и газовой сфере увеличивается доля использования компрессоров и насосов с СРСП, в частности, для транспортировки, сжижения и подачи газа. В этой статье мы приподнимем занавес для того, чтобы посмотреть на процесс тестирования мощной системы регулирования скорости приводными механизмами и на то, как клиенты получают доказательства соответствия производительности системы проекту до ее доставки на площадку [1].

В 2009 году подразделение АББ по промышленной автоматизации процессов нефтяной и газовой промышленности выиграло тендер на заключение двух контрактов, которые включают поставку двух СРСП мощностью 18,2 МВт, приводящих в движение центробежные компрессоры для газлифтных установок, и двух СРСП мощностью 13,5 МВт, приводящих в движение центробежные компрессоры для объектов закачки газа в ОАЭ. СРСП, выбранные для этого проекта, разработаны на основе технологии инвертора с естественной коммутацией, каждый из которых состоит из четырех обмоточных трансформаторов, 12-импульсного инвертора, синхронного двигателя, компенсации коэффициента мощности и фильтра гармоник **рис. 1**. Четыре обмотки трансформатора имеют одну основную и три вторичных обмотки. Две вторичные обмотки питают 12-импульсный выпрямитель преобразователя, коммутируемый линией, а третий питает компенсацию коэффициента мощности и фильтр гармоник. Обмотки, предназначенные для преобразователя, сдвинуты по фазе на 30 градусов, таким образом, создавая 12-импульсную реакцию со стороны линии, что способствует устранению нехарактерных гармонических токов, таких как 5, 7, 17, 19.

Преобразователь инвертора является одним из самых надежных приводов, доступных на рынке. Инвертор с естественной коммутацией основан на тиристорной технологии и состоит из двух 6-импульсных входных тиристорных выпрямителей, реактора звена постоянного тока, двух 6-импульсных тиристорных преобразователей, системы управления и блока синхронного возбуждения двигателя и холодильного агрегата. Инвертор выступает в качестве источника тока для двигателя, контролируемые выпрямители коммутируются линией, в то время как инверторы коммутируются нагрузкой. Тиристоры выбраны в конфигурации N + 1, так, что даже в случае отказа одного из них, конвертер сможет обеспечить полную мощность, поддерживая работоспособность системы.

Реактор постоянного тока служит для сглаживания постоянного тока, а также для снижения токов короткого замыкания в цепи постоянного тока.

Четырехполюсник, цельный ротор, машина синхронизации состоит из двух обмоток, сдвинутых по фазе на 30°, подходит для соединения 12-импульсного инверто-

Техническое тестирование СРСП



ра. Ток, который подается в каждую обмотку из трех фаз, остается 6-импульсным, но образующееся магнитное поле в воздушном зазоре представляет только 12-импульсные характеристики гармоник. Это уменьшает момент пульсации вала, а также повышение температуры ротора, вызванное потерями индуцированных гармоник тока в роторе.

Возбуждение двигателя - бесщеточное с тремя фазами обмотки статора (возбудитель), которое питается статическим блоком возбуждения, установленного внутри шкафа возбуждения КИ. Обмотка возбудителя обмотки, создавая вращающееся поле, сама питается возбудителем и вращающимся диодным мостом.

Компенсация коэффициента мощности и фильтр гармоник (ККМФГ) несут основную функцию компенсации реактивного энергопотребления инвертора с естественной коммутацией. Выбор состава фильтра (то есть, количество отводов, тюнинг и т.д.) сделан таким образом, чтобы уменьшить, насколько это возможно, введение гармоник тока от СРСП в сетку.

Испытание взаимной нагрузки

Для этого конкретного проекта, конечный пользователь запросил испытание производительности всей СРСП в соответствии с дизайном кожуха и инженерной практикой. Преобразователь инвертора с естественной коммутацией – внутренний конвертер с четырьмя квадрантами, то есть он может эксплуатировать оборудование в режиме движения и торможения, что хорошо подходит для конфигурации взаимной нагрузки. В испытании взаимной нагрузки были выстроены две СРСП: одна работает в качестве мотора (привод), а

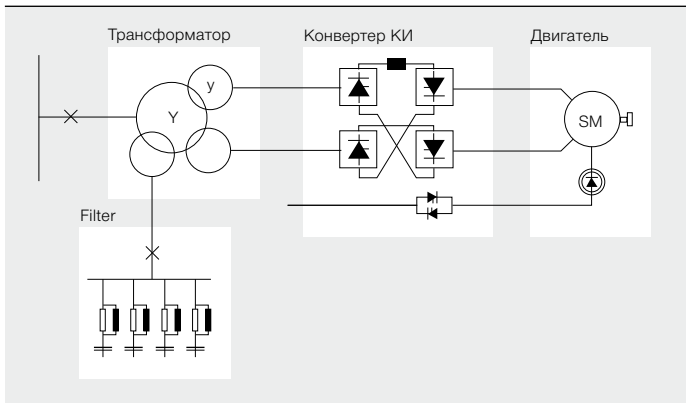
другая выступает в качестве генератора (тормоз) **рис. 2**. Активная мощность, которая адсорбируется двигателем, генерируется тормозом и передается в двигатель снова. С другой стороны, реактивная мощность адсорбируется конвертером (приводом и тормозом). В результате, большая часть мощности остается в процессе, и только потеря двух ЧРП и избыток реактивной мощности, которые не компенсируются двумя системами фильтрации, потребляют энергию от испытательной панели сети электропитания. Потребляемая мощность составила 8 МВА, из которых 1,7 МВт - активная мощность и 7,8 Мвар - реактивная мощность. Испытание взаимной нагрузки делает возможным запуск СРСП при номинальной мощности, состояние, невозможное во время испытания компрессорной линии или во время испытания на площадке. На

Автотрансформатор – это идеальный выбор для поддержания высокого уровня цепи короткого замыкания со стороны подачи.

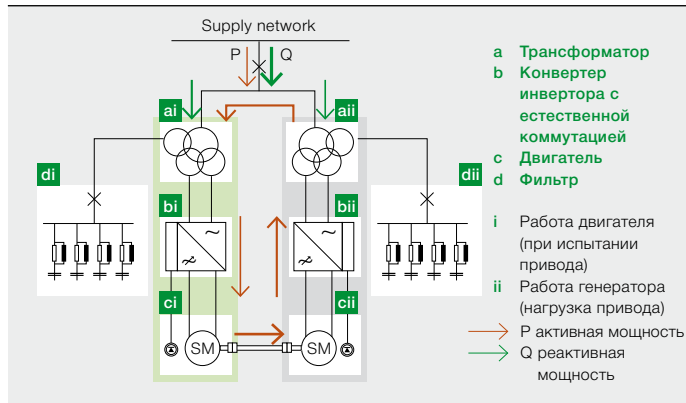
самом деле, при этих двух тестовых конфигурациях, нагрузка на валу двигателя соответствует производительности компрессора, и составляет в этом случае 10,6 МВт и 15 МВт для подачи и подъема газа соответственно, в то время, как номинальная мощность синхронизаторов составляет 13,5 МВт и 18,2 МВт.

Для такого испытания требуется доступная мощность, надлежащее оборудование и проверенные ноу-хау. Сотрудничество между экспертами компании АББ по автоматизации процессов и команды из CESI (Итальянского опытного электротехнического центра) стало ключом к успеху.

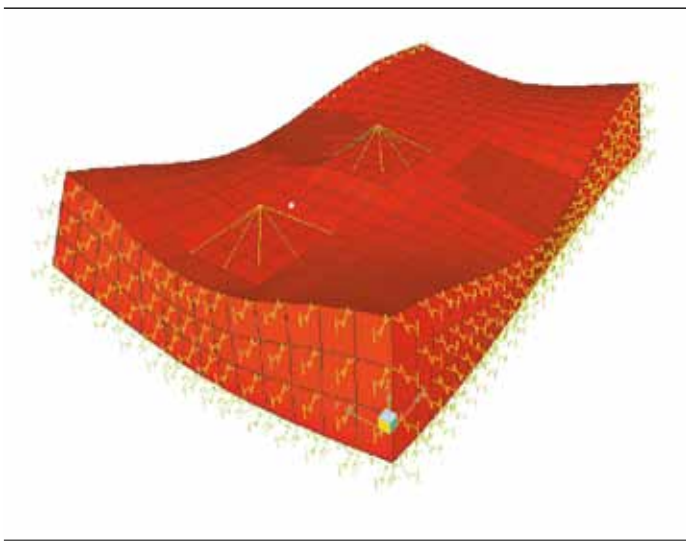
1 Вид СРСП



2 Настройка испытания взаимной нагрузки



3 Гибкая модель основания



4 Конструкция основания



Показатели мощности полевого испытания

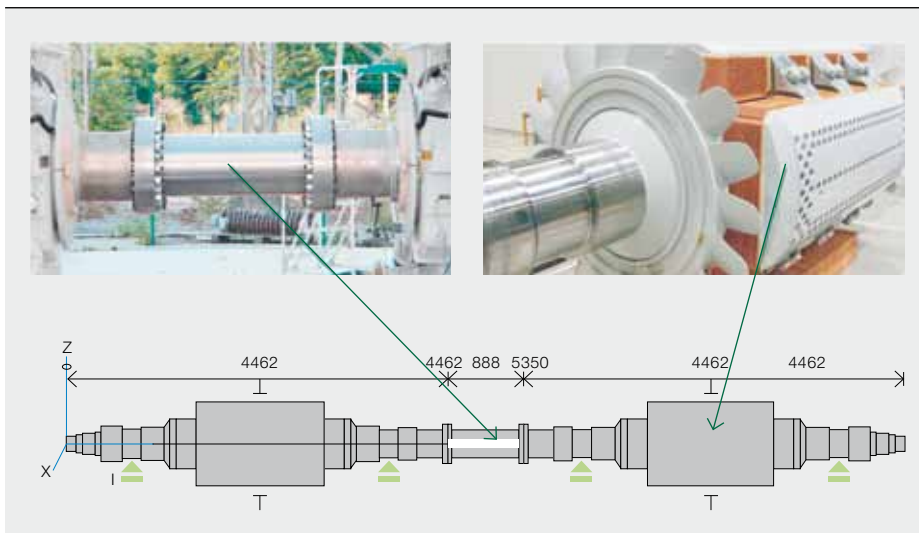
Испытательная бухта питается от выделенного трансформатора 70 МВА, 220/24 кВ, напрямую подключенного к сетке электропередачи высокого напряжения Италии. Это гарантирует надежный и стабильный источник питания, а также высокую мощность короткого замыкания в точке связи (ПУПЭ) 600 МВА. Высокая мощность короткого замыкания на ПУПЭ означает низковольтное падение в равных условиях нагрузки и подачу тока высшей гармоники на системы инженерного обеспечения. Это позволило сделать конструкцию фильтра гармоник более простой и экономически эффективной. Автотрансформатор на 20/25 МВА используется, чтобы усилить напряжение первичной обмотки трансформатора СРСП: 33 кВ. Автотрансформатор с внутренним низким сопротивлением короткого замыкания является идеальным выбором, чтобы сохранить высокий уровень цепи короткого замыкания со стороны подачи. Мощность короткого замыкания при 33

кВ на самом деле составляет 350 МВА, что в соотношении больше чем 20 по сравнению с адсорбированной мощностью, следовательно, динамика не затрагивается.

Важность жесткого фундамента

Специальное внимание было уделено разработке фундамента для вращающихся машин. Фундамент должен обеспечить жесткое крепление вращающихся машин (МЭК 60034-14). Был спроектирован фундамент размерами 20 × 13 × 3 м, и построен с нуля на испытательном стенде. Конечная модель фундамента крепится на упругом основании Винклера и была установлена для вычисления собственных значений гибкости и собственных векторов **рис. 3**. Так как гибкие режимы могут быть исключены неуравновешенными силами, был проведен динамический анализ модели для оценки вибрации фундамента в точке крепления двигателя. Максимальная вертикальная вибрация в точке крепления двигателя составила около в 10-3 мм / с, что ниже самого низкого порога значений, перечисленных в МЭК 60034-14

Конвертер инвертора с естественной коммутацией является внутренним четырехквadrантным преобразователем и хорошо подходит для испытания конфигурации взаимной нагрузки.



Конфигурация для испытания взаимной нагрузки делает возможным запуск СРСП при номинальной мощности, состояние невозможное во время испытания компрессорной линии или во время испытания на рабочей площадке.

для уровней вибрации класса В (25 % от 1,5 мм / с для двигателя с валами высотой более 280 мм) **рис. 4.**

Динамический анализ ротора и пульсирующий крутящий момент в воздушном зазоре

Муфта между двумя синхронизаторами была разработана для того, чтобы выдерживать крутящие моменты короткого замыкания и во избежание возможных резонансов из-за пульсирующего момента в воздушном зазоре вращающихся машин, производимого преобразователем **рис. 5.**

На установки с преобразователем питания влияет пульсирующий крутящий момент в воздушном зазоре **рис. 6.** Пульсирующие компоненты крутящего момента возникают из-за гармоник тока, которые воздействуют на двигатель посредством преобразователей. Эти компоненты пульсирующего момента можно классифицировать следующим образом (F_d = частота двигателя, F_n = частота линии):

- Целое число пульсирующих моментов с частотами $n F_d$ ($n = 6, 12, 18, 24$)
- Нецелое число пульсирующих моментов с частотами $k F_n$ ($k = 6, 12$)
- Нецелое число пульсирующих крутящих моментов в зависимости от частоты сети и частоты двигателя в зависимости от: $F = \ln F_d \pm k F_n$ ($n = 6, 16; k = 6, 12$).

Хотя амплитуды пульсирующего момента малы по сравнению с движущим моментом, они могут возбуждать резонансы, когда их частоты совпадают с собственной частотой (режимами) валов. Муфта была разработана для того, чтобы гарантировать разделительную границу между

пересечениями (резонансами) наклонных линий и режимами.

Фильтр гармоник и компенсация реактивной мощности

Для компенсации реактивной мощности и гармоник для этого теста была разработана и введена в эксплуатацию система фильтров **рис. 7.** Фильтр, используемый в ходе испытаний, был построен в трех линиях и настроен на 5-й, 11-й и 23-гармонический порядок для уменьшения гармоник тока, поступающего с преобразователя инвертора с естественной коммутацией в сеть. Конденсаторы фильтров гармоник также используются для компенсации реактивной мощности, которая адсорбируется преобразователем.

Характерные гармоники тока поглощаются фильтром 11-го и 23-го порядка. Нехарактерные гармоники $N = 5$ поглощаются 5-м фильтром гармоник **рис. 8.** Реактивная мощность всех трех линий фильтра (для каждого привода) добавляет до 11,5 МВАр для системы подъема газа и 6,5 МВАр для системы впрыска газа (были включены только фильтры 5-й и 11-й линий). Измеряемое напряжение составляло 0,85 процента, что значительно ниже рекомендованных предписаний МЭК (<5 % МЭК 61000-2-4, класс 1).

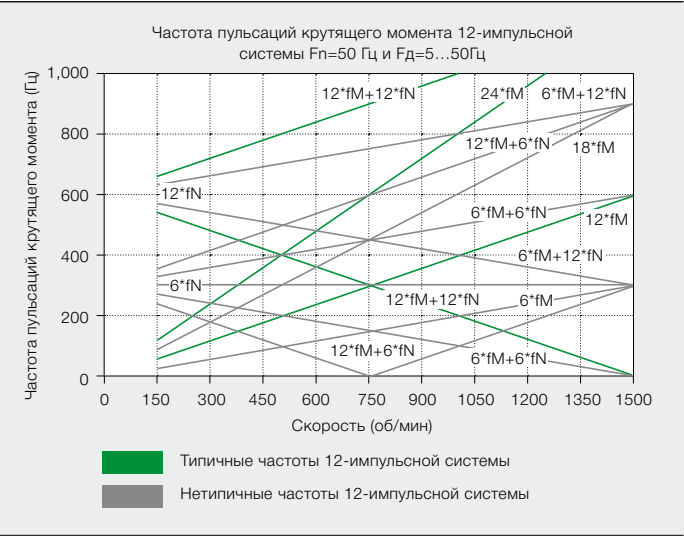
График испытаний и результаты

СРСП была подвергнута всей серии испытаний, перечисленных в разделе Конструкция корпуса и инженерная практика

Для этих испытаний была разработана и установлена система фильтров, компенсирующая реактивную мощность и подавляющая гармонические колебания.

для электродвигателей переменного тока ЧРП. Были проведены испытания на нагрев, нагрузку, отсутствие нагрузки, функциональность и неисправность **рис. 9.** Сетевой анализатор, установленный на испытательном стенде, показывает напряжение и ток в первичной и вторичной об-

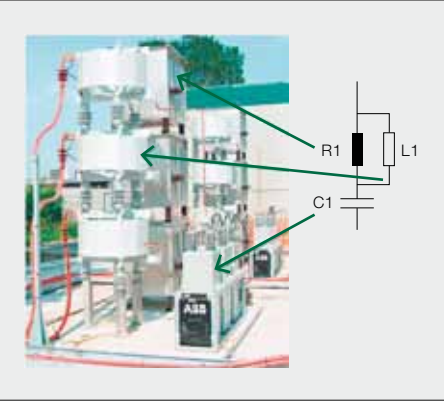
6 Пульсирующий крутящий момент



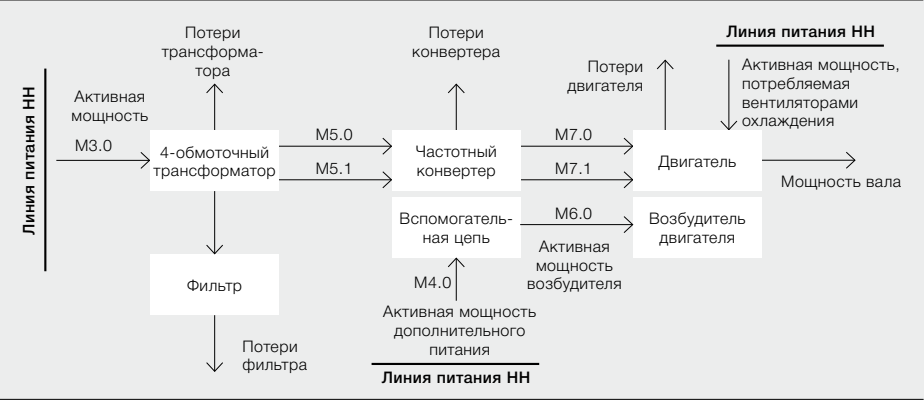
7 Реактивная мощность и фильтр гармоник



8 Линия 5-го фильтра гармоник



9 Поток активной мощности во время испытаний



мотке трансформатора, когда фильтр включен **рис. 10**.

