Можете ли Вы предотвратить образование 50 миллионов тонн CO_2?

На первый взгляд это звучит несерьезно, но попробуем рассмотреть этот вопрос на примере электродвигателей с регулируемой частотой вращения, выпускаемых АББ. Их использование вместо обычных электродвигателей позволяет существенно экономить электроэнергию. Специалисты компании АББ подсчитали, что если бы пришлось выработать столько электроэнергии, сколько сэкономили эти электродвигатели за прошлый год, то в атмосферу было бы выброшено 50 миллионов тонн CO_2. Если все предприятия по всему миру перейдут на новые технологии, наше будущее станет светлее.

©2002 ABB LTD.

На нашем сайте www.abb.com Вы можете найти более подробную информацию о компании АББ и о концепции устойчивого развития.

ABB

2
03

АББ Ревю

Корпоративный технический журнал группы АББ

2/2003

Силовое оборудование и автоматизация для морских приложений

ABB

Жестокое море

В течение тысячелетий энергия и враждебность морей и океанов нашей планеты бросали вызов изобретательности человека и побуждали его к действию. Со времен каноэ, выдолбленной из ствола дерева, до самого современного батискафа, люди непреклонно изобретали и адаптировали технологии для обуздания этого неуступчивого, непредсказуемого и неумолимого искусителя.

В этом выпуске: роль, которую играет технология компании АББ в завоевании нематериковой окружающей среды. И, в противоположность этим задачам, продемонстрируем, каким образом продукция компании АББ решает проблемы совершенно другого характера – в пустыне Намибии и в мире нанотехнологий.

Решения в области энергетики и автоматизации

АББ – лидер производства в двух важнейших областях промышленности: электроэнергетике и автоматизации. В этом выпуске *АББ Ревю*, нашего ежеквартального журнала с сообщениями о технологиях компании АББ, мы расскажем о некоторых последних событиях в этих двух областях и какое они оказывают влияние на различные отрасли промышленности.

Например, автоматизация: обмен данными в системах автоматизации производственных процессов настолько критичен к временным параметрам, что точность его синхронизации должна измеряться в микросекундах. Но каким образом обеспечить системам синхронизацию с таким уровнем точности? Ответ компании АББ состоит в том, что высокоточная синхронизация по времени предусматривается в последнем поколении средств автоматизации.

Или электроэнергетика: как можно гарантировать постоянную подачу на промышленную установку электроэнергии неизменно высокого качества? Новая продукция, например, наша высокоскоростная система коммутации электроэнергии, или мощные статические компенсаторы реактивной мощности, которые мы установили в Намибии в энергосети переменного тока напряжением 400 кВ – обе темы описываются в этом выпуске – также являются нашим ответом.

Наши технологии в области электроэнергетики и автоматизации позволяют нам разрабатывать решения для широкого круга заказчиков. Промышленные сегменты, такие как водо-, тепло- и энергоснабжение, потребительские товары, производство целлюлозы и бумаги, или металлургия и горнодобывающая промышленность являются всего лишь некоторыми из отраслей, в которых наши технологии для электроэнергетики и автоматизации утвердились прочно. Другой сегмент – нефтегазовая и нефтехимическая промышленность. Здесь, например, на шельфовых платформах, пространственная ограниченность, жесткие требования к уровню выбросов и высокая зависимость от надежности и эффективности обуславливают потребность в специальных решениях от энергетики и автоматизации. Одно решение, которое было недавно реализовано на одной морской платформе в Северном море, объединяет две новых технологии компании АББ – Motorformer™ и HVDC Light™ – в компактную систему электропривода, которая использует электроэнергию, производимую на материке, для приведения в действие компрессоров.

Едва ли можно ожидать, что глубокие скважины для добычи газа или нефти могли бы быть местом, где кто-либо стал бы размещать сложную электронику. Но вот это как раз и делает АББ для измерения критических параметров и обеспечения эффективной и надежной работы скважины. Умная технология компании АББ для скважин сегодня широко применяется и является решающим фактором для эффективной разработки месторождений.

АББ также разрабатывает новые концепции для добычи нефти и газа на сверхглубоководных месторождениях. Система глубоководной добычи NuDeep™ является тому примером и сюжетом одной из статей в этом выпуске.

Другая из наших статей демонстрируют, что автоматизация и силовое оборудование также находят применение в традиционной нефтяной и газовый промышленности. Наша технология производства этилена, например, включает весь набор новых решений, которые существенно увеличивают эффективность производства олефинов.

Продолжая фокусировать внимание на своем основном бизнесе по созданию решений в области силового оборудования и автоматизации для нефтегазовой промышленности, АББ начинает передавать свое оборудование и систему снабжения компаниям, у которых имеется большой потенциал для совместной деятельности. Компания АББ гордится тем, что оказывается полезной заказчикам из нефтегазовой промышленности, поставляя свои высокотехнологичные продукты и решения, которые заслужили добрую репутацию за прошлые десятилетия.

Мы уверены, что наше усиленное внимание и учет новых потребностей на наших основных направлениях деятельности в области силового оборудования и автоматизации, с учетом нашего богатого опыта, будут и в дальнейшем позиционировать АББ как предпочтительного партнера для нефтегазовой и нефтехимической промышленности.

Г. Маркус Байеган
Глава департамента технологии

Содержание

Стр. 6
Вдали от берега - дистанционная диагностика судна

Стр. 9
Прецизионная синхронизация в автоматизации подстанций

6 Система телеметрии GlobalRemote, совместимая с технологией Industrial^{IT}
Ларс Брэтхол, Ларс Гундерсен, Хаи Нгуен, Жан-Фредрик Хансен, Жан-Жак Майе, Андреас Кухс
Технология Industrial^{IT} в сочетании с системой телеметрии GlobalRemote теперь обеспечивают удаленную диагностику судов, находящихся в открытом море

9 Точная синхронизация времени для задач автоматизации
Тор Шайе, Свен Юхансен, Трон Лекстад, Эйвин Холмайде
Системы управления подстанциями требуют прецизионной синхронизации. Это возможно с помощью коммутируемой скоростной сети Ethernet

15 Снабжение электроэнергией газодобывающей платформы Troll по новой технологии
Том Ф. Нестли, Ларс Стендиус, Магнус Дж. Йохансон, Арне Абрахамсон, Филип С. Кьяер
Технологии HVDC Light™ и Motorformer™ помогают снабжать морскую платформу электроэнергией с материка. Основные преимущества системы: повышение эффективности, экономические выгоды, меньшее влияние на окружающую среду

20 Работающая скважина. Методы анализа надежности умных скважин
Сейчас эксплуатируется около 100 Умных Скважин. Но как определить степень надежности этой новой технологии?

23 Уменьшение «палубных» габаритов. Существенные сокращения капиталовложений возможны в течение пяти лет
Высокопроизводительные компактные силовые и производственные системы компании АББ способствуют уменьшению капитальных затрат на создание надводных структур морских платформ

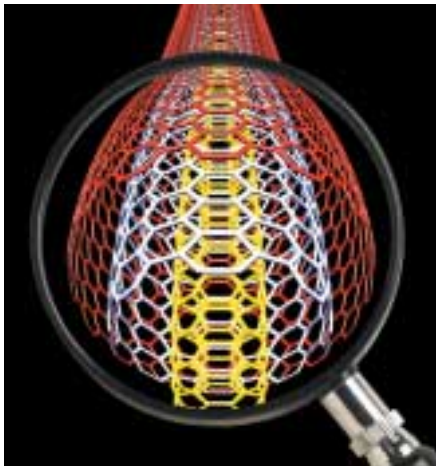
26 RADAR™. Усовершенствованная инспекция стволовой трубы
Джон Данниу, Ларри К. Харторн
RADAR™ – прибор для диагностики стволовых труб - уже начал экономить время и деньги эксплуатантам скважин

30 Глубоководная технология NuDeep™ для подводных работ
Сверхглубоководное оборудование NuDeep™ чувствует себя, как дома, в темной, холодной и враждебной глубине океана

Содержание

Стр. 38
Новая система переключения мгновенно реагирует на отказ

Стр. 43
Успешное использование SVC в Намибии



Стр. 49
Нанотехнология

36 Новые технологии производства этилена
Новый пакет решений помогает увеличить производительность и повысить рентабельность производства олефинов

38 Быстрое переключение позволяет не останавливать производство
Лучиано Ди Майо, Карло Гемм и Ралф Крум
Система быстрого переключения электроэнергии (HSTS) не только обеспечивает непрерывное электропитание в случае аварии, но и имеет уникальное свойство прогнозировать возможные перерывы в подаче электроэнергии

43 Статический компенсатор реактивной мощности производства компании АББ стабилизирует напряжение в энергосистеме Намибии
Рольф Грюнбаум, Микаэль Халонен, Штаффан Рудин
Энергетическая сеть Намибии имеет протяженные линии электропередачи, которые сильно подвержены эффекту резонанса. Новый SVC теперь справляется с этой проблемой

49 Нанотехнология - от малых размеров к большим возможностям
Томас Лилиенберг, Олоф Хьортстам, Сильвия Вольпони
Нанотехнология – одна из самых многообещающих новых областей исследования. Специалисты компании АББ определяют приоритетные направления в этой науке

Исследования и разработки

54 Безопасный путь к успеху. Чистый и безопасный способ получения моторных топлив
55 Программа Aspect Object Viewer предназначена для широкого распространения

Новости

56 Исследовательский центр наук о жизни в Германии
57 25 лет деятельности компании АББ в Боливии

www.abb.com/abbreview

Система телеметрии Global-Remote, совместимая с технологией Industrial^{IT}

Ларс Брэтхол, Ларс Гундерсен, Хаи Нгуен, Жан-Фредрик Хансен, Жан-Жак Майе, Андреас Кухс

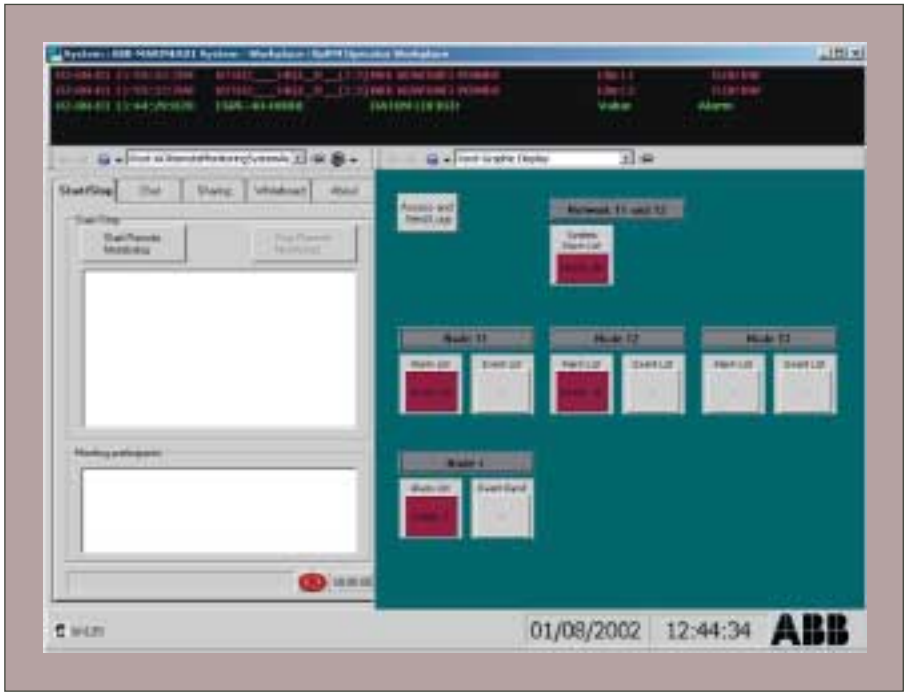
Персонал морских буровых вышек рассчитывает на своевременное прибытие транспортных судов вне зависимости от погоды. Бурное волнение и штормовые ветра, однако – не единственные факторы, которые могут задержать доставку столь необходимых ресурсов. Примером других причин является отказ генераторов корабля. Мигающее табло аварийной сигнализации в таком случае не предвещает ничего хорошего, особенно, если задержка доставки грузов влечет за собой штрафные санкции.

Если главный инженер корабля хорошо знаком с устройством силовой установки, ситуацию еще можно спасти. Если же нет, имеется другой вариант – система АББ GlobalRemote. Одно нажатие кнопки на консоли GlobalRemote, и специалист на суше, возможно, в тысячах милях от корабля, начнет мониторинг работы его систем. Спустя тридцать минут на судовой консоли появится информация от специалиста, которая позволит главному инженеру восстановить работу генераторов и нагнать график движения.

Описанная технология GlobalRemote не только реально существует, но также была успешно продемонстрирована в ходе эксплуатационных испытаний на современном многоцелевом судне для обеспечения морских работ. Система GlobalRemote соответствует спецификации Aspect System, что подразумевает возможность ее использования совместно с любой системой Process Portal™. Это современная система интерфейса человек-система, разработанная компанией АББ для комплексов на основе Industrial^{IT}.

Для открытия канала связи GlobalRemote пользователю необходимо лишь щелкнуть по кнопке запуска удаленного мониторинга (Start Remote Monitoring, SRM), см. рис. 1. При этом открывается шифрованный, защищенный канал связи с персоналом компании АББ с использованием спутниковых коммуникаций и Интернета. (В ходе эксплуатационных испытаний на борту служебного судна M/S Normand Flower, использовалась спутниковая система Inmarsat B HSD.) Система GlobalRemote функционирует даже при больших задержках соединения и двусторонней задержке данных более 1,4 с. Эта характеристика особенно важ-

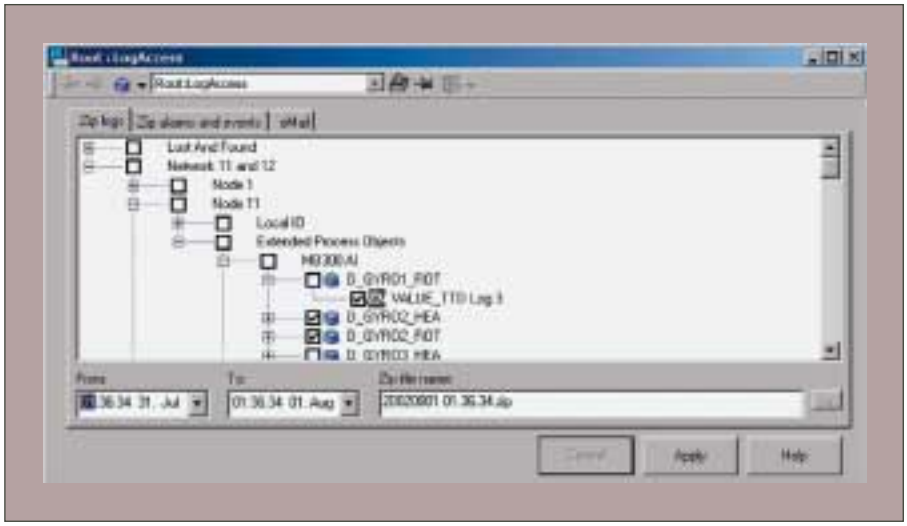
1	Экран удаленного клиента, подобный тому, что был использован для мониторинга систем на борту судна M/S Normand Flower. Поскольку система GlobalRemote основана на технологии Process Portal™, элементы интерфейса легко настраиваются.



на в районах, где используются коммутируемые линии связи низкого качества.

В пределах нескольких секунд после открытия канала дистанционно расположенный персонал получает аварийный сигнал. Хотя в соответствии с ограничениями, установленными классификационными обществами, в морском деле за данными клиента можно только наблюдать, другие требования к безопасности могут быть удовлетворены. Например, работающий удаленно инженер может иметь права не только на просмотр информации о системе автоматизации, но и на изменение ее параметров. Другим преимуществом технологии GlobalRemote является то, что персонал на борту судна всегда имеет возможность на своем локальном экране наблюдать за действиями инженера, работающего дистанционно – и учиться на примере.

2	MailLog. Можно выбрать любую комбинацию журналов, оповещений и событий и отправить по электронной почте выбранным адресатам.



Для клиентов, желающих получать дополнительную информацию в режиме реального времени, также предусмотрено окно для оперативного общения («чата»). Эксплуатационные испытания на борту Normand Flower показали, что такая функция очень важна, т.к. высокий уровень шума в машинном отделении делает общение голосом практически невозможным. Еще одним средством общения является общий доступ к цифровой «доске для рисования». Для работы этих функций требуется пропускная способность канала связи менее 28,8 кбит/с (проводились успешные испытания системы GlobalRemote с использованием стандартного канала связи GSM HSCSD со скоростью 28,8 кбит/с). Если для мониторинга необходима передача в реальном времени потока видеоданных и узкополосного, но вполне приемлемого, звукового потока, потребуется канал с пропускной способностью 64 кбит/с.

Если отслеживаемая ситуация сложна, и анализ требует значительного времени, в дело вступает вторая система Aspect System, называемая MailLog (2). Она позволяет отправить одному или нескольким инженерам на берегу шифрованное сообщение электронной почты,

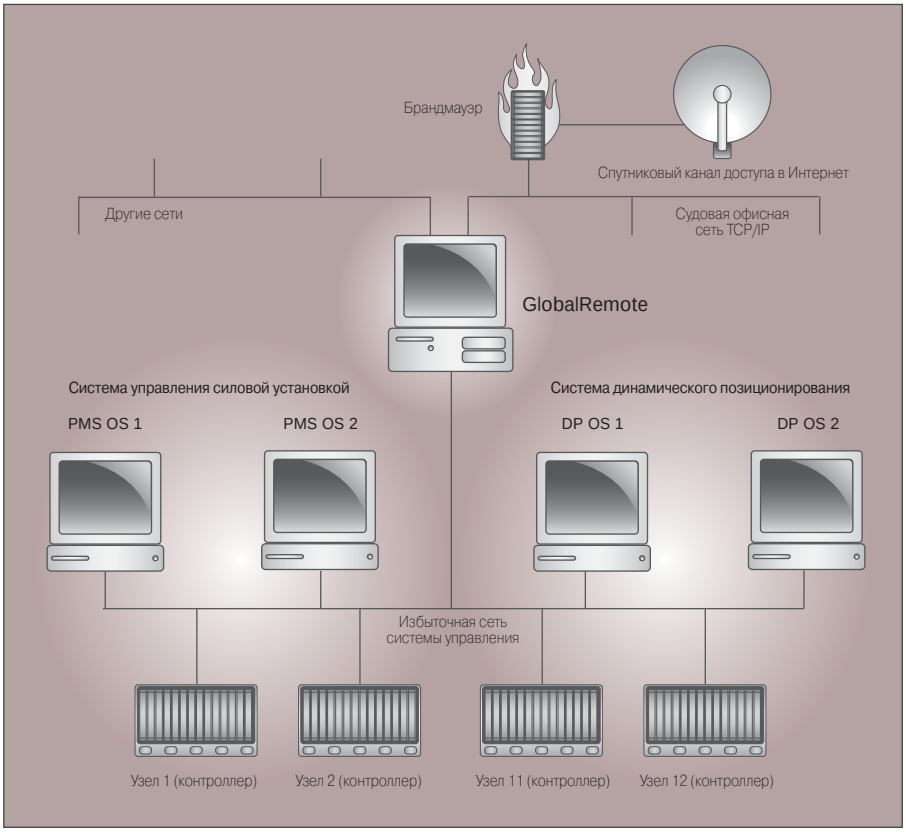
Для установки канала связи GlobalRemote пользователю необходимо лишь щелкнуть мышью по одной кнопке. В системе открывается шифрованный защищенный канал связи с АББ через спутник и Интернет.

содержащее любой набор системных журналов, списков событий и оповещений. Для этого можно использовать любую из современных систем электронной почты.

На судне Normand Flower в конфигурации компьютера, на котором исполняется система GlobalRemote, задано более ста журналов, накапливающих информацию из избыточной сети, включающей четыре контроллера процесса двух разных типов. Упрощенная однолинейная схема конфигурации сети приведена на рис 3.

Систему GlobalRemote можно столь же легко использовать и в обратном направлении, т.е. в направлении «берег-корабль». Инженеры на берегу могут, например, воспользоваться ею для демонстрации инженеру на корабле важных чертежей и даже для проведения в режиме реального времени сеанса моделирования.

3	Компьютер для удаленной диагностики с ПО GlobalRemote может вести журнал, собирая данные с любой бортовой системы. Среди используемых брандмауэров - фильтры уровня портов, прокси-сервер протоколов HTTP(S) и SOCKS 4/5.



GlobalRemote: повышение эффективности работы

Система GlobalRemote предоставляет целый ряд возможностей, позволяющих увеличить эффективность морского бизнеса. При возникновении проблем на борту судна компания АББ может немедленно предоставить помощь, используя информацию, передаваемую на берег в режиме реального времени. Если характер проблемы требует этого, подробная информация может быть передана на берег для анализа в автономном режиме. В зависимости от сложности проблемы, дистанционно работающие специалисты могут найти решение всего за несколько минут. Это несравнимо быстрее и дешевле, чем отправка инженера на удаленную площадку, а в особенности на корабль, находящийся в море.

Что происходит в случае, если для решения проблемы необходимы запасные части? Система GlobalRemote позволяет сразу определить необходимые компоненты, а также уровень технологии и подготовки персонала, необходимые для их установки. Необходимые детали могут быть доставлены непосредственно в следующий порт захода судна, при необходимости, в сопровождении специалиста. Это может привести к значительной экономии, поскольку отпадает необходимость в предварительном посещении судна для определения необходимых ресурсов. Использование GlobalRemote снижает вероятность простоя корабля на время ожидания запасных частей. Система GlobalRemote позволяет отправлять эксплуатационную информацию любому адресату в любую точку мира. Эта возможность особенно привлекательна для владельцев судов, регулярно отправляющих сотрудников на корабли с целью получения данных для подтверждения соответствия правилам безопасности. Система GlobalRemote исключает необходимость таких работ. Поскольку доступ к этим данным становится возможен через систему Process Portal, персонал может получить их на расстоянии – в реальном времени или по электронной почте.

Очевидно, что возможности технологии GlobalRemote выходят за пределы одного лишь морского дела. Например, терминалы могут быть установлены на насосных станциях, обслуживающих водозаборы, трубопроводы, – фактически в любом труднодоступном месте.

Интересно также применение системы GlobalRemote на легкодоступных площадках. В компанию АББ уже поступали запросы, например, от автопроизводителей, которые видят в этой технологии альтернативу старым, менее защищенным системам.

Д-р Ларс Брэтхол
Ларс Гундерсен
Хаи Нгуен
Д-р Жан-Фредрик Хансен
Жан-Жак Майе
ABB AS (Норвегия)

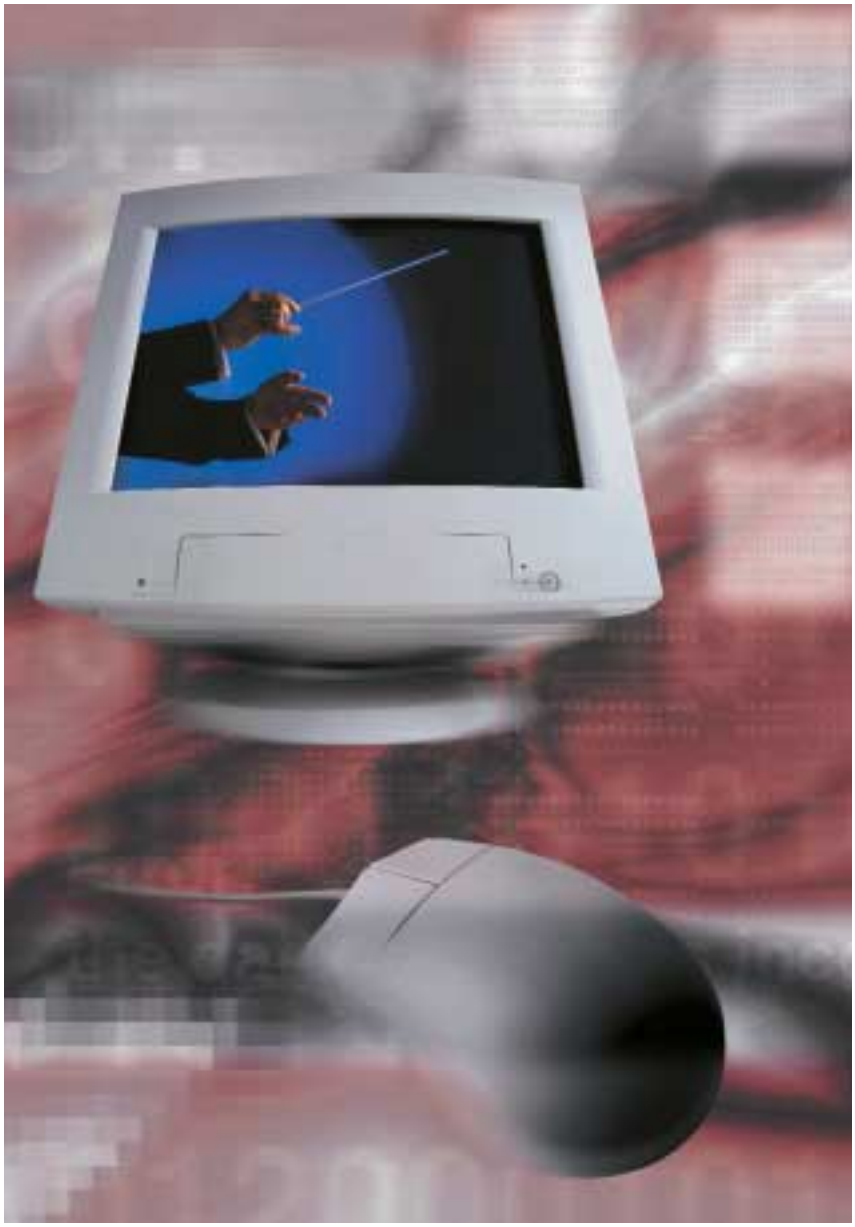
Андреас Кухс
ABB Group Processes (Швейцария)

За дополнительной информацией обращайтесь по адресу:
alf-kare.adnanes@no.abb.com

Время то же, но место – другое

Точная синхронизация времени для задач автоматизации

Авторы: Тор Шайе, Свен Юхансен, Трон Лекстад, Эйвин Холмайде



В большинстве случаев на синхронизацию показаний часов с сигналом точного времени, переданного по радио, человеку требуется одна секунда. Но в случае автоматизированной системы энергоснабжения все обстоит иначе. Синхронизация должна выполняться с точностью до микросекунды, и для обеспечения такой точности требуется специальное дорогостоящее оборудование.

Для решения проблемы синхронизации в промышленности было решено рассмотреть возможность использования коммутируемой скоростной сети Ethernet. Возникает единственный и самый главный вопрос: способен ли этот коммуникационный стандарт гарантировать требуемую точность? Ответ: «да». Компании АББ и OnTime Networks AS объединили свои усилия для разработки решения, которое позволит достичь класса синхронизации IEC T5 (1 мкс) и T3 (25 мкс) при помощи коммутируемой сети Ethernet.

Недавно эту идею использовали на модульных контроллерах AC 800M в крупном нефтяном месторождении Грейн, где она теперь обеспечивает высокоточную синхронизацию в структуре АББ Industrial^{IT}.

Временные метки характерны для компьютерного мира. При сохранении каждому документу автоматически присваиваются дата и время сохранения, что упрощает систематизацию и поиск документов, но в каждом случае значение должно быть точным почти до секунды.

Временные метки приобретают особое значение после того, как компьютер подключается к сети и начинается процесс обмена документацией и электронными сообщениями. Точности наручных часов попрежнему достаточно, но теперь требуется синхронизация времени на компьютерах. В противном случае ответ на ваше электронное сообщение окажется отправленным раньше, чем вы послали на него запрос.

