РБК+

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ К ЕЖЕДНЕВНОЙ ДЕЛОВОЙ ГАЗЕТЕ РБК

Пятница, 20 декабря 2019 | № 207 (3165)

Тенденции

Дорогой ветер новой генерации

→ 2

Топливно-энергетический комплекс

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

ГЕОТЕК СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Реклама 18+

ИННОВАЦИИ | **Нужны ли России альтернативные источники энергии**

В России начинаются **ИССЛЕДОВАНИЯ** *для разработки комплексной программы развития* **ВОДОРОДНОЙ** *энергетики, способствующей* **ДЕКАРБОНИЗАЦИИ** *экономики.*

Водородные перспективы

Фото: Getty Images Russia

АЛЕКСАНДР НЕКРАСОВ

С января 2020 года в России начнется реализация комплексной программы «Атомная наука, техника и технологии», нацеленной в том числе на развитие водородной энергетики. Программа разработана в «Росатоме». Ее финансирование составит 88,5 млрд руб. до 2025 года, сообщалось летом 2019 года в корпоративном издании «Страна и Росатом». Порядка половины средств будет выделено из федерального бюджета, остальное — из других источников (из каких именно, не уточнялось).

В сентябре 2019 года стало известно, что компания «Росатом Оверсиз» (отвечает за продвижение на зарубежных рынках проектов «Росатома») проведет исследования, необходимые для разработки этой программы. Об этом было объявлено вслед за прозвучавшим этим летом призывом главы Международного энергетического агентства (МЭА) Фатиха Бероля форсировать развитие проектов по водородной энергетике. По оценкам международного Совета по водородным технологиям (Hydrogen Council), к 2050 году за счет водородной энергетики будет покрываться 18% всех глобальных энергетических потребностей.

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ

Сейчас в мире производят порядка 75 млн т водорода. С помощью электрических установок добывается лишь 100 тыс. т (около 0,1%). «95% всего водорода производится по технологии паровой конверсии (риформинга) метана и угля. Основным побочным продуктом при этом является углекислый газ, и в таком процессе сокращение углеродного следа недостижимо. Декарбонизации способствует водород, произведенный за счет электролиза воды с использованием генерации ВИЭ», — объясняет директор

→ 4

Тенденции

Ветер новой генерации

В российскую ветроэнергетику пришли крупные инвесторы. Для ее развития необходимо снижать стоимость энергии, производимой ветряками.

ИГОРЬ НИЛИН

Фото: Виталий Тимкив/РИА Новости

← Производство электрической энергии за счет использования ветра в России пока обходится существенно дороже, чем в других странах

Совокупный мировой объем мощностей электростанций, использующих энергию ветра, по оценкам Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), на конец 2018 года достигал 564 ГВт. Наибольший прирост показали Китай, США и Германия. В Европе в последние годы активно развивается строительство морских (офшорных) ветряков. В соответствии с прогнозом Международного энергетического агентства (МЭА) в 2024 году число таких установок утроится, в том числе за счет других регионов.

Россия не входит в группу лидеров по использованию энергии ветра, но в последние годы в стране эта отрасль активно развивается. По данным Международного центра устойчивого энергетического развития (МЦУЭР, под эгидой ЮНЕСКО), опубликованным в 2019 году в журнале «Экология и право» (издается международной экологической организацией Bellona), за 2013–2018 годы суммарная мощность отобранных проектов ВЭС составила 3254,4 МВт (всего 103 объекта). В 2017 году был запущен первый в России ветропарк мощностью 35 МВт в Ульяновской области. Сейчас суммарная мощность построенных ВЭС в России составляет 168 МВт.

СПРОС И ГОСПОДДЕРЖКА

Согласно государственной программе поддержки возобновляемых источников энергии (ВИЭ), к 2024 году в эксплуатацию в России должно быть введено 3,35 ГВт ветроэлектростанций. Конкурсные лоты с правом на поставку этого объема энергии за 2019 год распроданы полностью. На сегодняшний день в строй введены два ветропарка в Ульяновской области, достраиваются три ветропарка под Ростовом, один в Адыгее и еще один в Мурманске. Определился круг лидеров отрасли. Это совместное предприятие «Роснано» и финской Fortum — УК «Ветроэнергетика», компания «Росатома» «Новавинд» и «Энел Россия» итальянской Enel.