Эффективность систем регулирования скорости приводными механизмами определяется путем суммирования потерь оборудования системы привода, которые измеряются или рассчитываются (метод отдельных потерь) [2]. Испытание показало, что эффективность СРСР составляет 95,76 процента. Это значение соответствует ожидаемым показателям. Для измерения электрических величин в случае искаженной нагрузки должна быть принята правильная стратегия измерений, например, преобразователь частоты. Активная мощность определяется по формуле:

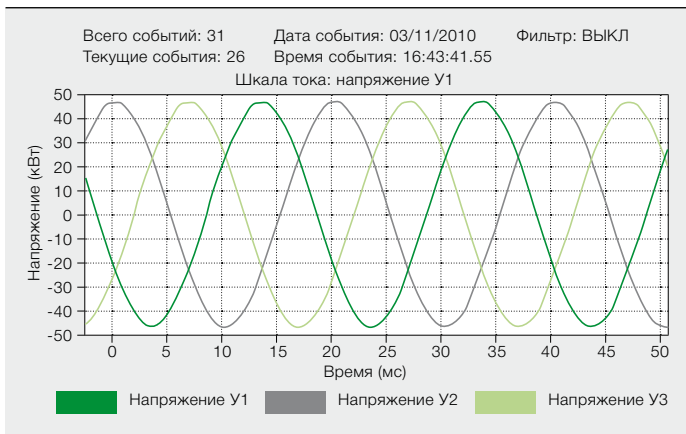
$$P = \frac{1}{k \cdot T} \int_{\tau}^{\tau + k \cdot T} p \cdot dt$$

(p – мгновенная мощность: $p=v \cdot i$)
Применяя анализ Фурье к напряжению и току, можно выразить активную мощность в виде суммы двух слагаемых: P_1 и P_n , фундаментальную активную мощность и гармоническую активную мощность соответственно.

$P = P_1 + P_n$
Фундаментальная активная мощность (Вт)
 $P_1 = V_1 \cdot I_1 \cdot \cos \delta_1$
Гармоническая активная мощность (не-фундаментальная активная мощность, Вт)
 $P_n = V_0 \cdot I_0 + \sum_{h \neq 1} V_h \cdot I_h \cdot \cos \delta_h$
Для электрической машины гармоническая активная мощность не является полезной мощностью, то есть она не способствует последовательности положительных моментов. Следовательно, имеет смысл разделить фундаментальную активную мощность P_1 от мощности P_n .
Измерение P_n само по себе не является эффективным способом оценки гармонического потока мощности, потому что некоторые гармонические порядки могут производить электроэнергию, а другие рассеивают мощность в наблюдаемой нагрузке, что приводит к взаимной отмене P_n . Только полное перечисление напряжения гармоник и векторов тока (амплитуды и фазы) может привести к четкому

Опыт испытаний, накопленный в этой области, обеспечивает нашим клиентам уверенность в том, что их система привода отвечает всем требованиям эффективности.

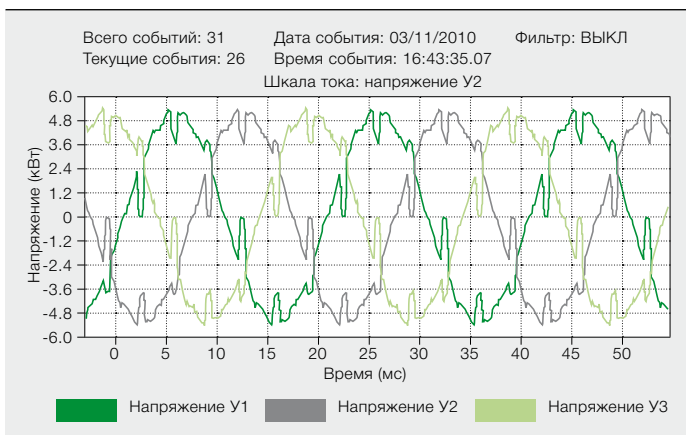
10 Напряжение и ток на первичной и вторичной стороне 4-обмоточного трансформатора



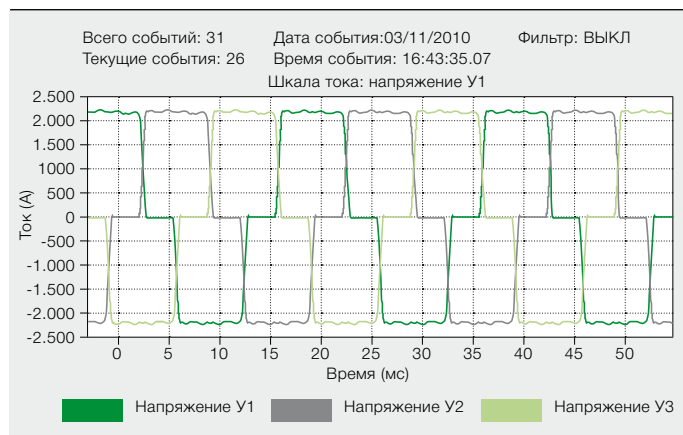
10a Напряжение на первичной стороне



10b Ток на первичной стороне



10c Напряжение на вторичной стороне



10d Ток на вторичной стороне

представлению о вкладе каждой гармоники в электрический поток энергии [3].

Ценные результаты

Две СРСП 13,5 МВт и две СРСП 18,2 МВт были успешно протестированы подразделением по автоматизации процесса компании АББ на своей испытательной базе в CESI (Итальянский опытный электротехнический центр), Милан, Италия. Испытательная конфигурация готова к размещению машин до 40 МВт и более.

Даниэле Буццони

Маурицио Заго

Процесс автоматизации компании АББ, Нефть и газ Милан, Италия

daniele.buzzini@it.abb.com

maurizio.zago@it.abb.com

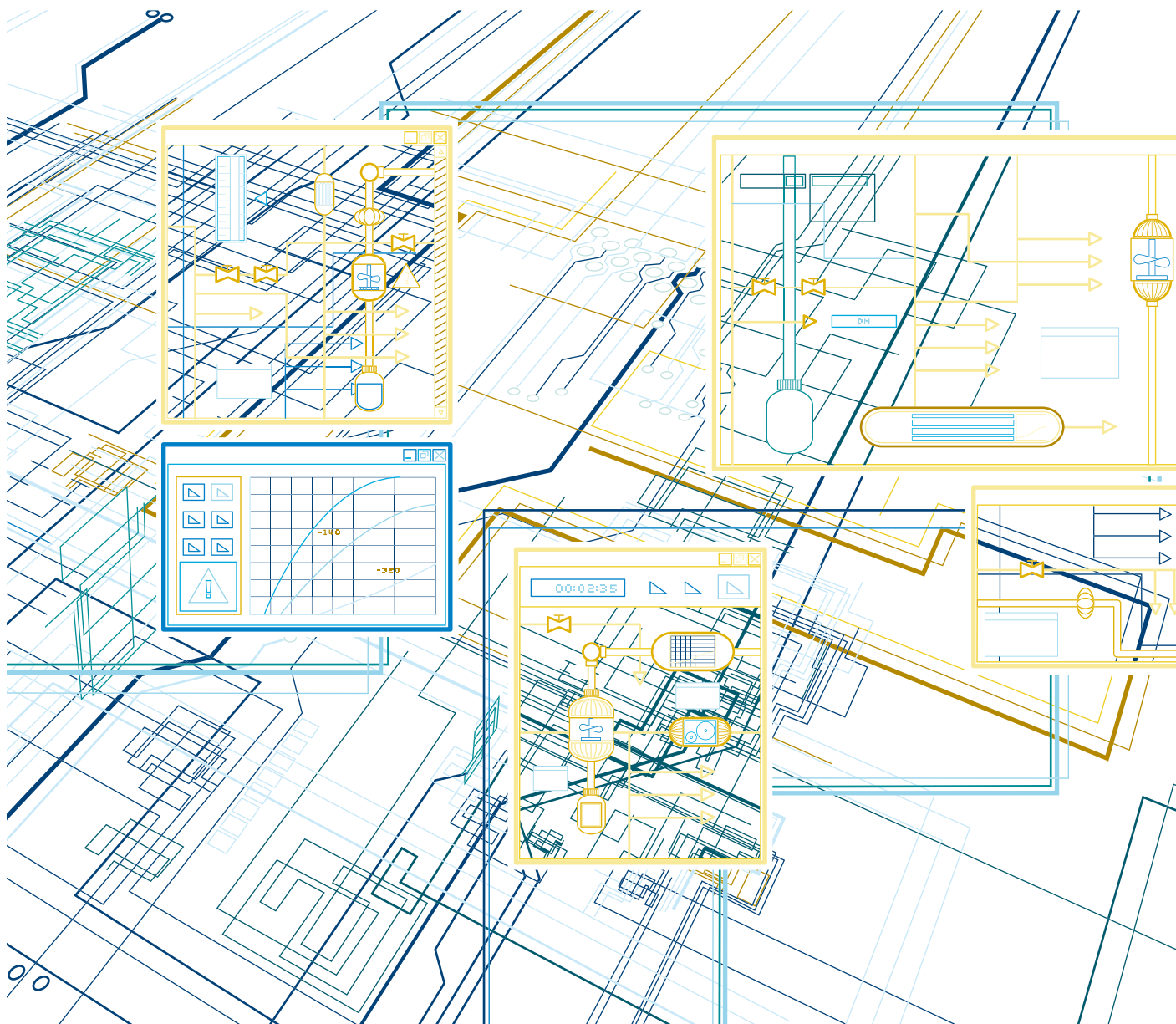
Опыт испытаний, накопленный в этой области, обеспечивает нашим клиентам уверенность в том, что их система привода отвечает всем требованиям эффективности, и система будет поставлять номинальную мощность, для которой она разработана. Кроме того, испытание производительности при полной нагрузке может доказать, что оборудование совместимо со спецификацией проекта, согласно стандартам нефтяной и газовой промышленности.

Дополнительная литература

- Риманн, Дж. (2007, март). Приводы переменного тока в нефтяной и газовой промышленности. Процесс автоматизации АББ, Нефть и газ.
- Ребекки, В. (2010 г., март). Фонд анализа вибрации. Enel.Hydro S.p.A. ISMES (V).
- Переход на доставку мощности IEEE, вып. 11, № 1, январь 1996 года.
- Деволд Х., Нестли Т., Хертер Дж. (2006). Электрические СПГ. Процесс автоматизации АББ, Нефть и газ

Ссылки:

- [1] Буццони Д., Белл П., Меркандез М. (2010). Электрические решения для компрессоров СПГ. Трубопроводы и газовые технологии. Журнал
- [2] Бурмейстер Р. (2009, ноябрь). Крутящий момент пульсации в воздушных зазорах обоих двигателей и генераторов. ATDAD
- [3] Стандарт IEEE 995-1987. Рекомендуемая практика для повышения эффективности определения переменного тока регулируемых скоростных приводов.



Мудрые подсказки

Обеспечивают глубокое понимание бизнеса, превращая данные обработки в ранние предупреждения о проблеме

ДЖЕФФ АРТЛИ – Нефтеперерабатывающая промышленность сегодня находится в состоянии крайнего финансового давления. Границы в настоящее время сведены к нулю, использование нефти с высоким содержанием серы, высоким содержанием тяжелых металлов становится нормой, в то время как цены на светлую нефть растут. Промышленность теряет специалистов,

которые уходят на пенсию. Однако существуют решения, которые помогут справиться с этими проблемами. Процессы переработки могут работать на оптимальном оперативном уровне при относительно низких капитальных затратах, используя опыт процессов в системе автоматизации.

оборудования и процессов от повреждения и защита процесса от выхода за пределы нормальной работы. Сигнализация, используемая для защиты оборудования и процесса, часто активируется слишком поздно, чтобы оператор предпринял соответствующие действия, кроме как выключение или другое крайнее отвлекающее действие. С помощью онлайн приложения сбора данных нарушения в работе могут быть обнаружены до срабатывания сигнала тревоги процесса.

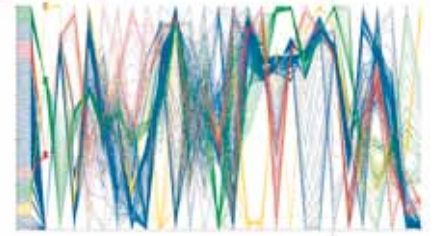
Эти приложения сегодня существуют и используются в некоторых отраслях промышленности. Компания АББ может предложить программу раннего обнаружения нарушения работоспособности (РОНР)¹ на основе онлайн приложения MS2 AJMC [1], а также разработать другую систему раннего обнаружения неисправности (ПОН) [2] в партнерстве с Shell / Statoil. Решение ПОН – это сложное приложение для мониторинга ресурсов, которое основывается на знаниях многомерных изменений. Вместо того чтобы учитывать одну переменную, многомерные изменения означают, что переменные коррелируют, и это соотношение должно быть принято во внимание при рассмотрении реакции измерения процентов.

Используя онлайн приложение по сбору данных можно определить неисправную операцию до активации тревоги.

Большинство процессов имеют многомерный характер. Приложения используют анализ главных компонентов (АГК) для определения изменчивости в пределах данных, относящихся к многомерным изменениям. Основным принципом является то, что данные нормальной работы используются в качестве операционных критериев, и эти данные используются для создания модели. Текущие значения переменных процесса сравниваются с этой моделью для определения того, находятся ли текущие данные в пределах или за пределами нормального режима эксплуатации.

1 Схема визуализации параллельных координат (ВПК)

Эта методика обеспечивает представление взаимосвязей между разнообразными переменными процесса, например, качество таких параметров, как pH и вязкость, параметры процесса такие, как максимальное давление или температура, и расчетные величины, такие как продолжительность работы или сдвиг. Результаты дальнейшего анализа, например основных компонентов, можно посмотреть на той же схеме в качестве первичных переменных.



Для того чтобы оценить, находятся ли данные в пределах или за пределами модели, измерение не требуется. В случае с MS2, это квадрат ошибок между текущими данными и исходными данными модели. Если это значение становится высоким, это означает, что текущая операция сильно отличается от эталонной модели и это ненормально.

Когда приложение распознает изменения, которые находятся за пределами нормальной изменчивости процесса, оператор оповещается о потенциальной проблеме.

Эти изменения могут быть обнаружены до активации сигнализации, давая оператору время для принятия корректирующих мер. Для больших вращающихся механизмов разработаны аналогичные приложения для ранних предупреждений в течение нескольких дней или даже недель до отказа установки, что позволяет планировать время, чтобы устранить неисправности до начала отказа оборудования.

Чтобы применить решение универсально, приложение должно быть независимым от PCS. Следовательно, данные должны передаваться с помощью OPC, стандарта, который определяет стандарт передачи в ре-

Сноска

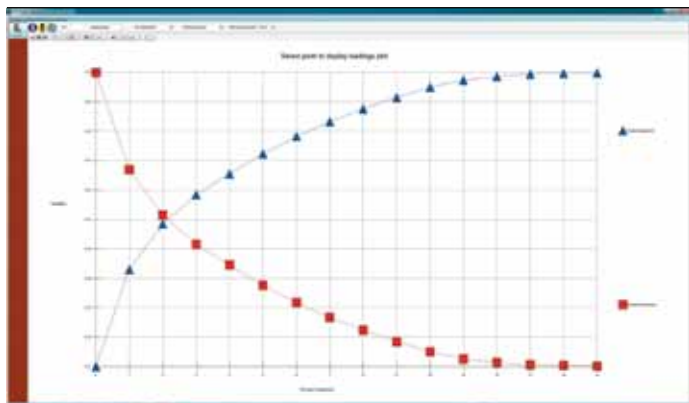
- ¹ Системы РОНР компании АББ включают систему диагностики процесса MS2, разработанной AJM Consulting при содействии Центра аналитики процесса и контроля технологии в Университете Ньюкасла. Система MS2 успешно применялась к целому ряду секторов промышленности, включая нефтехимический, химический, фармацевтический, ядерный сектора и сектор разработки современных материалов.

Современные распределенные системы управления (PCY) могут хранить огромное количество данных, которые в свою очередь, содержат огромное количество информации о процессе. Использование этих данных и преобразование в информацию позволяет процессу работать ближе к оптимуму. Главное помнить, что это может быть достигнуто при относительно низких капитальных затратах.

Современные PCY генерируют терабайты данных, которые часто просто хранятся в архиве системы управления по нормативным причинам. Эти данные остаются непроанализированными и сбрасываются каждый раз, когда заканчивается срок хранения. Однако в этих данных содержится кладёз информации, который, при правильной интерпретации, может быть преобразован в информацию и знания, и использоваться для улучшения рентабельности предприятия.

Задача большинства процессов - сохранять жесткий контроль, принимая своевременные меры по исправлению положения. Раннее обнаружение того, что процесс отходит от нормальных рабочих характеристик, снижает изменчивость процесса и позволяет работать ближе к оптимальным пределам. Приложения по сбору данных позволяют проводить раннюю диагностику, определяя отклонение процесса от «нормы». Это возможно получить при использовании архивных данных тестирования «нормальной работы» процесса, сравнивая текущую операцию с данными нормальной эксплуатации, а затем, определяя, когда операция отклоняется от необходимого стандарта.

Аварийная сигнализация в настоящее время используется для двух целей: защита



жиме реального времени заводских данных между устройствами управления от разных производителей, а в автономном режиме данные импортируются с помощью файлов данных в формате CSV и XLS.

Операторы и инженеры процессов часто предпочитают смотреть на графические изображения операций и, в случае MS2 и POHP, это может применяться во множественных схемах. Множественные схемы являются основными компонентами зависимости (три основных компонента производят три графика, четыре основных компонента производят шесть графиков и так далее), и они способны изображать «нормальное» или «необходимое» представление исходных данных в эллипсы надежных интервалов, которые содержат все данные. Текущие данные отображают зависимость исходных данных, и если текущие данные в пределах эллипса надежности, то представление операции классифицируется как «нормальное и необходимое». После того как точка данных выходит за пределы эллипса, они классифицируются как «ненормальные». Если позже определяется, что эти данные не ненормальные, их можно включить в модель нормальных данных для улучшения модели и исключения возникающих ложных тревог. Возможность повторной классификации данных является важным понятием для предотвращения ложных срабатываний. Если ранее была замечена какая-либо нештатная ситуация, проанализирована, чтобы определить причину, а корректирующие действия были выполнены для системы АББ 800xA, текстовое сообщение может быть отправлено на экран оператора, предлагая решения, которые могут быть предприняты, чтобы исправить ситуацию.