Для разрешения этой проблемы необходимо назначить один из компьютеров «главными часами», которые будут сообщать точное время остальным компьютерам. Такое решение подходит только для локальных офисных сетей – где разброс запаздывания между сервером времени и клиентами времени незначительный, – но для Интернет-приложений оно не годится.

Рассмотрим сетевой протокол передачи времени - Network Time Protocol (NTP). Клиент отправляет на NTP-сервер запрос с временной меткой, сервер добавляет время прибытия запроса и возвращает запрос клиенту. Клиент фиксирует время возвращения запроса и, на основе всех указанных временных меток, высчитывает точное время. Этот протокол и его младший брат SNTP способны обеспечить синхронизацию часов компьютеров через Интернет с точностью до миллисекунды.

Автоматизация и необходимость в построении сетей

В традиционных системах автоматизации и измерительных системах для передачи данных используют концепцию «промышленной сети» (fieldbus).

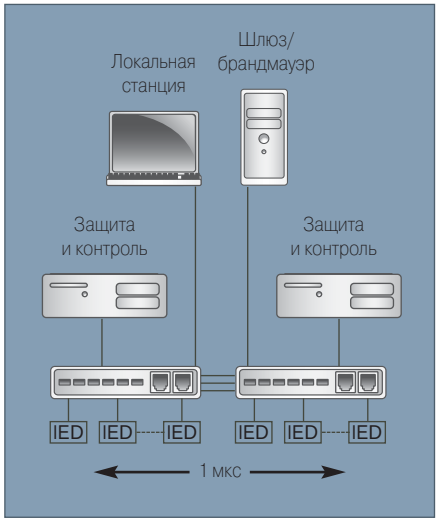
Однако в случае фрагментированного рынка такой подход оказывается неудачным и приводит к снижению производительности и, соответственно, росту цен. В таком случае выгоднее всего использовать коммутируемую скоростную сеть Ethernet, но тут возникают некоторые проблемы:

- Ethernet «демократичен» по своей натуре – все сетевые узлы обладают равным сетевым доступом в любой момент времени. У систем автоматизации «диктаторский» подход - одни сетевые узлы важнее других и хотят получить приоритетный доступ к сети.
- Ethernet сам по себе «статистический» - невозможно предсказать, когда поставленный в очередь запрос достигнет своей цели. Системы автоматизации требуют гарантий и не терпят вероятностных прогнозов.
- Ethernet - полноценная сеть передачи данных, которая обладает довольно серьезными недостатками: передача небольших пакетов данных (подобных тем, которые используются при обычной передаче данных) крайне неэффективна.

Несмотря на то, что впервые новая концепция была использована на шельфовой платформе, тем не менее она является выгодным решением для любого промышленного сектора.

В настоящее время ведется поиск решения этих проблем. [1].
Коммутируемый Ethernet обеспечивает гарантированное не превышаемое время доставки данных [2]. С заданной частотой интеллектуальные сетевые узлы с локальными серверами времени обрабатывают данные, проставляют временные метки, упаковывают наборы данных в сетевые пакеты и отправляют адресату. В этой цепочке событий не хватает главного: отсутствует связь между локальным сервером времени и сервером времени на центральном контроллере. Но прежде чем акцентировать внимание на этой проблеме, рассмотрим область автоматизации, где требуется высокоточная синхронизация показаний часов, – автоматизированную систему энергоснабжения.

1	Прогнозируемая коммуникационная сеть автоматизированной системы энергоснабжения



Коммуникационная сеть в будущей автоматизированной системе энергоснабжения, основанная на технологии Ethernet с использованием простейшей инфраструктуры сети.

Требования к синхронизации для автоматизации процессов

Для автоматизации систем энергоснабжения (АСЭ) требуется четкая и высокоточная синхронизация, обладающая несколькими функциями защиты с различными уровнями точности (см. табл.).

В настоящее время сетевая инфраструктура сектора автоматизации систем энергоснабжения совсем близка к переходу на коммутируемый скоростной Ethernet. Главная задача заключается в достижении полной функциональной совместимости на всех уровнях между продуктами от различных производителей. Ключевыми моментами в достижении поставленной цели являются базирование идей на стандартах de-facto и использование проверенных технологий (рис. 1).

В результате исследований выяснилось, что коммутируемый скоростной Ethernet обладает всеми требуемыми характеристиками для работы в реальном времени, чтобы удовлетворить требованиям АСЭ [3]. Остается только сказать, что для точной синхронизации технология Ethernet позволяет использовать различные классы IEC. Здесь возникает последнее препятствие для полного перевода АСЭ на технологию Ethernet. До сих пор, насколько известно компании АББ, еще никому не удавалось добиться высокой точности синхронизации часов через коммутируемый Ethernet. Такой шаг поможет значительно сократить расходы на кабельные и приемопередающие устройства, поскольку в настоящее время для этих целей используются выделенные линии.

Что такое синхронизация времени

Сетевой протокол синхронизации времени (NTP) - один из самых значимых общедоступных методов синхронизации [4]. В его основе лежат сложные механизмы доступа к центральному серверу времени, позволяющие через различные каналы связи синхронизировать показания часов в подсетях, а также согласование локального сервера времени в каждом узле. Протокол SNTP рассчитан на более простые задачи синхронизации.

Оба протокола используются для синхронизации в сетях WAN и LAN, где приемлема точность до миллисекунд. Однако, если необходимо добиться точности до микросекунды, то они не подходят.

Глядя на автоматизацию в общем и на АСЭ в частности, становится понятно, что существует множество специализированных и запатентованных решений (в том числе некоторые решения компании АББ), позволяющих добиться необходимой точности. Тем не менее, открытое, прозрачное и широко доступное решение было бы предпочтительнее.

В чем сложность сетевой синхронизации

Задержка между временными отметками данных на узле-источнике и узле-адресате может происходить по множеству причин, к которым относятся подготовка и обработка сообщения, время его прохождения по коммуникационному стеку (передача и прием) и способ подключения к сети. Разброс частных задержек может происходить из-за непредсказуемости планировщика задач операционной системы реального времени (RTOS), способа доступа к сети и разброса времени прохождения по сети. Установка временной отметки на нижних уровнях стека помогает устранить разброс времени задержки в стеке и непредсказуемость планировщика задач системы реального времени, но такое решение сопряжено с некоторыми проблемами.

Предельная точность класса IEC T3

Как уже говорилось, при использовании протоколов NTP/SNTP в сетях LAN относительная погрешность возникает из-за временной отметки входящих и исходящих NTP/SNTP пакетов на уровне NTP/SNTP приложений. Таким образом, временные отметки становятся жертвой неравномерной и непредсказуемой работы планировщика задач системы реального времени.

Рассмотрим, как при помощи настроенного протокола SNTP и стандартных коммутаторов сети Ethernet можно добиться точности до 25 мкс.

Использование настроенного протокола SNTP

Дело в том, что система реального времени гарантирует максимальный предел отклика на событие, но при этом допускает широкий разброс времени, необходимого для прохождения данных по коммуникационным стекам. В связи с этим необходимо производить временные отметки на уровне прерываний как со стороны клиента, так и сервера времени. В упомянутом ранее классе IEC T3 используется принцип установки временных отметок в SNTP запросах на уровне прерываний, когда клиент отправляет запросы или когда их получает сервер.

Кроме того, компания АББ предлагает осуществить такую синхронизацию, где временные отметки передачи данных проставляет клиент (T1 – говоря на языке SNTP), а временные отметки получения данных проставляет сервер (T2). Использование возможных временных отметок на низких уровнях SNTP отклика (T3) приводит к необходимости применения новых методов контроля недетерминированности передачи IP пакетов по сети Ethernet.

Побочным действием использования только схемы T1-T2 является отсутствие механизмов автоматической калибровки времени запаздывания, поэтому калибровку задержки передачи с порта сервера и порта клиента и минимальную задержку на коммутаторе приходится выполнять вручную (рис. 2).

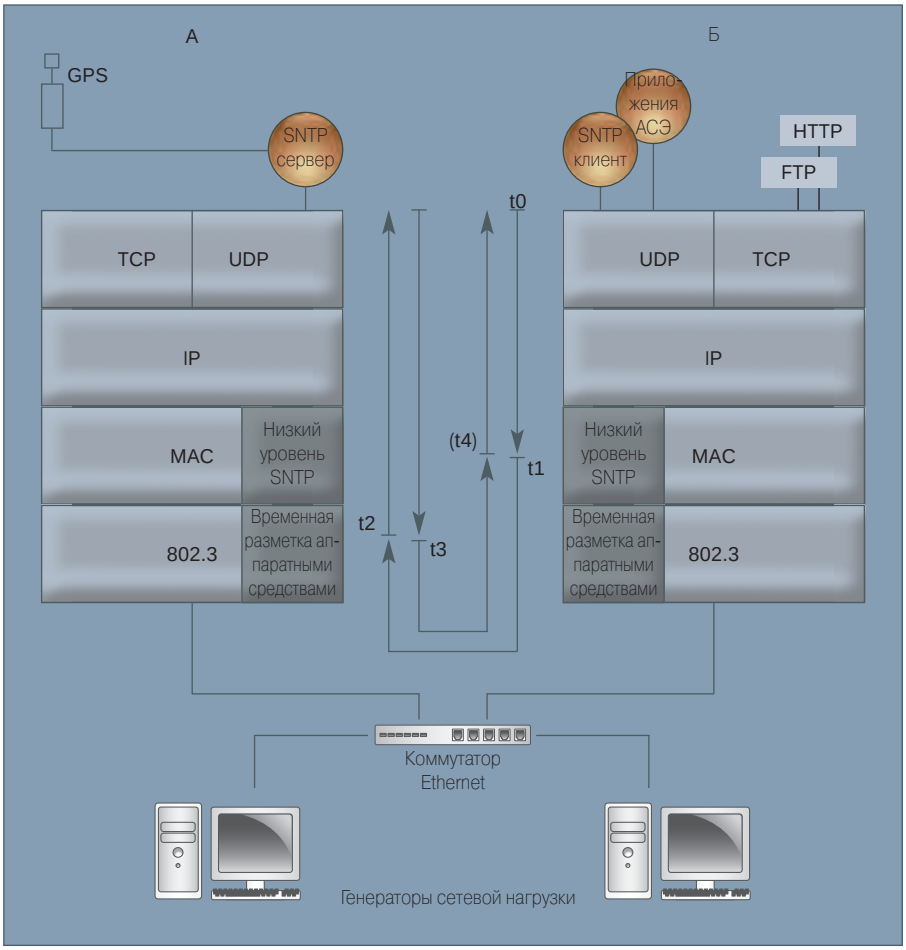
Использование клиента времени

Существует три способа проставления низкоуровневой временной отметки на клиенте времени:

- Аппаратный, когда временные отметки проставляются на контроллере Ethernet
- Программный, когда временные отметки проставляет обработчик прерываний, Interrupt Service Routine (ISR), который находится вне системы реального времени. Обработчик прерываний должен получать запрос на прерывание от Ethernet и иметь максимальный аппаратный приоритет.
- Программный, когда временные отметки проставляет ISR, контролируемый системой реального времени (Ethernet драйвером). Обработчик прерыва-

Класс EC	Точность синхронизации
T1	1 мс
T2	0,1 мс
T3	± 25 мкс
T4	± 4 мкс
T5	± 1 мкс

2 Клиент и сервер



SNTP связь между клиентом времени (Б) и сервером (А) с низкоуровневой разметкой времени.
MAC, Media Access Control = Управление доступом к среде
UTP, User Datagram Protocol = Протокол пользовательских дейтаграмм

ний получает запрос на прерывание от Ethernet и имеет обычный аппаратный приоритет.

Лишь первые два метода доказали способность обеспечить высокоточную синхронизацию времени. Использование перечисленных методов низкоуровневого проставления временных меток считается допустимым, и не приведет к несовместимости между клиентом с низкоуровневой временной разметкой и сервером со стандартной высокоуровневой временной разметкой. Кроме низкоуровневой разметки клиент должен учитывать следующие аспекты:

- Частота обновления показаний часов.
- Технические требования локального датчика истинного времени с учетом разрешения, точности/стабильности и наличия механизмов введения поправок в случае смещения показаний.
- Использование адаптивной фильтрации и способов проверки истинности временной метки для сокращения разброса в запаздывании данных.

Использование сервера времени

Желательно, чтобы сервер времени использовал один из двух первых указанных выше методов временной разметки. В крайнем случае он должен обладать способностью ставить на поступивших данных временные метки с точностью до 2 мкс независимо от степени загрузки сети. На прошедшем тестирование сервере времени от компании OnTime Networks использовалась временная разметка аппаратными средствами. Во избежание проблемы с корректировочной секундой сигнал точного времени должен поступать от приемника GPS, а временные параметры, которые передает сервер времени, должны основываться на времени, предоставляемом GPS, а не на абсолютном времени (к примеру, UTC). Кроме того, сервер времени должен поддерживать двунаправленное соединение (full duplex), в противном случае входящий поток данных приведет к увеличению задержки на коммутаторе в исходящем потоке данных (например, при запросе времени).

Устранить погрешность клиента, возникающую из общей погрешности в синхронизации времени через SNTP, позволяют аппаратные временные метки и программные низкоуровневые временные метки.

Использование инфраструктуры Ethernet

Желательно, чтобы между клиентом времени и сервером времени находился всего один коммутатор. При многоуровневом использовании коммутаторов увеличивается колебание сигнала (разброс в запаздывании) по всей инфрастуктуре сети, которое опять-таки может потребовать дополнительной сложной фильтрации на стороне клиента. Коммутатор Ethernet должен передавать пакеты с минимальной задержкой. Задержка, вносимая коммутатором, на магистрали от порта клиента до порта сервера зависит от ряда параметров:

- Общая нагрузка на коммутатор: вся нагрузка за исключением пакетов, отправленных на сервер времени. Изменения задержки, вносимой коммутатором, должны составлять менее 2 мкс.
- Нагрузка на сервер времени: иные пакеты, отправленные на сервер времени, которые могут увеличить задержку передачи каждого пакета запроса SNTP.
- Коммутация «на лету» или с буферизацией: в большинстве коммутаторов использована технология промежуточной буферизации, когда коммутатор сначала получает Ethernet-пакет полностью (проверяет его на ошибки по контрольной сумме), а затем выдает его через порт назначения в сеть. Таким образом, время задержки зависит от размера пакета. Этот статический параметр индивидуален для каждого коммутатора и задается производителем.

Тестирование в реальных условиях

Измерения проводились в два этапа. Сначала измерили время задержки на нескольких коммутаторах от разных производителей. Затем собрали данные измерений, полученные во время полноценной тестовой работы сети различной структуры.

По завершению экспериментов с коммутаторами были сделаны следующие выводы:

- Не предназначенный серверу времени трафик не создает помех трафику, предназначенному для сервера времени.
- Время задержки Ethernet-пакетов на коммутаторе, адресованных серверу времени, в значительной степени зависит от остального трафика, идущего к серверу времени.

Исходя из полученных во время полноценной работы сети измерений, были сделаны следующие выводы:

- Программная временная разметка с достаточно высоким приоритетом прерываний (желательно немаскируемых) практически по всем параметрам не отличается от временной разметки специализированными аппаратными средствами.
- Программная временная разметка с прерыванием, контролируемым системой реального времени, требует использования сложной фильтрации и обработки статистическими методами и лишь после этого может быть использована для синхронизации показаний часов. По этой причине данный способ не следует применять для синхронизации класса IEC T3.
- В коммутируемой сети Ethernet временная синхронизация класса IEC T3 с использованием настроенного протокола SNTP вполне допустима.

За пределами скорости света - IEC класс T5

OnTime Networks [6] представляет коммутаторы скоростного Ethernet промышленного класса, которые в высшей степени подходят для автоматизации системы энергоснабжения. Эти коммутаторы разработаны для приложений реального времени и поэтому имеют особые свойства:

- Чтобы обеспечить гарантированное наихудшее время задержки на коммутаторе данных от приложений реального времени, можно назначать приоритет пакетов (напр., IEEE 802.1p).
- Коммутатор может поставляться с интегрированным SNTP сервером времени.

SNTP сервер времени, встроенный в коммутатор OnTime, обладает следующими характеристиками:

- Полное соответствие стандарту SNTP
- Точность локальных часов составляет $0{,}2 \times 10^{-6}$
- Интегрированный приемник GPS для синхронизации системных часов
- Отсутствие потерь передачи в зоне работы GPS

Как только входящий SNTP запрос поступает в коммутатор, аппаратное средство сразу же ставит на нем временную метку, и соответствующий SNTP отклик отправляется в то же самое время, когда ставится метка, указанная в этом пакете. Благодаря хорошему взаимодействию между SNTP сервером времени и архитектурой коммутатора не возникает обычной проблемы, случающейся при недетерминированности доступа к сети Ethernet.

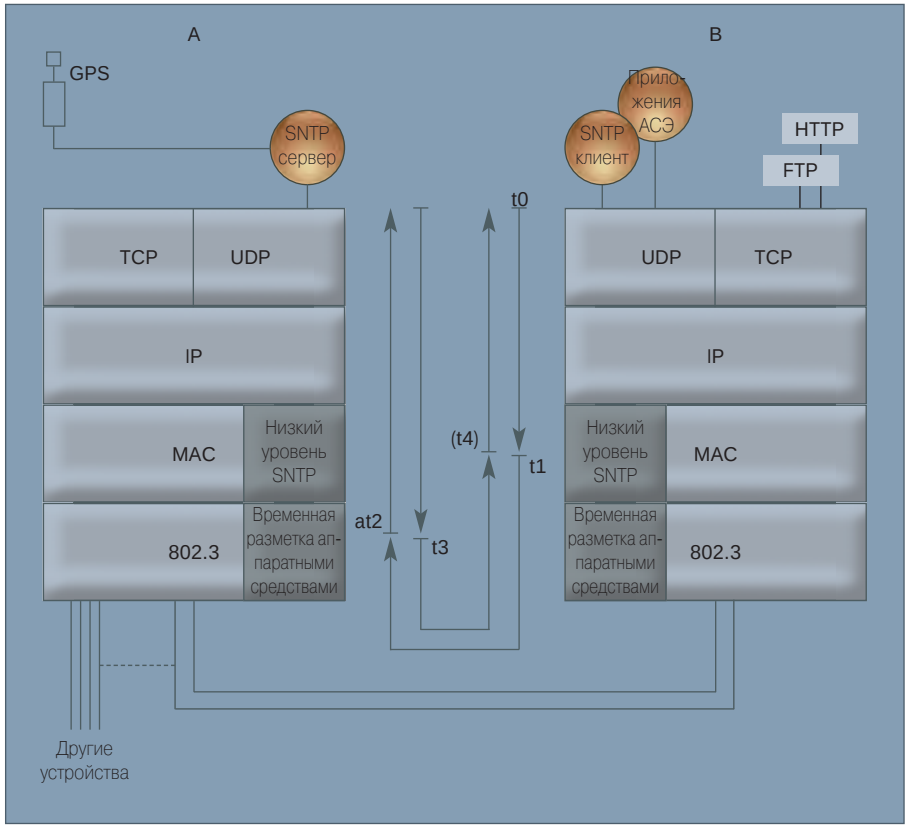
Благодаря такой схеме синхронизации времени:

- Точность синхронизации времени выше 1 мкс, если клиент проставляет временные метки аппаратным способом.
- Временные метки обоих серверов - T2 (прием) и T3 (передача) - могут быть использованы клиентом для синхронизации; кроме того, зная время двусторонней передачи сигнала, можно подсчитать задержку сигнала от порта сервера/клиента.
- Точность синхронизации не зависит от степени загрузки сети.
- Клиенту не требуется сложной фильтрации и сглаживания.

Схема синхронизации времени, представленная компанией OnTime, позволяет достичь точности лучше 1 мкс. Результат был подсчитан с использованием коммутатора OnTime с интегрированным SNTP сервером времени и клиентом АББ на основе процессора ARM7TDMI. Все временные метки были проставлены аппаратным способом (рис. 3).

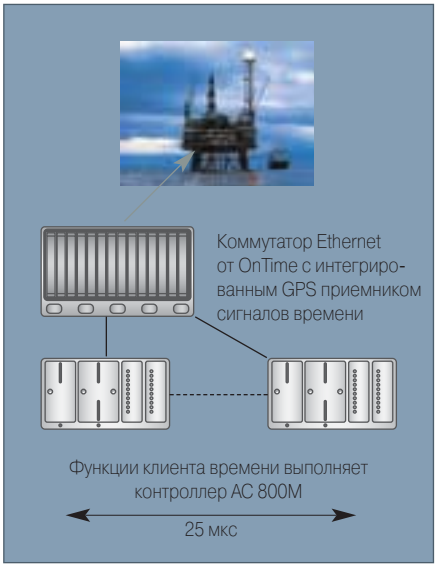
OnTime решила проблемы недетерминированности доступа пакетов запроса SNTP к шине Ethernet, интегрировав SNTP сервер времени в скоростные Ethernet коммутаторы промышленного класса

3 Интегрированный сервер времени



АББ PISA с клиентом времени (Б) использует коммутатор Ethernet (А) с интегрированным сервером времени
PISA, Process Interface for Sensors and Actuators = Технологический интерфейс для приводов и датчиков

4	Месторождение Грейн



Коммутатор OnTime также рассчитан и на работу с менее требовательными клиентами. К примеру, T3 клиент, напрямую подключенный к коммутатору OnTime с интегрированным SNTP сервером времени, удовлетворит требованиям T3, даже если временные метки входящих и исходящих SNTP-пакетов будут проставлены в ISR вне системы реального времени.

Нефтяное месторождение Грейн

В 2002 г. разработка класса T3, описанная в настоящей статье, была использована в структуре системы управления АББ Industrial^{IT} в качестве стандарта высокоточной синхронизации нового поколения. Немного спустя, в том же 2002 г. разработка была включена в поставку для нефтяного месторождения Грейн (рис. 4). Функции SNTP клиента реализованы в программном обеспечении Atlas 044, предназначенном для контроллера AC800M. Компания OnTime Networks, партнер по проекту, выполнила поставку SNTP сервера времени.

Промышленная сеть, использованная на месторождении Грейн, устойчива к единичным отказам и автоматически адаптируется к выходу из строя серверов времени или компонентов сети. В результате длительного тестирования точность синхронизации между контроллерами AC 800M – в соответствии с техническими требованиями месторождения Грейн – составила 25 мкс. Самым главным для данного проекта является то, что разработка компании АББ основана на стандартизированном протоколе и способна обеспечить абсолютное, относительно GPS источника, время.

Кроме месторождения Грейн, где была успешно реализована новая разработка, концепция синхронизации Industrial^{IT} прекрасно подходит для других проектов АББ, требующих аналогичных функциональных возможностей.

Будущее

Представленные разработки, способные обеспечить соответствие стандартам синхронизации T5 и T3, – в первом случае использовались коммутаторы Ethernet от компании OnTime Networks, а во втором – стандартные коммутаторы, – ускорили тенденцию к переходу на стандартизированную синхронизацию времени на основе технологии Ethernet. И поскольку такое решение позволяет значительно сократить затраты на кабельную систему, оборудование, текущее обслуживание и использовать разметку времени на низком уровне SNTP, то можно с уверенностью сказать, что переход на технологию Ethernet неизбежен.

Тор Шайе
Свен Юхансен
Трон Лекстад
ABB Corporate Research
Норвегия
tor.skeie@no.abb.com

Эйвин Холмайде
OnTime Networks AS
Норвегия

[1] Ø. Holmeide, T. Skeie: VoIP drives realtime Ethernet. Industrial Ethernet Book, vol 5, March 2001.
[2] T. Skeie, S. Johannessen, Ø. Holmeide: The road to an end-to-end deterministic Ethernet. Proceedings of 4th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS '02), September, 2002.
[3] T. Skeie, S. Johannessen, C. Brunner: Ethernet in substation automation. IEEE Control Systems Magazine, 22(3): 43–51, June 2002.
[4] D. L. Mills: Internet time synchronization: the network time protocol. IEEE Trans Communications COM-39, 1482–1493, 1992.
[5] T. Skeie, S. Johannessen, Ø. Holmeide: Highly accurate time synchronization over switched Ethernet. Proceedings of 8th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA '01), 195–204, 2001.
[6] OnTime Networks, http://www.ontimenet.com/

Снабжение электроэнергией газодобывающей платформы Troll по новой технологии

Том Ф. Нестли, Ларс Стендиус, Магнус Дж. Йохансон, Арне Абрахамсон, Филип С. Кьяер

Со своими компрессорами, двигателями и электрическими системами, потребляющими многие десятки мегаватт, стационарные морские промышленные установки можно сравнить с ненасытным, вечно голодным монстром. Газовые турбины или дизельные генераторы, расположенные на самой платформе и вырабатывающие это электропитание, имеют весьма скромный КПД – не более 25 % - в противоположность впечатляющим 75-80%, например, для наземной парогазовой электростанции. Подобная неэффективность определяется не только чрезмерным расходом топлива, но и образованием большого объема вредных веществ, вследствие чего, например, приходится платить дополнительные налоги за излишние выбросы CO_2.

Теперь, новая технология от АББ дает возможность обеспечивать снабжение электроэнергией стационарные морские промышленные установки проще, чем когда-либо прежде, понижая при этом эксплуатационные расходы и, в то же самое время, уменьшая воздействие на окружающую среду. На расстоянии в семьдесят километров от побережья Норвегии, две из этих технологий – HVDC Light™ и Motorformer™ – помогают снабжать электроэнергией 40-мегаваттные компрессорные агрегаты, расположенные на морской платформе Troll A фирмы Statoil, без какого-либо производства электроэнергии на месте.

Платформа Troll A (фото Ойвинда Хагена, Statoil)

На большей части стационарных морских промышленных установок электрогенераторы и большие компрессоры приводятся в действие бортовыми газовыми турбинами или дизельными двигателями с коэффициентом полезного действия всего лишь в 20-25 % даже при идеальных условиях. Как результат, расход топлива и выделение CO_2 становятся излишне высокими. Со времени подписания Киотского Протокола, который устанавливает материальную ответственность за выбросы газов с парниковым эффектом, большие объемы углекислого газа стали фактором стоимости. На норвежском шельфе эта проблема усугубляется еще и тем, что здесь за выброс CO_2 приходится платить дополнительные налоги.

Результатом реализации обычного проекта по предварительному сжатию с использованием газовых турбин, стало бы ежегодное выделение приблизительно 230 000 тонн CO_2 и 230 тонн NO_X

Подача электроэнергии для всего этого оборудования с материка позволяет исключить выбросы CO_2 на морских промышленных установках, сберегая эксплуатирующим фирмам значительные суммы денег.

Но и это еще не все – подача электроэнергии с материка также более эффективна с точки зрения технического обслуживания и ремонта оборудования, продолжительности его эксплуатации и доступности.

Суммарный положительный эффект для окружающей среды при отказе от использования малоэффективных бортовых силовых установок является значительным. Наземная парогазовая электростанция, которая вторично использует тепло газовых турбин, может иметь коэффициент полезного действия от 75 до 80 %. Даже если допустить высокие потери (10 %) за счет большой протяженности линии передачи электроэнергии к морской промышленной установке, экономия окажется значительной для большинства таких установок.