Интерес инвесторов к строительству ветряков объясняется господдержкой. Поставлять энергию на рынок они будут на основании заключенных договоров о предоставлении мощности (ДПМ). Предпринимателям гарантирована доходность инвестиций в строительство станции. Со своей стороны инвесторы обязуются поддерживать определенный уровень локализации производства, который к 2024 году должен достигнуть 65%. В России начали работать предприятия, производящие необходимое оборудование.

«ДПМ предусматривают базовый уровень доходности 12% в течение 15 лет. Фактическая доходность конкретного проекта может быть выше, если инвестор построил объект дешевле, чем заявил на конкурсном отборе, а реальные операционные издержки ветропарка оказались ниже, чем предполагает законодательство. Поэтому доходность отдельных проектов достигает 18%», — рассказывает директор Ассоциации развития возобновляемой энергетики (АРВЭ) Алексей Жихарев.

Ключевой вопрос — смогут ли предприятия работать после 2024 года, если господдержка будет прекращена. В плюс идет тот факт, что генерация энергии подешевела. Локализация производств помогла снизить средний уровень капитальных затрат в России до среднемирового. «Если в 2016 году он составлял почти 134 тыс. руб. за 1 кВт установленной мощности, то в 2018 году опустился до 67,6 тыс. руб. В 2019 году победитель одного из конкурсов и вовсе заявил 64,867 тыс. руб. за 1 кВт», — отмечает Алексей Хохлов, руководитель направления «Электроэнергетика» Центра энергетики Московской школы управления «Сколково».

Однако эффект локализации в значительной степени исчерпан. Дальнейшее снижение расходов на генерацию не будет столь масштабным. В IRENA прогнозируют, что снижение капитальных затрат в мире продолжится, но будет незначительным. К 2030 году они составят в среднем по миру $0,8–1,35 тыс. за 1 кВт установленной мощности. Очевидно, что этот процесс затронет и Россию. Кроме того, производители энергии из других источников также работают над оптимизацией издержек, и общее соотношение рентабельности по отрасли в целом сохранится.

По данным Международного агентства по возобновляемой энергетике, средневзвешенная нормированная стоимость электроэнергии, вырабатываемой на ветростанциях в Канаде, Индии и других странах, уже опустилась ниже 2 руб. за 1 кВт•ч, в Мексике заявляют о стоимости, эквивалентной 1,5 руб. за 1 кВт•ч. В России, по оценкам АРВЭ, этот показатель для ВЭС не ниже 5,6 руб. за 1 кВт•ч без учета доставки.

Производители рассчитывают снизить себестоимость производства, повысив коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) — отношение произведенной за период электроэнергии к максимально возможной выработке за тот же период. В России для объектов ветроэнергетики КИУМ установлен на уровне 27%. В то же время, по данным IRENA, в среднем по отрасли в мире он достигает 34–36%. Интенсивность работы ветряных мельниц значительно повышается за счет инновационного оборудования. Так, в США некоторые инвесторы, владеющие такими технологиями, отчитались, что их ветряки достигли КИУМ 40%. В России такого оборудования пока нет.

«В России окупаемость ветропарков на уровне 10–15 лет, что значительно меньше, чем сроки окупаемости АЭС, и сопоставимо со сроками окупаемости ГЭС. В Европе этот показатель может не превышать десяти лет», — рассказывает директор по аудиту в группе по работе с международными клиентами Deloitte Александр Губарев.

Таким образом, отечественная ветроэнергетика в ближайшие годы останется дотационной. «Важно поддержать устойчивый внутренний спрос на оборудование в объеме не менее 60% от производственной мощности. При обеспечении в рамках новой программы поддержки ВИЭ ежегодного объема строительства от 1 ГВт эти задачи могут быть решены», — уверен Алексей Жихарев.

В правительстве уже началась работа над программой поддержки отрасли до 2035 года.