Это дает оператору уверенность в использовании приложения, в противном случае очевидная природа черного ящика приложения может отбить у оператора

охоту использовать его. Логика приложения сравнительно сложная и определение конечной причины ненормальной ситуации будет включать комплексный анализ принятия решения о необходимых действиях. Любой новый анализ в этой связи, как правило, проводится инженером или специалистом.

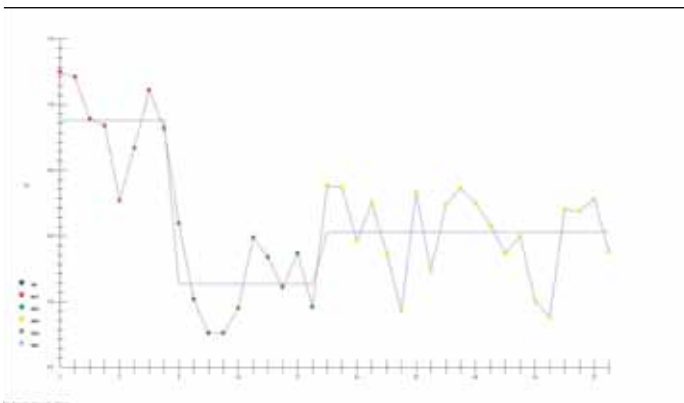
Применение POHP

Существует четыре простых шага для развертывания приложений POHP онлайн. Персонал АББ в состоянии поддержать клиентов во всех этих этапах:

1. Определение измерения.
2. Создание модели.
3. Настройка связи.
4. Настройка интерфейса.

Первая задача состоит в определении измерения. Это самый важный шаг, и важно, чтобы эта переменная представляла общую цель для процесса, конкретную область процесса, или единицу оборудования. Измерение, как правило, является измерением высоких уровней, таких как промежуточное или окончательное качество, пропускная способность или примеси. Может быть, необходимо создать производные теги, выступающие в качестве измерения, например, в случае вращающегося оборудования – это может быть эффективность или производительность измерений.

Затем пользователь анализирует, какие измеряемые

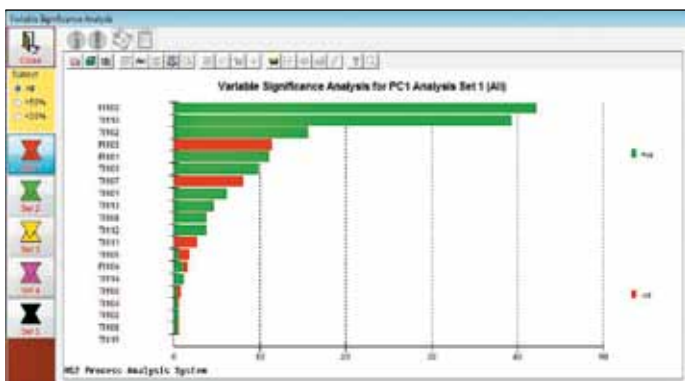


переменные связаны или влияют на выбранное измерение, и может определить ненормальную работу. Любые данные, используемые для проведения такого анализа, должны анализироваться, и исправляться или отклоняться из-за плохих показателей, высокой степени сжатия данных, нулей, и так далее. На данном этапе какие-либо причины нарушений в работе определяются также с целью передачи этой информации оператором для определения ситуаций, которые были замечены ранее.

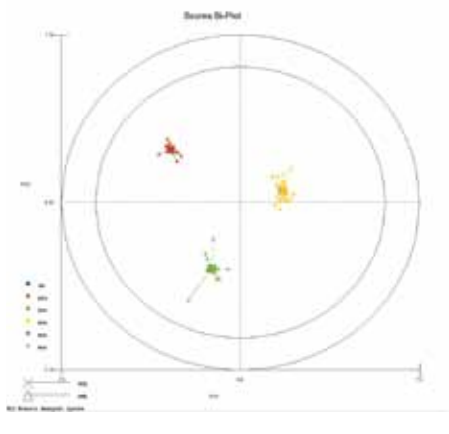
Второй шаг заключается в создании модели процесса «норма- требование» для измерения интересов и факторов, влияющих на измерение. Определяя способствующие переменные для периодов работы, при которых измерение в требуемом диапазоне производится в автономном режиме и использует архивные данные.

Для просмотра данных схема параллельных координат (ВПК) является очень полезной и определяет любые одномерные причины ненормальной операции **рис. 1.**

Для больших вращающихся механизмов используется система заблаговременного предупреждения, которая сигнализирует о неисправности за несколько дней или недель до того, как оборудование выйдет из строя, предоставляя время для планирования и устранения неисправностей до того, как они приведут к катастрофическим последствиям.



6 Множественный график, показывающий, как разные группы анализа формируют блок

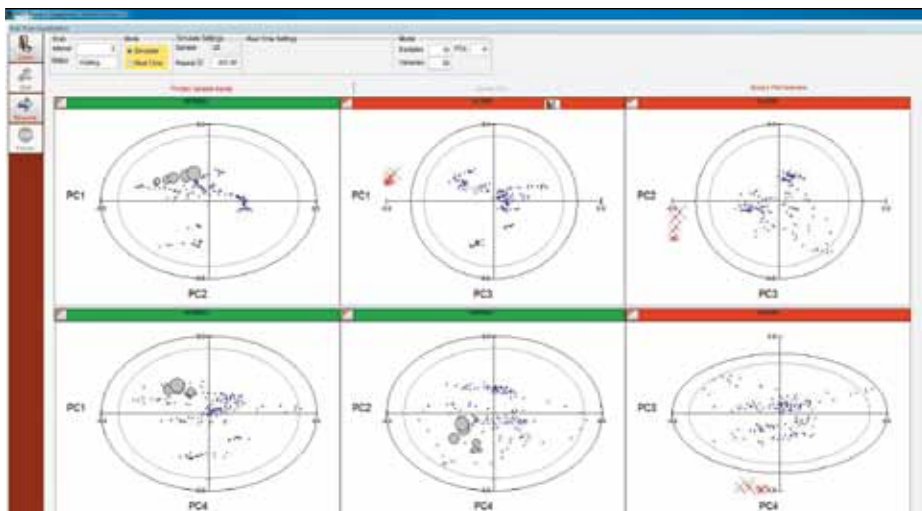


жение обнаруживает операции за пределами модели эксплуатации, на экран рабочей станции оператора могут быть отправлены предупреждения. Операция, которая в последующем оценивается как желательная, легко включается в модель для предотвращения ненужных уведомлений в будущем.

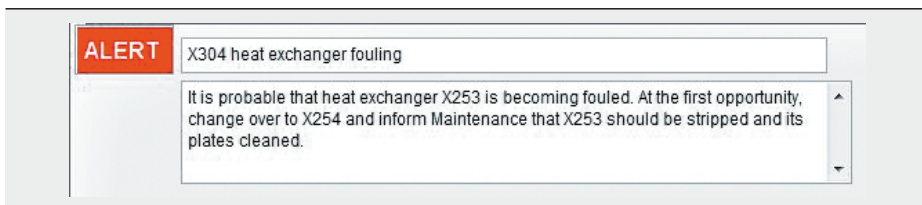
Операция, которая в последующем оценивается как желательная, легко включается в модель для предотвращения ненужных уведомлений в будущем.

Как только канал связи устанавливается, пользователю необходимо задать способ предупреждения оператора. АББ понимает, что создать аварийную сигнализацию относительно просто, следовательно, оператор может получать слишком много предупреждений. Тем не менее, оповещения о неисправностях могут создаваться по-разному, например, с помощью SMS-сообщений на мобильный телефон инженера, отвечающего за процесс, или на компьютер ответственного инженера, или в виде текстового сообщения на рабочую станцию оператора. Когда процесс перемещается за пределы диапазона, могут быть созданы предупреждения (путем сигнализации или про-

7 Множественный график АГК, отображающий неисправность



8 Диагностическое сообщение для оператора



стого графического изменения цвета на рабочую станцию оператора, и так далее), чтобы сообщить оператору, что измерение отличается от своего желаемого значения.

Это сообщение появлялось бы до срабатывания сигнализации, таким образом, приводя к раннему выявлению внештатной ситуации. Это может, например, как отображение квадрата различий (для MS2) в виде гистограммы с пределами, которые вызывают изменение цвета, когда значение становится высоким.

После появления предупреждения оператор может исследовать различные графики для подтверждения. Кроме того, как упоминалось выше, если диапазон ранее был проанализирован, и причина найдена и настроена на PCY (например, загрязнение теплообменника или блокирующего фильтра), то текстовая строка может быть отображена на интерфейсе «человек-машина» (ЧМИ), предлагая действия, которые оператор может предпринять, для устранения проблемы **рис. 8**.

Результаты

Приложения раннего обнаружения неисправностей устанавливаются для ожидаемого информирования операторов важных переменных процесса из-под

контроля. Аварийная сигнализация текущего процесса будет использоваться только при возникновении реальных чрезвычайных ситуаций, а не только для попыток исправить неправильную эксплуатацию. Эти приложения основываются на сложной логике, но, как правило, являются «черным ящиком» для самого оператора, так как для полного их понимания требуют вмешательства технических специалистов.

При оценке выгод, затраты на инвестирование в такие приложения компенсируют массивные потери от снижения объема производства или затраты на замену критического оборудования.

Джефф Артли

Процесс автоматизации АББ,
Нефтегазовые системы
Санкт-Неотс, Великобритания
geoff.artley@uk.abb.com

Ссылки

- [1] Автономный режим MS2 продается через AJMC, <http://www.ajm.co.uk>. Онлайн-овые системы MS2, называемый РОНР, в настоящее время продаются АББ Великобритания в Санкт-Неотсе
- [2] Понимание процесса - см. Кнут Ховда или Ханс Петтер Бикер, АББ Норвегия

Дистанционное управление и диагностика

Управляемая на расстоянии робототехника при работе нефтяной и газовой отрасли

ШАРЛОТТА СКУРАП, ДЖОН ПРЕТЛАВ – Мировой спрос на нефть и газ остается высоким и будет таковым в обозримом будущем. Тем не менее, отрасль сталкивается с рядом проблем, включая борьбу за сохранность объемов производства и доступа к резервам, которые часто находятся в чрезвычайно сложных условиях. Эти проблемы привели к необходимости повысить уровень автоматизации в нефтяной и газовой промышленности, сохраняя при этом акцент на здоровье, безопасности и сохранности окружающей среды. Многие нефтегазовые сооружения уже оснащены дистанционным управлением во время нормальной работы, но высококвалифицированные специалисты по-прежнему необходимы для выполнения специализированных работ, таких как техническое обслуживание и ремонт в процессе эксплуатации и запланированных остановок. Чтобы извлечь выгоду из повышения уровня автоматизации в этой области, позволяющего защитить людей от вредной окружающей среды и потенциально опасных задач, возникает необходимость сочетать удаленные операции с использованием робототехники. В ответ на этот спрос, компания АББ разработала прототип дистанционной системы автоматизации на основе робототехники, которая способна проводить диагностику и техническое обслуживание нефтяных и газовых модулей. Система дополняет существующую систему автоматизации и методы работы, и позволяет операторам выполнять ту же работу, но с более безопасного места.

Уровень автоматизации в различных отраслях промышленности может очень сильно меняться. В обрабатывающей промышленности, например, легко автоматизируются, те задачи, которые повторяются; требуют высокой точности; являются типовыми, и выполняются в загрязненных и опасных условиях. В нефтяной и газовой промышленности, степень автоматизации различается на разных этапах разведки нефтяных месторождений, добычи и производства, а также между различными отраслями и

регионами. Уровни автоматизации различаются от почти несуществующих (операторы на площадке считывают результаты измерения аналоговых КИП) до продвинутых систем безопасности и управления технологическими процессами, автоматизирующих большие, сложные и динамические процессы. В целом, большинство нефтяных и газовых объектов работают с гибридными или смешанными уровнями автоматизации. Проблемы отрасли, такие как снижение темпов восстановления, трудности в получении доступа к объектам и разведка нетрадиционных запасов





Механический или физический уровень автоматизации (LoAphys) касается физического содержания работы, он еще сравнительно низок для всех задач в области добычи нефти и газового оборудования. Команды операторов и специалистов различного профиля выполняют различные физические задачи, используя свои руки и инструменты. Некоторые инструменты, такие как инфракрасные камеры, которые определяют температуры процесса и оборудования, весьма продвинуты. Уровни автоматизации познавательных задач (LoAcogn) изменяются по всему спектру в зависимости от типа задач. Например, при возникновении непредвиденных ситуаций, операторы должны использовать свои познавательные способности, чтобы понять текущую ситуацию, спрогнозировать будущие состояния и принять решение в отношении дальнейших действий. На другом конце шкалы система автоматизации автоматически обрабатывает немедленное завершение процесса или частей процесса без вмешательства человека при возникновении чрезвычайной ситуации. Вмешательство человека необходимо после остановки процесса для устранения проблемы и перезапуска.

2 Архитектура робототехнической системы



Прототип дистанционной системы автоматизации на основе робототехники от компании АББ способен выполнять осмотр и техническое обслуживание нефтяных и газовых модулей.



поставили необходимость повышения современного уровня автоматизации на первое место.

Дистанционное управление при нормальной эксплуатации уже является реальностью для многих объектов. Тем не менее, высококвалифицированные специалисты по-прежнему требуются для выполнения осмотра критического оборудования, включая диагностику, техническое обслуживание и ремонт в процессе эксплуатации и во время запланированных отключений в опасных условиях. Для повышения уровня автоматизации в этой области требуется сочетание дистанционного управления и телеробототехники.

Внедрение робототехники повлияет на роли, обязанности и рабочие задачи. В первую очередь, наличие робототехники не означает, что люди становятся ненужными: люди остаются жизненно важной и незаменимой частью процесса с основным акцентом на когнитивных, а не физических задачах **рис. 1**. Поэтому, крайне важно принять решение о роли, распределении задач и уровне автоматизации между человеком и системой, включающей робототехнику. Адаптивный, переменный подход к автоматизации был предложен в качестве способа компромисса между прибылью и расходами, связанными с автоматизацией и ручным управлением. В любом случае, основной принцип конструкции системы человек / робот заключается в предоставлении оператору возможности

сосредоточиться на задачах, которые должны быть выполнены, и использовать всю управляемую робототехнику, в качестве физической системы обеспечения в области выполнения этих задач. Это коррелирует с отношениями между операторами в диспетчерской и операторами на рабочих площадках на современных перерабатывающих заводах. В роботизированной системе человек-оператор несет ответственность за процесс и его эксплуатацию, в то время как робот выполняет физические задачи с датчиками и инструментами в этой области.

Дистанционное управление и вмешательство в инфраструктуру процесса

В рамках стратегии изучения и разработки новых концепций для длительной удаленной эксплуатации компания АББ уже разработала прототип удаленной системы автоматизации на основе робототехники, которая может выполнять проверку и обслуживание нефтяных и газовых модулей. Система способна проводить удаленный визуальный осмотр, диагностику, удаленную автоматическую обработку СОД, тестирование и калибровку компонентов процесса. Философия этой дистанционно управляемой системы на основе робототехники заключается в том, что роботы интегрируются и рассматриваются в качестве устройств в системе управления. Они играют роль физических инструментов, являясь «глазами, ушами и руками» операторов в опасных условиях работы. В рамках системы управления удаленный



оператор взаимодействует с использованием интерфейса робот/человек (ЧРИ), через который различные задачи системы могут быть определены и инициированы. Результаты затем возвращаются и выводятся системой управления оператору.

Объекты для проведения испытаний

Внутренние и внешние объекты для испытаний используются для моделирования, тестирования и проверки новых локальных конфигураций. В закрытом объекте располагается прототип уникальной лабораторной среды, используемый для демонстрации, проверки и оценки концепций и решений, которые могли бы представлять интерес для нефтегазовых объектов в будущем. Прототип установки состоит из трех роботов АББ, один IRB 2400, смонтированный на портале, и два рельсовых IRB 4400, а также полномасштабный модуль сепаратора (см. название фото). Все роботы имеют доступ к множеству инструментов, которые автоматически изменяются с помощью устройства смены пневматического инструмента. Некоторые из датчиков, такие как камеры наблюдения за работой, смонтированы на манипуляторе робота, а специальные датчики устанавливаются на инструментах. В лабораторных условиях один робот обычно используется для проверки, а два для обслуживания. Роботы находятся под контролем механизмов управления – каждый из них доступен с сервера приложений - в то время как система управления контролирует процесс.

Сервер приложений запускает путь планирования алгоритмов и осуществляет коммуникацию с пользователями **рис. 2**. Одной из главных задач является перевод команд пользователя в инструкции по управлению и наоборот. Были внедрены также компьютерное зрение и алгоритмы оптимизации для того, чтобы справиться с неопределенностью движущихся приборов и аппаратуры в суровых климатических условиях. Поскольку эти объекты могут перемещаться или стать временно/постоянно, механически деформированными, их положение и ориентация не является фиксированной, и составляет неопределенность, которую необходимо учитывать при взаимодействии роботов с процессом.

В лаборатории тестируются три основных аспекта телеробототехники: автономное управление, полуавтономное управление и ручное дистанционное управление. Автономное управление является противоречивым и может представлять собой континуум от полностью ручного управления до полностью автономного управления. Другими словами, с одной стороны, люди принимают все решения и выполняют необходимые действия без какой-либо помощи от системы управления, с другой стороны,

система управления принимает все решения и выполняет действия без какого-либо участия человека. Примером полностью автономного управления являются частые диагностики, которые проходят по заранее установленному графику.

Будучи в полной мере способной выполнять это, система управления может также решить, какой робот доступен для каждой задачи, выбрать подходящий датчик, безопасно перемещать робота с датчиком в различные точки проверки и проводить измерения. Оператор только получает уведомление, когда обнаружено отклонение от «нормального» значения. В противном случае измерения сохраняются в базах данных, и генерируется необходимый отчет. Ручное управление необходимо, например, для удаления льда, образовавшегося на клапане. Во время полуавтономного контроля система управления или оператор инициирует задачи для роботов и собирает результаты выполнения поставленных задач. Оператор (расположенный удаленно) использует 3-D модель процесса в качестве интерфейса для определения и постановки задач роботам и получения результатов таких задач. Была проведена проверка с использованием испытательного оборудования из различных мест, включая Хьюстон в США и Ставангер в Норвегии. Испытания показали, что технология работает последовательно в течение нескольких дней, даже по публичным сетям с ограниченной полосой пропускания. Наружные объекты используются для дальнейшего моделирования, тестирования и проверки концепций, которые разработаны и введены в эксплуатацию в помещении лаборатории в соответствии с реальными локальными тестовыми конфигурациями перед поставкой **рис. 3**.