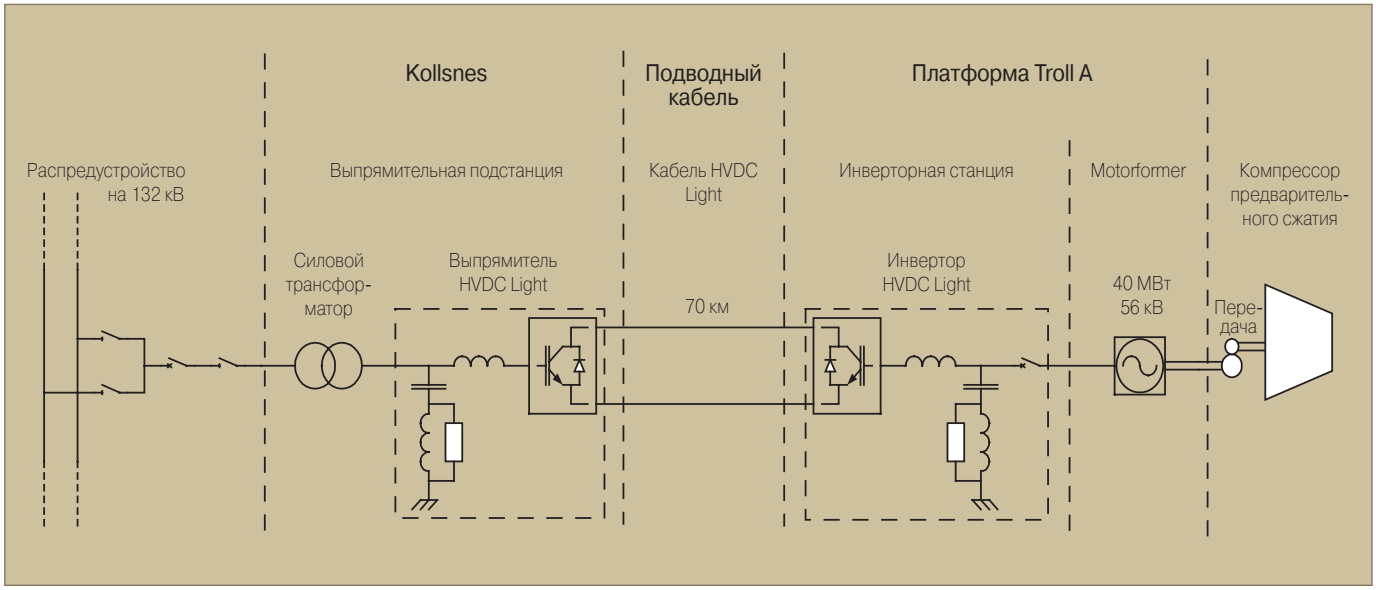
HVDC Light™ и Motorformer™ вступают в клуб морских промышленных установок

Troll A является самой большой газодобывающей платформой на шельфе Норвегии. Приблизительно 40 % всего ежегодного объема потребления газа в Норвегии обеспечивает платформа Troll A, производительность которой составляет до 100 миллионов кубометров газа в день. Сегодня давление в месторождении гонит газ на береговой газоперерабатывающий завод в Kollsnes, где конденсат, вода и газ отделяются. Затем сжатый газ транспортируется по трубопроводам на европейский континент (рис. 1).

Поскольку газ удаляется из месторождения, давление в нем неизбежно уменьшается. Это означает, что для поддержания производительности может потребоваться предварительное поднятие давления газа оборудованием на самой платформе. Компания АББ подписала два контракта в рамках Проекта по поднятию давления газа на газодобывающей платформе Troll A фирмы Statoil: контракт на 185 миллионов американских долларов на компрессорное оборудование и на 85 миллионов долларов на электроприводное оборудование для компрессоров. Новая установка должна войти в коммерческое использование осенью 2005 года как часть программы по поддержанию и увеличению производительности платформы.

1	Перед транспортировкой на европейский континент газ с платформы Troll A обрабатывается на заводе в Kollsnes.

2	От выпрямительной подстанции в Kollsnes подводные кабели HVDC передают электроэнергию на платформу Troll A, где располагаются станция преобразования и Motorformer™.



Выбор обычных систем для этого проекта означал бы, что для привода компрессоров использовались бы газовые турбины. В таком случае по расчетам это привело бы к ежегодному выбросу 230 000 тонн CO_2 и 230 тонн NO_X. Кроме воздействия на окружающую среду, такой объем выбросов стал бы значительной финансовой проблемой из-за высоких налогов на CO_2, действующих в зоне Норвежского шельфа.

Работая с фирмой Statoil, компания АББ разработала альтернативную систему (рис. 2), основанную на двух своих новаторских технологиях – HVDC Light™ и Motorformer™. Они успешно используются на материке соответственно с 1997 и 1998 годов, но никогда прежде не применялись на морских платформах или вместе, как система электропривода. Установка компании АББ использует электроэнергию от материковой электросети для привода компрессоров на платформе Troll A, что устраняет выбросы газов, вызывающих парниковый эффект, с самой платформы.

HVDC Light – выпрямление, преобразование управление

В преобразователях системы HVDC Light [1] используются последовательно соединенные силовые транзисторы, позволяющие работать с сетями такого высокого напряжения, как никогда ранее. Это позволяет успешно решить задачу передачи электроэнергии, компенсации реактивной мощности и компенсации гармоник/колебаний.

На платформе Troll A инверторный преобразователь HVDC Light запитывает синхронный электродвигатель переменного тока с регулируемой скоростью, который приводит в действие каждый компрессор. Переменный ток получается в результате преобразования постоянного тока, передаваемого с материка по подводным морским кабелям. Поскольку частота вращения компрессоров может меняться, для управления приводом используется изменение частоты (63 Гц для максимальной скорости) и напряжения (до 56 кВ), включая пуск, разгон и торможение. Системы привода надежно работают на обоих краях частотного диапазона. Небольшие фильтры на выходах преобразователей поддерживают пиковые токи обмоток двигателя на безопасном уровне.

Программное обеспечение для управления инверторным преобразователем адаптировано как для управления скоростью вращения двигателя, так и для управления вращающим моментом. Напряжения на обмотках двигателя и потребляемые ими токи замеряются для каждого положения ротора. Полученные значения используется вместе с улучшенной моделью электромагнитных параметров машины для расчета режима работы преобразователя, по аналогии с меньшими промышленными приводами с регулируемой скоростью (ACS600/ACS 1000/ACS 6000).

HVDC Light

В прошлом, высоковольтные линии постоянного напряжения использовались почти исключительно для передачи очень большой мощности на большие расстояния. HVDC Light [1] представляет собой новую технологию передачи, основывающуюся на преобразовании напряжения источника питания, которая делает рентабельной передачу высокого напряжения постоянного тока даже малой мощности - вплоть до нескольких мегаватт.

HVDC Light также предлагает улучшение качества электроэнергии, например, компенсацию реактивной мощности и гармоник/колебаний. Благодаря быстрому векторному управлению, активная и реактивная мощности могут регулироваться независимо, при этом гармоники остаются на низком уровне даже в слабых сетях.

Motorformer

Motorformer [2] характеризуется традиционным ротором, возбудителем, технологией управления и защиты. Большинство технологий статора также традиционные - исключением является обмотка, которая наматывается кабелем с изоляцией XLPE. Слоты статора для укладки кабеля разработаны с целью снижения электрических потерь, высокопрочного крепления кабеля, эффективного охлаждения и простого обслуживания.

Первый Motorformer, который будет передан в коммерческое использование на заводе AGA в Швеции, подтвердил многие преимущества использования технологий высокого напряжения для больших электродвигателей. Технология Motorformer приемлема для большинства случаев использования, где на сегодняшний день используется традиционная технология.

3	Подводный кабель HVDC Light™ с экструдированной изоляцией и двойной броней (рабочее напряжение 80 кВ)

Единичный коэффициент мощности и низкие гармоники, наряду с весьма высокой динамической характеристикой, гарантируются во всем диапазоне рабочих режимов двигателя.

Защита и контроль преобразователей и синхронных машин, также как управление преобразователем возбуждения, питающего обмотки подмагничивания, обеспечиваются системой MACH 2, хорошо зарекомендовавшей себя в технологии управления Industrial^{IT} HVDC.

Централизованное управление выпрямительной подстанцией в Kollsnes также обеспечивается системой MACH 2.

Нет никакой нужды во взаимодействии между системой управления выпрямителем на материке и системой управления двигателями на платформе; единственный количественный параметр, который может определяться на каждом конце передающей системы передачи - это напряжение линии постоянного тока. Поскольку линия постоянного тока не обладает большой перегрузочной способностью, система управления двигателем разработана с таким расчетом, чтобы следовать даже за быстрыми изменениями на противоположном конце без нарушения режима работы двигателя. Случайные срабатывания защиты вообще сводятся к минимуму.

Преобразователь системы HVDC Light для платформы Troll основан на двойном мосте с заземленной средней точкой. Он характеризуется чрезвычайно низким уровнем наводимых токов как в установившемся режиме, так и при динамической нагрузке. Эта характеристика является одной из основных причин использования технологии HVDC для системы электропитания. Для этой установки не требуется никакой катодной защиты какого бы то ни было вида.

Кабель HVDC Light – средство транспортировки электроэнергии

Концепция HVDC Light включает еще одну дополнительную новацию: кабель с экструдированной полимерной изоляцией для приложений HVDC Light. Переход от бумажной к экструдированной полимерной изоляции кабеля, который произошел в технологии передачи высокого напряжения переменного тока, стал поводом для разработки и производства компанией АББ кабеля с экструдированной полимерной изоляцией для передачи постоянного тока. Кабель такого типа позволяет создавать более гибкие и рентабельные высоковольтные системы.

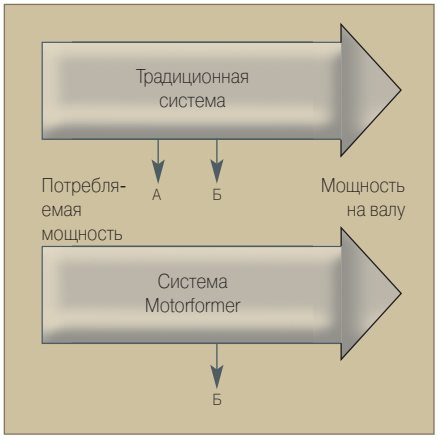
Значение платформы Troll A, как основного производителя газа, обусловило необходимость использования чрезвычайно надежной линии электропередачи. Используемый кабель имеет медную жилу сечением 300 мм^2, покрытую очень крепким и надежным полимерным изолирующим материалом (рис. 3). От проникновения воды защищает бесшовная технология изготовления экструдированной свинцовой оболочки, поверх которой имеются два слоя брони - стальная проволока, уложенная в виде встречной спирали - для обеспечения необходимой механической прочности. Эта конструкция гарантирует достаточную прочность и гибкость кабеля, необходимую для прокладки в Северном море. Двум системам электропривода нужна система HVDC Light с двумя кабельными парами (по одной на каждый привод), которые проложены по дну моря отдельно друг от друга. Каждая пара кабелей является биполярной, один из кабелей имеет положительную полярность, а другой - отрицательную.

Чтобы иметь уверенность, что кабели не будут повреждены якорями или тралами при ловле рыбы, они укладываются на морском дне в траншеи, которые создаются водомётными снарядами. В местах, где нельзя сделать траншеи, кабели закрываются скальной породой.

Motorformer™ приводит в действие компрессоры

Приняв на вооружение новаторскую технологию создания обмотки двигателя, которая была представлена в 1998 году, инженеры компании АББ начали вскоре изучать возможность использования высоковольтного кабеля в обмотках электродвигателей с целью радикального повышения их номинального рабочего напряжения. Подобный двигатель можно подсоединять непосредственно к сети высокого напряжения, при этом отпадает нужда в дорогостоящем понижающем трансформаторе.

4	Технология Motorformer™ исключает потери при использованием трансформатора (А). Остаются только потери, связанные с работой двигателя (Б).



Первым продуктом, который базировался на этом принципе, был генератор с обмотками из высоковольтного кабеля. Вскоре после этого тот же принцип был использован для изготовления электродвигателей, в результате чего появилась синхронная машина, названная Motorformer™ (см. вставку на стр. 17). Первое устройство было установлено в 2001 на воздухоразделительном производстве в Швеции, где оно приводит в действие компрессор. Этот двигатель непосредственно подсоединен к шине с напряжением 42 кВ. В настоящее время АББ предлагает высоковольтные двигатели с номинальным напряжением до 70 кВ. Кроме того, сейчас ведется разработка машин, рассчитанных на напряжение 150 кВ.

Помимо исключения понижающего трансформатора и соответствующего коммутационного оборудования, технология Motorformer снижает общие потери в системе на 25 % (рис. 4). Данная технология не предусматривает использование эпоксидной смолы, что также обеспечивает важные преимущества с точки зрения охраны окружающей среды, включая простоту утилизации. Уменьшение количества компонентов означает более высокую надежность системы и удобство эксплуатации, ведет к снижению затрат на сервисное обслуживание, ремонт и запасные части.

Потребность в защите окружающей среды как стимул использования высоковольтного оборудования

Разработка оборудования для морских платформ осложнена из-за жестких ограничений на размеры и массу. Технология HVDC Light и Motorformer предлагают важные преимущества как раз в этих областях:

- уменьшенные фильтры и отсутствие синхронных компенсаторов делают технологию HVDC Light более компактной и легкой, чем традиционные высоковольтные системы постоянного напряжения.
- теперь не требуются большие, тяжелые трансформаторы для подсоединения системы Motorformer к преобразователю HVDC Light.

Другие соображения, которые учитывались при реализации этого проекта:

- Безопасность – платформа Troll A добывает большое количество газа, который не должен контактировать с высоковольтным оборудованием.
- Окружающая среда – высоковольтное оборудование должно быть защищено от влажного, насыщенного солью морского воздуха.
- Удобство эксплуатации – с учетом ежедневной добычи газа на сумму 10-15 миллионов долларов, удобство при эксплуатации оборудования становится насущной потребностью.

HVDC Light и Motorformer являются новаторскими технологиями со всеми достоинствами, которые необходимы для питания электроэнергией стационарные морских платформ с берега с целью достижения максимальных экономических выгод и пользы для окружающей среды. Платформа Troll A – первая платформа, которая получает электроэнергию подобным образом. Ее система электроприводов является частью программы по обеспечению и увеличению объема производства. Устранение выделения CO_2 и уменьшение габаритов оборудования являются двумя основными преимуществами, которые получила фирма Statoil от использования оборудования компании АББ.

HVDC Light™ и Motorformer™ обеспечивают малые размеры и небольшую массу – две существенные характеристики оборудования для морских платформ.

Др. Том Ф. Нестли
АББ / Норвегия
tom.f.nestli@no.abb.com

Ларс Стендиус,
Магнус Дж. Йохансон,
Арне Абрахамсон,
Др. Филип С. Кьяер
АББ / Швеция

[1] G. Asplund, K. Eriksson, K. Svensson: HVDC Light – Передача постоянного тока на основе преобразователя напряжения. 1/1998 АББ Ревю, 4-9.
[2] G. L. Eriksson: Motorformer – Новый двигатель для питания непосредственно от сети высокого напряжения. АББ Ревю, 1/2001, 22-25.

Работающая скважина

Методы анализа надежности умных скважин

Температура скважины более чем 100 °C, высокое давление, стальные вентили, предназначенные для работы в тяжелых условиях и обсадка – внутреннее пространство нефтяной или газовой скважины – не то место, где большая часть инженеров-разработчиков электронной аппаратуры планирует размещение своих электронных приборов. Но для некоторых разработчиков компании АББ размещение комплексной электроники в нисходящей скважине стало обычным делом.

Дальнейшее развитие системы Умной Скважины (IW) подтверждает, что эта технология находит все большее признание. Символом этого является ставшее теперь почти стандартным требование о необходимости совместимости морских подводных систем управления и древовидных систем с технологией IW.

Однако системы Умных Скважин (IW) являются относительно новым делом, слишком небольшой практический опыт использования в реальных условиях не позволяет делать традиционные прогнозы надежности. Но если технический поиск осуществляется в экстремальных условиях, то как можно давать гарантии по надежности установленного оборудования?

Самой важной причиной для введения системы Умной Скважины (IW) с целью управления скважиной и всем производством является необходимость улучшения реальных показателей добычи на разрабатываемых месторождениях. Но подобное возможно только в случае, когда система оправдывает ожидания заказчика в отношении производственной надежности и удобства эксплуатации. Любые потенциальные экономические преимущества иллюзорны, пока оборудование не докажет своей надежности в процессе эксплуатации. При определении желательной надежности системы IW следует рассмотреть много различных параметров, таких как капитальные затраты на оборудование, использующаяся технология и последствия отказа системы. Поэтому очевидно, что эти параметры могут значительно отличаться на разных месторождениях и при разных условиях эксплуатации.

Систематические оценки критичности компонентов и моделирование надежности рабочих характеристик поддерживают решения в процессе конструирования, и гарантируют, что завершающий этап конструирования будет «управляться соображениями надежности».

Подход компании АББ

Единственным способом гарантировать высокие уровни надежности является создание всесторонней программы управления качеством и надежностью для полного эксплуатационного цикла Умных Скважин. Анализ надежности сам по себе не дает гарантии надежности поставленного продукта, если только он не интегрирован в общую структуру надежности и качества.

Программа управления надежностью при создании новых продуктов должна включить полный набор мер от эскизного проекта, через рабочий проект, изготовление и испытания, до установки и эксплуатации. Первостепенное значение в этой ситуации приобретает оценка надежности, которая должна быть многоплановым и интегрированным мероприятием, обеспечивающим принятие решений по вопросам надежности на протяжении всего проекта. Проведение анализа надежности отдельного «дополнительного устройства» на завершающей стадии процесса разработки весьма вероятно не окажет никакого или окажет только незначительное влияние на рабочие характеристики самого процесса эксплуатации. Кроме того, фактическая информация, полученная в ходе разработки, установки и интеграции в комплексную систему, является весьма важным элементом процесса непрерывного совершенствования надежности.

Цель проекта надежности компании АББ в рамках Умной Скважины состоит в обеспечении условий для создания удовлетворительной системы надежности и эксплуатационных параметров на долгосрочной основе для всей производственной системы скважины, включая высокие давления / высокие температуры (HP/HT). Обеспечение объективных и систематических оценок критичности компонентов и моделирования надежности рабочих характеристик применяются как средства поддержки принятия решений в ходе процесса конструирования. Они гарантируют, что завершающий этап конструирования будет «управляться соображениями надежности» и что «убийцы надежности» были успешно устранены.

ADMARC™ – исследование проблемы анализа надежности

Начиная с 1997 компания АББ разрабатывает систему Умной Скважины, которая называется ADMARC™ (усовершенствованный мониторинг нисходящей скважины и контроль месторождения) (Рис. 1). Методы анализа надежности, применяемые в ходе разработки системы ADMARC, используются для направления процесса разработки. То есть, они являются не только методологией, которую надлежит использовать при завершении процесса разработки для обеспечения

Умные скважины

Широко распространенное определение предполагает, что умной скважиной является та, которая имеет следующие возможности:

- разделение потока: индивидуальные зоны / ответвления в скважине изолированы друг от друга и поток из них или в них может управляться дистанционно посредством устройства управления скважинным потоком (FCD).
- контроль параметров скважины: ствол скважины и/или параметры пласта могут контролироваться дистанционно в реальном масштабе времени.
- оптимизация производительности скважины: устройство управления скважинным потоком (FCD) может регулироваться по результатам знаний, полученных от оценки ствола скважины с целью достижения максимальной производительности данной скважины.

Распространено мнение, что Умная Скважина может обеспечивать по ряду позиций дополнительную выгоду, которая включает одну или несколько нижеуказанных позиций:

- ускоренное восстановление
- снижение себестоимости сооружения скважины
- ускорение профилирования добычи
- снижение частоты вмешательств в работу скважины и затрат
- улучшенная эксплуатационная безопасность.

1	Основные модули системы ADMARC™

возможности прогнозирования надежности, удовлетворяющей потребности заказчика.

Одной из базисных проблем при оценке надежности систем Умных Скважин является ограниченный практический опыт в реальных условиях, который осложняет получение важных исходных данных. Следовательно, имеется определенный риск получения неправильных заключений, если внимание фокусируется исключительно на абсолютной надежности прогнозов. Поэтому компания АББ предпочитает фокусировать свое внимание, прежде всего, на относительных, а не на абсолютных мерах надежности при обеспечении поддержки принятия решения для разработки системы ADMARC.

Оценки надежности ясно показывают выгоду проектирования надежной отказоустойчивой системы посредством так называемой «процедуры постановки контрольной задачи»

Система управления и мониторинга умной скважиной ADMARC основана на архитектуре, которая использует несхожую избыточность и отказоустойчивые конструкционные характеристики для улучшения системы надежности. Это применимо и к производящей и к нагнетательной скважине. Устройства управления скважинным потоком (FCD) могут управляться электрическими, гидравлическими или электрогидравлическими средствами. Вторичный режим выбран как запасной вариант в случае отказа системы при первичном запуске.

Процесс анализа

Для обеспечения однозначного прогнозирования надежности, прежде всего, были изучены важные пограничные характеристики с целью определения, наряду с прочими вещами, необходимых регламентов работ, эксплуатационного времени и цели проведения анализа.

Процесс оценки итеративной надежности был интегрирован сразу с этапа создания концепции. Затем были применены универсальные методы анализа и мероприятия, высшей точкой которых стали циклы моделирования и обратная связь по полученным результатам. Этот подход также потребовал анализа большого количества конфигураций системы для определения потребности при варьировании количества используемых устройств для регулирования дебита. Модели имитации также должны были быть достаточно гибкими и построенными из модулей, чтобы иметь возможность быстрого перехода на альтернативные конфигурации.

Живучесть

Процесс расчетной надежности показывает для системы умной скважины «высшего класса», работающей при температуре в 150 °C, вероятность выживания после одного и пяти лет приблизительно 98 % и 81 %, соответственно. Эксплуатация той же самой системы в условиях пониженной температуры, как ожидается, значительно улучшает общую надежность, увеличивая пятилетнюю вероятность выживания до, приблизительно, 88 %. Оценки надежности ясно показывают выгоду проектирования надежной отказоустойчивой системы посредством, так называемый, процедуры постановки контрольной задачи, определяя количество привлеченных параметров усиления надежности, таких как избыточность и высокотемпературная электроника (рис. 2, 3).

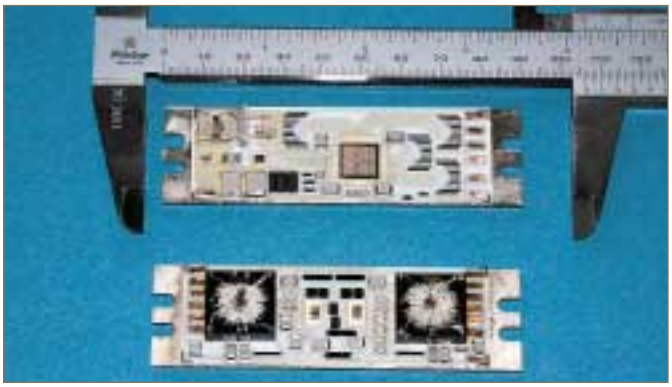
Сбор данных

Оценки надежности выполнялись с учетом нехватки исходных данных, которая обуславливалась ограниченным опытом рабочих испытаний оборудования Умных Скважин. Однако, компания АББ твердо убеждена, что оценки, выполненные как неотъемлемая часть конструкторских работ, способствуют росту надежности и устранению узких мест до проведения испытаний и изготовления оборудования.

По мере развертывания большего количество систем, промышленные базы данных типа ICON (Умное Дополнение в Сети) будут расти и обеспечивать обратную связь для большего количества информации по методам анализа надежности. В результате прогнозирование надежности может использоваться не только для методов сравнительной оценки, но и способствовать большему распространению технологии Умных Скважин.

2 Высокотемпературная электроника

3 Платы для работы в условиях высокой температуры: скважинный электронный модуль и приемник/передатчик



Уменьшение

Существенные сокращения капиталовложений возможны в течение пяти лет

«палубных» габаритов

Площадь помещений на 5-ой Авеню или в центре Токио бывает очень дорогой, можете в этом быть уверены. Но даже такие исключительные места не могут соревноваться с бурным Северным морем или отдаленными водами вдоль западного побережья Африки, когда дело доходит до сравнения стоимости за квадратный метр. По этой причине нефте- и газодобывающие компании, работающие в этих районах, отчаянно пытаются сократить размеры и массу своих глубоководных плавающих производственных систем и других морских «палубных» структур.

Решением являются новые технологии, позволяющие создавать оборудование, которое лучше, меньше, легче и требует меньших капиталовложений. Компания АББ полагает, что промышленности может потребоваться сокращение объемов капиталовложений до 50 % в течение трех-пяти лет.

Непрерывная эксплуатация глубоководных площадей на глубинах более 1000 метров поддерживается уверенностью промышленности в своей способности обеспечить приемлемые технологические решения возникающих проблем. Особенно это касается капиталовложений на развитие, которые не должны превышать 3-х долларов США за баррель нефти.

Несмотря на то, что было много написано о достижениях и роли технологий в областях использования подземных, подводных, подъемных и судовых систем, до недавнего времени возможностям, которые представлялись при создании надводных частей нефте- и газодобывающих платформ, уделялось совсем небольшое внимание.

При типовой масштабной разработке месторождения на большой глубине, весь комплекс надводных сооружений на добывающей платформе может составлять до 25 % от всей суммы капитальных вложений в разработку (рис. 1). Капитал, который требуется на эти цели, может быть весьма существенным, особенно, если принимать во внимание тот факт, что разработки ряда западноафриканских месторождений в наши

1	Комплекс надводной части нефте- и газодобывающих платформ составляет до 25 % от полной стоимости капитальных вложений в разработку

дни требуют вложений более чем в 2 миллиарда американских долларов. С точки зрения компании АББ, здесь имеется значительный потенциал для оптимизации систем и привлечения технологий, которые снижают расходы, уменьшают габариты оборудования и его массу при одновременном повышении эксплуатационных качеств.

Пути снижения капитальных вложений

Имеются два основных вида глубоководных платформ – стоящие на грунте и плавучие производственные системы. Большой экономический эффект может быть получен при комбинировании инноваций этих систем и использовании новых методов для снижения массы и габаритов.

Большой трудностью при этом является все усиливающаяся тенденция увеличения веса и габаритов надводной части платформ, усложнение их конструкций. Любая инициатива, нацеленная на трансформацию надводной части платформы, должна преследовать ряд целей. Понятно, что масса и габариты являются ключевыми целями, значимость которых в общем объеме задач составляет до 50 %.

Одинаково важными являются:

- Решения по защите окружающей среды – возможность существенного снижения расходов электроэнергии и выброса жидких и газообразных веществ (в среднем на 20 %), достижение высокой надежности (95 %) без вложения капитала в резервное (избыточное) оборудование.
- Гибкость – самый гибкий подход к процессу производства, принимая во внимание изменение оценок параметров месторождения.
- Возможности уменьшения количества обслуживающего персонала – в результате упрощения надводной части платформ.
- Расширенная модульность конструкций – с целью понижения объема предварительных инвестиций и обеспечения возможности оперативной и качественной наладки в течение всего срока эксплуатации в рабочих условиях.
- Автоматизация – пока еще недостаточно задействованный фактор, однако он обещает значительное расширение возможностей в случае применения концепций продвинутого управления производственным процессом.
- Силовые системы – появление технологий, использующих высокое напряжение постоянного тока, и концепция морских электросетей обеспечивает новые возможности трансформации надводной части платформ.

При типовой масштабной разработке месторождения на большой глубине весь комплекс надводных сооружений на добывающей платформе может составлять до 25 % от всей суммы капитальных вложений в разработку.

Достижения в контексте событий

Одним из способов оценки характерных достижений настоящего времени является изучение их в контексте развития надводной части нефте- и газодобывающих платформ как целостной структуры.