УСТАНОВКА НА ЛОКАЛИЗАЦИЮ

По данным МЦЭР, в 2018 году в Нижегородской области международная компания Vestas Manufacturing Rus совместно с Фондом развития ветроэнергетики, созданным «Роснано» и Fortum, открыла производство гондол и обслуживающих их систем для ветрогенераторов. В том же году была запущена первая очередь завода по производству композитных лопастей для турбин ВЭУ мощностью 3,6 МВт. Компании «Сименс Гамеса Реньюэбл Энерджи» и «Сименс Технологии газовых турбин» (СТГТ) подписали соглашение о сборке гондол и ступиц ветроустановок мощностью 3,4 МВт. Производство ветрогенераторов налажено на площадке СТГТ в Ленинградской области в августе 2019 года. В Волгодонске компания «НоваВинд» совместно с голландским производителем ветроустановок Lagerwey планирует запустить производство ступиц, гондол, генераторов и систем охлаждения ветроустановки по технологии Lagerwey.

«ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС» (18+)

Тематическое приложение к «Ежедневной деловой газете РБК»

Является неотъемлемой частью «Ежедневной деловой газеты РБК» № 207 (3165) от 20 декабря 2019 г.

Распространяется в составе газеты

Материалы подготовлены редакцией партнерских проектов РБК+

Партнер проекта: ПАО «ГЕОТЕК Сейсморазведка». Реклама

Учредитель: ООО «БизнесПресс»

Издатель: ООО «БизнесПресс»

Директор ИД РБК: Ирина Митрофанова

Главный редактор партнерских проектов РБК+: Наталья Кулакова

Шеф-редактор печатной версии РБК+: Юрий Львов

Редактор РБК+ «Топливно-энергетический комплекс»: Юлия Панфилова

Выпускающий редактор: Андрей Уткин

Руководитель дизайн-департамента: Евгения Дацко

Дизайнеры: Дмитрий Иванов, Сергей Пивоваров

Фоторедактор: Алена Кондюрина

Корректоры: Татьяна Поленова, Маргарита Тарасенко

И.о. главного редактора газеты: Петр Геннадьевич Канаев

Рекламная служба: 8 (495) 363-11-11, доб. 1342

Коммерческий директор издательства РБК: Анна Брук

Директор по продажам РБК+: Евгения Карлина

Директор по производству: Надежда Фомина

Адрес редакции: 117393, Москва, ул. Профсоюзная, 78, стр. 1

Экспертиза

«Немодные нефть и газ по-прежнему являются энергией развития России»

Фото: пресс-служба

ВЛАДИМИР ТОЛКАЧЕВ,
президент ПАО «ГЕОТЕК Сейсморазведка»

Страстная интеллектуальная элита северо-западной Европы и США убеждает себя, нас и весь мир в окончательном завершении эры углеводородов. Fossil fuel — ископаемое доисторическое топливо, с отсылкой к древним микроорганизмам и растениям, — такое теперь новое название нефти и газа. Те же, кто занимается и инвестирует в поиск и добычу углеводородов, представляются в образе дремучих средневековых людей, окруженных паровыми машинами.

Возникает вопрос: если мир уже настолько энергетически независим от углеводородов, зачем тогда США развернули беспрецедентную кампанию добычи сланцевой нефти и газа? Для чего лучшие университеты США ведут масштабную научно-исследовательскую деятельность, направленную на поиски и разработку технологий добычи газовых гидратов морских и океанических шельфовых месторождений?

Опасно очаровываться самим и обучать молодежь тому, что нефть и газ не важны в экономике будущего. Российской Федерации принимать такую повестку губительно. Углеводороды буквально незаменимы как в настоящее время, так и в обозримом будущем. Продукты, производимые из нефти и газа, уже превышают чисто энергетическое, сжигаемое использование. Необходимо также правильно понимать, что временное цикличное снижение стоимости углеводородов зависит больше от мировой политики, чем от процессов рыночной экономики.

Ежедневные сделки на NYMEX (New York Mercantile Exchange) в части фьючерсов углеводородов в Нью-Йорке являются рекордными по объему покупок и продаж товара в одной точке на земном шаре в сутки.

В связи с этим для сохранения и усиления статуса мировой энергетической державы Российской Федерации необходимо проводить постоянную, неуклонную политику в части поиска, добычи и экспорта углеводородов. Нефтегазовый комплекс для нашей страны — это по-прежнему активная индустриализация и инженерно-образовательное развитие.

Государству необходимо много быстрой, доступной нефти. По-прежнему остро стоит вопрос активного воспроизводства минерально-сырьевой базы. Разрушенный в 1990-е годы результативный механизм поиска углеводородов пока не восстановлен. Из года в год качество предлагаемых к лицензированию участков для геологических изучений ухудшается, а поисковые риски растут.