В автоматизированных системах оператор контролирует процесс, а робот выполняет физические задачи с помощью датчиков и инструментов.

Практическое применение – управление скребком

На основе опыта специализированных лабораторий, накопленного в этой инновационной сфере, компании Shell Global Solutions и АББ, в рамках совместного проекта в последнее время разработали,



Демонстрация АББ и Shell показала, что роботы могут быть использованы в нефтяной и газовой промышленности для выполнения операций высокой точности в любую погоду.

провели испытания и проверили автоматизированное устройство локального управления скребком. Целью проекта является демонстрация использования робототехники для управления скребком в реальных условиях работы.

Скребок, или СОД, - это устройство, которое передается через трубопровод для проверки или чистки трубы изнутри. Каждый скребок состоит из эластичных, негабаритных дисков, которые уплотняют трубы, в то время как давление со стороны транспортируемого продукта (нефти или газа) толкает его вперед. Как правило, скребки вставляются и извлекаются вручную на специальных станциях, а также нефте- и газопроводах; извлечение скребка особенно опасно для человека-оператора.

Скребок накапливает мусор при прохождении через трубопровод, который расширяется в форме бочки на приемном конце, чтобы скребок мог быть извлечен. Эта бочка должна быть разгерметизирована и осушена до открытия двери. Накопленный мусор иногда приводит к срыву процесса разгерметизации, в результате чего скребок извлекается с большой силой. Кроме того, на объектах с крайне ядовитым газом в резервуаре, таким как H₂S, работы по управлению скребком должны проходить в соответствии со строгими методиками, что делает эти операции дорогостоящими и опасными, особенно для здоровья, безопасности и окружающей среды.

Решение АББ / Shell состоит из промышленного робота АББ (IRB 5500), сертифицированного по АТЕХ, оснащенного инструментом, специально предназначенным для управления скребком. Датчики ин-

струмента, а также встроенные датчики робота, управляют роботом и позволяют убедиться в том, что операции могут быть благополучно выполнены. При демонстрации использовались бочка со стандартным немодифицированным скребком и дверь. Так как безопасность стоит на первом месте, интерфейс оператора был установлен рядом с роботом, позволяя квалифицированным операторам подтверждать каждый шаг процесса, прежде чем робот мог выполнить следующий шаг.

Модель для демонстрации была впервые смонтирована, запущена, и проверена (например, робот был использован для запуска скребков и их извлечения) на открытом объекте в Осло. Перед отправкой на площадку демонстрации, находящуюся в Недерандсе Ардоли Матшаппи, за пределами Роттердама в Нидерландах, робот прошел приемочные испытания с участием представителей компаний АББ и Shell **рис. 4**. Локальные испытания (например, только извлечение скребков) были проведены в зимний период, в снег, дождь и при солнечной погоде, а также при температуре, которая упала до -10°C **рис. 5**.

Во время обычного испытания **рис. 6**, робот сначала проверяет выполнение первоначальных критически важных мер безопасности, убеждаясь, что замок и ручка находятся в ожидаемых местах (например, заблокированы и закрыты). Для этой цели используется бесконтактный переключатель, интегрированный в инструмент. Робот разблокирует и приоткрывает дверь, чтобы мусор и мазут стекли до полного открытия дверей. Он вставляет инструмент в ствол и начинает искать скребок. Встроенная функциональность в контроллере робота останавливает его движение при изменении состояния входного сигнала. Когда скребок найден, робот извлекает его и кладет на стол. Дверь закрывается, и робот возвращается в исходное положение.

На этой демонстрации выполнения требований были несколько упрощены. Начнем с того, что число роботизированных задач, связанных с управлением скребком, составляют подмножество полной операции по извлечению скребка. Некоторые из подзадач, выходящие за рамки этого проекта, включены в открытие и закрытие клапанов, запуск дренажных насосов и удаление вентиляционных пробок (после чего начинается выполнение задачи по извлечению скребка). Все эти меры, однако, могут быть автоматизированы с использованием существующих технологий. Де-



монстрация робототехники была также ограничена извлечением скребка, расположенного относительно близко к двери (то есть менее 0,5 м). На самом деле, скребки могут находиться до двух метров от двери.

Наконец, демонстрант был оснащен автономным дизельным генератором и создавал свой собственный приборный воздух во избежание существенных отклонений от заводских чертежей.

С помощью этого демонстратора АББ и Shell показали, что роботы могут быть использованы в нефтяной и газовой промышленности для выполнения операций высокой точности в любую погоду. Гораздо важнее то, что этот демонстратор имеет огромный потенциал снижения рисков, связанных с выполнением этих операций.

Задача на будущее

Будущие добычи и производство нефти и газа сталкиваются с рядом таких проблем, как низкая скорость восстановления, труднодоступные месторождения и разведка нетрадиционных, более сложных запасов. Эти проблемы указывают на то, что увеличение уровня автоматизации на установке неизбежно – вплоть до создания безоператорных нефтегазовых объектов – особенно если требуется повысить безопасность эксплуатации. Если это так, то диагностика и обслуживание, испытания и калибровки, которые в настоящее время осуществляются операторами на местах и обслуживающим персоналом, в конечном счете, будут выполняться робототехникой, интегрированной в систему управления.

Соответствовать требованиям надежно-

сти, эффективности и рентабельности не просто, для этого потребуются новые технические решения, методы работы и бизнес модели. Есть, однако, несколько основных факторов, влияющих на успешный результат. Начнем с того, что тесное со-

Наряду с повышенной безопасностью, прототип удаленной автоматизированной системы компании АББ имеет потенциал, способствующий повышению работоспособности и повышению рентабельности объекта.

трудничество с конечными пользователями и заказчиками в рамках рынка нефти и газа позволяет проектам сосредоточиться на реальных проблемах и задачах, стоящих перед промышленностью. Это помогает четко соблюдать определенные требования заказчика. Следующий шаг заключается в определении возможности достижения этой цели с помощью существующих и разрабатываемых технологий или их комбинаций. Для решения различных проблем сложной системы робототех-

ники необходим последовательный подход на этапе развития, который также включает в себя проверку технологий сложных и реалистичных условиях.

Это и есть подход, адаптированный АББ в процессе разработки своих дальнейших прототипов автоматизированной системы.

Первые результаты этой новой концепции робототехники являются весьма многообещающими. Наряду с повышенной безопасностью, еще одной целью является обеспечение последовательности и надежности работы, которая, в свою очередь, будет способствовать повышению работоспособности и рентабельности объекта.

Шарлотта Скурап

Джон Претлав

Отдел стратегических исследований компании АББ для нефтяной, газовой и нефтехимической промышленности

Осло, Норвегия

charlotte.skourup@no.abb.com

john.pretlove@no.abb.com

Заглавная фотография

Прототип установки, используемый для моделирования, тестирования и проверки концепции и новой конфигурации. Как правило, он состоит из трех роботов АББ (один для осмотра и два для технического обслуживания).



Эффективное месторождение

АББ помогает продлить срок службы медного рудника Аитик, сделав его более эффективным

ЛЕНА НЮБЕРГ, ГЭРД АЙЗЕНХУТ, КЬЕЛЛ СВАН, ПЕР АСТРОМ, САРА ШТЁТЕР – Около 1000 км к северу от Стокгольма, Швеция, за Полярным кругом, находится впечатляющий карьер медного рудника, известный как Аитик. Хотя доля металла, найденного на медном руднике Аитик, низкая – менее 0,3 процента – это месторождение очень прибыльное, благодаря эффективной организации его работы. На самом деле, операции в последнее время стали еще эффективнее – модернизация всего процесса добычи на 790 млн. долларов США позволила операторам компании Boliden удвоить производственные мощности и продлить срок эксплуатации шахты до 2030 года. Компания АББ внесла свой вклад в этот успех, предоставив широкий спектр продуктов и систем для энергоснабжения и управления всем участком.



Компания АББ поставила первый в мире безредукторный привод для мельниц для цементной компании Lafarge (Франция) в 1969 году, и этот привод на 6,4 МВт все еще продолжает работать.

Расположенное недалеко от Гялливаре, в арктическом регионе Лапландии (Швеция), медное месторождение Аитик было обнаружено в 1930 году. Тем не менее, добыча началась только в 1968 году, когда технология получила развитие, достаточное для извлечения металла. Хотя качество руды низкое – 0,25 процента меди, 0,1 г золота и 2 г серебра на тонну руды – эти металлы все-таки стоит добывать. В 2006 г. компания Boliden приняла крупнейшее инвестиционное решение об увеличении добычи на шахте в виде трехлетней модернизации, стоимостью 790 млн. долларов США.

Среди продуктов и систем, поставленных компанией АББ – 650 двигателей, 230 приводов и частотно-регулируемых приводов, два 22,5 МВт безредукторных привода для мельниц, две 2 × 5 МВт системы сдвоенных шестеренных приводов, четыре 1,4 МВт двигателя с постоянными магнитами, 23 распределительных трансформатора, закрытое РУ с элегазовой изоляцией, система фильтра гармоник, расширенная система автоматизации 800xA, система управления технологиче-

скими процессами и, конечно, комплексный контракт на предоставление услуг **рис. 1.**

Добыча с АББ

АББ имеет долгую историю в разработке решений для добычи. Компания поставила первые приводы и устройства управления для шахтных подъемников на железный рудник Колнингсбергерт в Норберге, Швеция, в 1891 г. – 120 лет назад! Компания также поставила более 600 новых подъемников и модернизировала сотни существующих заводов. Шахтный подъемник, поставленный около 1930 г. компанией ASEA, предшественницей компании АББ, на цинковый рудник Цинкгруван в Швеции, все еще находится в эксплуатации. АББ стала пионером в горной индустрии – предшественница компании, VEM, поставила первый цепной экскаватор и конвейерный мост в 1949 году, а также первый ленточный конвейер в 1960 году. АББ также является пионером в разработке системы безредукторного привода для мельниц (БПМ) – гигантский двигатель и приводные системы обеспечивают энергообеспечение рудных мельниц¹. Они явля-

ются более надежными и энергоэффективными по сравнению с традиционными системами привода для мельниц, и увеличивают производительность стана. Компания АББ поставила первый в мире безредукторный привод для мельницы для цементной компании Lafarge во Франции в 1969 году и этот привод на 6,4 МВт все еще работает.

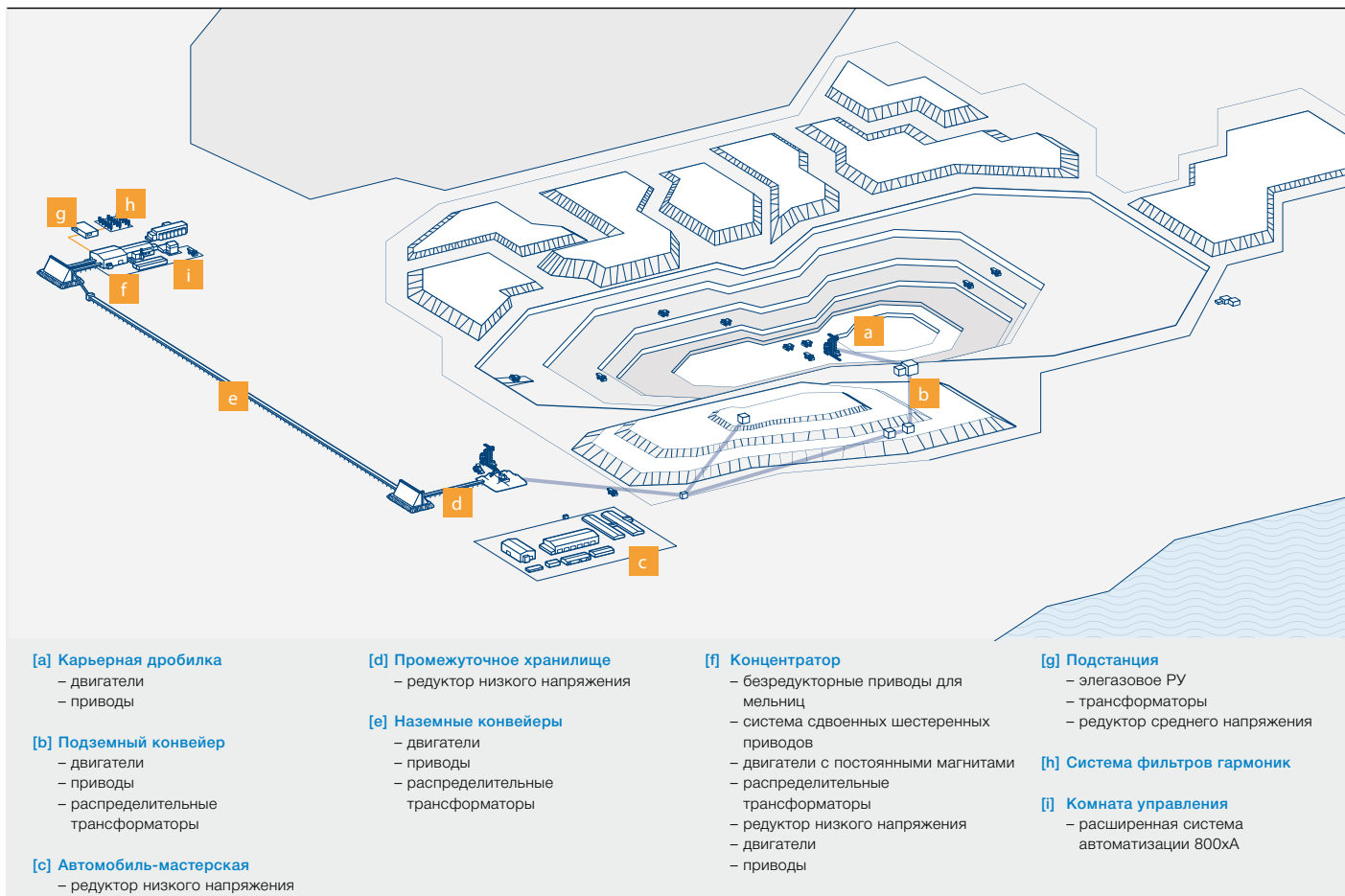
Первая система БПМ от компании АББ для переработки минерального сырья была разработана для концентратора меди на руднике Бургенвилль в Папуа-Новой Гвинее в 1985 году. С 1969 года компания АББ поставила или получила заказ больше, чем на 100 систем БПМ по всему миру. После долгих лет системы стали

Заглавная фотография

Вид с воздуха на медный рудник Аитик в Гялливаре, Швеция. Разрез составляет 3 км в длину и 405 м в глубину. Фотография Бoliden/ Ларс Деваль.

Сноска

¹ См. также “Значение привода” в АББ Ревю 1 / 2011 и “Бесперебойная работа” на стр. 74 этого номера АББ Ревю.



крупнее и мощнее. В 2010 году АББ поставила один БПМ на 28 МВт для 12,2 м самоизмельчающей (ПСИ) мельницы и два 22 МВт БПМ для 8,5 м гранулятора, для крупнейшей и наивысшей системы БПМ, которая должна работать на высоте 4600 м над уровнем моря в концентраторе меди на шахте Минера Хиналькос Торомочо в Перу.

В 2010 году, АББ получила заказ на поставку БПМ на 28 МВт для первой в мире ПСИ мельницы диаметром 12,8 м. Но самые мощные системы БПМ (22,5 МВт), на-

Обеспечение надежного и стабильного энергоснабжения путем поставки электрооборудования и вспомогательных устройств является также краеугольным камнем вклада АББ в добычу полезных ископаемых. Автоматизация является одним из ключевых компонентов, предоставляя средства для точного контроля процессов и оборудования, оптимизации производственной пропускной способности, улучшения безопасности труда, и работы с наиболее эффективным использованием материалов и энергетических ресурсов.

АББ поставило 650 электродвигателей и приводов для нового оборудования карьера Аитик.

ходящиеся в эксплуатации в настоящее время – это те, которые используются на концентраторе Болиден в Швеции. Они приводят в движение 11,6 м МСИ. С точки зрения объема, мельницы Аитик – самые большие в мире с невероятной длиной в 13,7 м.

С 1883 г. предшественник компании АББ, ASEA, поставляет системы электропитания и управления для крупных операций по добыче во всем мире. Мы выделили некоторые из

громких проектов компании АББ в [список 2](#).

Работа рудника Аитик

Еженедельные взрывы на руднике Аитик производят такое количество руды для Болидена, чтобы ежедневно перерабаты-

2 Некоторые из громких проектов компании АББ по добыче

- Поставка двух транспортных и накопительных установок для бокситов на бокситовый рудник Боксивен Лос Лихигаос, Венесуэла, в 1992 году. Установка состояла из всей электрической инфраструктуры и электротехнического оборудования, такого как распределительные устройства, трансформаторы, центры управления двигателями, частотно-регулируемые приводы и центральная система управления АББ.
- Модернизация цинкового завода Кахамаркила, Перу, в 1998 году. Поставка АББ включала выпрямители трансформатора, индукционную печь и системы управления технологическим процессом, что помогло удвоить мощность завода.
- Строительство нового завода Моатиз Вале по производству угля в Мозамбике, начатое в 2009 году. В комплект поставки входит расширенная автоматизированная система 800xA АББ, все средне- и низковольтные системы распределения электроэнергии, приводы, двигатели и прочее вспомогательное оборудование.

3 Массивные, 100-тонные грузовики с колесами 3,4 м используются для перевозки 200-тонных грузов в дробилку внутри карьера Аитик. Фото Петера Тубааса.



4 Приводы АББ установлены на 7-км конвейерах, которые транспортируют руду на концентратор в Аитике.