Попробуем оценить вклад каждого устройства в увеличение массы надводной части платформ на примере FPSO[1)] – стоящей на грунте морской производственной платформы в Западной Африке. Бросается в глаза, что несколько основных систем несут ответственность почти за 80 % суммарной массы платформы. Таковыми являются: нефтеперерабатывающее оборудование, оборудование для нагнетания газа и удаления воды, электрогенератор, нагнетатели воды и теплоносители/хладагенты.

Высокоэффективное производство

Благодаря научно-исследовательским и конструкторским работам, проводимым в течение нескольких лет, компания АББ создала высокоэффективные, компактные системы сепарирования. В их число входят системы сепарирования 4С (компактный концентрический циклон цилиндрической формы) и IEC (линейный электростатический коагулятор). В основе этих научно-исследовательских и конструкторских работ лежали фундаментальные исследования физики и средства самого совершенного моделирования, технологии проведения измерений и масштабные стендовые испытания, которые повысили как качество, так и скорость сепарирования газа, нефти, воды и сыпучих веществ. Технология была внедрена на плавучей производственной площадке вдали от побережья Западной Африки. Имеющийся здесь потенциал по снижению массы оборудования составляет более чем 40 %.

С целью дополнения технологии сепарирования, компания АББ разработала также компактную систему дегазирования и флотации под названием CODEFLO (рис. 2). В свете планов правительства, нацеленных на «нулевой уровень сбросов», которые осуществляются в море, целью системы CODEFLO является удаление нефти и газа из добываемой воды до определенных уровней перед ее спуском в море. Система состоит из трех основных частей: дегазирования, коагулирования и флотации. Она состоит максимально из четырех емкостей и собирается из готового механического оборудования. Это является одним из ключевых

2	Компания АББ разрабатывает компактную систему дегазирования и флотации под названием CODEFLO

факторов, способствующих снижению инвестиций и сокращению сроков поставки. Морские испытания проводятся в настоящее время в Северном море. Широкий диапазон возможностей и ожидания весьма низкого содержания нефти (менее 10 промиль) в спускаемой воде, в комбинации с относительно небольшими габаритами, делает эту систему весьма привлекательным дополнением к технологиям, которыми располагает добывающая промышленность для сокращения выброса жидкостей.

Новаторская обработка газа

Комплексные системы обработки газа на платформах могут быть большими и тяжелыми. В своем поиске новых решений, компания АББ изучает возможности применения мембранной технологии при обработке газа агрегатами надводной части добывающих платформ.

Посредством применения мембран для обработки газа с целью обезвоживания, конденсации углеводорода, доведения топливного газа до нужных параметров, удаления азота, удаления углекислого газа и т.д, компания АББ надеется осуществить реконфигурирование карты производственного процесса.

Создаваемые мембранные системы обеспечивают несколько преимуществ, включая сокращение массы и габаритов оборудования. Мембраны не требуют большого внимания в процессе производства, таким образом, могут потенциально поддерживать концепцию сокращения количества обслуживающего персонала на платформе.

Мембраны могут также устранять необходимость использования химикатов, типа гликолей и аминов, которые применяются в традиционных системах обработки газа, таким образом улучшается качество взаимодействия производственных агрегатов с окружающей средой.

Подводная часть помогает надводной части платформы

Другой возможностью сокращения массы надводной части платформ является обдуманное применение подводных технологий. Подводная ловушка для конденсата, например, имеет много преимуществ, включая значительное сокращение такого конденсата, сокращение выделения газа и более высокое давление на входе компрессии в надводной части платформы. Все эти преимущества приводят к снижению массы надводной части платформы, упрощению сепарирования и систем компрессии.

В случае применения вертикальных трубопроводов для агрегатов сухой обработки, особенно при глубоководных разработках, потребность в вертикальных трубопроводах в надводной части платформы является главной причиной увеличения размеров, массы и стоимости системы корпуса. Разработка твердых и динамичных композиционных материалов, которые обладают потенциалом существенного снижения веса, является другой областью, в которой компания АББ проводит работы с целью повышения экономичности плавучих производственных систем.

Концепция силового оборудования

Компания АББ, основываясь на своем портфеле электротехнических технологий, также вкладывает капитал в изучение путей максимального использования технологии HVDC[2)] для энергоснабжения морских платформ. Технология HVDC Light, например, специально нацелена на компактное решение по электропитанию платформ, и компания АББ в настоящее время поставляет системы HVDC Light для ряда таких проектов.

> Другой возможностью сокращения массы надводной части платформ является обдуманное применение подводных технологий, таких как подводная ловушка для конденсата.

Компания АББ также занимается технологиями по широкому кругу вопросов распределенного силового оборудования, таких как производство электроэнергии с помощью ветра и микротурбин, научно-исследовательские работы по топливным элементам. Эти технологии обладают потенциалом обеспечения максимальной гибкости при разработке надводной части платформ.

Автоматизация как движущая сила

Центром для многих из этих инноваций является важность автоматизации для надводной части платформ. Поскольку процессы / системы надводной части платформ увеличиваются по весу и объему, потребность в динамичной стабильности становится ключевым соображением. Частью ответа является интеллектуальное приложение для управления, функционирующее в режиме реального времени и входящее в комплект программного обеспечения по продвинутому контролю производственного процесса. Семейство приложений с расширенными возможностями по управлению производством нефти (EOP) специально фокусирует свое внимание на контроле обеспечения дебита и улучшения процессов восстановления и гарантирует значительную экономию производственных расходов.

Компания АББ сводит все воедино

Все усилия, описанные здесь, должны идти рука об руку в деле реализации проектов, как и дальнейшие усовершенствования в разработке продукции и ее адаптации для размещения на морских добывающих платформах. Наиболее важным из всего сказанного, является необходимость надежной и конструктивной интеграции новых технологий с традиционными технологиями и подходы к реализации планов.

Чтобы выполнять поставленные перед собой задачи, компания АББ непрерывно разрабатывает новые технологии, фокусируя свое внимание на элементах, которые обладают максимальным потенциалом.

Как раз этот подход к реализации проектов, дальнейшее усовершенствование инженерных систем и адаптация технологий, дает основание промышленности предполагать значительные сокращения расходов в ближайшие пять лет.

---

1) Плавающие платформы, производство, хранение и выгрузка

2) При передаче высокого напряжения на большие расстояния постоянный ток обладает значительными преимуществами по сравнению с переменным током, главным из которых является более высокий КПД.

Для получения дополнительной информации пишите по адресу:
joe.verghese@us.abb.com

RADAR™

Усовершенствованная инспекция стволовой трубы

Джон Данниу, Ларри К. Харторн

Стволовые трубы – те, что соединяют устье скважины на дне моря с конструкцией на поверхности – должны работать в одной из наиболее агрессивных сред нашей планеты. Надежность означает все. Внешняя дефектоскопия по традиционным технологиям, однако, отнимает много времени и является весьма дорогой процедурой.

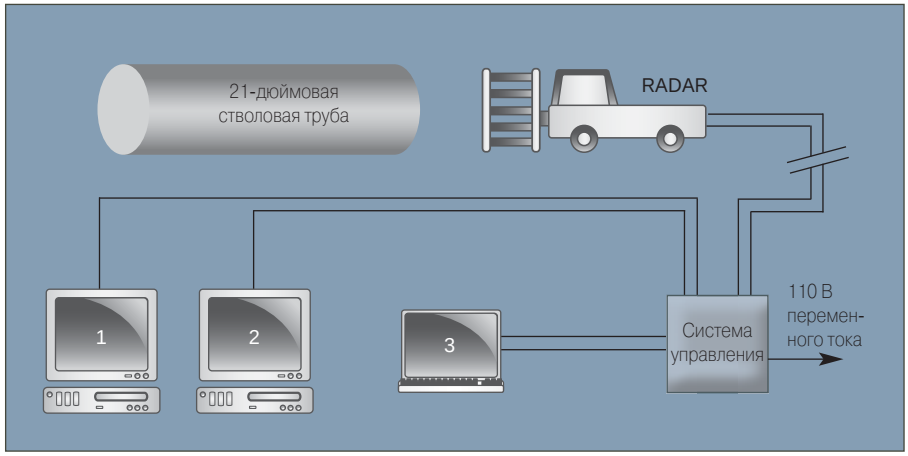
RADAR™ (прибор для активного сбора и регистрации данных в стволовой трубе) представляет собой измерительный инструмент, который сканирует стенки и места сварки стволовых труб с целью обнаружения трещин с внутренней стороны трубы и передает данные в реальном масштабе времени для проведения анализа. Помимо значительного ускорения выполнения самой этой работы, технология RADAR является более простой в использовании по сравнению с традиционными методами контроля и может использоваться почти на каждой скважине.

Подрядчики, выполняющие буровые работы на морской платформе, также получают преимущества, поскольку имеют возможность отслеживать и осуществлять инвентаризацию определенных секций стволовых труб, что способствует более надежному и более эффективному развёртыванию оборудования.

Система RADAR™ была разработана как ответ на нужды нефте- газодобывающей промышленности в эффективном, безопасном и рентабельном методе внутреннего контроля стволовых труб, используемых при бурении и добыче, дроссельных линий, линий глушения скважины, а также для других металлических трубопроводов. Среди прочих преимуществ, RADAR не требует специального обращения или внешней подготовки и тем самым напоминает традиционные методы инспектирования.

Система использует сбор данных, поступающих в реальном масштабе времени, и проводит анализ с целью определения дефектов. Использование специфических критериев браковки позволяет определить местоположение, направление, тип и размер подлежащих регистрации дефектов, также имеется возможность наглядного представления данных и для видеозаписи состояния внутренней области канала.

1 Инструмент RADAR™ для стволовых труб большого диаметра, используемых при бурении и добыче. Меньшие прицепные инструменты используются для труб меньших диаметров. 1, 2 = видеомагнитофоны 3 = портативный компьютер



В настоящее время в распоряжении имеются две конфигурации: инструмент большого диаметра для сканирования стволовых труб, используемых при бурении и добыче, а также других каналов большого диаметра (рис. 1), и инструмент малого диаметра для дроссельных линий, линий глушения скважины и других труб малого диаметра. Использование этих двух инструментальных средств позволяет инспектировать трубы диаметром от 3 до 24 дюймов.

RADAR™ представляет собой полностью автоматизированный робототехнический инструмент, предназначенный для контроля толщины стенок труб и качества сварки посредством сбора и анализа данных, поступающих в реальном масштабе времени.

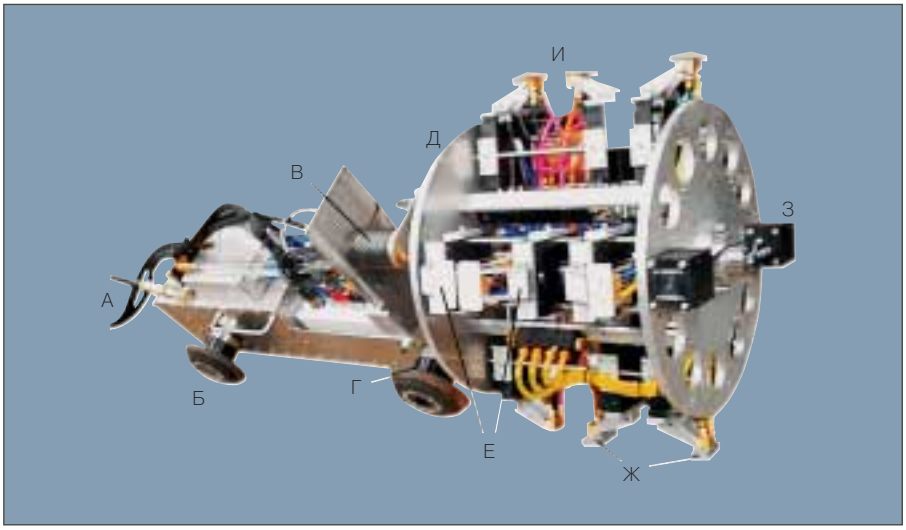
Система RADAR представляет собой совместную разработку фирмы ABB Vetco Gray и Global Automated Systems, сервисное обслуживание осуществляется с конца 2001. Одним из наиболее важных преимуществ системы RADAR является ее компактность, которая дает возможность использовать эту систему почти везде. Объекты, на которых она уже использовалась: трубные склады, отдаленные судоремонтные предприятия, предприятия наших клиентов, морские буровые установки. Оборудование, которое обслуживается бригадой из двух человек, можно использовать везде, где есть сжатый воздух, вода и электричество. При привлечении третьего техника появляется возможность проведения также контроля размеров и других видов неразрушающего контроля трубы с целью обеспечения всеобъемлющей эксплуатационной диагностики в рабочих условиях.

RADAR™ ускоряет осмотры

Традиционный подход состоит в удалении стволовой трубы из скважины, ее транспортировке на трубный склад или судоремонтный завод, снятии внешней облицовки и покрытия для последующего инспектирования с внешней стороны. Эту процедуру приходится повторять в обратном порядке при возвращении трубы для дальнейшего использования, одним словом, это дорогостоящий и отнимающий много времени процесс. Внутренний контроль с помощью оборудования RADAR имеет основное преимущество в том, что отпадает необходимость специальной обработки, демонтажа и внешней подготовки трубы. Сам осмотр выполняется за третью часть времени, которое требуется при традиционном методе.

Вышесказанное, плюс тот факт, что осмотры могут выполняться почти везде, приводит к значительной экономии времени и денежных средств. Используя RADAR, в среднем, шесть фланцевых 90-футовых (27 м) секций типичной 21 дюймовой стволовой трубы могут быть осмотрены за 24 часа, предполагая сбор данных с 2-футовых (60 см) интервалов плюс с кольцевых сварных швов на соединениях.

2	Инструмент RADAR для сканирования труб большого диаметра



А	Электропитание, вода, воздуховоды
Б	Ведущие колеса
В	Датчик положения головной части (внутри)
Г	Датчик линейного перемещения (внутри)
Д	Вращающаяся головка
Е	TOFD (2 комплекта под 180°)
Ж	Эхо-импульсные датчики продольной волны (4 под 90°)
З	Видеокамеры (2 под 180°)
И	Эхо-импульсные датчики поперечной волны (2 комплекта под 180°)

Полностью автоматизированный инструмент

RADAR представляет собой полностью автоматизированный робототехнический инструмент. Во время движения внутри трубы он контролирует толщину стенки трубы и качество сварки посредством сбора и анализа данных, поступающих в реальном масштабе времени. С этой целью RADAR использует два времяпролетных дифракционных канала (TOFD), четыре эхо-импульсных датчика поперечной волны и четыре эхо-импульсных датчика продольной волны. Осуществляется также видеозапись внутреннего состояния канала. Так как данные собираются и анализируются в реальном масштабе времени, инспекторы имеют возможность немедленно идентифицировать любой дефект, что позволяет выполнять ремонт до направления трубы в сервисное обслуживание.

Сбор данных и анализ

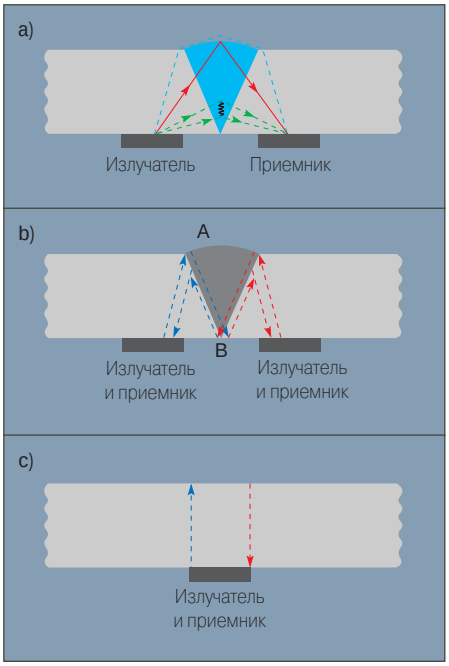
Система RADAR использует каналы TOFD, чтобы проверить объем сварного шва по всей его длине. Используются два типа датчиков – эхо-импульсные датчики поперечной волны и эхо-импульсные датчики продольной волны – для контроля и анализа корневой и головной областей сварных швов и для проверки толщины стенки трубы по длине и по периметру трубы, соответственно.

Головная часть инструмента RADAR поворачивается на 360 °, в то время как два TOFD излучателя, расположенные под углом в 180 ° друг к другу, посылают ультразвуковые сигналы в материал трубы под углом.

Преломляемая энергия (рис. 3а)
Обнаружение дефекта в сварном шве осуществляется комплектом из двух приемников, которые располагаются также под углом в 180 ° друг к другу. Система обрабатывает эти данные с целью вычисления контура дефекта, который впоследствии отображается в виде двухмерной эхограммы (рис. 4). Используя этот метод, система RADAR может обнаруживать любой дефект сварки размером больше 0,031'. В то же самое время, RADAR осуществляет видеозапись внутреннего состояния канала (рис. 4).

Так как система работает с ультразвуковой энергией, которая проходит сквозь материал, то оборудование подлежит точной калибровке. Для системы разработаны нормы и процедуры калибровки, которые выпол-

3	Методы оценки системы RADAR



TOFD контроль объема сварного шва (синий) и дефектоскопия. Синяя пунктирная линия показывает TOFD объем инспектирования. Обнаружен дефект (зеленый)

Схема отражения импульсной поперечной волны для оценки корневой (B) и головной (A) области сварного шва

Схема отражения импульсной продольной волны для оценки толщины стенки трубы

няются изначально для каждого задания и в интервалах не больше пяти стыков стволовой трубы или через каждые 12 часов, вне зависимости от очередности выполнения этих операций.

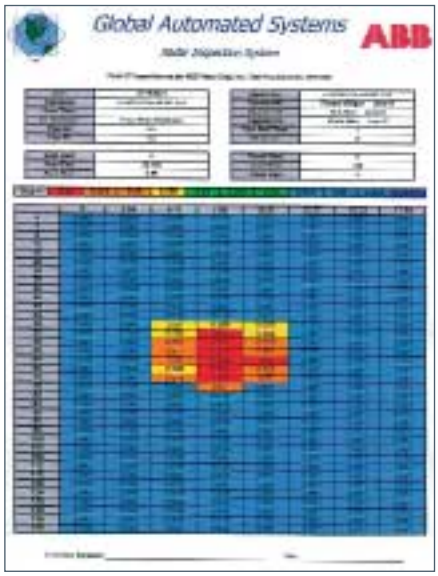
Как уже упоминалось, эхо-импульсные датчики поперечной волны используются для инспектирования корневой и головной области сварного шва (рис. 3b). Два излучателя и два приемника расположены под углом в 180° по отношению друг к другу и, с учетом вращения головки инструмента, инспектируют все сварные швы по периметру трубы.

Четыре эхо-импульсных датчика продольной волны располагаются рядом с передней стороной инструмента, под 90° по отношению друг к другу, и используются для оценки толщины стенки трубы (рис. 3c).

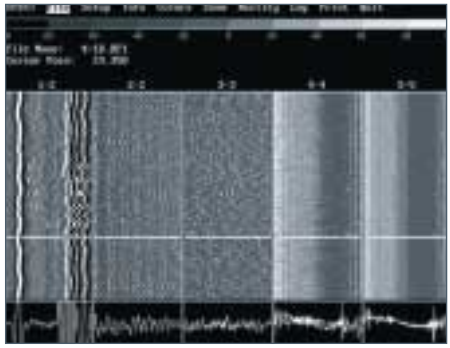
Данные отображаются в реальном масштабе времени в виде карты, на которой при помощи цветовой кодировки дается толщина стенок и двумя способами, графически и с использованием числовых обозначений, показываются любые обнаруженные аномалии в толщине стенки трубы (рис. 5).

Критерии регистрации могут быть заданы для каждого нового применения, что предоставляет программе анализа необходимую гибкость в следовании промышленным стандартам или альтернативным критериям, базирующимся на требованиях заказчика или на условиях «соответствия данной задаче».

5 Отображение толщины стенки трубы при помощи цветовой кодировки



4 Двухмерная эхограмма зоны сварки и видеозапись внутреннего состояния канала трубы



Улучшение управления риском

Оборудование RADAR компании АББ может внести значительный вклад в программу управления риском подрядчиков, которые осуществляют бурение в море.

Данные износа за срок службы бурильных компонентов стволовой трубы могут быть измерены с учетом приемлемых допусков, что поможет минимизировать риск путем обнаружения критического оборудования, которое можно было бы вывести из эксплуатации или использовать на менее напряженных участках. Запланированные ремонтные работы, техническое обслуживание и/или замена частей могут проводиться по графику, что поможет избежать дорогостоящих остановок бурильного оборудования, обусловленных поломками, а внутренние инспекции могут проводиться без необходимости удаления периферийного оборудования поддержки плавучести и вспомогательных линий. Таким образом, уменьшается риск повреждений во время погрузочно-разгрузочных и транспортных операций, а также возможность возникновения коррозии.

RADAR позволяет операторам на платформах минимизировать риск путем обнаружения критического оборудования, которое можно было бы вывести из эксплуатации или использовать на менее напряженных участках

Для просты поиска данные проверки конкретных стволовых труб могут быть сохранены в цифровой форме и использованы, например, чтобы отслеживать эти стволовые трубы по серийным номерам при их движении между буровыми установками и базами.

Будущее системы RADAR

Эта технология пригодна для использования по всему миру, нынешнее поколение инструментальных средств RADAR уже использовалось в Мексиканском заливе и Южной Америке. Недавно инструменты RADAR были также представлены на рынке Северного моря во время демонстрации буровых установок в Норвегии (Stavanger) в сентябре 2002 г.

С целью дальнейшего совершенствования этой услуги компания АББ в настоящее время разрабатывает новый инструмент, который позволит проводить проверку стволовых труб на месте эксплуатации. Под названием RADAR-V (для вертикальных работ), он будет способен инспектировать бурильные или добывающие стволовые трубы без необходимости демонтажа и выемки на поверхность.

Операторы на платформах и буровые подрядчики могут рассчитывать на весьма значительную экономию благодаря инструменту RADAR-V, который компания АББ представит на рынке в конце 2003 года.

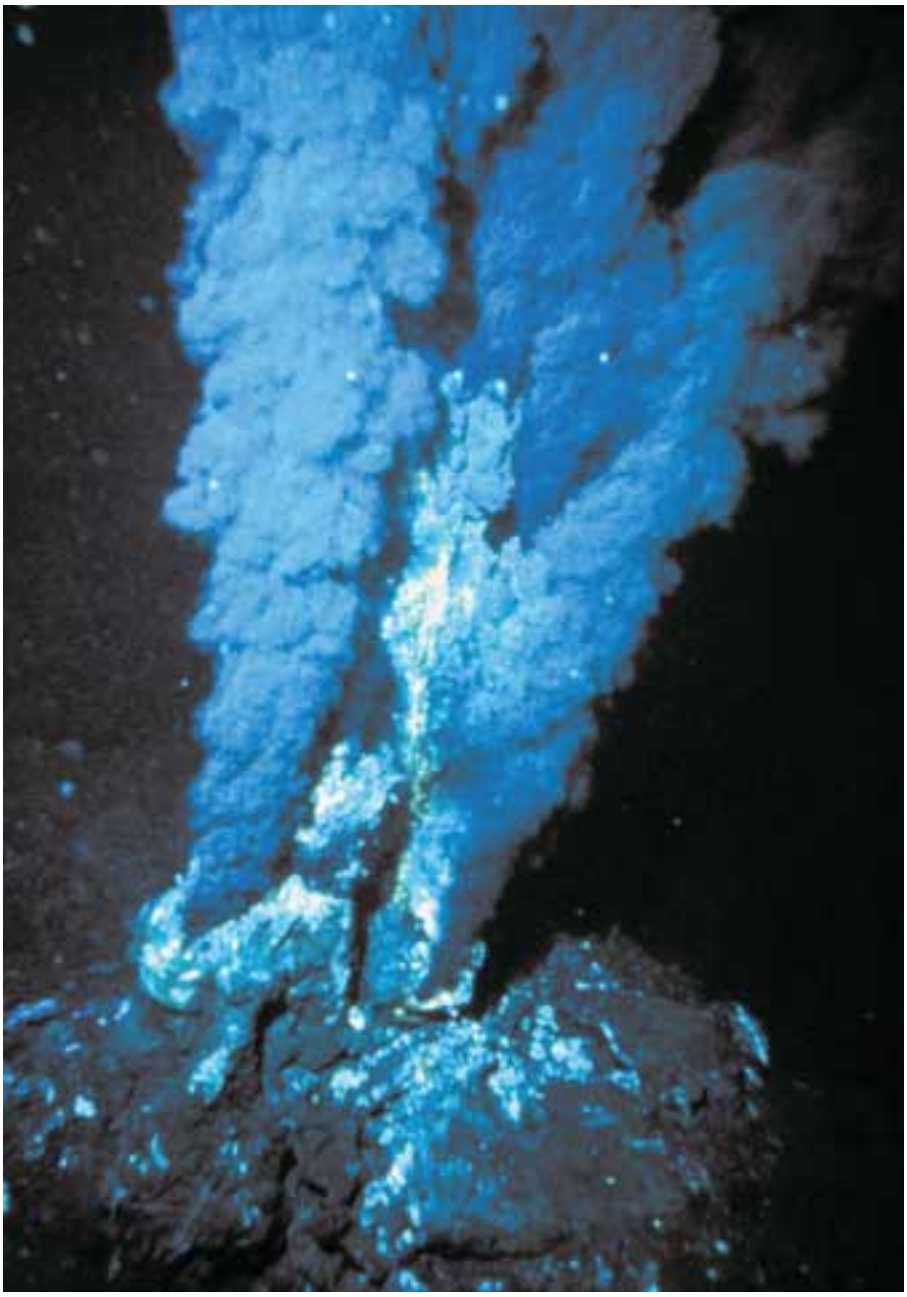
Джон Данниу,
Ларри К. Харторн
ABB Vetco Gray
США
john.dunnihoo@us.abb.com
larry.k.harthorn@us.abb.com

Глубоководная

технология NuDeep™ для подводных работ

На глубине в 10 000 футов на дне океана вы найдете одну из самых агрессивных сред на нашей планете. Давление в 4000 фунтов на квадратный дюйм, которое легко разрушает все, кроме самой прочной стали; течения, которые грозят унести все, что туда попадает; и вода, охлажденная до температуры около нуля. Стоимость большинства установок для этого чуждого для нас мира оценивается в миллиардах долларов.

Это то место, где в соответствии с проектом под названием NuDeep™, компания АББ планирует реализовать свою технологию для глубоководного производства. Проводимые научно-исследовательские и конструкторские работы делают компанию АББ значимым участником рынка оборудования для глубоководной нефте- и газодобычи. Полученные результаты подчеркивают приверженность фирмы идти навстречу желаниям клиентов работать на сверхбольших глубинах, используя надежные, коммерчески привлекательные решения.



Черный дымарь гидротермального гейзера на подводном хребте в открытом океане.
Фотография любезно предоставлена Национальным управлением по исследованию океанов и атмосферы (NOAA)

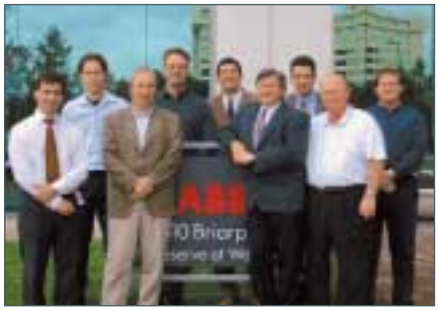
Приступив к проекту NuDeep™, компания АББ откликнулась на потребности рынка в разработке и производстве следующего поколения своих глубоководных производственных систем. Этот проект подчеркивает уверенность компании АББ в том, что имеется значительный резерв сокращения общей стоимости подводной разработки месторождений (включая бурение и оснащение скважины, трубопроводы и стволовые трубы, а также прочее подводное оборудование) при одновременном увеличении конкурентоспособности данного оборудования для разработки прочих материковых месторождений.