В связи с этим большинство лотов остаются невостребованными или, еще чаще, разбираются в спекулятивных целях, что приводит к заморозке, «простою» недр и, как следствие, к их выводу из поискового оборота. Задачи, поставленные президентом страны, требуют решительных практических действий. Стартовыми должны стать проекты в традиционных развитых районах добычи России.

Наиболее крупные по остаточным ресурсам провинции с развитой инфраструктурой — Западно-Сибирская, Волго-Уральская, Прикаспийская, Предкавказская, Тимано-Печорская. Проблема в том, что эти территории в значительной мере «залицензированы» недропользователями и развернуть с чистого листа широкомасштабные региональные государственные съемки невозможно. Поиски месторождений на больших глубинах практически не ведутся, так как размеры отдельных лицензионных участков недостаточны для построения региональной геологической модели глубоких горизонтов, без которой невозможно выявление крупных зон нефтегазонакопления.

Необходимость значительных инвестиций при высокой степени риска является причиной, тормозящей развитие геолого-разведочных работ, нацеленных на поиски в глубоких горизонтах осадочного чехла в районах традиционной нефтегазодобычи.

Понимая проблематику, в начале декабря текущего года Госдума РФ приняла поправки к федеральному закону «О недрах», стимулирующие вовлечение в разведку и разработку трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ). Вводится новый вид пользования недрами — разработка технологий геологического изучения, разведки и добычи трудноизвлекаемых полезных ископаемых, также компании будут освобождены от уплаты разовых и регулярных платежей за пользование недрами.

Роснедра и Минобрнауки поддержали создание таких проектов в форме «инвестиционного товарищества», в которое будут входить владельцы лицензий перспективного блока и сервисные предприятия геофизического профиля.

При проведении масштабных совместных геофизических работ необходимо использование мультиклиентской съемки. Это когда сервисная компания на выбранных больших зонах, перспективных для открытия крупных и уникальных месторождениях, на деньги инвесторов готовит региональные проекты и проводит на них работы.

Первым таким проектом мог бы стать Астраханский свод. Это крупнейшая зона нефтегазонакопления, нижний структурный этаж которой до сих пор не вовлечен в поисковый процесс. Астраханский свод в значительной мере «залицензирован» разными недропользователями, не располагающими достаточной площадью для подготовки крупных объектов на больших глубинах. Станет возможным собрать, получить понимание о гигантской структуре, которая, как пазл, фрагментирована на большое количество кусочков-лицензий. Данный проект разработан АО «ГИНРАН ГЕОТЕК Евразия», научное руководство осуществляет инициативная группа в лице доктора геолого-минералогических наук Юрия Воложа, академика Михаила Федонкина и доктора технических наук Георгия Гогоненкова.

Необходимо также принимать в расчет увеличение объема коммерческих и государственных геофизических заказов, которое неизбежно приведет к созданию крупного интегрированного общероссийского сервисного подрядчика. Данным опорным базовым предприятием могло бы стать ПАО «ГЕОТЕК Сейсморазведка». Компания ожидает роста всех финансовых метрик по итогам года, положительную прибыль и чистый денежный поток. Совет директоров во главе с Михаилом Хабаровым реализует последовательную стратегию усиления компании.

58 млрд руб. составляет общий объем подписанных исполняемых контрактов ПАО «ГЕОТЕК Сейсморазведка»

ЧЕМ ЗАНИМАЕТСЯ «ГЕОТЕК СЕЙСМОРАЗВЕДКА»

ПАО «ГЕОТЕК Сейсморазведка» — ведущая компания в области сейсморазведки на суше и в транзитной зоне, оказывающая услуги клиентам во всех основных нефтегазоносных областях Российской Федерации (Западная и Восточная Сибирь, Тимано-Печорская и Волго-Уральская провинции) и в Республике Казахстан.

Компания образована в результате объединения старейших предприятий советской и российской геофизики более чем с 70-летней историей, обладающих стратегическими информационными ресурсами о состоянии недр и методах их изучения. В периметр ГЕОТЕКа входят шесть центров обработки и интерпретации данных. В полевом сезоне 2019/2020 работы ведутся более чем по 50 проектам.