валось 106000 тонн. Этого достаточно для ежечасного наполнения массивных 100-тонных грузовиков с колесами 3,4 метра в высоту **рис. 3**. Каждый из грузовиков поставляет около 200 тон руды на дробилку, расположенную внутри 405-метрового карьера, где она уменьшается до 30-см валунов, и транспортируется через подземные конвейеры в наземные хранилища. Другой конвейер доставляет руду на концентратор со скоростью 4 м/сек. 7-километровые конвейеры приводятся в действие двигателями и приводами АББ. Два безредукторных привода, установленные на концентраторной установке для мельницы на 22,5 МВт - самые мощные в эксплуатации на сегодняшний день, они дробят руду до песка, измельчая в общей сложности 4400 тонн руды в час. Песок помещается в цистерны для флотации, заполненные реагентами, пенообразователями, сжатым воздухом и мелом, в которые каждый час добавляется около 500000 литров воды. Благодаря подобной химической обработке металл всплывает наверх, что облегчает его отделение. Образующийся концентрат, халькопирит, содержащий 25 % меди, транспортируется по железной дороге на завод Болиден в Рённскяре, примерно в 400 км к юго-востоку от Гялливаре.

Технологии АББ для шахты

Эффективность – это ключ к производительности на руднике Аитик. АББ представила технологии, которые позволили заводу Болиден удвоить свои производственные мощности до 36 млн. тонн руды в год.

Конвейерные приводы

Впечатляющие 7-километровые конвейеры транспортируют большие куски руды

на завод, где они измельчаются **рис. 4**. Использование таких длинных конвейеров означает строгие требования, предъявляемые к механическим устройствам и подаче электроэнергии. Крайне важны контролируемый плавный пуск, а также управляемость и защита оборудования. Следовательно, выбор привода для конвейера имеет решающее значение.

АББ разработала технологию, специально для удовлетворения потребностей наземного конвейера (НК). Приводы НК компании АББ, используемые в Аитик, обеспечивают наличие таких функций, как, распределение нагрузки, плавный пуск при любой нагрузке, различные функции

Впечатляющие конвейеры длиной 7 км переносят большие куски руды на обогащательный завод, где они измельчаются.

торможения и остановки, и многое другое. Эти решения учитывают производительность, эффективность капитальных затрат, гибкость и оптимизацию работы, надежность и износ конвейерного оборудования, количество деталей, подверженных износу, компактность и дизайн двигателя, который позволяет легко и быстро заменять блоки и шкивы подшипников.

Двигатель и системы приводов

АББ поставила около 650 электродвига-

телей и приводов для новых установок на Аитик. Двигатели мощностью от 4 кВт до 5 МВт используются практически на каждом этапе процесса добычи. Они приводят в действие дробилки в карьере, конвейеры, транспортирующие щебень в концентратор, мельницы, насосы подачи воды для мельниц и удаления грязных отходов, оставшихся после процесса концентрации, а также вентиляторы, регулирующие качество воздуха.

Многие из двигателей, используемых на Аитик, должны работать 24 часа в сутки, 365 дней в году - как и сам рудник - и часто в очень пыльных условиях.

Более того, любое открытое оборудование на участке должно выдерживать температуру, которая может понижаться до -45°C в зимний период. Эти факторы делают надежность одним из самых важных требований к двигателям и системам привода.

Подстанция и фильтры гармоник

Горнодобывающая промышленность является энергоемкой деятельностью, и для проекта расширения Аитик потребовалось строительство двух дополнительных линий электропередачи. Новая, более емкая подстанция также необходима для управления дополнительным входящим питанием.

АББ поставила подстанцию на 170 кВ на основе технологии закрытого РУ с эластичной изоляцией, что позволило сократить размер установки на 80 % **рис. 5**. Подстанция состоит из двух входящих линий электропередач с установки, обеспечивающих поставку электроэнергии, даже при выходе одной линии из строя. Три трансформатора на 80 МВА понижают напряжение входящей энергии для использования в шахте. Эти трансформаторы



АББ поставила подстанцию на 170 кВ на основе технологии элегазовых распределительных устройств, что позволило сократить размер установки на 80 процентов.

могут обрабатывать столько энергии, сколько потребляется городом на 100.000 человек.

Электроэнергия распределяется по руднику через РУ на 24 кВ производства UniGear, группа компаний АББ. Подстанция и две линии электропередачи контролируются и защищаются релейной защитой Relion® от АББ. Энергетическое оборудование обеспечивает наиболее высокий уровень надежности энергоснабжения, позволяя руднику работать днем и ночью.

АББ также поставила систему фильтров гармоник, это позволило Болиден избежать повреждения собственного оборудо-

вания, а также нарушения локального источника питания, что может привести к возвратам от сети. Гармонические искажения в сети находятся ниже пределов МЭК (Международная электротехническая комиссия) и местных стандартов, и установленный фильтр и коэффициент коррекции мощности системы обеспечивают коэффициент мощности 0,99 или выше.

Безредукторный привод для мельницы

Приводы мельницы являются одним из важнейших компонентов в переработке руды и минерального сырья. Они сочетают в себе огромный потенциал и грубую силу с эффективной работой для измельчения руды на мелкие куски для дальнейшей обработки. Безредукторные приводы для мельниц (БПМ) представлены разнообразием моделей, отсутствие редуктора и других механических компонентов повышает их эффективность при одновременном снижении потребности в обслуживании.

Основным компонентом БПМ является колоссальный двигатель, интегрированный в барабанную мельницу, в которой руда измельчается. Двигатель оснащен приводом, который приводит мельницу в движение мягко, без каких-либо механических воздействий. БПМ на Аитике имеют производительность 22,5 МВт, что делает их самыми мощными в мире по эксплуатации **рис. 6**. Мельницы имеют 13,7 м в длину и 11,6 м в диаметре - крупнейшие в мире по объему - и каждая обладает мощностью шлифовки 2200 тонн руды в час. Безредукторные приводы для мельниц от АББ обеспечивают огромный потенциал, необходимый для сохранения

низкого энергопотребления без снижения качества электроэнергии.

Энергопотребление при шлифовании может составлять 50–70 % от общей энергии, используемой для восстановления руды. Приводы – это экономичный способ привести в соответствие скорость мельницы и потребности процесса измельчения. Не имея движущихся частей между двигателем и барабаном, безредукторная мельница также очень мощная и может надежно обрабатывать огромные количества руды.

Система управления

Весь процесс добычи на Аитик - в том числе установка концентрации, конвейерные системы, насосные станции и даже собственные очистные сооружения рудника - контролируются расширенной автоматизированной системой 800xA АББ **рис. 7**. Система 800xA интегрирует разнообразное оборудование, системы и приложения для обеспечения общего визуального интерфейса.

На Аитике, система обслуживания шахты IBM Maximo интегрирована с системой 800xA, что позволяет создавать отчеты о неисправностях непосредственно на интерфейсе оператора. Это интегрированное решение облегчает передачу операторами отдела технического обслуживания сообщений о проблемах. Теперь операторы просто нажимают на объект, о котором они хотят сообщить, выбирают «Создать отчет о неисправности», вводят описание проблемы и подтверждают информацию, которая затем становится доступной в системе Maximo. После интеграции системы технического обслуживания произошло пятикратное увеличение отчетов о неис-



Расширенная система автоматизации 800xA от компании АББ контролирует весь завод и каждую единицу оборудования всего рудника.

правности, которые сокращают внеплановые простои и технологические нарушения.

Аитик – это первая установка в мире, интегрирующая не только техническое обслуживание системы, но и систему электронного документооборота с системой 800xA. Это дает операторам быстрый и легкий доступ к правильным инструкциям,

Аитик – это первая установка в мире, интегрирующая не только техническое обслуживание системы, но и систему управления документами с системой 800xA.

чертежам и т.д., и дает возможность принятия быстрых и точных решений и мер. В марте 2011 года на Аитике также начали использовать мониторы системы 800xA в качестве средства для осуществления профилактического обслуживания, сосредоточив внимание на трех важных деталях работы, которые необходимы для наличия и рентабельности шахты. Одним из них является РУ для больших заводов. Мониторы сигнализируют о потребности в техническом обслуживании и помогают заблаговременно выявлять проблемы

оборудования и принимать меры по устранению неполадок до снижения показателей производства. Завод Болиден планирует применить решение по оптимизации АББ на всех своих рудниках при обновлении системы контроля и замены ее системой 800xA. Еще одним новшеством, внедренным на Аитике, является возможность запуска полной системы 800xA концентратора на смартфонах HTC **рис. 8**. Это обеспечивает гибкость в осуществлении контроля и управления заводом.

Аитик также является одним из первых промышленных объектов в мире, использующим новый международный стандарт, МЭК 61850, который регламентирует связь внутри и между электрическими компонентами.

Это означает, что система 800xA обеспечивает единую среду, с помощью которой можно контролировать и управлять оборудованием автоматизации процессов, средствами автоматизации электроснабжения, а также защитным, распределительным и передающим оборудованием. Интеграция электрической системы управления с системой управления технологическими процессами на предприятии повышает производительность и снижает количество остановок, обеспечивая единую стратегию в области инженерного, технического обслуживания и эксплуатации. Кроме того, принятие глобального стандарта на основе новейших технологий позволяет снизить затраты на установку и эксплуатационные расходы, а также улучшает визуализацию расхода и потребления энергии.

Надежное энергоснабжение является



Вскоре инженеры, операторы, руководители будут располагать собственными смартфонами HTC для контроля и управления заводом.

жизненно важным для функционирования любой отрасли. Управление и контроль этого снабжения является таким же важным, как контроль и управление любым другим основным параметром процесса. На руднике Аитик это означает, что входящее питание визуализируется в системе 800xA. Операторы имеют полное представление обо всей установке и могут немедленно внести коррективы при обнаружении нарушений в поступающем энергоснабжении.

Лена Ньюберг

Процесс автоматизации АББ,
Открытые Системы управления
Вестерос, Швеция
lena.nyberg@se.abb.com

Герд Айзенхут

АББ Процесс автоматизации
Баден-Дёттвиль, Швейцария
gerd.eisenhuth@ch.abb.com

Кьелл Сван

Процесс автоматизации АББ,
Минералы
Шеллефтео, Швеция
kjell.svahn@se.abb.com

Пер Астром

АББ Энергоснабжение
Людвика, Швеция
per.g.astrom@se.abb.com

Сара Штётер

Обзор АББ
Цюрих, Швейцария
sarah.stoeter@ch.abb.com



Гармонизация приводов

Движущая сила новой архитектуры от компании АББ

МИККО ЛЕННБЕРГ, ПИТЕР ЛИНДГРЕН – модельный ряд приводов компании АББ простирается от приводов переменного тока низкого и среднего напряжения до промышленных приводов постоянного тока. Они способствуют повышению эффективности, надежности и гибкости производственных процессов, и в то же время использование частотно-регулируемых приводов способствует значительной экономии энергии. Сейчас компания АББ разработала первый ряд приводов переменного тока низкого напряжения, основанный на той же конструкции совместимости. Другими словами, низковольтные приводы переменного тока используют те же панели управления, ту же структуру меню параметров, универсальные аксессуары и те же инструменты. Первоначально новая конструкция применялась компанией АББ в промышленных и стандартных приводах до 250 кВт с планами увеличить их мощность в будущем. Последние промышленные приводы АББ серии ACS880 являются одними из первых, которые основаны на архитектуре. Они являются мощными приводами, применимыми в любой отрасли.

Заглавный рисунок

Модельный ряд приводов компании АББ простирается от приводов переменного тока низкого и среднего напряжения до промышленных приводов постоянного тока и применяется во многих отраслях промышленности.

Компания АББ является крупнейшим производителем приводов в мире. Наши частотно-регулируемые приводы используются для регулирования крутящего момента и скорости электродвигателя, управляя мощностью, подводимой к нему. Это в свою очередь приводит к: существенной экономии энергии (по сравнению с постоянной силовой нагрузкой); оптимальному управлению технологическими процессами; сокращению потребности в обслуживании, а также функциональной безопасности, поскольку большинство приводов предлагают функции обеспечения безопасности, которые соответствуют требованиям Директивы по механическому оборудованию Европейского Союза 2006/42 / ЕС.

Компания АББ усовершенствовала свою коммерческую деятельность, связанную с приводами, путем создания образцов совместимых низковольтных приводов переменного тока, которые базируются на общей конструкции. Ассортимент приводов специально разработан для упрощения эксплуатации, оптимизации эффективности использования энергии и увеличения отдачи. Новая конструкция дает возможность новым приводам АББ управлять практически любым типом двигателя переменного тока и интерфейсом на всех основных сетевых протоколах, а также позволяет вести удаленный мониторинг. Совместимость является ключевым моментом для пользователей, которые могут пользоваться многими другими удобными функциями для легкого выбора, монтажа, быстрой настройки и обслуживания с интегрированными функциями безопасности. Первым приводом, доступным для заказа, будет настенный АББ промышленный привод. Преимущества наличия унифицированной

конструкции включают в себя:

- «Изучи один раз, используй везде» – та же панель управления, общие инструменты и меню параметров сокращают время, необходимое для изучения и использования новых приводов
- Универсальные аксессуары обеспечивают низкую стоимость запчастей и легкую комплектацию
- Интегрированные системы безопасности повышают безопасность персонала и снижают затраты на установку
- Снижение потребления энергии, благодаря энергосберегающим функциям, таким как блок оптимизации энергии
- Встроенная информация об эффективном использовании энергии, которая поможет проанализировать и рассчитать применение. Информация предоставляется диаграммой нагрузки и счетчиками эффективного использования энергии, которые подсчитывают использованную и сэкономленную энергию, сокращение CO₂ и сэкономленные деньги.

Плавный переход от старого к новому поколению приводов привел к уменьшению размеров приводов. Отчасти это связано с тем, что плотность энергоснабжения нового поколения приводов возросла до такой степени, что размер нового промышленного привода АББ, в частности, в три с половиной раза меньше, чем у его предшественника! Как и размер, многие из основных характеристик существующих приводов, такие как функциональная безопасность и счетчики эффективного использования энергии, успешно осуществили переход в новую конструкцию.

Панель управления и инструмент ПК с отличительным признаком

Новые панели управления с высоким раз-

1 Новая высококонтрастная панель управления с высоким разрешением



2 Единая панель управления функциями

- Сенсорные клавиши и удобная навигация в четырех направлениях для того, чтобы помочь пользователям быстро найти параметры или функции.
- Информация может отображаться в основных форматах или в усовершенствованном виде, предлагая визуальные графики трендов и гистограммы или цифровые данные, что упрощает интерпретацию процессов изменения и ошибок.
- Панель помогает сохранить время ввода в эксплуатацию за счет упрощения настройки основных параметров для различных функций, так что пользователю не нужно знать все параметры функции. Например, помощник промышленной сети помогает пользователю настроить привод и адаптер промышленной сети для общения.
- Меню и сообщения могут быть настроены для использования терминологии, соответствующей применению, так что приводы могут конфигурироваться с помощью знакомых слов.
- Текстовый редактор панели позволяет пользователю добавлять информацию и изменять текст.

3 Встроенные функции безопасности помогают достичь наивысшего уровня безопасности устройства



Новая конструкция компании АББ дает возможность новым приводам управлять практически любым типом двигателя переменного тока и интерфейсом на всех основных сетевых протоколах, а также дает возможность вести удаленный мониторинг.

решением **рис. 1** опираются на современные интерфейсные техники с функциями, которые изложены в **рис. 2**. Важно, что они позволяют быстро настроить привод и позволяют панели управлять несколькими приводами простым последовательным подключением приводов с помощью встроенных терминалов. Панель управления позволяет параметрам быть скопированными с одного привода на другой, экономя время и обеспечивая гибкость, особенно, когда необходимо настроить несколько приводов.

Программа-компоновщик привода ПК – это инструмент для всех типов приводов, обеспечивающий быстрый запуск, ввод в эксплуатацию и мониторинг. Начальная версия обеспечивает запуск и поддержание возможностей, в то время как профессиональная версия программы предоставляет дополнительные возможности, такие как окна пользовательских параметров, диаграммы контроля конфигурации привода и настройки безопасности.

Диаграмма контроля избавляет пользователей от просмотра длинного списка параметров и способствует быстрому и легкому определению логической схемы привода. ПК инструмент может быть подключен к приводу с использованием стандартного подключения USB или через Интернет-соединение. Один щелчок мыши, и вся информация привода, такая как списки параметров, ошибок, резервное копирование и перечень операций, собираются в файл, который можно отправить по электронной почте обслуживающему персоналу или компании АББ для дальнейшего анализа. Таким образом, обеспечивается быстрое отслеживание ошибок, сокращается время простоя и снижаются операционные и эксплуатационные расходы.

Расширение диапазона функций безопасности

Функциональная безопасность приводов соответствует требованиям Директивы по механическому оборудованию Европейского Союза 2006/42/ЕС. Встроенные функции обеспечения безопасности, та-

кие как безопасное отключение крутящего момента (БОКМ), которое разрешает аварийную остановку и предотвращает неожиданные запуски и другие, связанные с безопасностью функции, обеспечивают высокий уровень обслуживания машин и эксплуатационной безопасности. Встроенные функции безопасности уменьшают необходимость во внешних компонентах безопасности, что упрощает настройку и требует меньше места для установки **рис. 3**. Промышленные приводы АББ предлагают варианты комплексной безопасности, которые включают безопасную остановку 1 (БО1), безопасную аварийную остановку (БАО), безопасное ограничение скорости (БОО), безопасное управление торможением (БУТ) и безопасную максимальную скорость (БМС). **рис. 3**.

Минимальное потребление энергии

Хотя по своей сути приводы экономят энергию, детальная информация о том, сколько используется и сохраняется (в кВтч, МВтч), и о количестве уменьшенного CO₂ доступна через встроенный счетчик. Информация, предоставленная этими счетчиками, помогает тонко настроить процесс для обеспечения оптимального использования энергии. Режим управления оптимизатором энергопотребления обеспечивает максимальный крутящий момент на каждый ампер и уменьшает энергию, извлеченную из питания.

Минимальное время на обучение

Благодаря подходу «Изучи один раз, ис-



пользуй везде», время, необходимое для машиностроителей, системотехников и конечных пользователей - в том числе обслуживающего персонала - значительно сокращается. Это стало возможным, так как приводы используют ту же панель управления, те же инструменты и универсальные аксессуары в конструкции приводов. Кроме того, все параметры гармонизированы (то есть, они используют ту же структуру и наименования) сквозь платформу, также с различными функциональными возможностями, соответствующие названия используются на всех приводах.