Технология NuDeep призвана открыть глубоководную и сверхглубоководную границу для того, чтобы проекты по разработке месторождений, которые считаются сегодня нерентабельными и технически невыполнимыми, в будущем стали бы жизнеспособны с экономической точки зрения. В то же самое время, эта технология понизит инерцию основных рыночных представлений, позволит оборудованию 2-го и 3-го поколения использоваться для глубоководных месторождений, при одновременном использовании меньших и более легких плавсредств для выполнения работ.

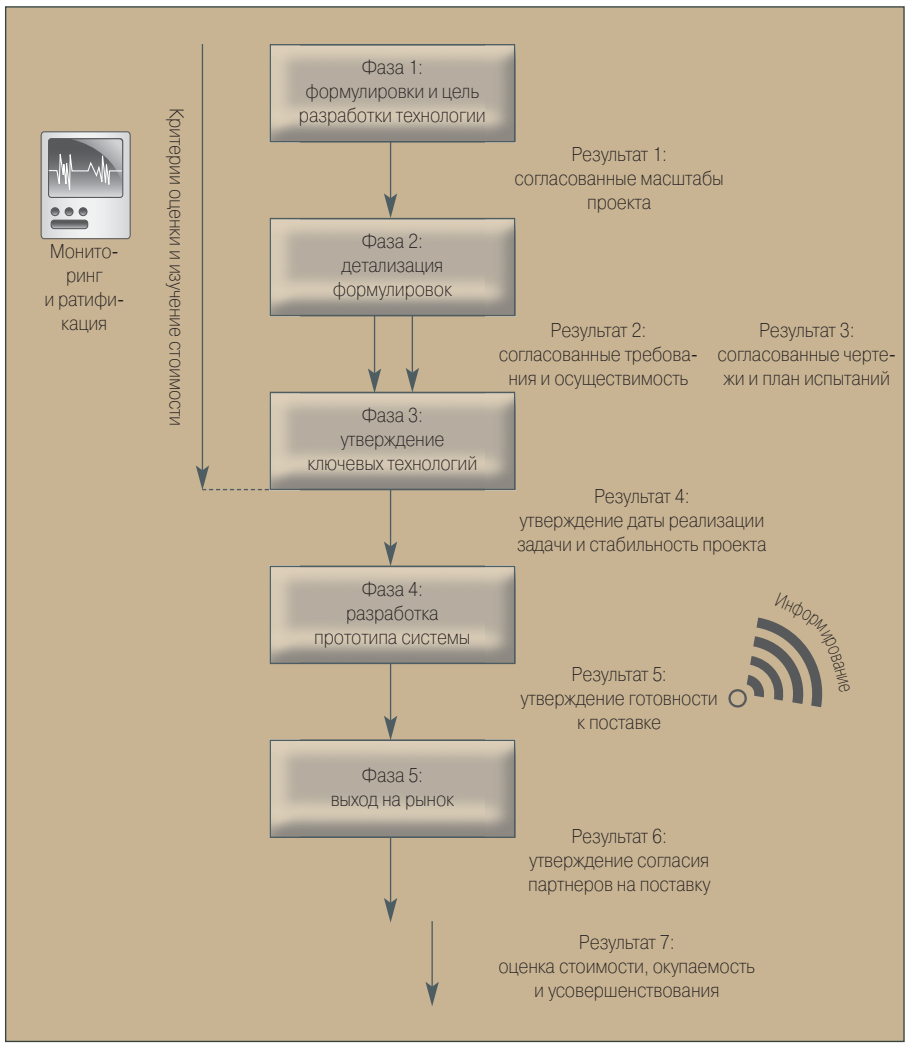
Разработка, которая стимулируется рынком

Как было сказано выше, разработка технологии NuDeep вызвана к жизни потребностями рынка. Ключевые области, на которых сфокусировано внимание:

- сокращение времени цикла проекта и других позиций, связанных с добычей первой нефти
- сокращение времени выхода на запланированную производительность
- улучшение дебита нефтеотдачи и суммарной производительности в единицу времени
- улучшение общего коэффициента отдачи
- снижение капитальных вложений
- снижение эксплуатационных расходов
- улучшение работоспособности системы и надежности компонентов.



Полную ответственность по проекту NuDeep™ несет команда по развитию глубоководных технологий, которая располагается в Хьюстоне



Различные фазы программы NuDeep

На первом этапе компания АББ выделяет проблемы и технологические задачи для определения альтернативных концепций и основных систем. Затем тщательно изучаются и утверждаются, как в самой фирме, так и при участии потенциальных клиентов, задачи верхнего уровня и вытекающие из них концепции.

Основные направления и решения

Время до получения первой нефти всегда было важно для наших заказчиков. По этому поводу традиционное мнение считает необходимым сокращать сроки поставки оборудования с целью сокращения общего времени цикла. Эта задача все еще остается актуальной, поэтому программа NuDeep поставила соответствующие конкретные цели перед системотехникой, производством, испытанием и размещением.

Другим важным аспектом первой нефти являются гибкость, обеспечивающая возможность параллельного решения других задач на всем пути – от разведочного бурения до очистки скважин и заключительного ввода в промышленную эксплуатацию.

Программа NuDeep обеспечит выгодные решения по выполнению параллельных работ и монтажу оборудования, по ускорению начала эксплуатации и поэтапной разработке месторождения, также как и по уменьшению или полному устранению взаимозависимостей, которые обуславливают последующие действия.

NuDeep позволяет в значительной степени сократить время до получения первой нефти за счет ускорения сдачи скважин в промышленную эксплуатацию. Если же, например, сокращение времени до получения первой нефти не является основной целью, NuDeep может также адаптироваться к более длительному времени разработки модели эксплуатации месторождения и более позднему началу выполнения буровых работ.

Полное восстановление – другой важный фактор для наших клиентов. В большинстве случаев это связано со стоимостью проникновения в скважину и выполнимостью действий по проникновению в скважину под водой. Команда проекта NuDeep работает на двух основных направлениях в области полного восстановления. Первое – разработка систем, которые призваны понизить затраты на возврат подводных скважин в эксплуатацию более чем на 20 %. Второе – максимальная интеграция функциональных возможностей подводного производства и оборудования с более традиционным оборудованием для аналогичных задач с целью получения законченной подводной производственной системы.

Эффективность разработки традиционно связывается с сокращением капитальных расходов до минимума. Продолжая исходить из этого, NuDeep усиливает фокусирование на NPV5, NPV10, и т.д. Жизненно важно минимизировать предварительные инвестиции и задержать дополнительные капиталовложения до момента, когда они станут необходимы.

Наши поздравления с годовщиной!

NuDeep имеет знаменитого предшественника – SUBSIS. Первый в мире завод по сепарированию на морском дне вскоре отметит свои первые два года работы в Северном море.

Многонациональная компания Norsk Hydro по добыче нефти и газа называет ее своей любимой платформой – безвредная для окружающей среды система с дистанционным управлением, которая увеличивает производство нефти при одновременном уменьшении затрат.

Подводный добывающий завод был разработан компанией АББ для нефтяного месторождения Troll фирмы Norsk Hydro. За почти два года успешной работы, система SUBSIS сепарировала сотни тысяч литров воды и нефти на глубине в 340 метров ниже уровня моря.

Представитель фирмы Norsk Hydro объясняет, что добываемый из скважин Troll продукт может содержать до 80 % воды. С помощью системы SUBSIS вода отделяется от нефти на морском дне, что раньше приходилось выполнять на плавающей платформе. Эта вода затем сразу же возвращается назад в месторождение, то есть выполняется экологически чистая операция.

Представитель фирмы характеризует систему на месторождении Troll, как «большой прорыв в направлении будущего производства без использования платформы. Это – новая технология, которая делает производство более безопасным для окружающей среды» – говорит он. «А экономия энергии снижает издержки производства. Troll – наша любимая платформа».

«С переносом процессов сепарирования с платформы на морское дно мы экономим мощности и затраты на разработку и обеспечиваем нулевой слив пластовой воды в море.»

Технические решения

Глубоководная производственная система NuDeep состоит из четырех основных систем: NuComp™, NuFlow™, NuProc™ и NuTrols™.

NuComp™ – подводные скважины и их устьевые отверстия

Эта подсистема представляет собой интерфейс «месторождение»-«оснастка скважины» для системы подводного производства. По существу облегченный ствол применяется, прежде всего, для производства на скважинах небольшого диаметра бурения, закачивания и на скважинах двойного назначения. Он сконструирован таким образом, что допускает использование тонких и облегченных стволовых труб и поверхностного или подповерхностного устройства BOP (противовыбросовый превентор). Результатом более низкого веса становится сокращение требований по давлению на буровой установке, и таким образом, увеличение потенциала глубинного бурения и сокращение объемов грязи и стальной арматуры, поступающих в скважину.

При необходимости система NuComp может также конфигурироваться для программ бурения утяжеленных скважин.

Подсистема может использовать широкий ассортимент размеров и конфигураций устройств BOP. Предусмотрена система BOP размером 13-5/8’ (подводная, поверхностная или раздельная), однако, также могут использоваться и более ходовые размеры 18-3/4’ или 16-3/4’.

В текущих разработках стволовой системы NuComp используется стволовая система с наружным диаметром в 16’ (внутренние размеры 16’x14-1/4’/14-1/2’), с подвеской для эксплуатационных труб размером 13-1/2’ и подвеской для обсадных труб размером 10-3/4’. В будущих версиях NuComp для этих трех видов планируются размеры 14’, 12’ и 9-5/8’ соответственно.

Конфигурация эксплуатационных скважин системы NuComp имеет следующие характеристики:

- исполнение 51 • 2’ монобур или 7’ воронка, согласованные с 51 • 2’ DHSV (предохранительным клапаном нисходящей скважины).
- 11 • 4’ заколонный доступ встроен.
- управляемый/ тестируемый заколонный заслон в подвеске для эксплуатационных труб, который высвобождает подвесную катушку (альтернативно высвобождает канатные желоба и отводной стояк для проведения капитального ремонта двойного бурения).

- восемь конфигурируемых инструментов для проходки скважин (гидравлический, электрический и волоконно-оптический) в комплекте.
- в случае отсутствия газлифта в основании ствола, NuDeep может способствовать этому по коллектору или нисходящей скважине.
- контроль, регулировка на сливе и подача под давлением «В» кольцевого пространства предусмотрены в проекте.

Версия NuComp для нагнетания воды будет иметь 7' трубопровод с обжимной оснасткой.

Стволовая версия двойного назначения NuComp находится в разработке. Она даст возможность повторной закачки сепарированной воды или поддерживающей давление воды от подсистемы NuProc.

Эксплуатационная стволовая скважина NuComp на 50-70 % легче, чем существующая стволовая технология.

Конструкция системы NuComp позволяет сокращать продолжительность бурильных работ и операций по оснащению и испытанию больше чем на 20 % почти для всех подобных операций. Это сокращение достигнуто путем:

- устранения желобов вспомогательных канатов во время бурения, например, применяя инструментальную «плавающую пробку» для подводного монтажа и поиск пробки для подвески лифтовой колонны.
- использования имеющихся возможностей, типа развертывания стволовой конструкции NuComp на лифтовой линии буровой установки.
- монтажа переходных устройств NuFlow с целью исключения операций критического пути на буровой.
- при проникновении во внутренний трубопровод, подсистема NuComp позволяет использовать противовыбросовый превентор и ствол бурильной трубы. Это особенно экономит время компаниям, у которых много скважин.
- NuComp разработан, чтобы служить средством связи между подводными кабельными линиями и подводными трубопроводными системами.

В целом, NuComp приводит к снижению расходов по проникновению в стволовую систему на 10-15 %.

NuFlow™ – переходные устройства и коллекторы

Эта подсистема обеспечивает все функциональные возможности технологии NuDeep по управлению дебитом системы глубоководного производства. Ее главные составляющие:

- подающий трубопровод разрабатываемого участка и переходные устройства
- коллекторы
- оконечные коллекторы трубопровода /оконечные устройства (PLEM/PLET)
- ответвления
- дроссели с соответствующей аппаратурой
- эксплуатационные запорные клапаны
- многофазные расходомеры или другое измерительное оборудование специального назначения

Важной характеристикой системы NuDeep является то, что традиционное расположение дросселя на стволе изменено. Он или перемещен в коллектор или интегрирован в систему переходного устройства. Одной из главных причин изменения его расположения является сдвиг притока скважины. Расположение глубоководной подсистемы обработки выше дросселя существенно улучшает производительность сепарирования.

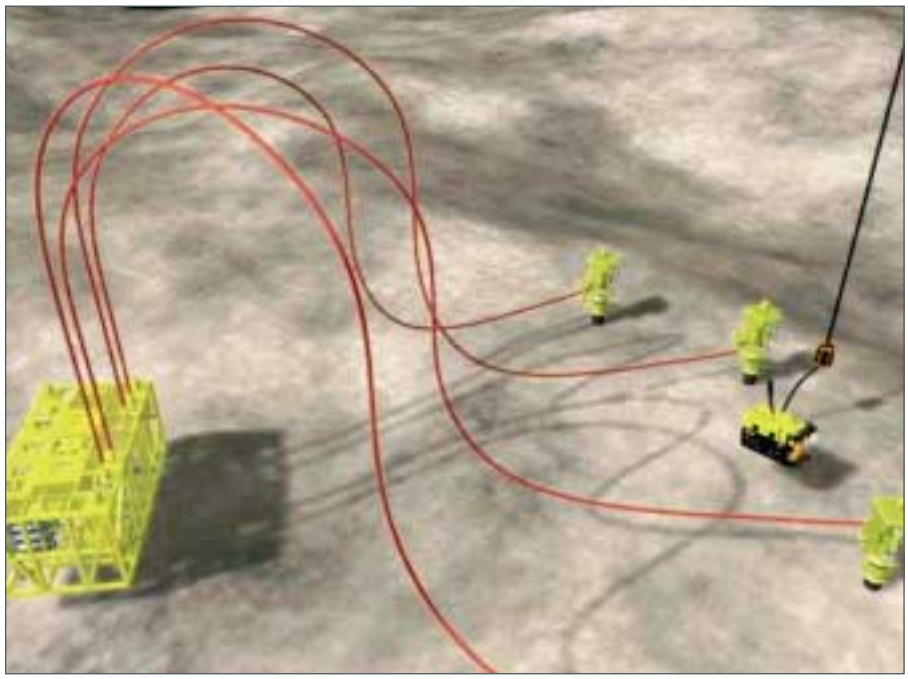
NuFlow обеспечивает целый ряд эксплуатационных преимуществ:

- Более быстрый монтаж, ставший возможным после устранения операций критического пути (фактически, возможность параллельной работы), для операций как с буровых установок, так и с монтажных судов.
- Максимальная гибкость в последовательности выполнения операций и конфигурации системы.
- Стандартизированные интерфейсы между различными функциональными блоками/подсистемами NuDeep и внутренними к NuFlow.
- Снижение потребности в дорогих заказных инструментальных средствах и вспомогательных структурах.
- Более легкие суда меньшей стоимости могут использоваться для обеспечения глубоководных и сверхглубоководных работ.
- Улучшена логистика: работа буровых и монтажных судов может комбинироваться в ходе бурения.

Технология NuDeep™ призвана открыть глубоководную и сверхглубоководную границу для того, чтобы проекты по разработке месторождений, которые считаются сегодня нерентабельными и технически невыполнимыми, в будущем стали бы жизнеспособны с экономической точки зрения

Оригинальная система переходных устройств NuFlow представлена тремя основными версиями:

- Плавно-волновая JAS (арочная система переходного устройства) – прежде всего для соединения между системой NuComp и коллектором или между NuProc и PLEM. Это переходное устройство может изготавливаться как из стали, так и из композитных материалов. Практика показала, что композитные материалы наилучшим образом отвечают требованиям конструкции.



Кластерная коллекторная система с четырьмя скважинами

- JAS – главным образом для более длинных соединений, например, между коллектором и PLET.
- SMART – настоящие горизонтальные переходные устройства, предназначенные для случаев, когда JAS не может применяться, например случаи, где необходимы высокие функциональные возможности или требуется обычный тип переходного устройства

Все типы переходного устройства NuFlow установлены в одностороннем лифте и работают в вертикальном режиме, смонтированы только в лифтовой линии и поддерживаются только со стороны ROV. Для плавно- волнового устройства JAS первое соединение будет наращиванием и верхней петлей, а второе – вертикальным соединением. Горизонтальная секция переходного устройства обеспечивает более безопасную работу подводного противовыбросового превентора и другого оборудования для проникновения в скважину, то есть там меньше риск столкновений и повреждений переходного устройства. Это соответствует ключевым требованиям о том, что переходное устройство должно оставаться неповрежденным в ходе этих операций.

Плавно-волновая конфигурация создана с помощью комплексной системы элементов, обеспечивающих упругий изгиб, плавучесть и изоляцию. Высокая степень гибкости этих переходных устройств избавляет от необходимости точной подгонки как переходного устройства, так и самой конструкции.

Технология NuDeep обеспечивает рентабельные решения традиционных проблем и объединяет их с решениями, которые увеличивают объем производства и доходы заказчика.

Стандартное переходное устройство JAS не нуждается в горизонтальной секции, поскольку оно обеспечивает соединение между конструкциями без интенсивной работы модульных элементов около переходного устройства.

Переходное устройство SMART – в обычном исполнении или с обеспечением высоких функциональных возможностей – потребует, по состоянию на текущий момент, точной подгонки. Однако, оно сконструировано для монтажа в качестве отдельной лифтовой шины в вертикальном режиме, следовательно отпадает потребность в распределительной штанге или подъемной арматуре.

При сравнении обычного переходного устройства 6' и плавно-волнового JAS того же диаметра, обнаруживается снижение затрат по результатам окончательного монтажа более чем на 25 %, при общей положительной оценке выполнения соединения морского оборудования.

NuProc™ – подводный технологический процесс

Система NuDeep зависит от функциональных возможностей NuProc для:

- обеспечения более высокой производительности нефтедобычи, из-за снижения противодавления месторождения (высокие выпуски). Это весьма значительно, так как глубина работ и объем обрабатываемой воды увеличиваются.
- расширения полного восстановления. Глубоководное и сверхглубоководное производство скважин возможны даже с большим забором воды, также в случае приостановки забора, но при обязательном сдерживании объемов обрабатываемой воды.
- положительного воздействия на всю оптимизацию разработки месторождения, поскольку на поверхности потребуется меньшее количество технологического оборудования. В некоторых случаях могут также снижаться требования к размерам трубопроводов и использованию изолирующих материалов.
- положительного воздействия на проблему гарантирования дебита в глубоких и сверхглубоких водах, поскольку водоотведение переключит поток скважины за пределы области гидрата и/или существенно снизит требуемое подавление посредством использования химикатов.

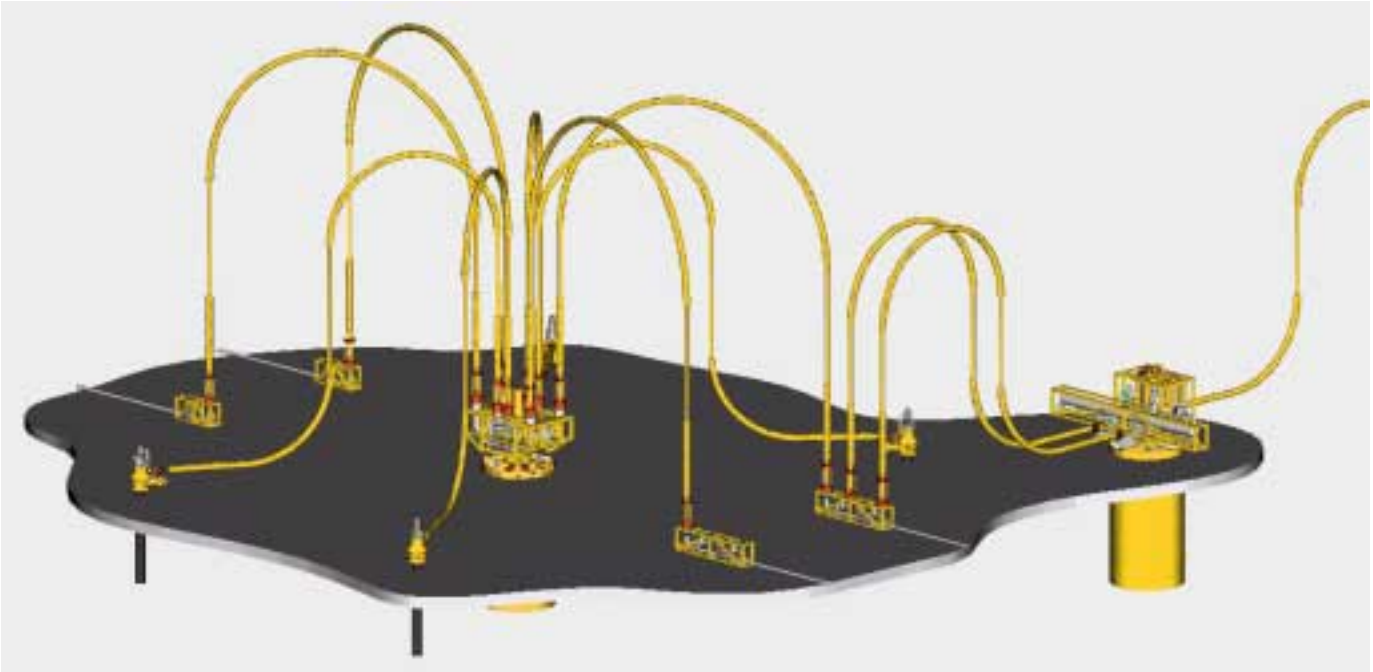
NuProc характеризуется как очень надежная и компактная глубоководная производственная система придонного размещения. Размер и масса горизонтальной емкости для сепарирования существенно снижены благодаря новаторской интегрированной технологии электростатического коалесцирования. При использовании этой технологии смесь из воды и нефти подвергается воздействию электростатического поля, которое ориентирует биполярные капельки воды, содержащиеся в нефтяной фракции, таким образом, что они «сталкиваются» и сливаются. Формируемые таким образом капли воды быстро растут, понижая время нахождения в сепараторе для необходимого разделения фракций. Это также, в большинстве случаев, держит смесь вне области образования гидрата.

Для случаев неудовлетворительного сепарирования компания АББ разработала и запатентовала устройство обработки смеси нефти и воды второго этапа. В основе этого устройства лежит принцип диэлектрофореза, который использует концентрацию электростатического поля для того, чтобы заставить капли воды поступать в предназначенные для них секции сепаратора с целью формирования «нитей» воды. Испытания показывают, что это в 10 раз сокращает продолжительность отстаивания воды и позволяет применять емкость для сепарирования в десять раз меньшего объема. Ни один из этих методов не предполагает использование вращающихся деталей или значительных затрат электроэнергии, поскольку электростатическое поле в каждом из этих двух устройств может быть создано маломощными устройствами.

Концентратор воды как на принципе электростатического коалесцирования, так и на диэлектрофорезе разработаны с таким расчетом, чтобы их можно было установить в горизонтальный сепаратор. Поэтому отпадает потребность в отдельных модулях, соединительных устройствах и т.д. Оба устройства питаются низким напряжением, которое понижается до заданного уровня внутри емкости сепарирования.

Масса, размер и модульность камеры сепарирования позволяют создавать конфигурацию распределенных систем сепарирования. Конфигурация на каждую скважину может просчитываться; это обстоятельство представляется особенно важным для ступенчатой разработки месторождения, при которой производительность скважины обеспечивается в течение некоторого времени, а некоторые скважины производят большее количество воды, чем другие. В остальных случаях система будет централизована, с тем количеством «гибких сепараторов», которое необходимо для обработки соответствующего объема жидкостей. Водоочистка и обратная закачка будет в большинстве случаев централизована для упрощения системы управления и электропитания.

NuDeep ствол. Дроссель сменил свое традиционное положение на стволе – теперь он находится в коллекторе или интегрирован в системах переходного устройства.



Глубоководные, а особенно сверхглубоководные месторождения характеризуются, как правило, очень небольшим объемом свободного газа. Однако, если свободного газа достаточно много, можно использовать сепаратор газ/жидкость, который размещается перед сепаратором нефть/вода. Компактный циклон для разделения газа/жидкости разрабатывается специалистами компании АББ, а аналогичная надводная версия уже проверена в рабочих условиях. Другие функциональные требования, связанные с очисткой добытой воды (удаление нефти) и удалением твердых частиц (удаление песка), могут реализовываться в зависимости от месторождения. Устройства для подобных задач находятся в разработке.

Подводные системы управления NuTrols™

Эта новая система управления, разработанная для NuDeep, характеризуется очень гибкой конструкцией и блоком управления (капсулой) с широкими функциональными возможностями.

Единственной и наиболее важной целью разработки является возможность установки мини-капсулы NuTrols в условиях ROV без необходимости точной регулировки балласта и плавучести или прочих специализированных процедур.

Основными характеристиками новой системы управления являются:

- облегченная капсула для упрощения монтажа и сбора данных на больших и сверхбольших глубинах; система является эффективным стимулом развития других подсистем NuDeep.
- связь по оптоволоконному кабелю или проводу.
- конфигурация системы позволяет применять стандартизированную, упрощенную схему.
- высокая гибкость конструкции для простой системы и возможность модификации.
- при необходимости возможность обработки данных на месте.

Система NuTrols включает в себя капсулу с основными функциональными возможностями, первичной задачей которой является управление гидравлическими клапанами, сбор данных от приборов и датчиков, подача команд управления, подача питания на клапаны с прямым управлением (DCV) и т.д. Силовая капсула также входит в комплект стандартных блоков NuTrols и служит в качестве дополнительного источника питания, который необходим для расширенных функциональных возможностей NuDeep (например, для питания производственных нагрузок низкого/среднего напряжения).

Обязательство системы NuDeep

Технология NuDeep берет на себя полную ответственность по решению задач, которые стоят перед нашими заказчиками, по обеспечению рентабельными ответами традиционные вопросы производства и комбинирования их с решениями, которые увеличивают эффективность производства и доходы заказчика.

NuDeep может использоваться на сверхглубоких участках, до 3000 метров (10000 футов) и глубже, а также обеспечивает транспортировку нефти/ газа на большие расстояния.

Являясь системой следующего поколения для глубоководного производства, она значительно усовершенствует традиционные функциональные возможности традиционных систем, применяет усовершенствованную рабочую логистику от поисково-разведочной работы до ликвидации.

Техническая информация для этой статьи была представлена Nils-Arne Soelvik и Lars-Petter Sollie, – сотрудниками компании ABB Offshore Systems Inc, Хьюстон, США.

Компания АББ, охватывающая 40 процентов рынка технологий производства олефинов и мировой лидер в этой отрасли, рразработала семейство революционных решений на рынке, который считается стабильным и не расположенным к риску. Эти решения в целом ведут к значительному снижению капитальных затрат, потребления энергии и резкому повышению рентабельности производства олефинов.