Год назад в компании был создан научно-технический центр (НТЦ), в котором трудятся российские специалисты в области сейсморазведки. Создана и уже используется собственная бескабельная регистрирующая сейсмическая система «Открытие». Разработана и опробована технология возбуждения сигнала в движении. Импульсные источники проектируются и изготавливаются на собственном заводе в Минусинске. Все разработки НТЦ компании ведутся в тесном сотрудничестве с НТЦ «Роснефти» и «Газпром нефти».

В ХМАО на Западно-Зимнем ЛУ ПАО «Газпром нефть» проводятся работы по экологически сберегающей технологии «Зеленая сейсмика» с использованием новейшей разработки Sercel — бескабельной системы WTU 508. Общий объем подписанных исполняемых контрактов вырос на 18%, до 58 млрд руб.

> «Государству необходимо много быстрой, доступной нефти. По-прежнему остро стоит вопрос активного воспроизводства минерально-сырьевой базы. Разрушенный в 1990-е годы результативный механизм поиска углеводородов пока не восстановлен»

Инновации

← 1

Ассоциации развития возобновляемой энергетики, партнер компании Vygon Consulting Алексей Жихарев.

Стратегия МЭА нацелена на то, чтобы с помощью водородной энергии существенно снизить выбросы парниковых газов в атмосферу, то есть ставка делается на возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

В то же время крупнейшие энергетические компании России «Газпром» и «Росатом» работают над технологиями получения водорода с минимальным углеродным следом.

«Термохимическое разложение воды на высокотемпературных ядерных реакторах — весьма перспективная технология, — говорит директор Института арктических технологий Юрий Васильев. — Однако мы не должны закрывать глаза на проблему накопления и утилизации ядерных отходов».

Не только в России, но также в Европе и США не сделан однозначный выбор в пользу технологий получения водорода посредством ВИЭ. Французский энергетический концерн EDF в 2019 году заявил, что начнет выработку водорода из атомной энергии сразу в 16 проектах в Европе. Известно также, что итальянский концерн Enel работает над получением водорода с газохимического предприятия.

«В краткосрочной перспективе использование парогазовой конверсии метана для добычи водорода эффективнее. Но такой водород не будет «зеленым», так как при его производстве выделяется такое же количество двуокиси углерода, как при простом сжигании метана. Чтобы внести «вклад в декарбонизацию атмосферы», двуокись углерода надо «ловить и хранить», что серьезно повышает стоимость производства»,— уверен Юрий Васильев.

$0,8

будет стоить производство 1 кг водорода в 2050 году, согласно прогнозу аналитиков BloombergNEF

Зачем нужен водород

Основные потребители водорода на сегодняшний день — химические предприятия, производители аммиака и метанола.

В США, Японии и некоторых европейских странах энергоустановки с водородными элементами применяют для электро- и теплоснабжения зданий. В Японии принята госпрограмма создания бытовых автономных водородных станций.

На рынке уже есть несколько серийных моделей легковых автомобилей на водородных топливных ячейках. Это Hyundai ix35 Fuel Cell, Toyota Mirai и Honda Clarity.

ЦЕНА ВОПРОСА

По оценкам МЭА, себестоимость производства водорода из природного газа составляет $1,5–3,5 за 1 кг. Себестоимость килограмма водорода, полученного с помощью ВИЭ, выше — $2–6. В Китае она самая низкая, а в Японии самая высокая. В то же время расходы на генерацию посредством ВИЭ сокращаются с каждым годом. По прогнозу МЭА, в 2030 году расходы на производство водорода снизятся на 30%. В BloombergNEF в исследовании New energy outlook 2019 прогнозируют, что к 2030 году себестоимость производства водорода из ветряной или солнечной энергии может сократиться до $1,4 за 1 кг, а к 2050 году — до $0,8. Однако одновременно дешевеет и природный газ. По данным «Газпрома», в третьем квартале 2019 года средняя цена реализации 1 тыс. куб. м газа в ЕС уже составила $169,8. Это самые низкие цены за последние 15 лет.

ИНВЕСТИЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

По оценкам Hydrogen Council, переход мировой экономики на водород потребует ежегодных суммарных инвестиций в размере $20–25 млрд по всему миру.

Для транспортировки водорода можно использовать готовые мощности. Так, уже с 2014 года в Германии генерирующая водородная станция отправляет потребителям водород через местную газораспределительную сеть — около 2% всего объема.

