



ЭНЕРГИЯ ИЗ ОТХОДОВ

Выбираем технологию сжигания
биотоплива

ВМ-проектирование

Успевать БОЛЬШЕ

СЖАТЫЙ ВОЗДУХ

Производство и использование

БРЕДУЩИЕ В ТЕМНОТЕ

Роботы для обслуживания трубопроводов



Коллеги,

Лето — время беззаботных каникул только для школьников и студентов. Для нас, взрослых, за исключением краткосрочного бегства к морю или в деревню «к бабушке», летние месяцы — пора напряженной работы. В энергетике эта работа — плановые ремонты, подготовка к будущему отопительному сезону и решение плановых задач по модернизации энергетической инфраструктуры.

Именно летом проще даются не только большие дела, но и смелые планы: решая операционные задачи, неизбежно оцениваешь критично результат, ясно видишь имеющиеся проблемы и думаешь о том, каким будет следующий шаг. Остается нащупать идею, и можно двигаться дальше. Большое преимущество современного мира в доступности информации. Подобно эстафете, где каждый последующий участник использует преимущество предшественника, в решении технических задач коллективный опыт дает возможность стартовать более высокими темпами, используя имеющиеся наработки и знания. В этой «вторичности» нет ничего предосудительного — вместо экспериментов и поиска собственного пути ваши ресурсы будут потрачены на то, чтобы сделать следующий общий шаг в сторону развития.

Несколько таких идей — в области решения энергетических задач и повышения эффективности внутренних процессов — вы найдете в этом выпуске журнала «Клуб ПИ». А мои коллеги и я будем рады помочь, если вы решите претворить их в жизнь на вашем предприятии.

Ваш Михаил Баклыгин



Перейти в группу>>



Перейти в группу>>

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА:

Анна Чугунова

**ВИМ-ПРОЕКТИРОВАНИЕ:
КАК НАЧАТЬ, ЧТОБЫ
НЕ ОСТАНОВИТЬСЯ**

3

Наталья Баклыгина,

Андрей Шурыгин

**ВЫБРОСИТЬ НЕЛЬЗЯ СЖЕЧЬ:
КАК ПРЕВРАТИТЬ ОТХОДЫ
В ЭНЕРГИЮ**

5

Ярослав Людковский

**СЖАТЫЙ ВОЗДУХ:
ВЫБИРАЕМ КОМПРЕССОРНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

7

Денис Маршинский

**РОБОТЫ
В ТРУБОПРОВОДАХ**

10

Редакция:

Мы будем рады острым вопросам, критическим замечаниям и новым идеям, которые помогут нам сделать «Клуб ПИ» более актуальным и полезным для читателей.

Если у вас появится вопрос по опубликованным в журнале материалам, присылайте его в редакцию, и автор статьи обязательно ответит вам.

Если вы считаете, что наш журнал будет интересен вашим коллегам, дайте нам знать, и мы включим их в список рассылки. Ждем ваших писем на club@1-engineer.ru

ПОЛЕЗНЫЙ ОПЫТ

Анна Чугунова

Ведущий инженер-проектировщик компании «Первый инженер»

Всякий работодатель знает, что на проектную рутину уходит 70% рабочего времени проектировщика. Времени, которое стоит дорого. И тот, кто это время умеет использовать по существу, получает серьезное преимущество в части скорости выполнения, качества, а главное, стоимости проектных работ. К счастью, технологии, позволяющие организовать процесс проектирования на принципиально новом уровне, сегодня есть. О том, как они могут изменить привычные практики и улучшить ваши результаты, и как организовать их внедрение безболезненно и эффективно, мы расскажем на примере внедрения технологий BIM в компании «Первый инженер».

BIM-ПРОЕКТИРОВАНИЕ: КАК НАЧАТЬ, ЧТОБЫ НЕ ОСТАНОВИТЬСЯ

Успеть больше: зачем нужны технологии BIM

Идея внедрения в проектную работу технологии BIM оказалась для нас не просто попыткой следовать «модным» тенденциям, а реальной профессиональной потребностью. В нашей компании достаточно сильная проектная команда, состоящая из специалистов, которые находятся в профессии уже более 10 лет и не понаслышке знают всю проектную «кухню». Работа проектировщиков — процесс трудоёмкий и очень кропотливый. К сожалению, при классическом методе проектирования с использованием двумерного пространства, 70% рабочего времени уходит не непосредственно на инжиниринг, а на «проектную рутину»: вычерчивание различных видов на основе разработанного плана, оформление их размерами и выносками, составление спецификаций. Самый трудоёмкий момент заключается в том, что для одного и того же чертежа все эти манипуляции приходится проделывать несколько раз. Это абсолютно нормально для проектов, которые существуют не только на бумаге, а реально воплощаются в металле — изменения в них неизбежны. Но, пожалуй, именно в этом кроется основная причина проектных ошибок, совершённых в результате так называемого «человеческого фактора». Учесть все корректировки, которые влечёт за собой изменение технических решений более-менее возможно, если проект небольшой. А если проект объёмный или таких проектов несколько, то решить эту задачу без каких-либо программных средств, автоматизирующих процесс проектирования, становится практически невозможно.