Промышленный привод АББ ACS880-01

Из нового поколения приводов переменного тока, которое будет основываться на совместимой архитектуре, первым будет промышленный привод серии ACS880. Первым доступным приводом в этой серии будет настенный одиночный привод¹ серии ACS880-01 **рис. 4**, который изначально был доступен с диапазоном мощности от 0,55 до 250 кВт и диапазоном напряжения от 380 до 500 В, с планами расширить диапазон напряжения. Он предназначен для широкого спектра применений, включая экструдеры, краны, лебедки, подъемные машины, конвейеры, смесители, компрессоры, насосы и вентиляторы, и нацелен на такие промышленности, как военно-морская, горнодобывающая цементная, нефтяная, газовая, металлургическая, химическая, обработки материалов, целлюлозы и бумаги. Различные версии привода ACS880 выполнены на заказ, чтобы удовлетворять требования клиентов, и постав-

ляются набор опций, таких как широкий выбор промышленных сетей электромагнитных фильтров, преобразователей, шифровщиков, фильтров дисплея/цифрового устройства, синус-фильтров, заслонок и тормозных резисторов, а также конкретных приложений программного обеспечения.

Из-за высокоточной и проверенной платформы управления двигателем, прямого управления крутящим моментом (ПУКМ), промышленные приводы ACS880 могут быть использованы для управления в открытом или закрытом контуре практически любого типа двигателя переменного тока, в том числе синхронных и магнитоэлектрических машинах, а также асинхронными серводвигателями. Для того чтобы максимизировать производительность, технология ПУКМ была усилена для новых серий привода, обеспечивая высокую точность управления двигателем и возможность быстро реагировать на изменения процесса без необходимости устройства обратной связи. Приводы могут также управлять двигателями с постоянными магнитами без дополнительного программного обеспечения.

Привод имеет два типа корпуса, IP21 и IP55 для пыльных и влажных условий. Обе версии поставляются с лакированными досками, которые повышают прочность в суровых условиях.

Кроме того, температура воздуха постоянно контролируется и выдается предупреждение, когда критическая температура достигнута. Новые промышленные приводы

поддерживают CoDeSys² среду программирования, что позволяет легкое объединение с AC500 программируемый логическим контроллером (ПЛК) компании АББ, который также запрограммирован и сконфигурирован, используя те же механизмы на основе CoDeSys. Некоторые логические схемы управления могут быть даже переведены из ПЛК на привод. АББ промышленные приводы могут также взаимодействовать с наиболее популярными протоколами промышленных сетей, а также решениями для удаленного мониторинга.

Реальная движущая сила

В течение последних 20 лет или около того были сделаны важные достижения в области технологии приводов переменного тока, и компания АББ была в первых рядах. Хотя минимизация объемов является одним из самых ярких событий, следует отметить, что приводы также стали умнее, улучшилась связь, их стало легче устанавливать и контролировать. АББ продолжает заметно увеличивать удельную мощность своих приводов и, с целью демонстрации этого момента, ее новый промышленный привод ACS880 имеет объем, который в три с половиной раза меньше, чем у его предшественника.

Создание образцов приводов, основанных на той же совместимой архитектуре, принесет огромную пользу пользователям, а также позволит управлять двигателем переменного тока практически в любое время, обеспечит быстрый ввод в эксплуатацию, снижение энергопотребления и увеличение производительности, что означает понижение совокупной стоимости на низковольтные приводы переменного тока АББ, используемые в промышленных, коммерческих, государственных секторах и в быту.

Микко Леннберг

Питер Линдгрэн

ABB Oy, Хельсинки, Финляндия

mikko.loennberg@fi.abb.com

peter.lindgren@fi.abb.com

Сноски

- 1 Одиночные приводы – полные приводы переменного тока, которые могут быть установлены без каких-либо дополнительных корпусов или оболочек. Они доступны в виде настенного шкафа и встроенной конструкции.
- 2 CoDeSys, акроним для Системы разработки контроллера, является средой разработки для программирования приложений для контроллеров в соответствии с промышленным стандартом МЭК 61131-3.





Капитальный ремонт подстанции

Капитальный ремонт подстанции Силс с помощью технологии МЭК 61850

МАРСЕЛЬ ЛЕНЦИН – введение стандарта МЭК 61850 положило начало беспрецедентной революции для интеграции и коммуникационных потребностей подстанции. Коммунальные компании по всему миру быстро применили этот стандарт, который обеспечил высокий уровень совместимости устройств (даже разных производителей) и предоставил передовые средства связи. Несмотря на актуальность стандарта для новых установок, некоторые компании вводят его на существующих подстанциях, как часть их модернизации.

Швейцарская коммунальная компания ЭЗР (Электростанция Заднего Рейна) работает с 380/220 кВ высоковольтной подстанцией в Силс. Эта подстанция является важным узлом в швейцарской сети линий электропередачи (сама является частью европейской сети СКПЭ).

Усовершенствование подстанции в Силс было начато потому, что вся вторичная инфраструктура и части основного оборудования с уровнем напряжения в 380 кВ достигли конца своего срока службы. ЭЗР решила заменить большинство вторичных частей, сохраняя при этом большую часть основного оборудования. Так как срок службы вторичного оборудования, как правило, вдвое меньше, чем у первичных устройств, такие схемы усовершенствования довольно часто встречаются в промышленных странах. Для того чтобы обеспечить инвестиции для служения потребностям ближайшие 10–15 лет, ЭЗР решила сделать вторичную систему соответствующей стандарту МЭК 61850.

Задача усовершенствования

Проекты усовершенствования, по своей природе, сложнее, чем проекты, в которых по строительству с нуля. Старые и новые части должны быть совместимыми и во время преобразований должна быть обеспечена непрерывность работы подстанции **рис. 1**. Простои используются там, где нет другой возможности; но их длительность должна быть как можно короче. На работу всей сети линий электропередачи не должны влиять преобразовательные работы. Поэтому, команды проекта должны тщательно проанализировать и достичь детального понимания существующей системы.

Решение, основанное на МЭК 61850

Вторичная часть подстанции имеет две задачи: она контролирует основную часть оборудования и защищает ее от повреждения, вызванного короткими замыканиями. Эти функции обеспечиваются так называемыми ИЭУ (интеллектуальными электронными устройствами). ИЭУ имеет соединение с основным оборудованием системы на вводе/выводе и контролирует с секцию или часть секции.



Проекты реконструкции, по своей природе, являются более сложными, чем проекты, в которых строительство ведется с нуля. Старые и новые компоненты должны быть совместимыми и во время реконструкции должна быть обеспечена непрерывность работы подстанции.

Защитные функции являются специфичными для типа секции (трансформатор, линия, устройство сопряжения).

Согласно своей роли, ИЭУ ответственны за контроль и функции блокирования.

Они обеспечивают использование основного оборудования только после выполнения некоторых условий. Согласно своей защитной роли, они постоянно следят за электрическим режимом подстанции (на основании измерений напряжения и тока). Стоит только ошибке, которая ведет к повреждению основного оборудования быть зафиксированной, нужные части подстанции будут закрыты, а неисправное оборудование будет изолировано. Аварийные сигналы для информирования центральной системы управления передаются через канал передачи информации МЭК61850.

Канал связи подсоединяет ИЭУ к системе управления подстанции, которая контролирует и управляет всей системой. Подстанция является одним узлом во всей электрической сети, поэтому вся собранная информация по подстанции должна быть передана в центр управления сетью, который обычно находится за много километров от подстанции [рис. 2](#).

На подстанции в Силс, были введены в эксплуатацию ИЭУ компании АББ серии Relion 670 для выполнения функций контроля и защиты. Коммунальные компании часто требуют, чтобы устройства разных производителей устанавливались параллельно для обеспечения резерва. В Силс защитные устройства для этой цели были предоставлены третьей стороной и интегрированы согласно стандарту МЭК 61850. Способность к интеграции одна из сильных сторон МЭК61850.

Функциональность ИЭУ была разработана

для удовлетворения потребностей существующего оборудования, и для использования преимуществ новых технологий, таких как протокол связи секция-секция СГОИ¹.

Все ИЭУ подсоединены к каналу передачи информации МЭК 61850 [рис. 3](#).

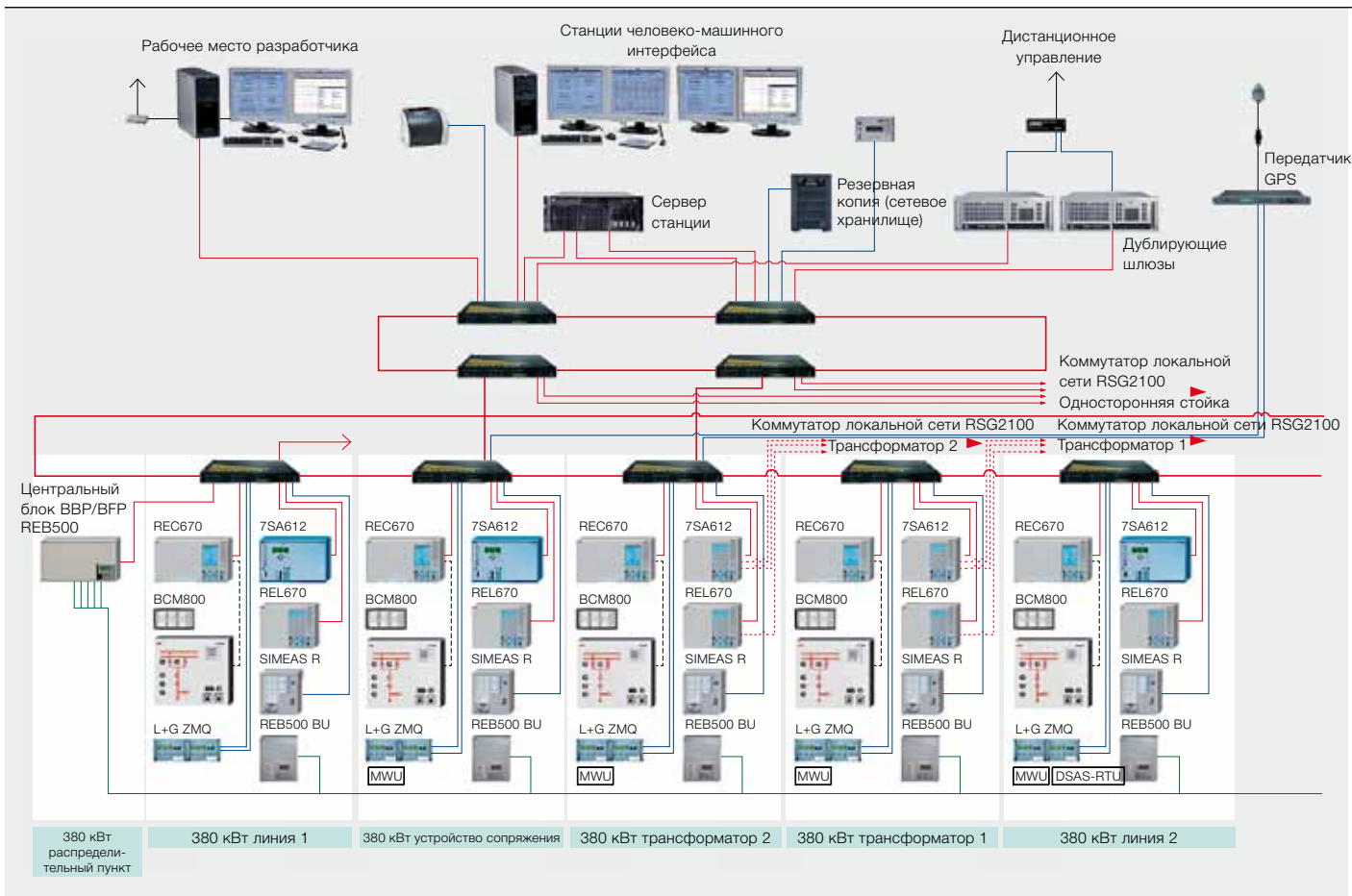
Канал передачи информации делится на несколько физических колец, одно используется как станция ЛВС², а другие для связи между устройствами на уровне станции и секции. Кольцевая конфигурация была выбрана с целью увеличения доступности сети. Система контроля использует систему MicroSCADA Pro компании АББ и запускается на высокопроизводительном сервере, оснащенный резервным источником питания и системой хранения ИЗНЖД³.

Для осуществления резервного копирования программного обеспечения, к локальной сети станции подключен отдельный сервер хранения. Обеспечивая резервный шлюз в качестве интерфейса для центра управления сетью, два независимых МЭК 61850 клиента подключаются непосредственно к каналу передачи информации. Это позволяет станции быть дистанционно управляемой, даже если оба компьютера управления подстанции выключены.

ЭЗР получила многочисленные преимущества, основывая новую вторичную

Сноски

- 1 СГОИ – Система горизонтального обмена информацией между устройствами в соответствии со стандартом МЭК
2. ЛВС – локальная вычислительная сеть
3. ИМНЖД – избыточный массив независимых жестких дисков
4. ОКП – описание конфигурации подстанции



часть подстанции на МЭК 61850. Стандарт определяет ОКП⁴-файл. Он содержит всю необходимую информацию, от топологии основного оборудования до данных о вторичном оборудовании.

Наличие этой информации содействует расширению, замене или модернизации системы автоматизации подстанций или их частей, и поэтому поддерживает долгосрочное повторное использование.

Кроме того, это также обеспечивает согласованность данных всей системы для текущих инженерно-строительных работ. Поскольку МЭК 61850 также определяет горизонтальный и вертикальный канал передачи информации, система может быть построена с использованием продуктов, соответствующих стандарту МЭК 61850, от различных поставщиков. Кроме того, для уменьшения медных коммуникаций между секциями, ЭЗР решила внедрять горизонтальную связь типа секция-секция с протоколом СГОИ. Обмен всей информацией, касающейся блокировки между секциями, происходит через СГОИ сообщения между ИЭУ, которые используют канал передачи информации по стандарту МЭК 61850.

Этапы проекта

Все проекты начинаются с этапа проектирования. Внимание уделяется интерфейсам существующего оборудования и дополнительным функциональным возможностям, которые должны быть введены в систему. На стадии проектирования необходимо выяснить, как новые компоненты вводятся в эксплуатацию, не ставя под угрозу промышленную эксплуатацию подстанции. В Силс инженерам компании АББ потребовалось разобраться с функциональностью существующей системы с целью разработки новой системы соответствующим образом. В дальнейшем эта фаза будет поддерживаться доступностью файлов ОКП. Следующий этап проекта - внедрение и производство. Стандарт МЭК 61850 характеризует также технологические процессы. Поэтому очень важно использовать инструмент разработки системы, который полностью поддерживает МЭК 61850, сохраняя согласованность и поток данных по всей подстанции, и правильно документировать изменения в ОКП файле.

В проекте Силс особое внимание было уделено фазе заводских испытаний (последняя фаза проекта), прежде чем новое оборудование было доставлено на место эксплуатации. Это привело к сокращению периода последующего ввода в эксплуатацию по сравнению с периодом тестирования на площадке. Для проверки взаимодействия с существующим оборудованием были использованы различные симуляторы.

Тестирование было разделено на два этапа: отдельные испытания для каждой секции и испытание для всей системы. ИЭУ каждого стандартного типа секции были

В проекте Силс особое внимание было уделено фазе заводских испытаний. Для проверки взаимодействия с существующим оборудованием были использованы различные симуляторы.

4 Установленные выключатели, ожидающие подключения



связаны на уровне станции, а функциональные возможности всей системы были протестированы на испытательном поле компании АББ. Чтобы проверить блокировку секции, были смоделированы СГОИ сообщения от всех устройств, присутствовавших на полевых испытаниях.

Фаза ввода в эксплуатацию – это самый сложный этап проекта усовершенствования. Все подстанции не могут быть закрыты для ввода в эксплуатацию. Количество отключений отдельных питающих устройств должно быть сведено к абсолютному минимуму и должно быть запланировано и утверждено оператором сети в данном случае: за несколько месяцев. В Силс ввод в эксплуатацию пришлось выполнить поэтапно, питательное устройство за питательным устройством, следуя подробному расписанию.

Ввод в эксплуатацию секции за секцией подразумевает поставку всей системы на объект. Полная секционная система, в том числе общестанционные компоненты, устанавливаются на объекте только с КУВИ (коммутационное устройство с воздушной изоляцией) интерфейсов **рис. 4**. Это исключение позволяет производить тщательное тестирование (в том числе МЭК 61850 связи) установки, не влияя на промышленную эксплуатацию. Как только все это будет выполнено, все, что останется сделать, это поменять подсоединение к первичному оборудованию, от старых к новым ИЭУ. Такой подход сокращает время ввода в эксплуатацию и гарантирует, что время простоя секции не будет длительным.

Дополнительным преимуществом ввода в эксплуатацию от секции к секции является

то, что когда полная система подключена к МЭК 61850 каналу передачи информации, будь она уже подключена к КУВИ или нет, все сообщения СГОИ уже работают на блокировку от секции к секции. Не нужны изменения в конфигурации необходимо на системном уровне или в уже введенных в эксплуатацию системах на уровне секции.

В качестве альтернативы всех имеющихся ИЭУ, которые отправляют СГОИ сообщения через канал передачи информации, ИЭУ также могут быть смоделированы.

Во время фазы перехода (которая может длиться несколько месяцев), подстанция должна работать с оборудованием, которое будет заменено, и оборудованием, которое уже было заменено и работает вместе со старым. При планировании этой фазы особое внимание должно быть уделено общесистемным функциям, таким как защита канала передачи информации. В проекте Силс, переход на новую защиту системы шин проводился в конце периода ввода в эксплуатацию, при этом старая система продолжала работать в течение всего переходного периода.

Проект продемонстрировал пригодность стандарта МЭК 61850 для проектов модернизации.

Интеграция подстанции 220 кВ в систему управления

После успешной модификации подстанции 380 кВ, часть 220 кВ была интегрирована с новой доставленной системой управления подстанции. На уровне 220 кВ, полный уровень секции был еще новым, и не было никакой необходимости в замене. Существующие ИЭУ были оснащены новым коммуникационными интерфейсами МЭК 61850. Они обеспечивают связь с новой системой управления MicroSCADA Pro с помощью протокола МЭК 61850 и гарантируют, что распределяющими устройствами 380 кВ и 220 кВ можно управлять и контролировать с центральной системы управления. Кроме того, система MicroSCADA Pro была расширена до системы горячего резерва, в которой функциональные возможности

полного контроля и мониторинга работают на одном компьютере, в то время как второй компьютер, работающий параллельно в том же приложении, готов немедленно взять на себя всю эксплуатацию в случае отказа первого компьютера.

Успешный проект

Модернизация подстанции ЭЗР была выполнена успешно и обновленная система запущена и работает. Благодаря тесному и конструктивному сотрудничеству между АББ и ЭЗР, а также большому соответствующему опыту обоих партнеров, сложный проект был завершен с минимальными неудобствами.