Новые технологии производства этилена

Компании, эксплуатирующие установки по производству алкенов, в настоящее время сталкиваются со снижением рентабельности и неопределенностью с поставками сырья, ценами на сырье и готовый продукт. Химические комплексы, производящие такие олефины, как этилен и пропилен, стоят более 500 миллионов долларов и содержат более 350 единиц крупного оборудования. Неудивительно, что в этой отрасли идет постоянный поиск решений, позволяющих снизить первоначальные затраты и повысить рентабельность. Компания АББ отреагировала на эту ситуацию разработкой новой технологии производства этилена, которая позволяет:

- снизить капитальные затраты на завод по производству этилена на 15%, благодаря исключению более чем 85 единиц оборудования;
- снизить энергопотребление производственного процесса на 12%, что приводит к соответствующему снижению выбросов парниковых газов;
- изменить химизм процесса, в результате чего вместо дешевых побочных продуктов получают продукты с более высокой рентабельностью, что в свою очередь увеличивает операционную рентабельность до 30%.

Решения, о которых идет речь, представляют собой комбинацию нескольких отдельных нововведений. Они таковы:

- Модернизированные печи пиролиза типа SRTX: на крекинг-печи приходится приблизительно 30% от капитальных затрат на весь завод по производству олефинов. Плотность предачи энергии в этом аппарате увеличина на 30%, что приводит к снижению капитальных затрат на 10%.
- Применение процесса гидрирования сырья CDHydro, изменяющее химизм процесса: в технологию производства этилена, получаемого при гидрировании нефракционированного газа, вводится новый процесс, получивший название CDHydro. На основе технологии каталитической дистилляции CDTECH(R) водород из выходного потока крекинг-печи удаляется не при помощи криогенного фрак-

Строительная площадка под опытно-промышленные заводы для демонстрации технологии гидрирования нефракционированного газа CDHydro и процессов Automet. Тянцзинский нефтехимический комплекс, Тянцзин, Китай.

ционирования, а посредством химической реакции. Внедрение технологии CDHydro для получения этилена гидрированием нефракционированного газа позволяет снизить капитальные затраты более чем на 15 млн. долларов и исключить из схемы 44 аппарата.

- Два технологических прорыва, имеющих существенное влияние на разделение продуктов: на заводах по производству олефинов существует значительная потребность в искусственном холоде для разделения низкокипящих продуктов. При обычном методе используются три отдельных системы охлаждения, имеющих рабочие температуры от +20°C до -140°C. Компания АББ разработала двойные и тройные системы охлаждения, в которых все необходимые процессы комбинируются, соответственно, в две или в одну систему охлаждения. Это позволяет достичь значительной экономии средств на компрессорное оборудование, на которое приходится до 20% капитальных затрат при строительстве завода.
- Введение новых процессов – OCT и Automet: это позволяет превратить менее ценные побочные продукты в более рентабельные, включая 1-гексен, важный альфа-алкен, используемый в качестве сомономера при производстве полиэтилена.

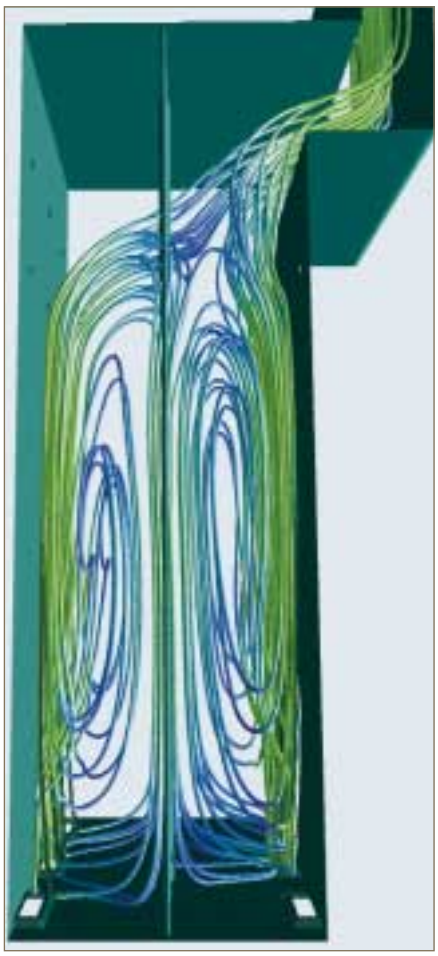
Промышленное применение

После разработки компанией АББ новшеств и получения базовых данных для проектирования было подписано соглашение о технологическом сотрудничестве, которое служит основой для коммерциализации всех аспектов новой технологии. Партнер по этому соглашению, компания Sinopec (China Petroleum and Chemical Corporation) – это зарегистрированная на бирже компания открытого типа, обладающая интегрированной структурой мощностей от добычи до переработки нефти и имеющая развитую маркетинговую сеть. Некоторые элементы новой технологии уже доступны на рынке.

В декабре 2001 года процесс модернизации производств компании Yanshan Petrochemical Company включал реализацию двойной системы охлаждения и технологии CDHydro для гидрирования метилацетилена/пропадиена (MAPD), которая предшествует полному развертыванию технологии CDHydro в рамках концепции получения этилена гидрированием нефракционированного газа. Запуск этих двух новых технологий прошел гладко, установка в настоящее время работает с максимальной производительностью. Недавно запланированное расширение завода по производству этилена компании Qilu Petrochemical, будет включать тройную систему охлаждения.

Расширение еще одной установки производства олефинов на Дальнем Востоке задействует тройную систему охлаждения и технологию CDHydro для этилена, подвергаемого гидрированию на конечной стадии обработки, – второй вариант каталитической дистилляции в технологической схеме для удаления ацетиленов из C3/C4.

Окончательные элементы нового технологического комплекса будут продемонстрированы в полупромышленном масштабе с использованием сырья завода по производству олефинов компании Sinopec в Тянцзине. Эта демонстрационная установка будет включать элементы процесса с новым химизмом, используемого в данной технологии производства олефинов. Строительство установки гидрирования нефракционированного газа CDHydro с эквивалентной производительностью 2000 т этилена в год и завода Automet для производства 1-гексена с номинальной производительностью 1500 т/год должно закончиться в начале 2003 года.



Современная крекинг-печь для получения этилена может быть оптимизирована со значительным экономическим эффектом благодаря применению вычислительной гидродинамики для изучения аэродинамических параметров процесса.

OCT и Automet

OCT и Automet – это два процесса, в которых с помощью обменных реакций повышается ценность побочных продуктов. Эти химические процессы позволяют проводить перегруппировку двойных связей в молекулах олефинов. Помимо того что эти технологии позволяют эксплуатанту завода повысить ценность побочных продуктов, обменные химические процессы обеспечивают гибкость, а значит, защиту от нестабильности рынка.

Технология OCT позволяет достичь двухпроцентного сокращения потребления сырья, что делает возможным увеличение прибыли типичного завода по производству олефинов на величину до 45 млн. долларов. При использовании технологии Automet рост валовой прибыли завода в целом может составить до 30%, то есть более чем на 90 млн. долларов в год.

Олефины

Олефины (алкены) получают из различных видов сырья с использованием высокотемпературных термохимических процессов буквально для «дробления» исходных молекул. Реакция идет при температуре выше 900°C в ряду крекинг-печей мощностью до 250 МВт. При этом образуется много разнообразных продуктов, от водорода до мазута. Управление условиями реакции позволяет максимизировать выработку легких олефинов, таких как этилен (два атома углерода), пропилен (три атома углерода) и бутены (четыре атома углерода). Помимо молекул олефинов, однако, образуются и нежелательные соединения. Эти побочные продукты имеют отрицательное влияние на валовую прибыль завода, если их не подвергнуть дальнейшей переработке для повышения их ценности.

Система непрерывной подачи электроэнергии

Быстрое переключение позволяет не останавливать производство

Лучиано Ди Майо, Карло Гемм и Ралф Крум

Внезапные перебои с подачей электроэнергии в жилые дома, если и досаждают, то редко приводят к серьезным последствиям. В промышленности дело обстоит иначе. Здесь внезапные перерывы с подачей электроэнергии могут серьезно повредить производственное оборудование со всеми вытекающими отсюда катастрофическими экономическими последствиями. Особенно это касается линий непрерывного производства в автомобильной, полупроводниковой, бумагоделательной промышленностях, в типографском деле и других областях с непрерывным циклом производства.

Чтобы исключить риск внезапного прекращения подачи электропитания, компания АББ разработала систему быстрого переключения электроэнергии (HSTS). Эта система не только обеспечивает непрерывное электропитание в случае реальной аварии, но и имеет уникальное свойство прогнозировать возможные перерывы в подаче электроэнергии и внезапные падения напряжения в сети. При этом она переключает потребителей на альтернативный источник питания менее чем за полтора периода, тем самым обеспечивая самую высокую безопасность ключевого производственного оборудования.

Система быстрого переключения HSTS представляет собой сверхбыстрый коммутатор с расширенными возможностями управления и защиты. Он включает в себя новые исполнительные органы силовой электроники и рассчитан на работу с распределительными щитами высокого напряжения. Управление в реальном времени и мониторинг качества двух источников электропитания обеспечивается новой разработанной программой, которая также управляет автоматическими выключателями, включающими резервный источник питания в случае колебаний напряжения в сети или временного прекращения подачи электроэнергии. Обычно такое переключение осуществляется менее чем за полтора периода, что недостижимо для большинства традиционных переключающих систем.

Система HSTS имеет встроенное соединение с компьютером с дружественным графическим интерфейсом, позволяющим без затруднения вводить программы и настройки для каждого конкретного случая.

Быстрота переключения на резервный источник питания очень важна, так как даже очень короткий перерыв в подаче питания при непрерывном производственном процессе может быть опасным и дорогостоящим. Из-за наличия большого количества электронных контроллеров и прецизионного оборудования на современных производственных линиях, даже кратковременные колебания напряжения в сети могут привести к полной потере произведенной продукции. Например, сбой компьютеризированных производственных систем может привести к остановке производственных линий и нарушению графика производства. Простой оборудования всегда обходится дорого, и последующее восстановление производственного процесса является тяжелым бременем для любой компании.

Система быстрого переключения компании АББ позволяет поддерживать непрерывную подачу электроэнергии путем прогнозирования возможного падения напряжения и, затем, почти мгновенного переключения на резервный источник питания, не ухудшая прибыльность производства.

Успех, основанный на инновации

Система быстрого переключения HSTS является хорошим примером нового поколения интеллектуальных устройств компании АББ, которые появились в результате тесного слияния современной силовой электроники и систем управления. В данном случае такая система используются для управления и защиты в сетях высокого напряжения. Основным функциональным узлом этой системы является распределительный щит высокого напряжения (рис.1), содержащий вакуумные автоматические выключатели с быстродействующим электромагнитным исполнительным механизмом и аппараты управления, а также программное обеспечение, разработанное для распределительного устройства нового поколения REF542 plus.

Вакуумные автоматические выключатели с быстродействующим электромагнитным исполнительным механизмом

В 1997 году компания АББ представила новый ряд высоковольтных автоматических выключателей на основе электромагнитного привода вместо традиционных механизмов пружинного действия [1]. Небольшое количество составных частей и простой механизм действия обусловили более компактную конструкцию и большее количество переключений. Рабочие испытания вскоре показали намного большую надежность таких устройств по сравнению с традиционными. Другим преимуществом электромагнитного исполнительного механизма является возможность изменения тока в катушке – важная характеристика, принимая во внимание динамику быстрых переключений. Благодаря всем этим свойствам, вакуумный автоматический выключатель на основе магнитного привода типа VM1 T переключается за очень короткие промежутки времени и демонстрирует высокую надежность.

1	Распределительный щит с интегрированной системой быстрого переключения (HSTS) и быстродействующими автоматическими выключателями VM1 T.

Несмотря на то, что VM1 T является быстродействующим автоматическим выключателем, срок его службы составляет 20 000 рабочих циклов (включений/отключений) при тех же рабочих характеристиках, что и у традиционных автоматических выключателей с такой же высокой надежностью.

Контроллеры REF542 plus и SUE 3000

Контроллер REF542 plus является вторым поколением контроллеров, разработанных компанией АББ в рамках интегрированного подхода к управлению распределительными устройствами и защите, со свойствами особенно важными для высоковольтных распределительных щитов и дистанционного управления. Контроллер состоит из блока управления (CORE) и дистанционного интерфейса человек-машина.

Модульный блок управления построен на основе цифрового сигнального процессора (DSP), реализующего специальные функции измерения и защиты, и программируемой микроконтроллерной системы.

Преимуществом блоков REF542 plus CORE является то, что они могут работать совместно с другими блоками CORE для решения сложных задач систем быстрого переключения, когда быстродействие и точность очень важны.

Новые вычислительные возможности и высокая разрешающая способность позволяют интегрировать контроль качества электропитания и функции защиты, управление распределительной аппаратурой и подстанцией. Контроллер также использует современную технологию связи, необходимую для дистанционного управления распределительными щитами.

Контроллер SUE 3000, основанный на архитектуре REF542 plus и использующий разработки компании в области быстрых переключений, позволяет осуществить плавное переключение источников питания менее чем за 30 мс.

В целом, контроллер REF542 plus осуществляет автоматическое управление рабочим состоянием системы питания, в реальном времени выдает решения по защите и реконфигурации системы и, наконец, подает команды на исполнительные механизмы автоматических выключателей, действующих с такой быстротой и последовательностью, которые необходимы для уменьшения переходных процессов и предотвращения сбоя в подаче электропитания.

Контроллеры REF542 plus осуществляют контроль стабильности источников питания и подают команды включения/ отключения на автоматические выключатели.

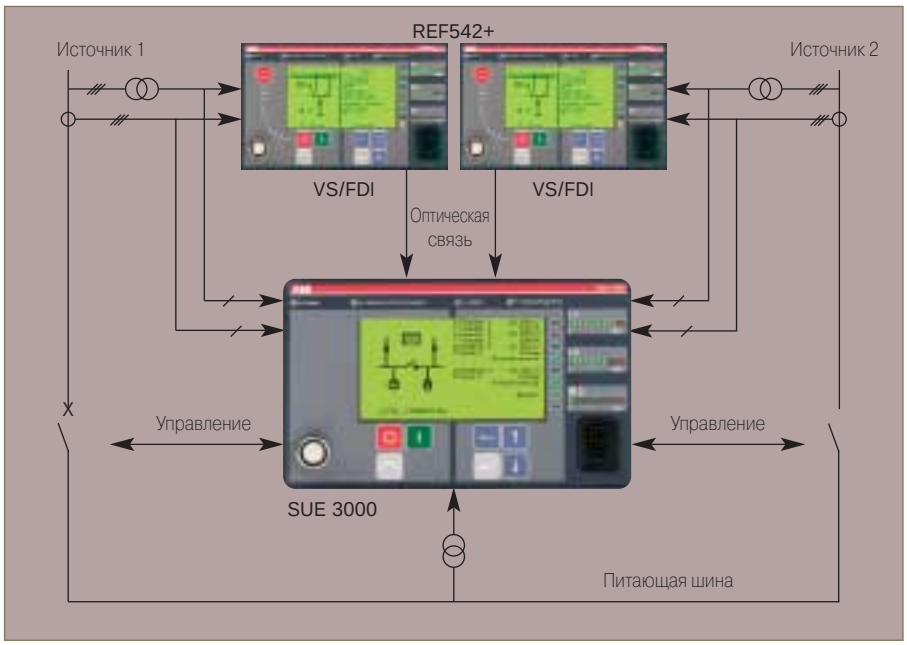
Конфигурации системы

Система переключения спроектирована так, чтобы ее было легко установить. Встроенное соединение контроллера с компьютером имеет дружественный интерфейс, позволяющий без затруднения вводить программы и настройки для каждого конкретного случая установки.

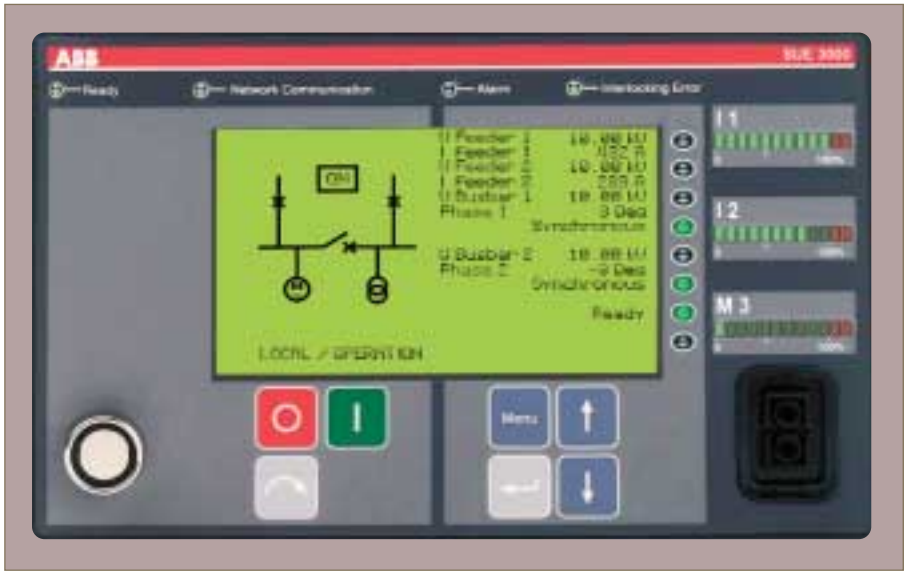
Имеются две типичные конфигурации установки системы [2]:

- Конфигурация с двумя автоматическими выключателями: основной источник питания (например, источник 1 на рис. 2) подает энергию питающей шине (контакты автоматического выключателя замкнуты; контакты автоматического выключателя резервного источника питания разомкнуты). Если происходит падение или пропадание напряжения, система быстрого переключения переключает нагрузку на резервный источник питания (источник 2) менее чем за 30 мс.
- Конфигурация с тремя автоматическими выключателями. В этом случае нагрузка подключена между двумя системами питающих шин для осуществления резервирования, при этом шиносоединительный выключатель разомкнут, а два автоматических выключателя замкнуты. Сбой подачи напряжения от одного из двух источников питания вызывает размыкание автоматического выключателя этого источника и переключение шиносоединительного выключателя в замкнутое положение, так что питание подается от второго источника.

2	Структура системы HSTS с двумя автоматическими выключателями.



3	Конфигурация с тремя автоматическими выключателями, отображаемая на дисплее контроллера SUE 3000



Контроллеры REF542 plus, соединенные с блоком управления SUE 3000 оптической линией, осуществляют мониторинг источников питания на наличие сбоев и инициируют команды включения-отключения автоматических выключателей.

Типы переключений

Тип переключения зависит от того, как он осуществляется (вручную, локально, дистанционно или извне через систему защиты) и от установленных параметров, т.е. напряжения, частоты, сдвига фаз двух источников питания.

Быстрое переключение. После того как было установлено, что основной и резервные источники питания синхронизированы и имеют одну и ту же фазу, команды «отключить» и «включить» подаются на соответствующие автоматические выключатели одновременно, вследствие чего переключение происходит без прерывания подачи питания за полтора периода (рис. 4).

Переключение при совпадении 1-ой фазы. Если два источника питания не синхронизированы в момент инициализации, имеет место переключение при совпадении 1-ой фазы. Это означает, что команда «отключить» выдается сразу, а резервная сеть подсоединяется в момент минимальной разницы между напряжениями питающей шины и резервного источника питания (рис. 5). Среднее время переключения составляет приблизительно от 250 до 500 мс, причем конкретное значение зависит от характера изменения остаточного напряжения нагрузки.

Переключение по остаточному напряжению. Данный случай имеет место, когда критерий для быстрого переключения не выполняется, а переключение при совпадении 1-ой фазы неприемлемо. После отключения автоматического выключателя основного источника питания осуществляется мониторинг затухания напряжения на питающей шине. При достижении заранее установленного значения остаточного напряжения включается автоматический выключатель резервного источника питания. Таким образом обеспечивается такое переключение, при котором максимальная возможная разность напряжений между питающей шиной и сетью резервного источника питания (в случае противоположных фаз) не превосходит определенного значения, тем самым ограничивая резкий скачок момента двигателей оборудования, когда питающая шина соединяется с сетью резервного источника питания.

Переключение по времени. Этот тип переключения имеет место, когда напряжение питающей шины невозможно контролировать. Подключение резервного источника питания осуществляется через определенный промежуток времени, который задается заранее. Он должен быть всегда больше максимального промежутка времени, свойственного переключению по остаточному напряжению, чтобы уровень остаточного напряжения был заведомо ниже предельного значения.

Области применения систем HSTS

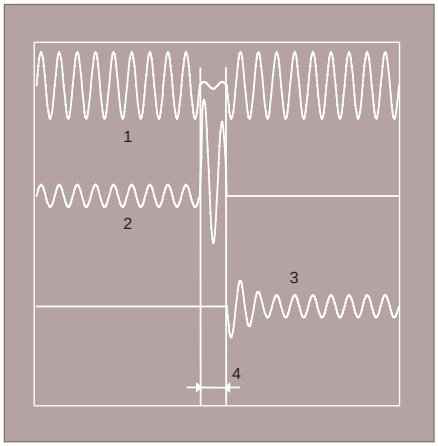
Хотя сбой питающих линий не является обычной и часто повторяющейся проблемой, он может возникнуть даже при наличии современной распределительной инфраструктуры. Данные исследований качества работы силовых распределительных сетей [3] показывают, что среднее время потерь в развитых странах, рассчитанное на одного потребителя, составляет от десятков до сотен минут за один год, а число сбоев составляет от 1 до 5 на одного потребителя в год. Большинство этих случаев происходят в высоковольтных сетях.

Большинство больших заводов и предприятий с непрерывном характером производства имеют две независимые линии электропитания и автоматические системы переключения как гарантию против сбоев в подаче электроэнергии. Если подводит основной источник питания, распределительная аппаратура делает переключение на второй источник. Однако, эти системы реагируют медленно и, как правило, не предотвращают падений напряжения и потенциальных угроз в перерыве подачи электроэнергии.

Система быстрого переключения компании АББ предлагает потребителям быстродействующую защиту от сбоев и сохранение хорошего качества электропитания [4].

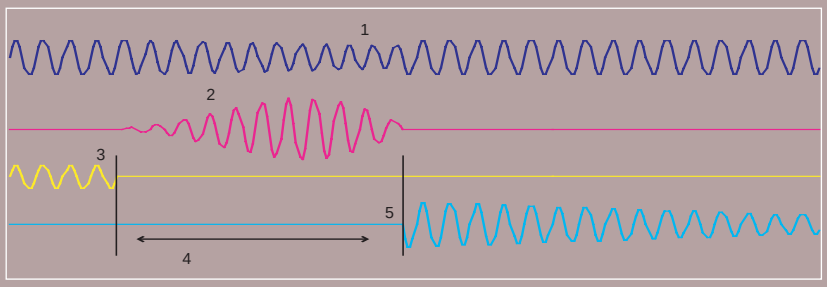
Благодаря малому времени переключения, сдвиг фаз между питающей шиной и сетью альтернативного источника питания изменяется при сбое незначительно и поэтому они остаются синхронизированными.

4	Временная диаграмма напряжений для быстрого переключения при синхронизированных источниках питания.



1 Напряжение питающей шины
2 Ток основного источника питания перед переключением
3 Ток резервного источника питания после переключения
4 Время отсутствия питания

5	Переключение при совпадении 1-ой фазы. Если два источника питания несинхронизированы, резервный источник питания подсоединяется через 250-500 мс после поступления команды на отключение автоматического выключателя основного источника питания.



1 Напряжение питающей шины
2 Разность напряжений ($U_{пит.шина} - U_{резерв.ист.пит}$)
3 Ток основного источника питания перед переключением
4 Время отсутствия питания
5 Ток резервного источника питания после переключения

Так как в системе используется автоматический выключатель полного размера, нет нужды использовать дополнительный автоматический выключатель для защиты источника питания. При значении тока короткого замыкания 25 кА и номинальном токе 1250 А автоматические выключатели являются пригодными как для стандартной защиты, так и для применения в системе HSTS.

Автоматическое переключение нагрузки менее чем за полтора периода помогает избежать дорогостоящих простоев оборудования и повышает качество электропитания защищенной питающей шины.

Плюс качество питания

Путем интеграции новых исполнительных механизмов силовой электроники с улучшенными способами контроля и защиты, система быстрого переключения компании АББ предлагает по-настоящему ценное решение для лучшего управления подачей электропитания.

Система HSTS является решением проблемы питания для критических производств вследствие своего быстродействия.

Автоматическое переключение нагрузки на резервный источник питания менее чем за полтора периода предотвращает дорогостоящие простои производства и повышает качество защищенной питающей шины, а также обеспечивает полную защиту от коротких замыканий.

Лучиано Ди Майо
Карло Гемм
ABB T&D SpA
IT-24044 Dalmine
Италия
luciano.di_maio@it.abb.com
carlo.gemme@it.abb.com

Ралф Крум
ABB Calor Emag Hochspannung GmbH
DE-68167 Mannheim
Германия
ralf.krumm@de.abb.com

Литература

[1] E. Dullni, H. Fink, C. Reuber: A vacuum circuit breaker with permanent magnetic actuator and electronic control. Proc. CIRED 99 – 15th Conference on Electricity Distribution (1999), Nice.

[2] R. Heinemeyer, R. Tinggren, R. Krumm: High Speed Transfer System. ABB Power Distribution (2000), DECMS 2241 00 E.

[3] T. E. Grebe: Statistical analysis of voltage dips and interruptions – final results from the EPRI distribution system power quality monitoring survey. Proc. CIRED 99 – 15th Conference on Electricity Distribution (1999), Nice.

[4] K. Jantke, R. Krumm, R. Vieille: 30-ms-Schnellumschaltsystem für eine optimierte Energieversorgung. ETZ 22 (2001).

Фактор мощности

Статический компенсатор реактивной мощности производства компании АББ стабилизирует напряжение в энергосистеме Намибии

Рольф Грюнбаум, Микаэль Халонен, Штаффан Рудин

Эффектный дюнный пейзаж Намибии – это ключевой фактор развивающегося в стране бума туризма и важный источник доходов страны. Еще одним, даже более важным, столпом экономики Намибии является энергоемкая добывающая промышленность. Чтобы удовлетворить растущий спрос на электроэнергию в этих двух секторах и обеспечить надежную подачу энергии по стране в целом, государственное энергетическое предприятие Намибии, NamPower, установило новую линию передачи электроэнергии 400 кВ, связывающую энергосистему страны с системой Eskom в Южной Африке. Проблемы стабильности напряжения, которые усугубились бы с вводом новой линии, были разрешены благодаря установке статического компенсатора реактивной мощности производства компании АББ.

Хотя строительство новой магистрали обеспечило надежную подачу энергии в Намибии, сам по себе ввод линии шел не без трудностей. Так, например, при своей 890-километровой длине линия усугубила некоторые проблемы: прежде всего, нестабильность напряжения и резонанс на частоте, близкой к 50 Гц, которые до этого уже наблюдались в системе NamPower.

Для решения этих проблем был установлен статический компенсатор реактивной мощности (SVC) компании АББ, имеющий 250 Мвар индуктивной и 80 Мвар емкостной мощности. Заключительным этапом сданного «под ключ» проекта был ввод в эксплуатацию компенсатора SVC на подстанции компании NamPower на 400 кВ в г. Ауас (рис. 1), всего через 18 месяцев после подписания контракта.

Обоснование для строительства новой системы на 400 кВ

Потребители энергии в Намибии концентрируются в Виндхуке и в северном районе, где расположена большая часть предприятий добывающей промышленности. До последнего времени энергосистема NamPower была представлена радиальной сетью. Энергия вырабатывалась ГЭС на севере в Руакане и передавалась по 520-километровой линии 330 кВ, связанной на юге с энергосистемой Eskom посредством объединяющей линии 400 кВ длиной 890 км.