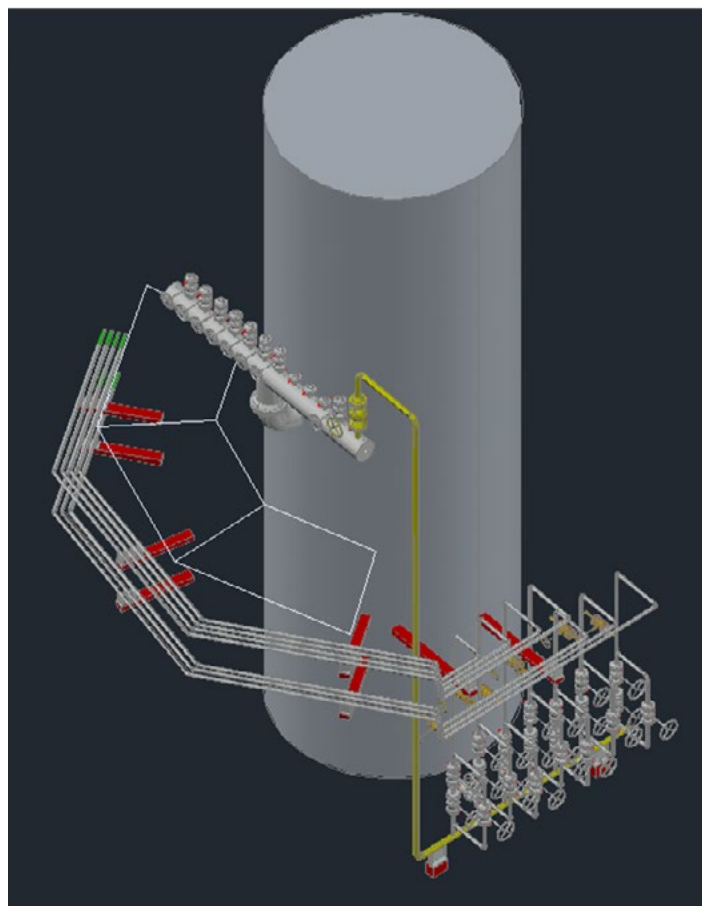
Меньше потрясений: критерии выбора программного продукта

Именно с такими размышлениями наша команда пришла к выводу, что для того, чтобы успешно справляться с возрастающими проектными объёмами и максимально быстро вносить необходимые изменения, в работу необходимо внедрять новый инструмент проектирования. Перед нами встала задача найти программный продукт, который удовлетворял бы следующим требованиям:

1. Простой и понятный интерфейс, желательно схожий с классическим, привычным для всех проектировщиков Autocad. Понятно, что переход на новую программу — это стресс и в психо-

логическом плане процесс достаточно болезненный. В нашем случае всё дополнительно осложнялось тем, что времени на плавный переход не было. Обучаться программе нужно было в режиме «здесь и сейчас», на реальных проектах, никаких «черновики»! Очевидно, что в таких условиях для нас стало важным найти продукт, который при работе давал бы комфортное ощущение узнаваемости.

2. Гибкость и возможность учитывать наши уникальные потребности. Каждая проектная организация имеет свою специфи-



ку работы и, соответственно, свои требования к конечному продукту. Нам было важно найти программу с возможностью настройки под наши потребности: автоматическая генерация нужных нам форм спецификаций с включением всех позиций, которые необходимы для монтажа изделий (а не только тех, что предусмотрены ГОСТом на оформление чертежей), совмещение программы с инструментами СПДС для лёгкого и комфортного оформления листов проекта и другое.

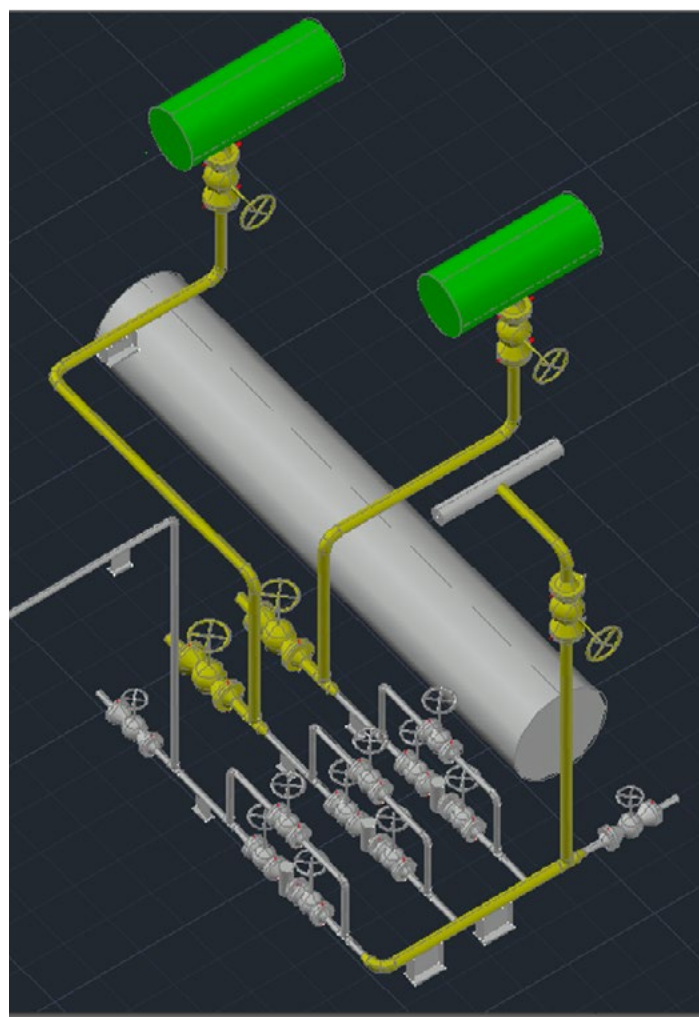
3. Простой и понятный процесс генерации видов и разрезов из 3D-модели. Как бы ни была хороша 3D-модель, конечный результат, который проектировщики передают в экспертизу и Заказчику — это оформленные по ГОСТ ортогональные чертежи. Соответственно, процесс их получения должен быть простым и максимально быстрым.
4. Возможность самостоятельного создания каталогов элементов по простым и понятным алгоритмам. Наша компания имеет довольно широкую сферу деятельности, соответственно перечень применяемого в наших проектах оборудования — это длинный, постоянно пополняемый список. Использовать какие-либо стандартные каталожные базы в нашем случае не имело особого смысла, они всё равно не удовлетворили бы наши потребности в полной мере. Поэтому наиболее приемлемым для нас вариантом стала возможность создания собственных каталогов элементов.