Проект продемонстрировал пригодность стандарта МЭК 61850 для проектов модернизации. Стандарт обеспечил простые комбинации АББ и ИЭУ защиты третьей стороны и, таким образом, выполнил требования заказчика. Использование СГОИ сообщений для блокировки от секции к секции значительно сократило потребность в медных проводах. Укомплектованная подстанция в настоящее время описана в ОКП-файле в стандартизированной форме, что является преимуществом для будущего поддержания и расширения проектов. Часть 220 кВ проекта была интегрирована с использованием 61850 АББ SPA / МЭК 61850 шлюз для того, чтобы контролировать и управлять укомплектованной подстанцией 380/220 кВ с новой центральной системой управления MicroSCADA Pro.

В результате совместной работы и образцового высококачественного выполнения проекта, вторичная часть ЭЗР 380 кВ подстанции в Силс теперь оборудована самыми современными технологиями и эксплуатироваться еще 10 – 15 лет.

Марсель Ленцин

ABB Электрические Сети
Баден, Швейцария
marcel.lenzin@ch.abb.com



Скоростная защита

Разрядник для защиты от перенапряжений компании АББ для практического применения на железных дорогах в формуле одной скорости и за ее пределами.

СТЕФАН ХОФФАРТ – рынок высокоскоростных железных дорог быстро расширяется. По данным Международного союза железных дорог (МСЖД), в мире высокоскоростная сеть, как ожидается, вырастет с нынешних 13 000 км до выше 30 000 км в течение ближайших 10 лет¹ – а с этим и спрос на поезда и их комплектующие. Оборудование, которое монтируется на внешней стороне такого подвижного состава, должно быть спроектировано таким образом, чтобы выдерживать влияние сильного потока воздуха. Это особенно касается разрядников для защиты от перенапряжений, которые, как правило, устанавливаются на крыше поезда, в непосредственной близости от пантографа, поскольку они должны защищать все нижерасположенное электрическое оборудование от входящего напряжения в электросети. Несмотря на то, что разрядники для защиты от перенапряжений очень хорошо представлены на рынке высокоскоростных поездов, обеспокоенность по поводу этой функции увеличилась.

сом разряда линии 3 или 4 установлен на крыше рядом с коллектором тока.

2. Стандартный разрядник с немного большим непрерывным рабочим напряжением установки внутри локомотива напротив главного выключателя питания.

Для того чтобы соответствовать требованиям надежности, эксплуатационной готовности, ремонтпригодности и безопасности (НГРБ) разрядники должны соответствовать международному стандарту МЭК 60099-4 "Разрядники типа металл-оксид без зазоров для систем переменного тока".

Кроме того, оба типа разрядников должны выдерживать механические нагрузки вызванные поездами.

Эти требования изложены в МЭК 61373 «Применение железных дорог – Оборудование железнодорожного подвижного состава – Испытания на устойчивость к вибрациям».

Кроме того, разрядники, установленные на крыше должны быть в состоянии выдерживать соответствующую эксплуатационные условия, такие как влияние погоды и механических напряжений, вызванных воздушным потоком.

Проверка производительности воздушного потока

Было решено провести испытания в аэродинамической трубе немецким аэрокосмическим центром, (НАЦ)³. В ходе последующих испытаний, разрядники переменного тока типов POLIM-H..N и POLIM-S..N и разрядник постоянного тока типа POLIM-H..ND подвергались воздействию ветра скоростью до 100 м/с (360 км/ч).

Тестовый цикл был разделен на пять частей. Скорости начинались с умеренной 20 м/с и увеличивались с каждым шагом на 20 м/с – 100 м/с. Таким образом, они отражают широкий диапазон рабочих условий, начиная от медленных грузовых поездов до высокоскоростных поездов.

Для достижения реалистичных тестовых условий, все разрядники были оснащены аксессуарами, характерными для применения на железных дорогах. Кроме того, испытываемые устройства были установле-

Электрические перенапряжения в сетях электрических железнодорожных путей являются результатом воздействия ударов молнии и коммутационных действий и не могут быть предотвращены. Они подвергают опасности электрическое оборудование, потому что электрическая прочность изоляции не может быть рассчитана на все возможные случаи. Экономичное и надежное обслуживание призывает к всесторонней защите электротехнического оборудования от недопустимых перенапряжений.

Самая большая угроза исходит от ударов молнии. Соответствующая защита используется для уменьшения перенапряжения в результате такого удара до безопасного уровня. Разрядники типа металл-оксид без искровых промежутков обеспечивают превосходную защиту в этой ситуации.

В общем, требования к разряднику для применения в железнодорожном подвижном составе зависят от условий эксплуатации и типа электрического оборудования, которое должно быть защищено. В современных электрических поездах высокого напряжения пантограф устанавливается на локомотив с помощью втулки или кабеля. Для максимальной защиты от перенапряжения, АББ рекомендует скоординированную концепцию, состоящую из двух различных типов разрядников²:

1. Высококачественный разрядник с клас-

Самая большая угроза идет от ударов молнии.

Соответствующая защита используется с целью уменьшения чрезмерного напряжения в результате такого удара до безопасного уровня.

МЭК 60099-4 определяет требования для обычного применения (например, защита распределительных трансформаторов), но скорость ветра выше 34 м/с (122 км/ч) считается ненормальными условиями эксплуатации и поэтому не рассматривается.

Несмотря на отсутствие стандартизации и отсутствие в связи с этим соответствующей процедуры квалификации, разрядники успешно использовались в течение многих лет на скоростных железных дорогах. Тем не менее, операторы и потенциальные клиенты все чаще выражают заинтересованность касательно воздействия встречного ветра. Поэтому АББ решила проверить производительность воздушного потока разрядников, которые она предлагает для установки на крыше подвижного состава.

Сноски

- 1 Международный железнодорожный союз МЖС, Высокоскоростная железная дорога - быстрый путь к устойчивой мобильности, ноябрь 2010, МСКН 978-2-7461-1887-4
- 2 ООО АББ Швейцарии – Высоковольтная продукция, Указания по применению для защиты от перенапряжения - Определение размеров, тестирования и применение разрядников перенапряжения типа металл-оксид на железнодорожных объектах, PTHA/SA3020EN_01.09.07
- 3 Германский аэрокосмический центр ГАЦ www.dlr.de

Титульная иллюстрация

Установленное на крыше оборудование подвергается воздействию значительным аэродинамическим нагрузкам. На титульной фотографии изображен AVE поезда испанского оператора RENFE, способные развивать скорость 350 км / ч.

1 Установка для испытания разрядника типа POLIM-H 33 N в одной из аэродинамических труб немецкого аэрокосмического центра



ны на подставку, оборудованную датчиком сопротивления, чтобы позволить количественное напряжение изгиба при различных скоростях ветра. Поведение разрядников было записано с помощью высокоскоростной камеры во время проверки.

Результаты

Ни один из испытанных образцов не был поврежден или длительное отклонение от ветра экспозиции не наблюдалось. Измеряемые нагрузки во время тестов были значительно ниже максимальных указанных непрерывных изгибающихся момен-

2 Силиконовый корпус разрядника типа POLIM-H 33 во время испытания воздушным потоком со скоростью 100 м/с (360км/ч)



длины пути тока утечки, вызванного деформацией корпуса разрядника, может быть исключена.

Готовность работать на скорости

Результаты данных испытаний отчетливо свидетельствуют, что разрядники типов POLIM-H..N, POLIM-H..ND и POLIM-S.. отлично подходят для применения на высокоскоростных поездах.

Эти разрядники являются не только идеальным вариантом для защиты от перенапряжения в стационарных установках, но и подходят для применения на всех видах железнодорожных подвижных составов на скорости 100 м/с или 360км/ч.

Разрядники должны выдерживать механические нагрузки, которые возникают во время движения поезда, включая скорость встречных ветров Формула-1.

Заглядывая в будущее, нужно обратить внимание, что индустрия высокоскоростных поездов усиливает свое внимание на эффективности использования энергии. На последней международной торговой выставке транспортных технологий, Иннотранс⁴, несколько производителей высокоскоростных поездов представили оптимизированную аэродинамику в своей продукции, например, замаскировав установленное на крыше оборудование. Такие изменения в первую очередь нацелены на сокращение потребления энергии транспортным средством, а также на уменьшение (ветровой нагрузки) давление воздуха на разрядники, уменьшая подвергание воздействию воздушного потока.

В связи с этим, АББ постоянно будет оценивать образцы своих разрядников в целях удовлетворения будущих потребностей.

Разрядники АББ для защиты от перенапряжений сертифицированы по Международному Железнодорожному Промышленному Стандарту Издание 02⁵

Более подробная информация о компании АББ и железных дорогах содержится в АББ Обзор 2/2010, "Железные дороги и транспорт" или зайдите на сайт www.АББ.com/railway

Стефан Хоффарт

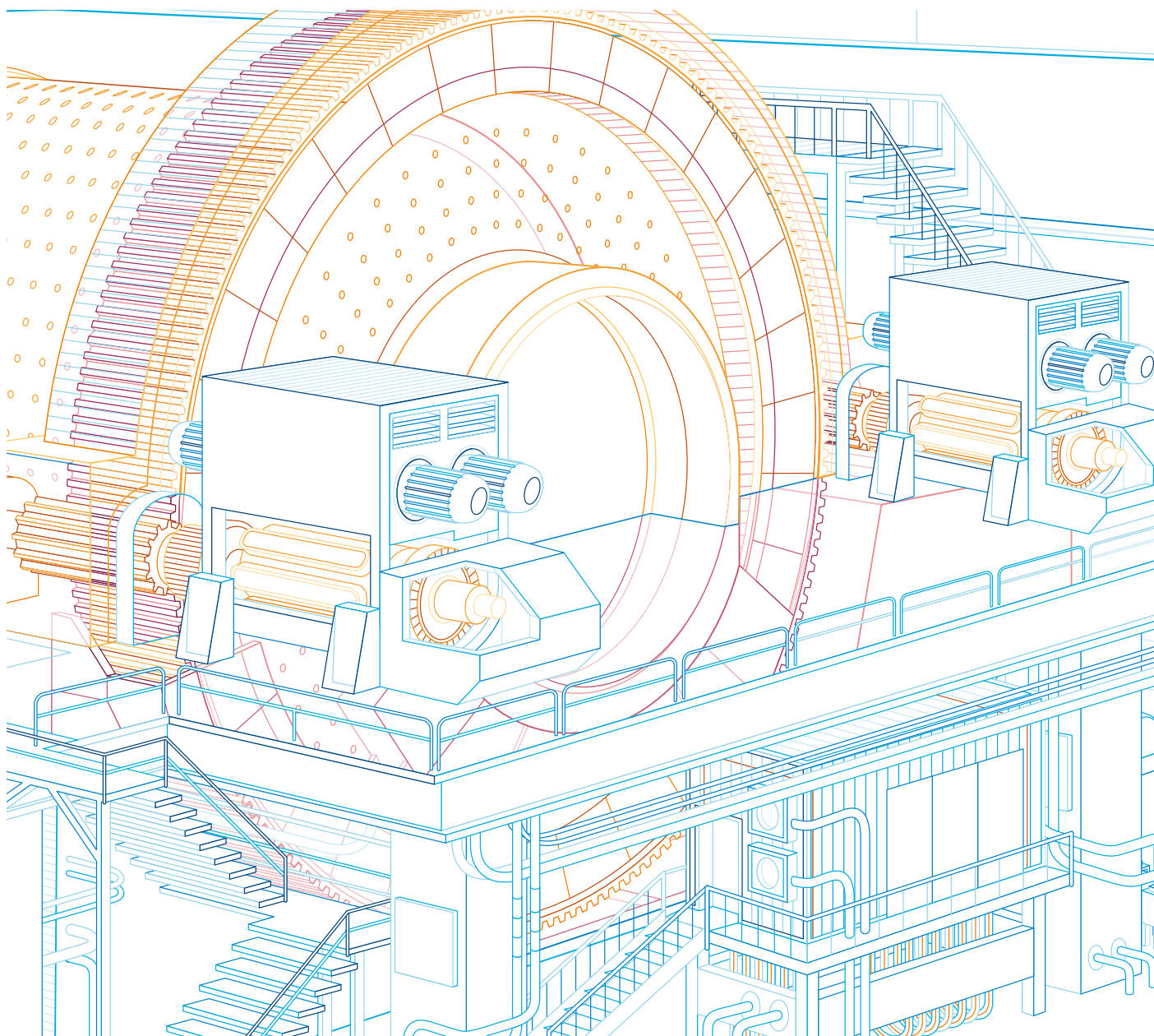
ООО АББ Швеция
Высоковольтная продукция,
Веттинген, Швейцария
stephan.hoffarth@ch.abb.com

Сноски

- 4 Международная торговая выставка транспортной техники Innotrans 2010, www.innotrans.com
- 5 Международный Железнодорожный Промышленный Стандарт Версия 02, www.iris-rail.org

Разрядники должны выдерживать механические нагрузки, которые возникают во время движения поезда, включая скорость встречных ветров Формула-1.

тов соответствующих конструкций разрядников. Щиты силиконового корпуса не проявляли колебаний при максимальной скорости ветра 100 м/с. Опасность значительного сокращения



Бесперебойная работа

Тщательно разработанные приводы мельницы с кольцевым зубчатым колесом компании АББ (Часть 2)

МАРКО РУФЛИ, МАРТЕН ВАН ДЕ ФИЙФАЙКЕН – разработка нескольких специально предназначенных и усовершенствованных функций эксплуатации и технического обслуживания для последнего поколения приводов преобразователя частоты среднего напряжения компании АББ обеспечивает непрерывную, безопасную и надежную эксплуатацию мельниц с кольцевым зубчатым колесом, используемых в горнодобывающей промышленности. В первой части этого цикла, состоящего из двух частей, который был опубликована в Обзоре 1 / 2011 компании АББ, подробно описаны функции и эффективность их применения. Часть вторая посвящена удивительной точности, которая достигается при установлении и введении в эксплуатацию 2×5 МВт системы привода мельницы с двойной шестерней.

В кольцевых зубчатых приводах стана (RMDS) и особенно в системах с двойной шестерней, механические нагрузки, добавленные двигателями, могут быть значительными. Поэтому регулировка между двумя двигателями должна быть быстрой и точной, чтобы избежать дополнительной нагрузки для шестерни и кольцевого зубчатого колеса.

Благодаря добавлению дополнительного регулятора, последнее поколение приводов преобразователей частоты среднего напряжения компании АББ (СН) не только включает в себя несколько новых, связанных с применением функций для безопасной и бесперебойной работы стана, но и упрощает взаимодействие между системами привода стана и распределенной системы контроля заказчика (РСК). При введении в эксплуатацию, эти функции помогают улучшить последовательность запуска, нормального измельчения и остановки, в то время как специально разработанные функции технического обслуживания и защиты, такие как самопроизвольное вращение (поворот стана при очень низких скоростях для проверки), автоматическое упорядочивание фиксации положения, защита от деформации и удаление затвердевшего загруженного материала для обеспечения быстрого, простого и безопасного обслуживания мельницы.

В первой части этого цикла, состоящего из двух частей [1], была отражена производительность системы привода во время последовательности запуска, эксплуатации и остановки для конфигурации, состоящей из преобразовательного трансформатора, 6000 АББ ACS многоприводного преобразователя частоты СН и одного АББ AMI630 четырехполюсного с короткозамкнутым ротором асинхронного двигателя. Часть вторая посвящена измерениям в эксплуатационных условиях, взятых с системы привода, установленной и введенной в эксплуатацию 2 × 5 МВт галечной мельницы с кольцевым зубчатым колесом и двойной шестерней **рис. 1**. Шахта, в которой устанавливается система привода, описана в разделе «Продуктивность шахты» на стр. 56 этого номера Обзора компании АББ.

В этой настройке, два мотора механически соединены с помощью кольцевого зубчатого колеса мельницы и работают вместе, чтобы повернуть мельницу. Этот механизм требует очень точного распределения нагрузки между двумя двигателями во время последовательности старта, нормальной работы и остановки.

1 Установленная и введенная в эксплуатацию 2 × 5 МВт галечная мельница с кольцевым зубчатым колесом и двойной шестерней



Системы с двойной шестерней с конфигурацией привода ведущий / ведомый

В мельнице с двойной шестерней система приводится в действие с помощью более одного двигателя, которые механически связаны друг с другом для обеспечения распределения нагрузки. Распределение нагрузки - или способность сохранять равное распределение нагрузки между двумя моторами - необходимо свести к минимуму механические напряжения и люфт. При использовании мельницы с двойной шестерней два вала двигателя относительно жестко связаны посредством кольцевого зубчатого колеса.

В больших мельницах с двойной шестерней и кольцевым зубчатым колесом, где длина шестерен и зубьев кольцевого зубчатого колеса постепенно становится длиннее, идеальное выравнивание шестерни и кольцевого зубчатого колеса (и коробки передач в некоторых случаях) имеет решающее значение. Тем не менее, опыт показывает, что это может быть труднодостижимо, не говоря уже о поддержании. Но при возникновении шероховатости в работе, следует избегать резкого увеличения крутящего момента и колебаний нагрузки между двумя моторами в крупных мельницах. Необходимо использовать механически со-

ответствующую систему, которая обеспечивает непрерывное, быстрое и точное распределение нагрузки при любых условиях эксплуатации.

Приводы компании АББ предназначены для прямого управления крутящим моментом (ПУКМ), которое обеспечивает быстрое и точное распределение нагрузки. С технологией ПУКМ, распределение нагрузки может

В мельницах с двойной шестерней, система приводится в действие с помощью более одного двигателя, которые механически связаны друг с другом для обеспечения распределения нагрузки.

быть установлено различными путями, и может быть выбран наиболее подходящий алгоритм для данного конкретного применения. Что касается аппаратного обеспечения, связь между двумя основными панелями управления приводом устанавливается с помощью быстрой волоконно-оптической связи.

Заглавная фотография

790-миллионная реконструкция на медной шахте Айтик около Гелливаре в Швеции продлила эксплуатационный период до 2030 года. Компания АББ внесла свой вклад в этот успех, поставив широкий спектр продуктов и систем для поддержания работы и управления всего объекта.