Эта сеть была часто нагружена до пределов устойчивости в периоды малой нагрузки, когда ГЭС в Руакане не вырабатывала энергию. Система также уникальна своими линиями 200 кВ и 330 кВ большой длины и тем, что нагрузки малы по сравнению с источниками энергии. Эти две особенности еще более усугубляли проблемы устойчивости в условиях малой нагрузки. Для устранения этих проблем было решено построить энергосистему 400 кВ. Окончательная фаза строительства – соединяющая линия 400 кВ между Ауасом и Кокербумом (рис. 2) была завершена в 2000 году.

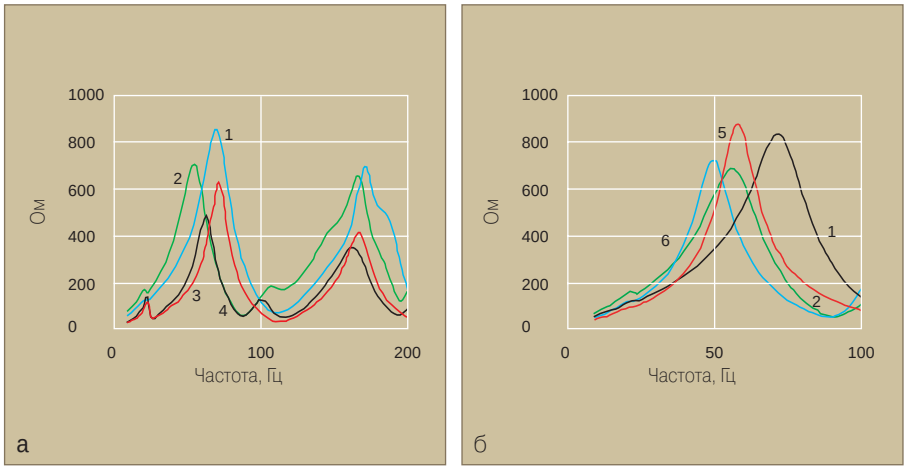
Эта одноцепная линия передачи усиливает систему NamPower благодаря подключению к системе Eskom на юге.

Длина линии 890 км, и она является одной из самых длинных линий такого типа в мире. Этот факт, а также древовидная конфигурация сети в совокупности с далеко расположенным источником энергии и длинными радиальными линиями высокого напряжения,

1 Статический компенсатор реактивной мощности в г. Ауас

2 Энергосистема NamPower

3 Зависимость полного сопротивления системы от частоты (а) и параметры системы вблизи состояния резонанса на частоте 50 Гц (б)



1, 2 Существующая система с четырьмя генераторами и без генераторов
3, 4 Новая система с четырьмя генераторами и без генераторов
5, 6 Во время включения напряжения 400 кВ с четырьмя генераторами и без генераторов

приводит к тому, что зарядная емкость сети оказывается очень высока. Следствием этого является сдвиг существующего резонанса токов ближе к 50 Гц, что делает сеть более неустойчивой по напряжению во время переходных процессов в системе, например, при включении линии 400 кВ или во время восстановления работы после устранения повреждения линии. Каждое из этих явлений вызывает крайне сильное и продолжительное перенапряжение.

Резонанс и перенапряжение

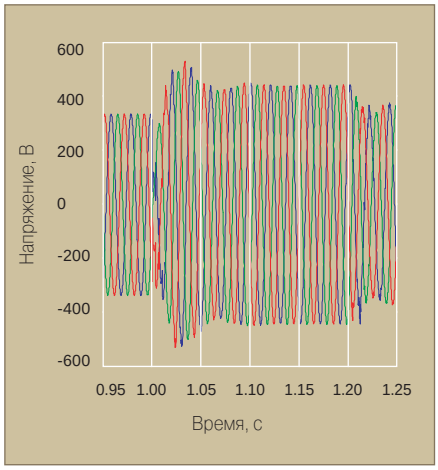
В сети NamPower первая собственная частота резонанса токовзначительно ниже 100 Гц, и находится в диапазоне 55-70 Гц (кривые 1 и 2 на рис. 3).

Эффектом подключения нового участка линии 400 кВ (Ариес-Кокербум-Ауас) и четырех параллельных концевых реакторов 100 Мвар явилось смещение первой резонансной частоты системы в сторону диапазона 60-75 Гц (кривые 3 и 4). (Снижение полного сопротивления системы при 50 Гц связано с новой линией 400 кВ и указывает на стабилизацию системы).

Кривые 5 и 6 показывают полное сопротивление системы в Ауасе в тот момент, когда линия 400 кВ включается под напряжение с северного участка (со стороны Ауаса) и до замыкания выключателя на стороне Кокербума.

Влияние резонанса в системе NamPower лучше всего иллюстрируется посредством моделирования условий на подстанции Ауас, представленных кривой 6. Характер изменения напряжения показан на рис. 4, который соответствует замыканию выключателя в Ауасе в момент времени t=1,0 с, предполагая, что замыкание выключателя в Кокербуме происходит в момент времени 1,2 с. Вследствие большой зарядной емкости линии напряжение сначала падает, а затем резко возрастает.

4 Включение линии Ауас-Кокербум 400 кВ со стороны северного участка без компенсатора



Синие, зеленые и красные кривые соответствуют разным фазам (мгновенным значениям).

Крайне высокие значения перенапряжения, наблюдаемые в Ауасе, доходящие до пиковых значений более 1,7 pu и длительное динамическое перенапряжение (TOV), превышающее 1,5 pu, свидетельствуют о серьёзности проблемы. Очевидно, что как только возникает резонанс на частоте 50 Гц, в определенных условиях нагружения и выработки энергии в системе создаются очень высокие значения динамического перенапряжения с большими постоянными времени.

Предварительные исследования показали, что может возникнуть перенапряжение, которое выведет из строя систему NamPower, если не будут приняты очень быстрые, эффективные и надежные меры противодействия. В качестве решения проблемы резонанса перед установкой устройства FACTS на подстанции Ауас рассматривались несколько вариантов, включая неотключаемые и коммутируемые реакторы. Предпочтение было отдано традиционной и проверенной технологии статических компенсаторов реактивной мощности, SVC [1].

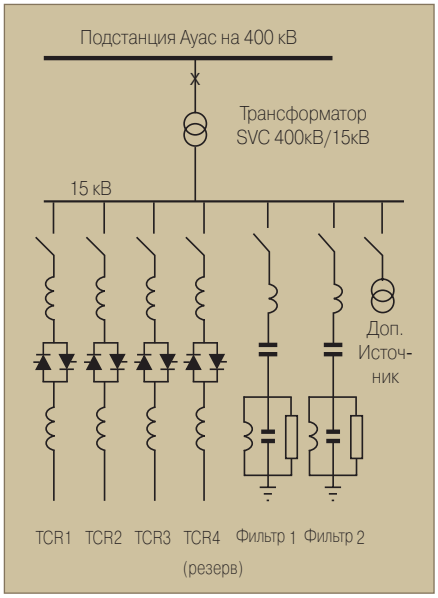
Особенности конструкции компенсатора

Компенсатор SVC в Ауасе имеет динамический диапазон 330 Мвар (от 250 Мвар индуктивной нагрузки до 80 Мвар емкостной) и установлен в первую очередь для управления напряжением в системе – в частности, сдерживания крайне высоких (до 1,7 pu) перенапряжений, возникновение которых предполагается вследствие резонанса вблизи 50 Гц. Необычной особенностью данного проекта является установка компенсатора в системе с очень длинными линиями, незначительной локальной выработкой энергии и уровнями нагрузки при неполадках менее 300 МВА.

Исследования показали, что перенапряжение может вывести из строя всю ситему NamPower, если не будут приняты очень быстрые, эффективные и надежные меры противодействия.

Устанавливаемый компенсатор – нового типа, разработан компанией АББ для применения в энергосистемах. Уникальный принцип управления, использованный в нем, был позже запатентован. Индуктивная мощность 250 Мвар обеспечивается с помощью трех реакторов с тиристорным управлением (TCR), а четвертый TCR находится всегда в резерве под напряжением (рис. 5). Два идентичных двухрезонансных фильтра, каждый с номиналом 40 Мвар, борются с гармониками и обеспечивают емкостную реактивную мощность в установившемся режиме.

5 Однолинейная схема компенсатора SVC в Ауасе

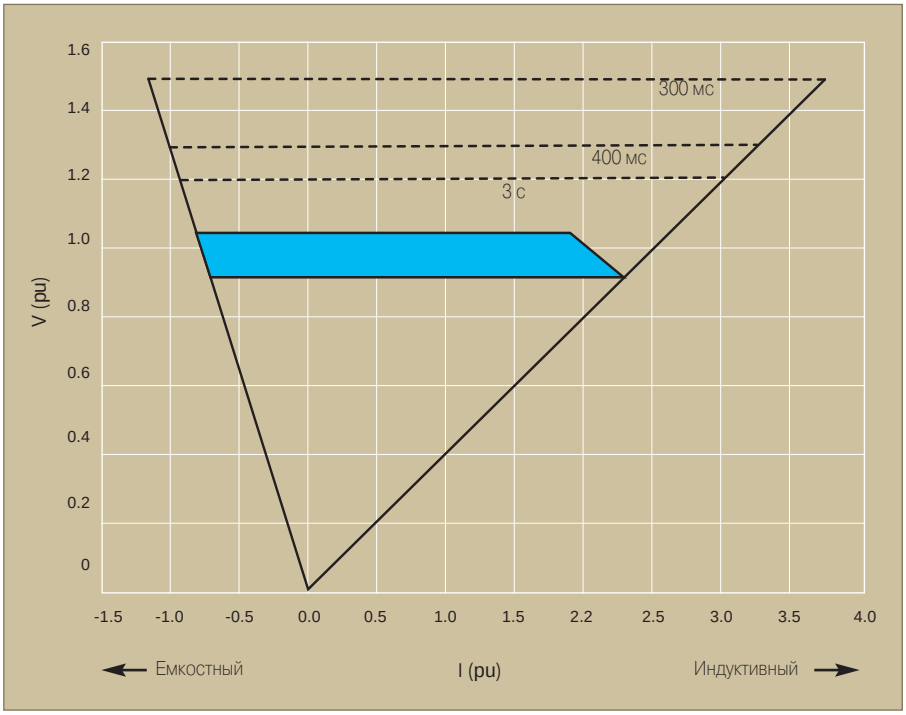


Высокая оперативная готовность компенсатора в Ауасе крайне важна. Если по какой-либо причине возникнет необходимость его отключить, эксплуатация системы передачи напряжения 400 кВ будет связана с риском возникновения опасных перенапряжений. Как следствие, при разработке был задан коэффициент готовности 99,7%, что существенно повлияло на конструкцию, качество изготовления, функции и схему расположения компонентов и подсистем, а также всей системы SVC в целом.

Рабочий диапазон

Компенсатор в Ауасе обеспечивает управление резонансными явлениями во всем своем рабочем диапазоне (рис. 6), который значительно шире диапазона непрерывной эксплуатации компенсатора. Управляемая работа возможна до первичного напряжения 1,5 pu, что является необходимым условием для контроля над резонансом. Помимо резонанса, компенсатор SVC также управляет напряжением положительной последова-

6	Характеристика V/I, показывающая возможные состояния компенсатора в установившемся и переходном режимах



Закрашенная область соответствует непрерывной работе компенсатора. Выше этой области компенсатор можно эксплуатировать до напряжения 1,2 pu в течение 3 с, до напряжения 1,3 pu в течение 400 мс и до 1,5 pu – в течение 300 мс.

тельности (управление симметричным напряжением) в точке подключения.

Однофазные трансформаторы

Установлено четыре однофазных трансформатора, включая один резервный. Из-за высоких требований по перенапряжению, предъявляемых к трансформаторам во время проявления резонанса, они были рассчитаны, исходя из меньших плотностей потока относительно стандартных трансформаторов, – в системе NamPower эти трансформаторы должны войти в насыщение последними.

Реактор TCR и вентиль

Каждая ветвь TCR состоит из двух реакторов без сердечника, подключенных с обеих сторон к тиристорному вентилю. Реакторы имеют особую внешнюю поверхность, которая защищает их от воздействия песчаных бурь и солнца в условиях пустыни.

Выбор вторичного напряжения, равного 15 кВ, обусловлен тем, что это значение оптимально как для тиристорного вентиля, так и для конструкции шин. Тиристорные вентили состоят из однофазных пакетов тиристоров, включенных встречно-параллельно (в каждом вентиле 16 тиристоров, из которых два резервные). Демпфирующие схемы (последовательно включенные конденсаторы и резисторы) ограничивают перенапряжение при запирании. Тиристоры включаются электрически с помощью энергии, отбираемой непосредственно из демпфирующей цепи.

Устройство защиты от перенапряжения ограничивает напряжение, возникающее на тиристорах, и срабатывает от управляющих модулей, отслеживающих мгновенные значения напряжения на каждом тиристорном уровне.

Резервная реакторная ветвь

Для борьбы с чувствительностью энергосистемы NamPower к реактивной мощности и гармоническим токам установлены три реактора TCR с номиналом 110 Мвар. Идентичный четвертый реактор постоянно находится в «горячем резерве». Система управления компенсатора автоматически переключает реакторы в резервный режим каждые 30 часов, чтобы обеспечить одинаковую наработку для всех модулей.

Избыточная система охлаждения

Компенсатор в Ауасе необычен тем, что у каждого вентиля TCR имеется своя собственная система охлаждения, в сумме же их четыре. Это позволяет сократить до минимума перерывы в подаче энергии и повысить готовность системы. Во избежание замерзания системы в случае отключения дополнительных источников в условиях ночной пустыни используется водно-гликолевый хладоноситель.

Фильтрующие цепи

Необходимый емкостный номинал обеспечивается двумя блоками фильтров на 40 Мвар. Каждый фильтр имеет два резонанса на третьей и пятой гармониках и включен без заземления. Двухрезонансная схема была выбрана для обеспечения достаточной фильтрации даже при отказе одного из фильтров.

Работа в условиях отключения питания

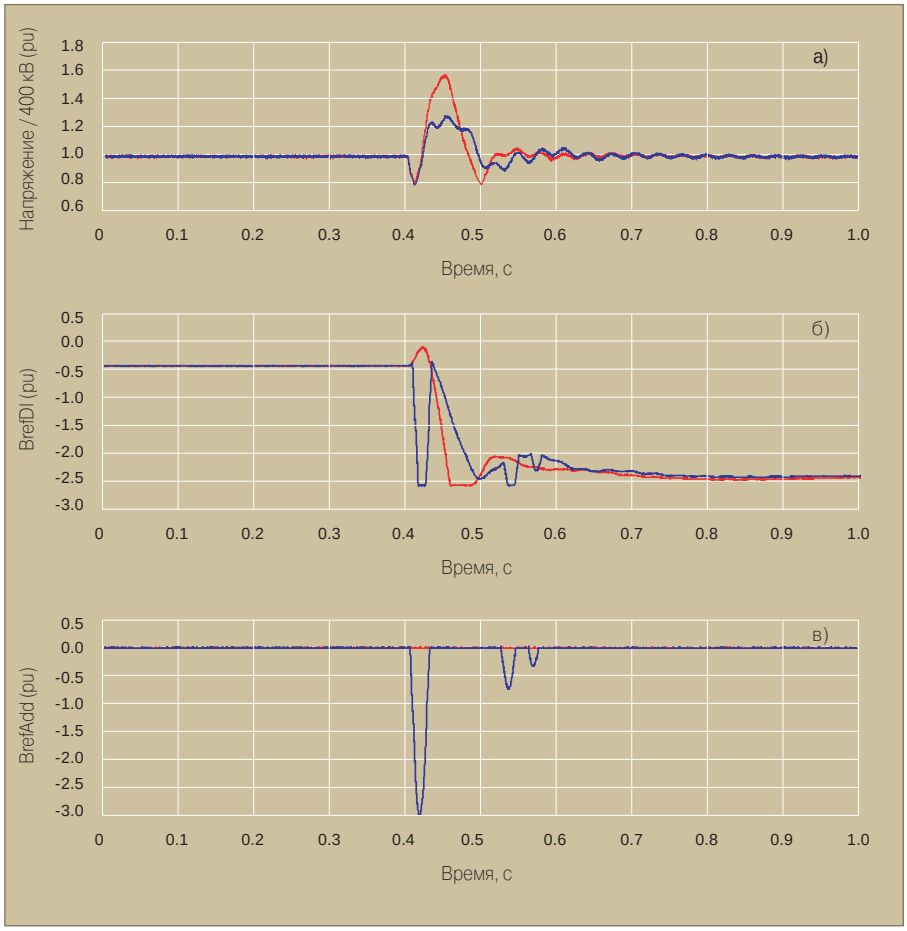
Поскольку наличие компенсатора жизненно необходимо для системы NamPower, должно быть сделано всё, чтобы избежать срабатывания выключателя ком-

пенсатора даже при отключении энергии в сети. В этом случае сеть может быть запитана со стороны системы Eskom, и компенсатор должен быть сразу готов к возможному возникновению резонанса. Для решения этой проблемы компенсатор был снабжен тремя дополнительными источниками питания, один из которых подключен непосредственно к вторичной шине компенсатора. Компенсатор способен работать в режиме ожидания в течение нескольких часов, при этом управляющее устройство MACH 2 остается активным. При включении основного напряжения компенсатор сразу же автоматически входит в режим управления резонансом.

Ситуация наихудшего случая: включение с севера на юг

Наихудшей ситуацией для компенсатора SVC и системы NamPower является включение линии на 400 кВ с северного участка (подстанции Ауас). Поэтому именно такое состояние системы, приводящее к опасному резонансу на частоте 50 Гц, было смоделировано на цифровой системе моделирования в реальном времени с новым устройством управления резонансом и без него. Как показано на рис. 7, перенапряжение, возникающее в Ауасе с обычным пропорционально-интегральным устройством управления, составляет 1,62 pu. (Две частоты резонанса – 56 Гц и 81 Гц, наблюдаемые в результатах измерений, относятся к первому и второму полюсам системы, соответственно). Новый регулятор резонанса оказывает существенное влияние на поведение системы, а дополнительный вклад регулятора напряжения заставляет компенсатор SVC проявить индуктивность. В результате, пиковое напряжение в Ауасе снижается до величины 1,32 pu.

7	Цифровое моделирование в реальном времени. Линия на 400 кВ включается с севера, без устройства управления резонансом и с его использованием.



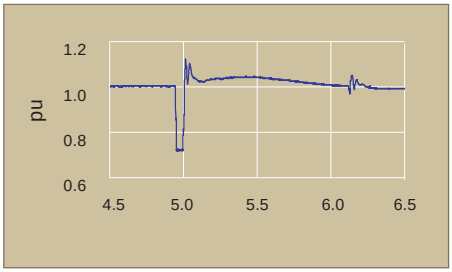
а	отклик по напряжению, 400 кВ	Красный	обыкновенный пропорционально-интегральный регулятор
б	выход регулятора SVC	Синий	регулятор резонанса
в	влияние регулятора резонанса		

Такое испытание было проведено также и в реальных условиях. Сравнение результатов моделирования и испытания показало хорошее согласование данных и подчеркивает потенциальные возможности нового устройства управления резонансом.

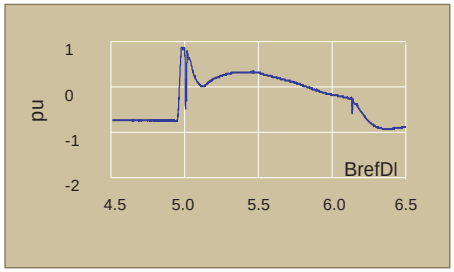
Испытание с помощью модельного отказа

После сдачи подстанции в Ауасе было проведено испытание с замыканием фазы на землю для проверки различных управляющих функций компенсатора и схемы защиты соединяющей линии. Работа компенсатора проиллюстрирована на рис. 8. Как видно из графиков, компенсатор SVC управляет напряжением, а резонансный регулятор вызывает переход компенсатора в условиях резонанса в полностью индуктивный режим. «Отказ» начинается в момент времени 4,9 с и завершается размыканием отказавшей фазы на линии Ауас-Кокербум. Повторное включение одной фазы происходит через 1,2 с, начиная с выключателя на стороне Кокербума. Перенапряжение в Ауасе сокращается до 1,14 pu.

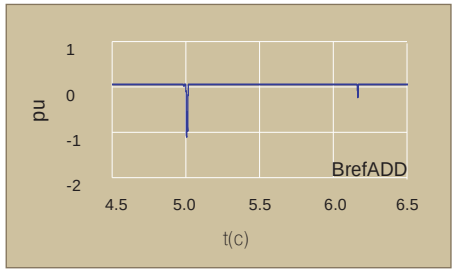
8	Работа компенсатора SVC. Результаты замыкания фаза-земля на подстанции Ayac.



а Отклик по напряжению, 400 кВ



б Выход регулятора SVC



в Влияние регулятора резонанса

Упрощенное распределение энергии между энергосистемами

В результате установки компенсатора SVC компании АББ резонансные проблемы, которые ранее были бедствием энергосистемы Намибии, отошли в прошлое. Стало значительно проще интегрировать государственные энергетические секторы Южной Африки и распределять энергию между ними. Стало проще и удовлетворить растущий спрос на электроэнергию – движущую силу экономического развития региона.

В результате установки компенсатора SVC компании АББ резонансные проблемы, которые ранее были бедствием энергосистемы Намибии, отошли в прошлое.

Рольф Грюнбаум
Микаэль Халонен
Штаффан Рудин
ABB Utilities AB
SE-721 64 Västerås
Швеция
Факс: +46 21 18 31 43
rolf.grunbaum@se.abb.com

Литература

1. **P. Grünbaum, M.Noroozian, B.Thorvaldsson**: FACTS – powerful systems for flexible power transmission, ABB Review, 5/1999.

Нанотехнология:

от малых размеров к большим возможностям

Томас Лилиенберг, Олоф Хьортстам, Сильвия Вольпони

Нанотехнология. Сложно переоценить потенциал этого «новичка» мира новых технологий, и так же сложно не заметить его присутствия, когда газеты пестрят материалами о новых инвестициях в нанотехнологию, открытии исследовательских центров нанотехнологий, новых прорывах в наномире…

Каков же действительный потенциал нанотехнологии? Нашла ли она практическое применение? А главное, какое значение эта технология имеет для компании АББ?

В последние три года наблюдается пик интереса к нанотехнологии. Кратность роста активности в сфере исследований, разработок, инвестиций и патентования выражается двузначными цифрами. Объемы правительственного финансирования этой отрасли во всем мире в 2002 году превысили 2 миллиарда долларов, объем инвестированного частного капитала тоже близок к этой цифре. В целом, около 100 инвестиционных фирм проявили активность в этой области в 2002 году.

Становится очевидным, что нанотехнология открывает новые горизонты для широкого ряда отраслей, таких как электроника и компьютеры, материаловедение и обрабатывающая промышленность, передача энергии, медицина и оборона. Проблемы, возможности и возможное вознаграждение велики, и участвуя в работе над нанотехнологиями, компания АББ может воспользоваться этим огромным потенциалом для достижения технологического прорыва и придания нового импульса бизнесу.

Поэтому в 2000 году компания приступила к реализации собственной программы исследований в области нанотехнологии. Данная программа обеспечивает развитие нанотехнологии, переход технологий из научной области в коммерческое использование компанией АББ и обнаруживает новые возможности для развития компании. Стратегия программы заключается в концентрации на менее изученных областях, имеющих непосредственное отношение к деятельности компании АББ. Это следующие области: электрические технологии, нанопокрытия и нанодатчики. Целью стратегии является привнесение новой или улучшение существующей функциональности нынешней продукции компании благодаря нанотехнологии. Основным фокусом программы является практическое применение, а не разработка материалов, которая будет вестись в сотрудничестве с университетами или сторонним субподрядчиком.

Нанотехнология – это технология, в которой задействованы структуры или компоненты, изготовленные в наномасштабе – имеющие размеры в диапазоне 1-100 нм, по меньшей мере в одном из измерений.

Размер имеет значение!

Итак, чем же наноматериалы отличаются от обычных? Самым восхитительным и самым важным отличием является то, что в размерностях ниже 100 нм квантовая механика начинает преобладать над классической физикой, что ведет к проявлению качественно новых свойств материалов. Вторым, потенциально революционным моментом является резкое увеличение соотношения поверхность-объем для частиц.

Последнее оказывает сильное влияние на большинство химических, физических и электрических процессов, протекающих на границах частиц материала. Взаимодействие частиц с матрицей в различных композиционных материалах также изменяется, поскольку размеры «строительных наноблоков» материала имеют тот же порядок, что и некоторые другие характерные измерения в материале, такие как размеры кристаллитов, пустот, длина свободного пробега частиц, ширина обедненного слоя и т.д.

Компания АББ концентрирует усилия на трех аспектах нанотехнологии: электрической технологии, нанопокрытиях и нанодатчиках.

Электрические технологии

Здесь основной задачей является расширение интервалов электромагнитных свойств основных материалов и компонентов в изделиях компании. Это приведет к снижению потерь в компонентах систем передачи и распределения электроэнергии, уменьшению веса и стоимости систем. Важнейшими областями здесь являются:

- кабельная продукция: например, новые или улучшенные кабельные вводы и системы изоляции;
- проводники – новые электропроводные материалы и улучшенные проводники тепла;
- контакты – новые принципы создания электрических контактов на основе нанотехнологии.

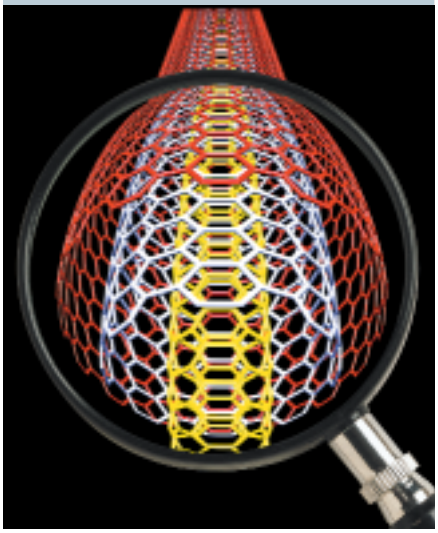
Нанопокрытия

Покрытия из наноматериалов дадут толчок к созданию классов изделий с новыми функциями, повышенной экономичностью, а также большими надеж-

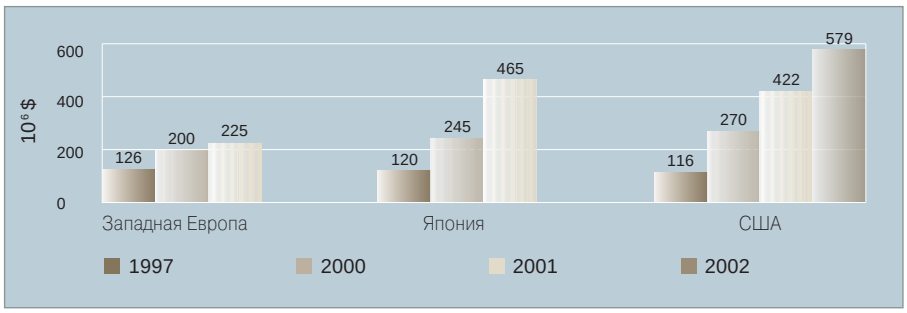
Углеродные нанотрубки

Углеродные нанотрубки (CNT) – это форма существования углерода, открытая в 1991 году. Трубки имеют диаметр в интервале от 1 до 100 нм, а их длина может достигать 100 мкм и более. Углеродные нанотрубки могут быть одностенными или многостенными. В зависимости от кристаллической структуры конкретной трубки, она может проявлять как металлические свойства, так и свойства полупроводника.