В результате из всех рассматриваемых нами программных продуктов единственным вариантом, который удовлетворил все наши требования, стала программа AUTOCAD 3D PLANT (разработка компании Autodesk). На данный момент опыт работы нашей команды с этой программой составляет чуть больше года. За это время с её помощью мы смогли разработать 4 больших проекта установки пароконденсатного оборудования на крупных заводских площадках. Благодаря программе PLANT 3D нам удалось значительно сократить срок выполнения каждого из этих проектов по сравнению с нашей обычной производительностью, обойтись меньшим количеством ресурсов, обеспечить возможность оперативного внесения изменений в проект на всех этапах его реализации.

Если вы решились: советы, которые точно пригодятся

Конечно, процесс внедрения программы ещё продолжается, но уже сейчас, с высоты своего опыта, мы можем дать несколько рекомендаций для тех, кто, так же как и мы, решится пройти этот путь:

1. Первое и самое важное — несмотря на страх и сомнения, идите вперёд! Самое сложное — это отказаться от годами сформированных привычек и шагнуть в неизвестность. Но игра стоит свеч, не отступайте!
2. Организуйте себе постоянную техническую поддержку от учебного центра. Да, это потребует определённых финансовых вложений, но именно это позволит вам получать ответы на все возникающие вопросы максимально быстро и двигаться в освоении программы гигантскими шагами. Мы, например, в процессе разработки первого проекта задали техподдержке более 50 вопросов, написали более 30 писем и получили ответы в виде двух обучающих вебинаров и 16 обучающих видео.
3. Разработка стандарта предприятия по части оформления чертежей. Внедрение BIM-проектирования — это самый удачный момент, когда ваша проектная команда должна раз и навсегда определиться, как будут выглядеть ваши чертежи: размерные и текстовые шрифты, правила размещения видов на листах, простановки размеров и т.д. Отныне у вас не будет ситуации, когда каждый проектировщик разрабатывает документацию в своём стиле. У вас появится единый стиль предприятия. Это



всегда производит впечатление более высокого профессионального уровня документации.

4. Грамотно организуйте работу внутри проектной команды. BIM-проектирование не терпит бардака и требует прямо-таки «интеллигентного» подхода к работе. Обязательно нужно организовать Единое для всех проектировщиков Хранилище, в котором будут находиться все созданные каталоги элементов, уникальные шаблоны для спецификаций, а также шаблон проекта (файл с расширением .xml), который будет хранить настройки проекта, утверждённые на вашем предприятии. Для поддержания порядка и актуальности Хранилища необходимо назначить одного Администратора. Администратор устанавливает правила доступа к Хранилищу и порядок пользования им.
5. Пишите ваши собственные внутренние инструкции по работе с программой. Несмотря на то, что существует общее руководство пользователя по программе, вы довольно быстро поймёте, что процесс проектирования на вашем предприятии — уникальный, у вас появятся собственные «проторенные пути» и алгоритмы действий. Фиксируйте их. Это позволит наладить более простой процесс обучения внутри команды и позволит легко и быстро подключать к работе новых участников, которые ранее не работали в этой программе.

Заканчивая эту статью, хочется добавить, что процесс проектирования лично для меня — творческий. Вся прелесть его, на мой взгляд, заключается в возможности лёгкого применения различных вариантов, в гибкости, подвижности. И именно BIM-инструменты делают все эти желания реальностью, максимально освобождая рабочий процесс от рутины, превращая его в удовольствие!