В России рассматривают возможности использовать для экспорта водорода мощности, предназначенные для транспортировки СПГ.

В 2017 году японская компания Kawasaki Heavy Industries начала изучать возможности получения его с производства в Магаданской области. А в сентябре 2019-го, как сообщал «Росатом», компания «Русатом Оверсиз» и Агентство по природным ресурсам и энергетики Японии подписали соглашение о сотрудничестве на 2020–2021 годы, речь в том числе идет о пилотном проекте экспорта водорода из России в Японию. В проекте рассматривается возможность производства водорода для японского рынка методом электролиза.

Чтобы интегрировать российских производителей в мировую водородную экономику, «необходимо в первую очередь сформировать систему нормативно-правового регулирования, гармонизированную с международной системой кодов и стандартов», уверен вице-президент Международной ассоциации по водородной энергетике Александр Раменский.

на правах рекламы

Отложения съедают прибыль:
чистка теплообменников и других объектов ТЭК

Теплообменники широко используются на электростанциях, нефтехимических заводах, предприятиях по переработке природного газа. Энергетикам объяснять не нужно: процессы нагрева, охлаждения и коррозии всегда образуют слои загрязнений.

Распространенные загрязнения

Из практики проведения работ по чистке теплообменников по всему миру известно не менее 1000 различных видов грязевых отложений, среди которых в топливно-энергетическом комплексе особенно распространены гидроксиды железа, карбонаты и гидрокарбонаты кальция, гидроксиды кальция, застывшие нефтепродукты, продукты синтеза на химических заводах и т. д.

Чистка методом сверхвысокого давления

Метод чистки отложений струей воды, подаваемой под сверхвысоким давлением, хорошо зарекомендовал себя в решении задач чистки теплообменников. Подтверждением этого факта служит большое число реализованных проектов, в том числе на российских предприятиях, для каждого из которых разрабатывались индивидуальные решения с учетом специфики технологического процесса. Несмотря на универсальность метода, существуют определенные нюансы (от сложности доступа до режимов чистки различных видов отложений), поэтому в настоящее время разработан целый ряд промышленных аппаратов сверхвысокого давления и аксессуаров к ним. Один из ведущих производителей такого оборудования – компания Kärcher. Кстати, в арсенале компании есть и оснастка для наружной очистки крупногабаритных стальных конструкций (например, крупных емкостей для нефтепродуктов) Magnet Lizard. Это робот-манипулятор, который удерживается на вертикальных поверхностях (в том числе радиусных) с помощью магнитов. Модель с дистанционным управлением и шириной рабочего инструмента 36 см может подавать воду под давлением до 3000 бар и потоком до 45 л/мин (скорость – до 8 м/мин).

Но вернемся к теплообменникам. На выбор оборудования для их чистки влияют:

- **характеристики (в первую очередь, показатели рабочего давления и интенсивности потока);**
- **тип и степень загрязнения;**
- **расположение теплообменника (вертикально или горизонтально), его размер, форма, материал и количество трубок;**
- **наличие специальной оснастки для ручной чистки, автоматизированные системы с пневмоприводами и дистанционным управлением, многостволовые системы, системы защиты и т. д.);**
- **требования безопасности;**
- **место, где планируется производить чистку, технические условия и требования производства**

Например, когда из-за ограниченности пространства невозможно использовать для чистки жесткие штанги (стволы), либо надо чистить изогнутые трубные пучки, применяют гибкие шланги и специальные сопла. За 50 см до конца они маркируются специальным кольцом, указывающим оператору, что очистительная головка близка к концу трубки и пора выключать давление. Непосредственно разрушение различного вида отложений производится специальными форсунками: без вращения или ротационными, с пробивным действием или для очистки стенок, для очистки U-образных трубок и др. Независимо от вида образовавшихся отложений, метод очистки должен быть таким, чтобы он не только обеспечивал полную очистку трубок, но и сводил до минимума время простоя оборудования. Выбор наиболее эффективного метода чистки обычно приносит наилучший результат, который можно определить количественно – это уменьшение сроков простоя (ремонта), повышение КПД оборудования, увеличение выпуска продукции и, соответственно, рост прибыли. Именно поэтому этот выбор лучше доверить экспертам компании, специализирующейся на промышленном клининге, либо представителям компании-поставщика (если оборудование приобретается в собственность).