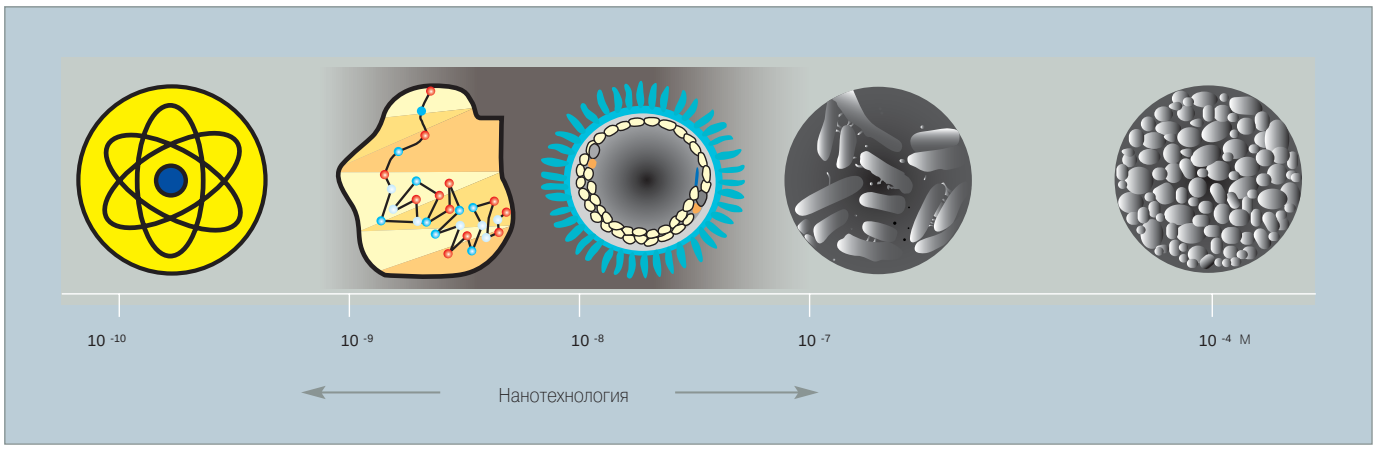
Исследования CNT идут очень активно и привлекают значительное внимание из-за присущих им новых электрических, тепловых и механических свойств.



Сечение многостенной углеродной нанотрубки



Правительственное финансирование НИОКР в области нанотехнологии в млн. долл. США (источник: NNI)



Наноперспектива. Наночастицы значительно меньше песчинок, их размеры имеют порядок размеров больших молекул, вирусов и небольших бактерий.

ностью, степенью готовности и ресурсом. В настоящее время находятся в стадии исследования разработки покрытий с такими свойствами, как пониженное или повышенное трение; покрытий, стойких к прилипанию, создающих термический или диффузионный барьер.

Нанодатчики

Нанотехнология сделает возможным создание высокочувствительных и избирательных датчиков с малым временем реакции и долговременной стабильностью характеристик. Принцип замера будет либо основан на нанотехнологическом (или биотехнологическом) решении, либо значительно усовершенствован благодаря последним.

Деятельность компании АББ

Два приведенных ниже примера дают представление о деятельности компании АББ в данной области. Первый из проектов – нанопокрытия – находится ближе к возможной коммерциализации, тогда как второй представляет собой более долговременное исследование в области электропроводности в сотрудничестве с университетами.

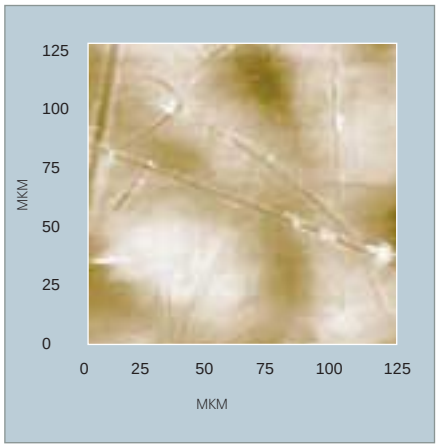
1 нанометр = 1/1 000 000 000 м,
или 1/10 000 толщины человеческого волоса.

Покрытия с пониженным коэффициентом трения

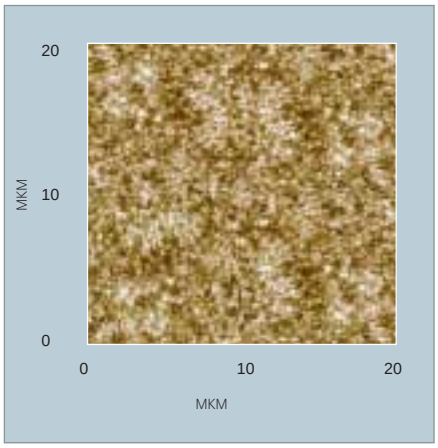
Покрытия для трибологических применений, поверхности, устойчивые к слипанию, и защитные покрытия – все они могут быть кардинально улучшены благодаря исследованиям в области нанотехнологии. Компания АББ приобрела опыт в краткосрочных исследовательских работах, которые нацелены на получение решений, используемых в действующих изделиях. В частности, интенсивные исследования велись в области трибологических покрытий с низким коэффициентом трения с целью замены шарикоподшипников на менее дорогие подшипники скольжения с улучшенными характеристиками. Эти покрытия более твердые, скользкие, прочные и обладают лучшей адгезией к основе. В силу этого они идеально подходят для таких изделий, как выключатели, где крайне важны высокие рабочие параметры и надежность в самых различных условиях окружающей среды.

Было проведено комплексное определение фрикционных свойств, характеристик твердости и износа тонких пленок с наноструктурой как в микро-, так и в макромасштабе. Эта работа продолжилась исследованием процессов, происходящих при использовании таких пленок в реальных изделиях.

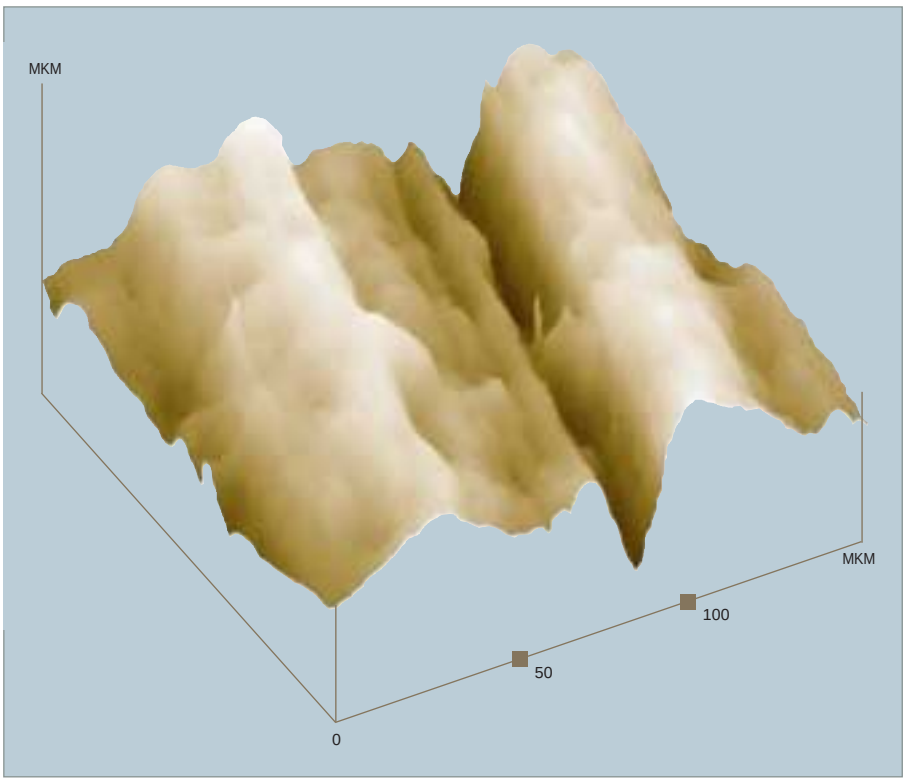
В частности, оценивались свойства различных составов водных дисперсий полимерных наночастиц. Выбор водной среды был обусловлен экологическими соображениями.



Изображение заполненного ПТФЭ после испытаний скольжением, полученное с помощью атомно-силового микроскопа



Наночастицы перед спеканием



Трехмерная профилометрия образца поверхности, выполненная с помощью атомно-силового микроскопа.

Подшипник скольжения состоит из цилиндра, изготовленного из пористого металла. На этот цилиндр наносится покрытие из политетрафторэтилена (ПТФЭ, фторопласта), полимера с антифрикционными свойствами, мало подверженного слипанию, которое затем спекается. Адгезия к основе, износостойкость покрытия и трибологические характеристики обеспечиваются благодаря наноструктуре покрытия и поверхности основы. Фактически, структура поверхности субстрата формируется на наноуровне для улучшения адгезии, а материал покрытия получается посредством спекания нанопорошков.

«Наноструктура» не подразумевает размеров порядка нанометров: толщина окончательного покрытия имеет микронный масштаб, а нанометровые размеры относятся к исходным материалам, применяемым в процессе производства самого покрытия (размер частиц порошка, формирующего поверхность), которые и придают конечному покрытию уникальные свойства.

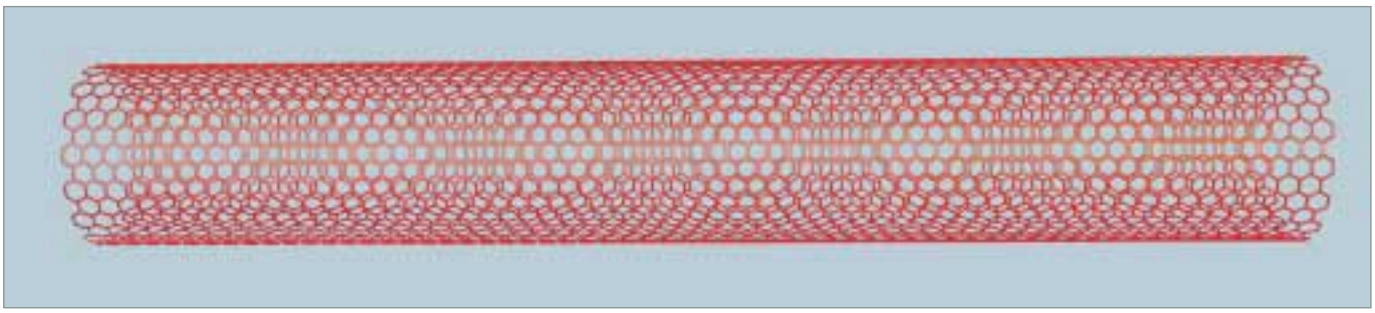
Баллистическая проводимость

В обычном электропроводящем металле, таком как медь, электроны, обеспечивающие электропроводность, рассеиваются из-за присутствия примесей в кристаллах и теплового колебания атомов металла. Это рассеяние снижает скорость и момент электронов, приводя к возникновению явления, обычно называемого сопротивлением. В высококачественной CNT такое рассеяние происходит редко: в некоторых трубках электроны могут пройти от одного конца до другого без рассеяния. Такой тип проводимости называется баллистической проводимостью (ballistic conduction). Такой механизм приводит к тому, что сопротивление CNT может быть независимым от ее длины.

Новая технология спекания ПТФЭ из дисперсии с нанометровым размером частиц была модифицирована в соответствии с требованиями АББ, в результате чего после спекания были получены более компактные покрытия с большей механической прочностью.

Нанотехнология окажет влияние на электронику и компьютеры, промышленность, передачу энергии, медицину и оборону.

Хотя свойства ПТФЭ как сухой смазки известны уже



Одностенная углеродная нанотрубка.

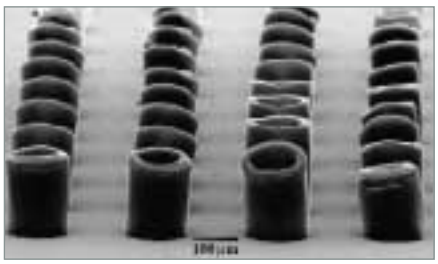
Стэнфордский университет

Компания АББ и профессор Хонцзе Дай из Стэнфордского университета сотрудничают с 2000 года, концентрируя усилия, в основном, на исследовании новых электрических свойств CNT. Данная работа впервые показала, что одностенные CNT могут проявлять баллистическую проводимость. Было подтверждено существование такой проводимости в трубках длиной до 4 микрон. В настоящее время готовятся эксперименты с еще более длинными трубками.

давно, существующие области применения, например, изготовление кухонной посуды, не требовали использования нанотехнологий.

Материал с крайне низким сопротивлением

В качестве примера более долгосрочного исследовательского проекта с очень высоким потенциалом можно рассмотреть концепцию, нацеленную на производство электропроводного материала, обладающего при комнатной температуре проводимостью, в два раза превышающей проводимость меди. Эта концепция основана на недавно открытых электрических свойствах, так называемых, углеродных нанотрубок (CNT) с баллистической проводимостью. Их сопротивление не зависит от длины трубки, из чего вытекает, что сопротивление трубок длиной более 1 мкм может быть меньше, чем у меди. Идея заключается в размещении CNT с высокой проводимостью в металлической матрице. Если между трубками и материалом матрицы будет хороший контакт, новый металлический композит может обладать сопротивлением более низким, чем сопротивление основного материала.

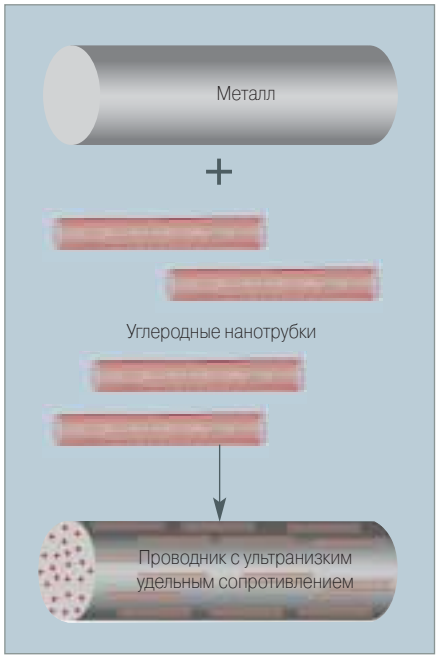


«Башни» из CNT, выращенные на периодической структуре (публикуется с любезного разрешения Центра нанотехнологий в Исследовательском центре Эймса, НАСА)

Теоретические оценки показывают, что вполне реальной целью является достижение в два раза большей электропроводности, чем у меди. Появление такого проводника, обладающего проводимостью большей, чем у обычных проводящих материалов – алюминия, меди и серебра, произведет огромный эффект. Появится возможность избежать значительных потерь энергии на сопротивление, а кроме того, новый материал позволит создать совершенно новые конструкции различных систем, поскольку существующие конструкции рассчитаны на применение традиционных проводников. С целью более глубокого понимания основных электрических свойств CNT было инициировано сотрудничество с проф. Х. Дай из Стэнфордского университета (см. врезку).

Компания АВВ продолжает совершенствовать свою продукцию, улучшая ее свойства и наделяя новыми качествами, благодаря нанотехнологии, с целью максимального использования возможностей, которые открывает эта наука.

Эти два примера иллюстрируют потенциал нанотехнологии в плане повышения эффективности деятельности компании АББ в краткосрочном периоде, а также значительного влияния на бизнес в течение более долгого времени. Компания АББ продолжает совершенствование существующей продукции, улучшая ее свойства и наделяя новыми качествами, благодаря нанотехнологии, с целью максимального использования возможностей, которые открывает эта наука.



Проводник с ультранизким удельным сопротивлением

Томас Лильенберг
Олоф Хьортстам
ABB Corporate Research
Вастерас, Швеция
thomas.liljenberg@se.abb.com
olof.hjortstam@se.abb.com

Сильвия Вольпони
ABB Service srl
1-20099 Sesto San Giovanni (MI)
Италия
silvia.volponi@it.abb.com

Безопасный путь к успеху

Мировое потребление бензина составляет миллиард галлонов в день. При таких впечатляющих объемах нет ничего удивительного, что нефтеперерабатывающие компании ведут постоянный поиск более экологически чистых и безопасных способов производства моторных топлив, удовлетворяющих требованиям по охране окружающей среды и позволяющих перейти к более жестким нормам выбросов.

Совместно с компаниями Akzo Nobel и Fortum Oil and Gas компания АББ нашла лучший и более безопасный способ получения алкилата, основного компонента бензина.

Процесс, названный AlkyClean, основывается на новом катализаторе, состоящем из твердой кислоты, который безопасен для окружающей среды и не приводит к образованию тяжелого побочного продукта переработки, называемого кислоторастворимым маслом, которое плохо поддается утилизации или вторичной переработке.

Кроме того, в данном процессе исключается опасность для населения, связанная с жидкими кислотами. Поэтому Руне Стромквист, менеджер по технологиям компании АББ в данном регионе, назвал новую технологию «достижением года» в нефтегазовой отрасли.

На данный момент использование жидких кислот было единственным способом создания достаточно чистого топлива. Но жидкую кислоту необходимо транспортировать на нефтеперерабатывающий завод, а это не самое безопасное мероприятие.

Твердая кислота, наоборот, привозится на перерабатывающую установку в пластиковых мешках и «позволяет создать столь же качественное топливо при тех же затратах, но не наносит ущерба окружающей среде и не угрожает безопасности населения».

Демонстрационная установка AlkyClean в Финляндии.

Признание комиссией Wall Street Journal Europe

Установка в настоящее время демонстрируется потенциальным заказчикам на площадке в Порвоо (Финляндия) и уже получила международное признание, принимая участие в конкурсе издания Wall Street Journal Europe на лучшую инновацию 2002 года в категории «Окружающая среда». Ожидается, что технология появится на рынке в 2005 году. Филип Анжевен, менеджер программы сверхчистых топлив (Ultra Clean Fuels) в подразделении ABB Lummus Global, дал следующий комментарий: «Она [установка] производит бензин наивысшего качества. Более того, используемый процесс стабилен, не генерирует нежелательных побочных продуктов, а капитальные затраты на завод становятся значительно ниже, чем при использовании старой технологии».

Подразделение АББ Lummus Global занимается поставками твердого катализатора, производимого компанией-партнером Akzo Nobel.

Катализатор работает совместно с новой алкилирующей системой, что позволяет исключить образование кислотных отходов. Компания ABB не производит реакторы, но продает лицензию на использование патентованного процесса в реакторах.

Пакет конструкторской документации включает чертежи и все необходимые для запуска и эксплуатации сведения. Но компания продолжит участие в работе в качестве технического консультанта в течение всего срока службы завода. Возможно, АББ даже построит завод по производству алкилата.

Ожидается, что новый алкилат завоюет место на рынке по мере обновления нефтеперерабатывающими компаниями своих систем для обеспечения соответствия экологическим нормам на топливо в ближайшие 5-10 лет. В мире работают более 700 нефтеперерабатывающих заводов, на которых эксплуатируется около 170 установок алкилирования, в основном, в Северной Америке.

Программа Aspect Object Viewer предназначена для широкого распространения

В настоящее время большинство произведенной компанией АББ продукции сертифицировано на соответствие уровню 0 Industrial^{IT}. Это означает, что информация о выпущенной продукции собирается и хранится в электронном формате, в так называемых AFW файлах (см. врезку справа).

Программа Aspect Object Viewer, являясь «легким» просмотровым инструментом, очень компактна – занимает около 8 MB. Она позволяет просматривать AFW файлы, используя навигационные методы, подобные программе Plant Explorer группы программ Aspect Integrator Platform, но полностью независима от неё.

Однако, при всей своей простоте Aspect Object Viewer может, подобно программе Plant Explorer, работать вместе с Aspect Integrator Platform. Она позволяет просматривать более чем один AFW файл и все Аспекты сертификации уровня 0. Программа работает даже тогда, когда AFW файл содержит неполную информацию.

Inform^{IT} Aspect Object Viewer

Программа Aspect Object Viewer (AOV) компании Inform^{IT} является бесплатно распространяемой программой, позволяющей пользователю просматривать AFW файлы без установки группы программ Aspect Integrator Platform (AIP).

О AFW файле

AFW (Aspect Frame Work) является общим термином, описывающим программные технологии компании АББ для внедрения Aspect Integrator Platform (AIP).

Файлы AFW имеют расширение .afw, что означает особый формат файла, предназначенный для описания Аспектных Объектов. Файл используется в предоставлении информации о продукте (продукты с действующим уровнем 0), т.е. продукт содержит данные в электронном формате. Предоставляемая информация может быть любого типа, с которым работают Аспекты в AIP, таким как программа, документ, изображение, файлы САПР, web-файлы или даже данные в аттрибутивной форме.

ству (т.е. получению действующих веществ), но также и ко вторичному (производству собственно лекарственных форм).

Компания АББ на протяжении многих лет снабжала эту отрасль традиционными средствами автоматизации, такими как системы управления и аппаратура, по большей части для первичного производства. Специально для этого сектора компания АББ предлагает системы комплексной автоматизации. Системы, основанные на архитектуре Industrial^{IT}, обеспечивают единое управление в масштабах предприятия, которое необходимо компаниям для достижения ключевых целей: повышения эффективности и производительности.

Исследовательский центр наук о жизни в Эшборне

Сектор наук о жизни – одна из малого числа отраслей, в которых наблюдался постоянный рост за последние годы. Более того, все прогнозы относительно этого сектора указывают на стабильный рост и в будущем.

Вряд ли еще в каком-то другом секторе делается такая большая ставка на технологии автоматизации, как в биотехнологической и фармацевтической промышленности. Производители, работающие на зарегулированном рынке, всегда спешат поставить высококачественную продукцию как можно быстрее. Критическим фактором здесь является короткое время действия новых патентов. Каждый день, прошедший с момента первичного клинического испытания и до официального одобрения лекарства может обойтись производителю в миллионы долларов.

Для достижения успеха фармацевтическим компаниям требуются заводы, сочетающие такие параметры, как гибкость и высокая скорость, но обеспечивающие при этом высокое качество и соответствие стандартам безопасности. Одна установка должна обладать способностью одновременно производить несколько различных образцов в различных формах по разным рецептам и с использованием разных производственных процессов. В фармацевтической промышленности это относится не только к первичному производ-

Продолжая предоставлять изделия для автоматизации с сопутствующими услугами в растущем секторе первичного производства, компания АББ в настоящий момент также начинает осваивать не менее перспективный сегмент вторичного производства. Для этого наша компания создала Исследовательский центр наук о жизни (Life Sciences Competence Center) в немецком городе Эшборне, близ Франкфурта-на-Майне. В этом центре концентрируются опыт и знания специалистов и технологов компании АББ со всего мира.

Системы автоматизации на основе DCS играют здесь ведущую роль, но значительный акцент делается также и на изделия, решения и консультационные услуги, специфичные для данного сегмента. В их числе решения по управлению производством, специализированные для производства малыми партиями (в соответствии с CFR 21, частью 11). Также задействована технология «чистой комнаты» вместе с соответствующими средствами автоматизации зданий. В самом конце производственной цепочки применяются роботизированные системы упаковки и штабелирования, которые также вносят вклад в оптимизацию затрат и повышение гибкости. Компания АББ имеет особые наработки в области автоматических систем упаковки и предлагает законченные роботизированные установки, способные выполнять несколько задач (погрузка, маркировка и т.д.).

Благодаря «ноу-хау», затрагивающему всю цепочку повышения стоимости в этой отрасли промышленности, специалисты компании АББ могут предложить консультационные услуги для законченных производственных комплексов, включая технологии автоматизации.

Помимо изделий и решений, предназначенных непосредственно для сектора наук о жизни, компания обеспечивает промышленность широким спектром традиционных электротехнических изделий и систем. Все эти компоненты имеют в своей основе платформу Industrial^{IT}, что обеспечивает прозрачную связь нескольких приложений и систем для надежного обмена информацией в режиме реального времени.

25 лет деятельности компании АББ в Боливии

Боливия – страна контрастов. Офисы компании АББ располагаются в прохладе столицы, города Ла-Пас, на высоте 3600 метров над уровнем моря, и в тропическом климате города Санта-Круз, нефтегазового центра страны, расположенном на 3 километра ниже.

За 25 лет работы в Боливии компания ABB принимала участие в нескольких крупных проектах по электрификации в сотрудничестве с местными компаниями-производителями электроэнергии, такими как Cobee, Electropaz и Tde. Компания, например, создала национальный центр распределения нагрузки и новый центр управления для компании Cobee с системой Spider 9, а также предоставила все оборудование для подстанций для системы электропередачи на 230 кВ. Эта линия является самой важной, а также самой высоковольтной в Боливии. Опоры ЛЭП также являются самыми высокими в стране, а некоторые вышки, установленные компанией АББ, расположены на высоте 4500 метров над уровнем моря.

Фотография публикуется с разрешения компании TDE (Боливия)

В настоящее время компания принимает участие в тендере на расширение Национальной системы электропередачи, в котором также участвуют компании Abengoa, Red Electrica (обе из Испании), ISA (Колумбия) и Litsa (Аргентина). Компания АББ Bolivia также стала одной из первых площадок в Латинской Америке, где была развернута система Industrial^{IT} для перерабатывающих заводов – в проекте автоматизации для компании EBR (дочерней компании группы Petrobras).

За дополнительной информацией обращайтесь по адресу *gery.cerruto@bo.abb.com*

Анонс 3/2003

С целью удовлетворения разнообразных потребностей клиентов в производстве потребительских товаров, химической и нефтяной отраслях, компания АББ должна поставлять огромный спектр высококачественной продукции. Среди них изделия от интеллектуальных систем управления и самых лучших аналитических приборов до быстрых и защищенных систем передачи данных. И это – не говоря уже о надежной работе компании. Помимо вышеперечисленного, компания АББ предлагает разработанную ей архитектуру Industrial^{IT} в качестве пути развития производств, позволяющих упростить процессы и сократить затраты.

Помимо подробной информации о некоторых новейших образцах технологии, которые компания АББ предлагает для указанных отраслей, в номере АББ Ревю 3/2003 будет рассмотрена совместимость Industrial^{IT} с новыми стандартами МЭК, касающимися систем связи и сетей для подстанций. Другие темы номера: последние достижения в области микрореле, новые методы пуска паровых котлов и уникальный способ проверки конструкции тиристорного вентиля для высоковольтных линий постоянного тока при повышенных напряжениях и нагрузках по току, значительно превосходящих наблюдаемые обычно.

ABB Review The corporate technical journal of the ABB Group

Editorial board
Markus Bayegan
Group R&D and Technology
Björn Edlund
Corporate Communications
Friedrich Pinnekamp
Group R&D and Technology
Wylie Rogers
Corporate Communications
Charlotte Brogren
Group R&D
Anthony Byatt
Chief Editor
anthony.byatt@ch.abb.com

The ABB Review is published four times a year in English, French, German, Spanish, Chinese and Russian.

Publisher and copyright © 2003
ABB Ltd
Zurich/Switzerland

Publisher's office
ABB Corporate Management Services AG
Dept. Corporate Communications –
ABB Review
P.O. Box 8131
CH-8050 Zurich, Switzerland
Telefax +41 43 317 56 74
abbreview.abbzh@ch.abb.com

The ABB Review is free of charge to those with an interest in ABB's technology and objectives or those in management positions who need to be kept informed of the latest technology advances.
For a free subscription please contact your nearest ABB representative or the publisher's office.

Printers
Vorarlberger Verlagsanstalt Aktiengesellschaft
AT-6850 Dornbirn/Austria

Design
DAVILLA Werbeagentur GmbH
AT-6900 Bregenz/Austria

Partial reprints or reproductions are permitted subject to full acknowledgement.
Complete reprints require the publisher's written consent.

ISSN: 1013-3119

www.abb.com/abbreview