ВЫБРОСИТЬ НЕЛЬЗЯ СЖЕЧЬ: КАК ПРЕВРАТИТЬ ОТХОДЫ В ЭНЕРГИЮ

8 из 10 ссылок, которые выдает всезнающий Google при запросе «биоэнергетика» на русском языке, ведут на ресурсы, посвященные биополям, душевному здоровью и экстрасенсорике. Аналогичный запрос на английском языке приведет вас на 10 ресурсов, посвященных производству энергии из биомассы, и сайты производителей соответствующего оборудования. Первая страница поисковика довольно четко отражает положение дел в сфере производства энергии из биотоплива в России: только 0,5% потребляемой электроэнергии сегодня вырабатывается за счет использования биоресурсов. Вероятно, в масштабах страны, принимая во внимание запасы газа и угля, ситуация вряд ли кардинально изменится в ближайшее время.

Однако величина этих запасов не делает электроэнергию дешевой и доступной для промышленных предприятий: только за прошедшие 2 года стоимость последней выросла на 15%. Для обрабатывающих производств с высокой энергоемкостью это серьезный стимул к тому, чтобы пересмотреть привычные практики и найти ресурсы для снижения энергозатрат. Один из перспективных путей для лесоперерабатывающей, целлюлозно-бумажной и агропромышленной отрасли — строительство автономного источника, вырабатывающего тепло и электрическую энергию из отходов производства.

Тем, кто всерьез рассматривает перспективу строительства собственной котельной или ТЭЦ на биомассе, мы предлагаем ближе познакомиться с темой например технологий и действующих установок, построенных нашим партнером Richard Kablitz GmbH в Германии. Сегодня мы расскажем о том, как выбрать технологию сжигания, которая будет эффективно работать на вашем предприятии.

Топливо и технология сжигания

Первый вопрос, который задаст любой производитель клиенту, планирующему строительство ТЭЦ или котельной на биомассе: какие именно отходы и в каком количестве планируется сжигать.

В России биотопливо часто ассоциируют с пеллетами и топливными гранулами. На рынке полно предложений по строительству линий и заводов по производству таковых. Для транспортировки и экспорта — отличное, но дорогое решение. И огромное преимущество источника, построенного прямо на производстве — это способность работать с тем, что есть — корой, опилками, щепой, отходами фанеры и деловой древесины, и другими древесными отходами, причем при уровне влажности до 65%.

Однако отходы деревообрабатывающего производства, используемые в качестве топлива, могут иметь совершенно различные технические характеристики, и они должны быть приняты во внимание при выборе технологии сжигания. На сегодняшний день используется три

основных способа сжигания твердого топлива: вихревой, факельный и слоевой. Лучше всего потребностям предприятий, планирующих утилизировать необработанные отходы, отвечает слоевое сжигание.

Среди технологий слоевого сжигания в свою очередь можно выделить сжигание на колосниковой решетке и сжигание в кипящем слое. Последняя позволяет работать с любыми видами топлива, кроме пылевидного, хорошо работает с низкокалорийными топливами и имеет отличные экологические показатели процесса горения. Однако ввиду сложной и дорогой в строительстве и эксплуатации конструкции, с экономической точки зрения применение топок на кипящем слое целесообразно только на мощных энергетических котлах с давлением 100 бар и выше, т.е. преимущественно на крупных ТЭЦ ЦБК.

Для производства тепла и энергии в диапазоне единичной мощности от 500 кВт до 50 МВт для обеспечения собственных нужд предприятия наиболее подходящими является использование топок, оборудованных колосниковыми решетками.

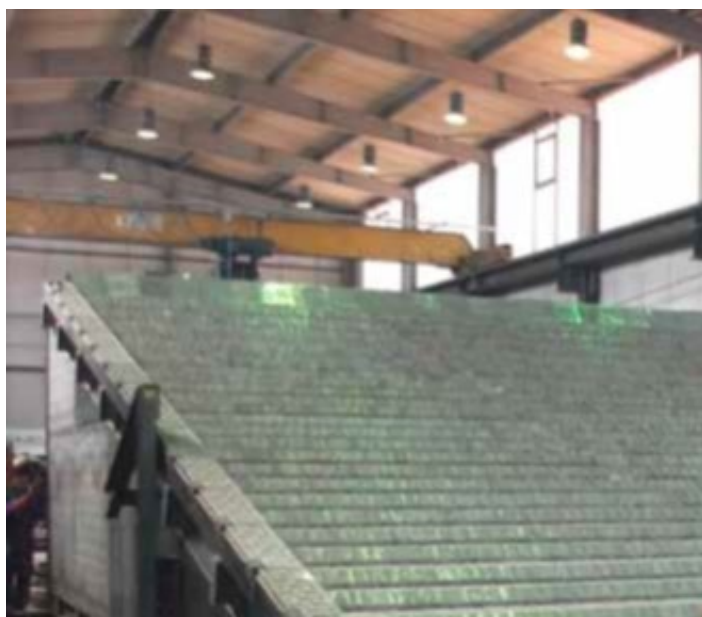
В целом такие топки подходят для сжигания топлива разного состава, высокой влажности и высокой зольности, позволяют использовать смеси нескольких видов топлива, а потому достаточно универсальны и отлично работают с отходами деревообработки и сельского хозяйства. Но, разумеется, если тип колосниковой решетки подбирается грамотно с учетом всех особенностей используемого топлива.