В примере 2×5 МВт галечной мельницы с двойной шестерней и кольцевым зубчатым колесом, один из инверторов в приводе ACS 6000 настроен на конфигурацию «ведущий» и получает сигнал о скорости посредством регулятора мельницы от РСК. Другой инвертор известен как ведомый и он поддерживает скорость ведущего инвертора и крутящий момент. Точность регулирования этой конфигурации ведущий / ведомый во время последовательности запуска, нормальной работы и остановки показана в следующих разделах.

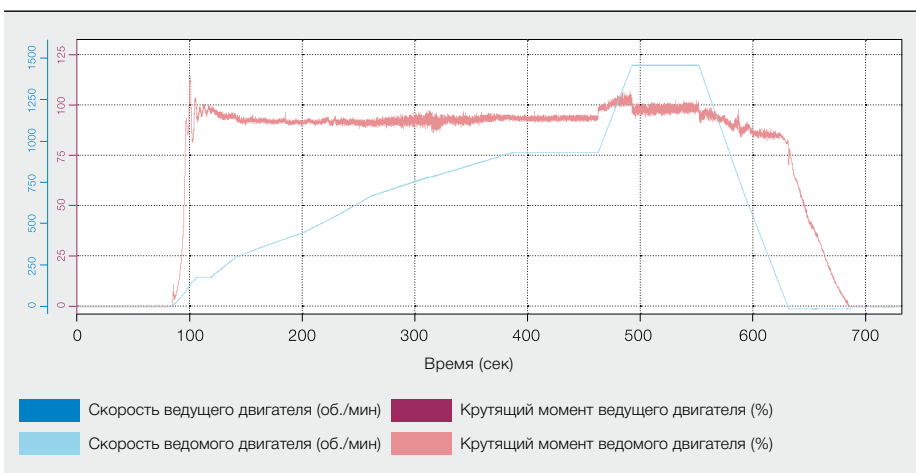
Последовательность запуска /остановки

Полная последовательность запуска / остановки схемы системы ведущего / ведомого привода, показана на рис. 2. Измерения показывают значения индивидуальной скорости и крутящего момента для обоих асинхронных двигателей. График выглядит практически идентично рис. 3 в [1], который показывает измерения скорости и крутящего момента только для одного двигателя. Рис. 3 и рис. 4 показывают крупным планом последовательность запуска и остановки (с регулируемым откатом)¹ соответственно.

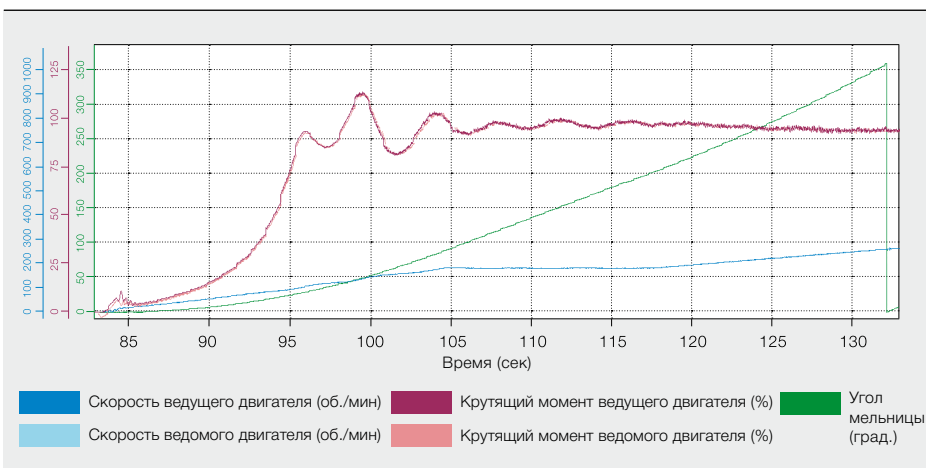
Технология ПУКМ компании АББ в приводах для мельницы позволяет быстрое и точное распределение, что уменьшает нагрузку и предотвращает обратную реакцию.

Опять же, значения индивидуальной скорости и крутящего момента для обоих двигателей практически идентичны рис. 4 и 6 в [1]. Здесь наглядно показано, насколько точно и плавно крутящий момент одного двигателя (ведомого) следует за крутящим моментом другого двигателя (ведущего). На самом деле разница между крутящим моментом двух двигателей намного меньше 1 процента от номинального крутящего момента рис. 5! Самые большие отклонения показаны высшими точками в рис. 5, они составляют гораздо меньше, чем 3 процента от номинального крутящего момента. Они происходят в начале последовательности и при запуске управления откатом (около 630 секунд) и длятся не более секунды.

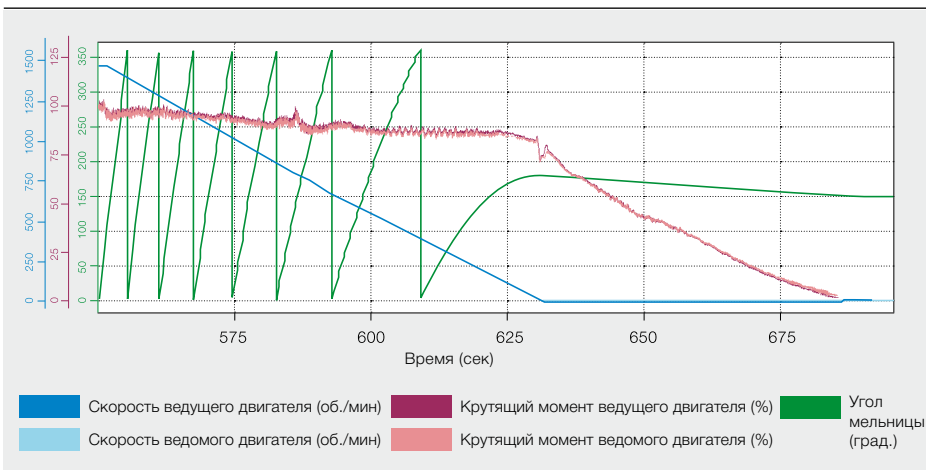
2 Последовательность старта и остановки ведущего/ведомого привода



3 Тщательное рассмотрение последовательности старта



4 Полная последовательность остановки с использованием системы ведущего/ведомого привода



Во время последовательности остановки с контролируемым откатом мельница постепенно снижает скорость, пока не останавливается совсем. Оба двигателя затем генерируют достаточно позитивный крутящий момент, чтобы удержать мельницу с несбалансированной нагрузкой. Слегка уменьшая крутящий момент, мельница мягко крутится назад, пока нагрузка не сбалансирована. Поскольку крутящий момент всегда позитивный, даже если направление вращения мельницы изменяется и во время контролируемого отката, контакт

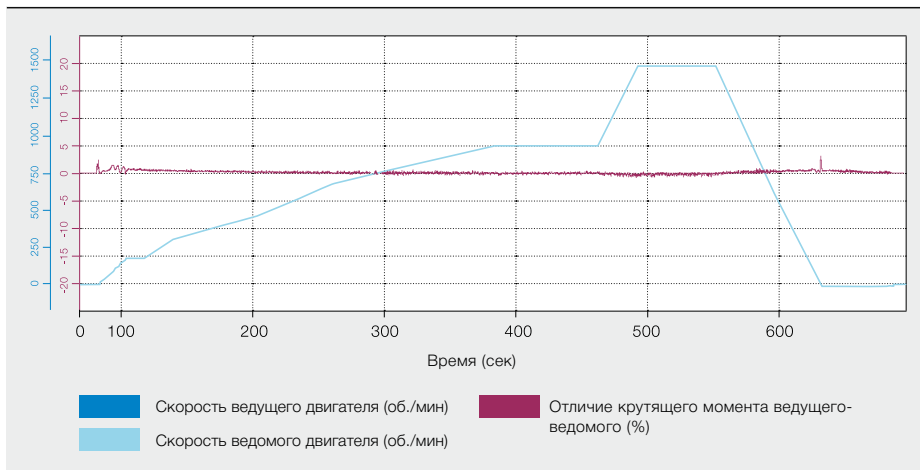
всегда поддерживается между зубьями двух шестерен и кольцевым зубчатым колесом, тем самым гарантируя, что обратная реакция не может произойти.

Даже во время последовательности функ-

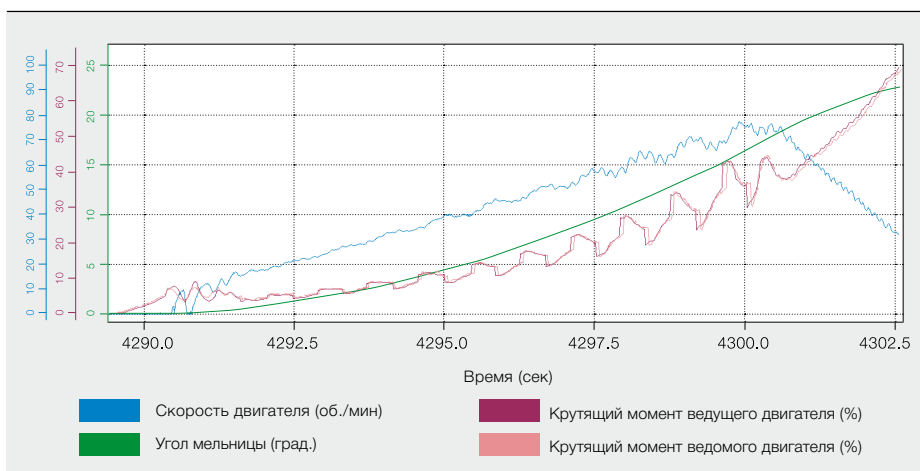
Сноска

1 Для того чтобы избежать ненужных и длинных качаний мельницы вперед и назад, вызванных остановом без торможения, компания АББ ввела функцию под названием «контролируемый откат», который быстро приводит мельницу в безмоментную позицию контролируемым образом.

5 Разница между крутящим моментом ведущего и ведомого двигателя незначительна



6 Функция удаления замороженного заряда в действии с использованием система ведущего/ведомого привода



ции удаления затвердевшего загруженного материала, при которой шаги крутящего момента, применимые к системе для уменьшения объема материала в мельнице, крутящий момент ведомого точно совпадает с крутящим моментом ведущего привода системы без явных признаков колебания или обратной реакции. **рис. 6.** Обратная реакция будет заметной при падении крутящего момента до нуля или при негативных значениях, но так как крутящий момент и скорость всегда позитивные, обратная реакция не возникает.

Этот тип системы привода с диодным выпрямительным мостом не может подавать энергию торможения обратно в сеть и, следовательно, производительная мощность ограничена потерями системы привода. Это приводит к относительно низкой отрицательной скорости отката мельницы. Для обратного возвращения энергии в сеть, которая затем обеспечивает значительное сокращение времени отката мельницы, дополнительная четырехквadrантная система привода ACS6000 с активным выпрямителем есть в наличии в компании АББ; это означает, что система привода, как крупнейший потребитель на заводе, также могут быть использована для коррекции коэффи-

циента мощности.

Внутренние свойства

Измерения, указанные в обеих статьях, наглядно иллюстрируют силу ПУКМ технологии компании АББ в гибкой системе привода мельницы. Он не только позволяет быстрое и точное распределение нагрузки, что сводит к минимуму нагрузки и предотвращает обратную реакцию, но также обеспечивает электрически- и механически-ориентированные решения. Кроме того, как внутренне присущее свойство, скорость мельницы может плавно изменяться. Регулируемая скорость является общепринятым преимуществом для полуавтоматических больших (ПБП) приводов мельниц, но не обязательно для шаровых мельниц и галечных. Значительное число крупных полуавтоматических больших приводов мельниц и шаровых мельниц устанавливаются в Южной Америке с так называемыми приводами без зубчатой передачи, которые также имеют возможность варьировать скорость мельницы.

Было отмечено, что функция регулируемой скорости действительно используются в реальности, и не только в мельницах с полуавтоматическими большими приводами, но

и в шаровых мельницах. Гибкость, введенная системой привода с варьируемой скоростью, существенно влияет на общую эффективность измельчения и доступность мельницы, имея возможность свести к минимуму рециркуляцию нагрузки и чрезмерное измельчение.

Теория и практика

Новые специализированные функции мельницы, разработанные компанией АББ, делают значительный вклад в качественную работу и обслуживание галечных мельниц.

Не существует никаких сомнений в том, что новые специализированные функции мельницы, разработанные компанией АББ, вносят существенный вклад в эффективную работу и обслуживание галечных мельниц. Измерения в этой статье показывают, что эти функции, как часть концепции системы привода ведущий/ведомый компании АББ, не только хорошо в теории – как показано [1] – но они и работают с удивительной точностью в установленных и введенных в эксплуатацию мельницах с двойной шестерней. Покупатель извлекает выгоду не только из большей гибкости шлифования, но это также приводит к снижению требований к техническому обслуживанию, уменьшению эксплуатационных затрат и увеличению срока службы оборудования.

Марко Руфли

Мартен ван де Фийфайкен

ABB Швейцария, Баден – Дёттвил, Швейцария

marco.ruffli@ch.abb.com

maarten.vijfeijken@ch.abb.com

Сноска

2 По сравнению с шаровой мельницей, ПСИ мельница использует меньше стальных шариков для помола, кроме руды (кусочки породы), что, как правило, используется в качестве первичной или первой ступени шлифования шаровых мельниц.

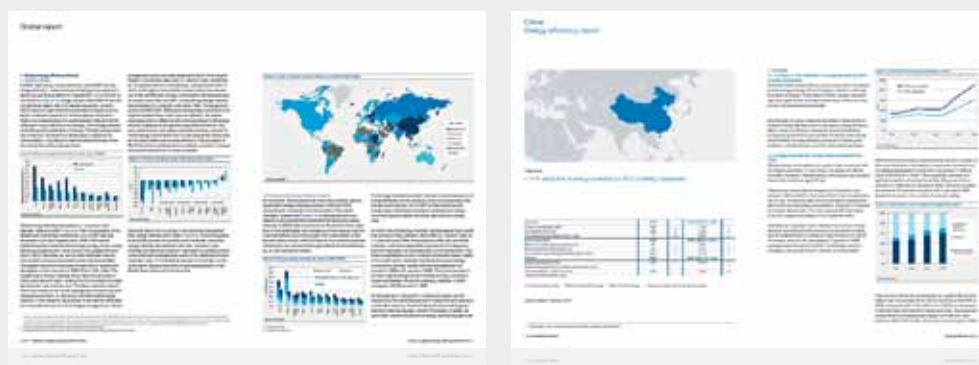
Ссылка

[1] Руфли, М., ван де Вийфайкен, М. Значение привода: Тщательно разработанные приводы мельницы с кольцевым зубчатым колесом от компании АББ (часть 1). АББ Обзор 1/2011, 29-35.

Специальный доклад по глобальной энергоэффективности



Чтобы получить доступ к форме заказа, установите считыватель кода QR на мобильное устройство, и отсканируйте код.



Повышение информированности о возможностях является первым шагом к более эффективному использованию энергии. Доклад, подготовленный компанией АББ при сотрудничестве с Economist Intelligence Unit и Enerdata, подчеркивает, что именно могут сделать промышленность и коммунальные услуги, чтобы улучшить свою энергетическую эффективность.

Издание под названием «Тенденции в мировой энергетической эффективности 2011» можно заказать, заполнив форму заказа по адресу www.ABB.com/energyefficiency или с помощью QR-кода. Вы можете также увидеть содержание издания в Интернете, а также серию интерактивных карт, отражающих глобальные данные эффективности использования энергии, по тому же адресу.



Редакционная коллегия

Питер Тервиш

Главный технический директор
Группа Исследований и технологии

Кларисса Халлер

Глава отдела корпоративных связей

Рон Поппер

Глава по корпоративной ответственности

Ээро Яаскела

Руководитель группы управления учетными записями

Андреас Моглестуе

Главный редактор, АББ Обзор
andreas.moglestue@ch.abb.com

Издатель

АББ Обзор публикуется: АББ Группа по
Исследованиям и Технологии.

АББ Технологии

АББ Обзор

Аффольтернштрассе, 44

CH-8050 Цюрих

Швейцария

АББ Обзор издается четыре раза в год на английском, французском, немецком, испанском, китайском и русском языках. АББ Обзор бесплатен для тех, кто интересуется технологиями и целями компании АББ.

Для подписки, пожалуйста, свяжитесь с ближайшим представителем АББ или подпишитесь в Интернете по адресу www.abb.com/abbreview

Частичная перепечатка или воспроизведение разрешается при условии полного подтверждения. Полная перепечатка требует письменного согласия издателя.

Издатель и владелец авторского права © 2011
АББ Технологии Цюрих / Швейцария

Типография

ООО Издательство Форарльберг
AT-6850 Дорнбирн/ Австрия

Макет

DAVILLA AG
Цюрих / Швейцария

Отказ от ответственности

Содержащаяся здесь информация отражает точку зрения авторов, и представлена только в ознакомительных целях. Читатели не должны действовать на основании информации, содержащейся в настоящем документе, не обратившись предварительно за профессиональной консультацией. Мы публикуем материалы с условием, что авторы не дают технических или иных профессиональных советов и не выражают мнение по конкретным фактам или вопросы, и мы не берем на себя ответственность за их использование. Предприятия Группы АББ не дают никаких гарантий, или обещаний, явно выраженных или подразумеваемых, в отношении содержания или правильности мнения, высказанного в настоящем документе.

ISSN: 1013-3119

www.abb.com/abbreview



Анонс Ревю 3|11

Технологические проблемы

Мы живем в технологическом обществе. Технология затрагивает почти все аспекты нашей жизни. АББ Ревю 3 / 2011 представляет технологию из ассортимента компании АББ. Современная всеобъемлющая система автоматизации завода может обеспечить современные и актуальные данные для операторов и обслуживающего персонала, и поэтому создавать совершенно новые и более эффективные способы использования ресурсов для работы завода. Небольшой конвертер, прилагаемый к солнечной панели, которая монтируется на крыше дома, может уменьшить бытовой углеродный след и даже разрешить продажу электроэнергии коммунальной компании, изменив традиционные отношения поставщик-потребитель.

Эти и другие технологии будут рассматриваться в АББ Ревю 3/2011.



Безупречное выполнение проектов
по всему миру?

Безусловно.

Разве не замечательно получать предсказуемые успешные результаты для всех Ваших проектов, каждый раз, независимо от того, где они расположены? АББ обладает инженерными ресурсами, образцами технологий, промышленными ноу-хау и практическим опытом последовательного выполнения сложных нефтегазовых проектов в любой части мира, на протяжении всего жизненного цикла. Вы можете быть спокойно уверены в том, что Ваш проект будет успешным. www.abb.com/oilandgas