Так, в референс-листе компании Kablitz есть установки, работающие на совершенно различных видах топлива от древесных гранул, щепы, опилок, коры, лесосечных отходов до переработанных отходов ДВС, ОСП, фанеры, содержащих лакокрасочные покрытия, древесные отходы (AI-AIV), железнодорожных шпал, сортированного мусора. В сельском хозяйстве таким топливом для установок



Kablitz служит солома, семена подсолнечника, оливковые косточки, рисовая шелуха, травяная биомасса. Для работы с таким широким спектром топлив в арсенале производителя есть несколько типов колосниковых решеток, что выгодно отличает Kablitz от многих известных в России европейских и тем более местных производителей. Рассмотрим их подробнее.

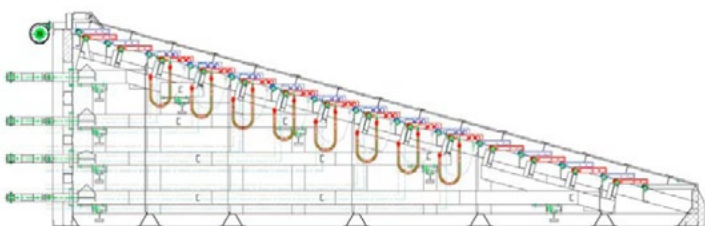
Переталкивающие колосниковые решетки



Переталкивающие решетки делятся на наклонные и горизонтальные. Наиболее распространенные, наклонно-переталкивающие, состоят из последовательных рядов неподвижных и движущихся колосников и могут применяться в диапазоне топлив с теплотой сгорания 5000–21 000 кДж/кг, обеспечивая требуемое тепловыделение от 4,5 МВт при расходе топлива до 40 т/ч.

Движущиеся колосники обеспечивают перемещение топлива вдоль решетки, за счет этого движения топливо проходит все необходимые стадии подготовки к сжиганию и начинается процесс сжигания. За счет перемешивания горящего топлива со свежими частицами достигается равномерное распределение слоя топлива по длине решетки. Конструкция решетки Kablitz позволяет перемещать топливо с разной скоростью соответственно стадии горения. В результате выгорание топлива на таких решетках достигает 97%.

Наклонно-переталкивающие решетки идеально подходят для «многокомпонентного топлива», такого как щепа, древесная кора, отходы-древесины (МДФ, OSB, ДСП), использованная древесина (АІ-АІV), рисовая шелуха, оливковые косточки, лигнин, торф, мелкие фракции производных отходов, топливо из ТБО, сортированные отходы, RDF, Бурый уголь, пеллеты.



Конструкция колосников и система их охлаждения адаптируется к типу топлива. При сжигании влажного топлива (коры, опилок, щепы) применяются колосники, охлаждаемые воздухом (наиболее экономичный вариант). Для сухого биотоплива или для топлива с пониженной температурой плавления золы оправданно применение водоохлаждаемых колосников.

Колосниковые решетки с верхней подачей топлива

Данный тип решеток идеально подходит для особенно влажного топлива.

Первая колосниковая решетка с верхней подачей топлива была разработана Рихардом Каблицем еще в 1921 году. Этот продукт, заменивший тогда обычную подвижную колосниковую решетку, был спроектирован специально для топлива с особенно низкой теплотой сгорания, такого, как бурый уголь, торф или древесные отходы.

Ключевое преимущество этой системы — эффект механической загрузки топлива колосниковой решеткой. Такое движение с верхней подачей отдельных колосников решетки позволяет большему объему воздуха достигать топливного слоя, что значительно улучшает сушку, дегазацию и выгорание (87% и выше). Это обеспечивает оптимальное сжигание даже грубого и сильно увлажненного топлива (до 65%), что в конечном итоге позволяет сократить в долгосрочной перспективе расходы на него.

Данный принцип загрузки топлива отличается от того, который используется в наклонно-переталкивающих колосниковых решетках. Колосники решеток в параллельной позиции формируют секции решетки, каждая из которых 1 м длиной. В каждом ряде секций располагаются рядом друг с другом попарно по одному неподвижному и одному подвижному в горизонтальной плоскости колоснику. Движением решетки можно управлять, изменяя длину хода, скорость движения и количество двигающихся колосников.

Горизонтальные колосниковые решетки дожига

Используются в качестве колосниковой решетки дожига летучей золы или как шлаковая решетка в сочетании с наклонно-переталкивающими колосниковыми решетками.

Решетка дожига — это секция решетки, последовательно подсоединенная к основной решетке, повышающая ее эффективность, обеспечивая полное сгорание топлива ($\text{ТОС} < 3\%$) и энергетический КПД, особенно в случаях использования топлива с включениями элементами различных размеров.

Плоские колосники, установленные на роликах на чугунной раме, раздвигаются гидравлическим приводом с необходимыми интервалами для разгрузки золы. Временные интервалы могут регулироваться вручную после проверки результата выгорания или устанавливаются автоматически в случае однородного топлива.

В сегменте котлов малой и средней мощности технология сжигания на колосниковых решетках всесторонне отработана с точки зрения применяемых конструкторских решений и материалов. Это позволяет тем, кто планирует строить ТЭЦ на биотопливе сегодня, достаточно просто, обратившись к специалистам, выбрать гарантированно работоспособное и эффективное решение для своего предприятия на основании анализа характеристик топлива и условий эксплуатации установки.

Продолжение статьи читайте в Клуб ПИ № 3-2018.

Будучи неотъемлемой частью большого числа технологических процессов и являясь источником технических газов, таких как кислород, азот, аргон, озон и водород, сжатый воздух и то, как каким образом организован процесс его получения, оказывает существенное влияние на качество продукта и экономику производства во многих отраслях. О том, на что стоит обратить внимание при выборе компрессорного оборудования, широко применяемого сегодня для получения сжатого воздуха, эта статья.

СЖАТЫЙ ВОЗДУХ:

ВЫБИРАЕМ КОМПРЕССОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Воздух воздуху рознь

Сталкиваясь с выбором типа и вида оборудования, необходимого для производства и подготовки сжатого воздуха, прежде всего важно четко знать, для каких технологических процессов будет использоваться сжатый воздух.

Сжатому воздуху находят применение на множестве производственных участках. Наиболее распространенным применением сжатого воздуха можно считать функцию энергоносителя для пневмоисполнительных механизмов, элементы управления пневмоагрегатов.

Кроме этого, в каждой отрасли есть свои характерные виды применения, вот лишь некоторые из них:

1. В химической промышленности: транспортировка сыпучих (пневмотранспорт), барботаж;
2. В металлургии: дробеструйка, покрасочные камеры, пневмотранспорт сыпучих;
3. В фармацевтической, пищевой промышленности: покрасочная камера, где продукты питания покрываются глазурью, барботаж, пневмотранспорт, взбивание пищевых продуктов (творог, мороженое и те субстанции, которые, после взбивания, застывают). Помимо этого, сжатый воздух активно используется в процессах ферментации живых культур;
4. Системы жизнеобеспечения: сжатый воздух применяется для наполнения баллонов для аквалангов служб спасения с повышенным качеством чистоты.

Кроме описанных выше, сжатый воздух имеет специфические применения:

- энергетика: на некоторых производствах сжатый воздух используется как компонент гидроаккумулятора, обеспечивая системе необходимый уровень, давление;
- исследования, обследования, где сжатый воздух используется в качестве исследуемой среды. К таким можно отнести аэродинамические трубы, производства, где изделия, контактные соединения испытывают на прочность сжатым воздухом высокого давления.

В зависимости от выполняемой задачи, сжатый воздух может производиться компрессорным оборудованием мощностью от 2 кВт до 40 МВт. Встречаются компрессорные установки, чья единичная мощность превышает значение 40 МВт.

Очевидно, что требования, предъявляемые к сжатому воздуху, не могут быть одинаковы во всех перечисленных выше случаях: каждое применение сжатого воздуха регламентирует определенные, четкие требования по отношению к характеристикам сжатого воздуха.

Так, основным акцентом в пищевой промышленности, в фармацевтике, является критерий наличия бактерий, бактериофагов.

Для металлургии, для химической отраслей важно обеспечить влажность сжатого воздуха, снизить концентрацию по маслу, твердым частицам.

Для автомобильной, электронной промышленности, кроме требований по влажности, потребителям сжатого воздуха необходимо исключить попадания силиконосодержащих компонентов.

Системы подготовки сжатого газа: как это работает

Система подготовки сжатого воздуха включает оборудование нескольких категорий:

- охлаждение, сепарация: к данной категории относится оборудование, основной целью которого служит охлаждение сжатого воздуха, удаление капельной влаги, загрязнений, имеющих крупные размеры;
- предварительная подготовка, фильтрация: данная категория оборудования представлена целой группой фильтров, функцией которых служит задача по удалению твердых частиц, паров масел;
- системы снижения влажности: в этой категории представлены инженерные решения, обеспечивающие снижение концентрации влаги в сжатом воздухе. Наиболее распространенные из них — осушители сжатого воздуха рефрижераторного типа и адсорбционного. В свою очередь, каждая из указанных подгрупп имеет свои разновидности, в основном связанные с тематикой применения, уровнем сложности задачи;
- к одной из категорий относится группа оборудования, отвечающая за удаление из поступающего сжатого воздуха бактерий, запахов.

Сжатый воздух можно считать одним из самых дорогих источников энергии в промышленности, поскольку на его производство необ-

ходимо не только потратить электроэнергию, но и эксплуатировать технологическое оборудование, такое как компрессоры и системы подготовки сжатого воздуха. Поэтому выбор оборудования для подготовки сжатого воздуха должен быть осознанным.

Компрессорные установки: карта выбора

Решение задачи осложняется тем, что универсальной компрессорной установки не существует — для каждой области применений идеальное решение свое.

Все представленные в настоящий момент компрессоры можно разделить на:

— компрессоры объемного принципа действия (в свою очередь де-

лятся на поршневые, винтовые, кулачковые и пластинчато-роторные), — компрессоры динамического принципа действия (центробежные и осевые).

Сориентироваться, какой тип компрессора лучше подходит для определенного применения, поможет приведенная ниже таблица, где также представлена информация по оптимальной конфигурации системы сжатого воздуха.

Как видно из таблицы, универсальной компрессорной установки не существует — для каждой области применений идеальное решение свое. И для того, чтобы его найти, нужно провести анализ потребностей предприятия и требований, предъявляемых к получаемому сжатому воздуху. Учитывая долгий срок эксплуатации оборудования, отнестись к выбору технологии, производителя и компании-исполнителя стоит с максимальной ответственностью.

Тип компрессора	Система подготовки сжатого воздуха	Классическая область применения	Процессы и специфика
Поршневой	Рефрижераторный, либо адсорбционный осушитель	Машиностроение, аэродинамические исследования	Необходимо обеспечить высокое давление (выше 30 бар). Периодичность работы: не постоянная. Реализация таких проектов, в большинстве случаев, возможна с применением инженерного оборудования, когда оно разрабатывается непосредственно для решения данной задачи.
Поршневой	Рефрижераторный, либо адсорбционный осушитель, стерильная подготовка сжатого воздуха	Пищевая индустрия, ПЭТ выдув	Для выдува ПЭТ тары необходимо обеспечить подачу сжатого воздуха, с давлением до 30 бар стерильного сжатого воздуха, в постоянном режиме (в соответствии с режимом работы линии выдува). Такая задача реализуется на основе применения оборудования из стандартного модельного ряда. Удельная мощность компрессора $\geq 10 \text{ кВт} \cdot \text{м}^3/\text{мин}$.
Винтовой	Рефрижераторный, либо адсорбционный осушитель	Большинство отраслей промышленности	Цеховое снабжение управляющим сжатым воздухом.
Винтовой	Рефрижераторный, либо адсорбционный осушитель, стерильная подготовка сжатого воздуха	Пищевая, фармацевтическая промышленности	Сжатый воздух для производственных участков, где происходит контакт с конечным продуктом.
Винтовой	Рефрижераторный, либо адсорбционный осушитель	Машиностроение, химическая промышленность, микроэлектроника	Покрасочные камеры, лазерные установки, создание избыточного давления в производственных камерах. Удельная мощность компрессора $\geq 6,5 \text{ кВт} \cdot \text{м}^3/\text{мин}$
Центробежный	Рефрижераторный, либо адсорбционный осушитель	Машиностроение, металлургия, целлюлозно-бумажная, химическая, горно-добывающая отрасли	Как источник сжатого воздуха большого объема: — для установок разделения газов; — как центральная компрессорная станция для крупных производств. Экономичный источник безмасляного сжатого воздуха. Повышенный моторесурс оборудования. Удельная мощность — $5,6 \div 6 \text{ кВт} \cdot \text{м}^3/\text{мин}$. Ресурс компрессора — более 100 тыс. часов



ИНТЕРЕСНО

Денис Маршинский

Специалист по маркетингу компании «Первый инженер»

РОБОТЫ В ТРУБОПРОВОДАХ

Использование промышленной робототехники является ключевым фактором для стабильного развития предприятий в условиях жесткой конкуренции — ее внедрение позволяет значительно повысить надежность, гибкость и эффективность всего производства. При этом до недавнего времени роботы были известны способностью выполнять только узконаправленную и механическую работу.

С развитием робототехнической индустрии на рынке стали появляться сложные диагностические устройства, способные четко выявлять недостатки эксплуатируемого оборудования, в том числе трубопроводных систем с любым уровнем доступности. Это позволило открыть новые перспективы как для промышленных предприятий, так и для новых подрядчиков. О таких роботах, и возможностях, которые открывают их появление, пойдет речь в этой статье.

Зачем это нужно

Протяженность магистральных трубопроводов в США, которые обеспечивают энергетические потребности страны, составляет более 2,25 млн км. Администрация безопасности трубопроводов и опасных материалов США также сообщает, что с 2010 года в среднем происходит около 200 разливов нефти в год с суммарным объемом более 200 тыс. баррелей нефти. По данным «Гринпис» на нефтепроводах России происходит около 10 000 аварий с ежегодным разливом до 30 млн баррелей нефти, что делает российскую нефтяную промышленность самой грязной в мире. Помимо вреда окружающей среде, необратимый износ трубопроводов несет за собой и другие риски — например, в сентябре 2010 года в городе Сан-Бруно (Северная Калифорния) произошел взрыв одного из газопроводов, повлекший за собой трагические последствия.

Для предупреждения подобных инцидентов добывающие и перерабатывающие компании вынуждены регулярно проверять состояние своих трубопроводов. Обычно эта процедура осуществляется при помощи такого метода, как гидротестирование, когда в трубу под давлением подается вода, либо просто путем проведения выборочных проверок. При этом компании не могут полностью удостовериться, в каком реальном состоянии находятся трубы, и насколько велика вероятность их прорыва.

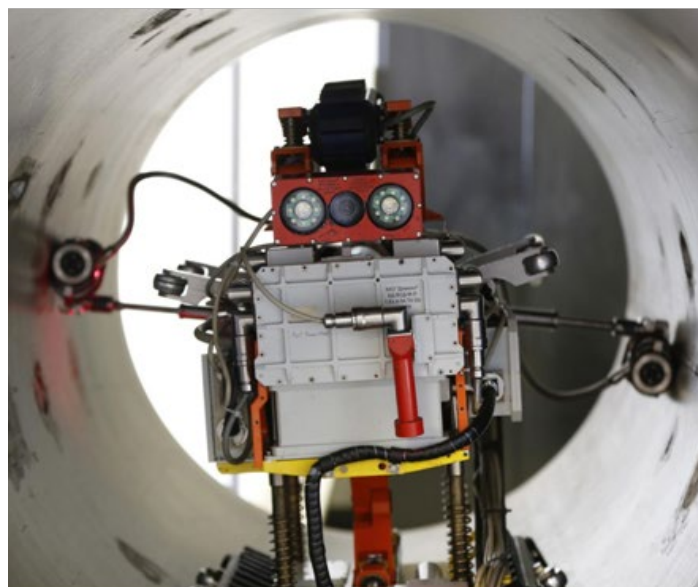
Ситуация сильно изменилась с приходом на рынок робототехнических компаний. Они предлагают использовать для диагностики специально созданных роботов, которые проникают в трубопроводы природного газа и жидкого топлива для проверки на износ, разрыв и коррозию.

Как все начиналось

Первые робототехнические комплексы для выполнения трубопроводной диагностики стали производиться в России в 2005 году, а их способность перемещаться как по ровным трубам, так и кривообразным вызвала бурную реакцию на рынке. Новые открывшиеся воз-

можности позволили «идущим в ногу со временем» предприятиям выявлять в своих трубопроводах различные дефекты сварных швов и запорной арматуры до того, как это могло стать серьезной проблемой.

Следующим этапом в развитии манипуляторов стало появление на рынке сварочного робота, профессиональные возможности которого,

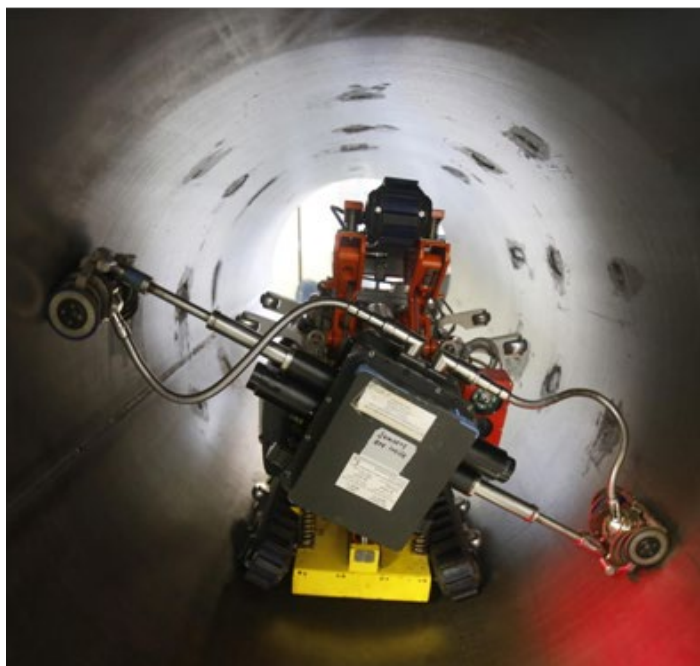


например, помогли успешно провести работы на водно-графитовом реакторе канального типа Билибинской АЭС. Далее был создан уже полнофункциональный комплекс, умеющий проводить восстановительный ремонт телескопических соединений трактов технологических каналов реакторов большой мощности — ему удалось провести успешную модернизацию энергоблоков на Ленинградской АЭС.

Гусеничный робот с электромагнитным-акустическим методом работы успел успешно проявить себя и в США — его функциональные возможности позволили провести подземное исследование трубопроводов высокого давления с локтевыми сгибами на АЭС Соорег в штате Небраска, диагностику газо- и нефтепроводов в Калифорнии и Аляске, а также проверку безопасности систем газоснабжения в Нью-Йорке в районе Манхэттена.

Принцип работы

Принцип работы такого робота следующий: «дистанционно управляемая диагностическая инспекционная система», как ее называют создатели, при помощи комплекта тяговых колёс прокладывает себе путь через любые внутренние препятствия или изгибы трубы. Одновременно с этим 2 манипулятора тщательно проверяют окружность трубопровода, измеряя его толщину и исследуя структурную



целостность. Для этого используются лазеры, видеоустройства и ультразвуковые датчики, которые действуют как сонар, испуская высокочастотные сигналы.

Длинный и прочный кабель соединяет робота со специально обученным оператором, который располагается в фургоне на безопасном расстоянии от трубопровода. В его задачи входит мониторинг и обработка полученных данных для выявления недостатков трубопровода.

Сколько это стоит

В среднем за один день такому роботу удастся проверить 400 метров трубопровода.

Один из представителей данной индустрии выразил следующее мнение: «Возможно, этот процесс не очень быстрый, но главная цель исследования заключается не в скорости, а в получении максимальной точной и полной информации».

Стоимость подобных проектов обычно оценивается в несколько десятков миллионов рублей. По мнению специалистов компании, за-



казки платят не за работу и оборудование, а за определённый результат: «Трубопроводы, пока через них проходит продукт, — это активы, которые приносят деньги. Поэтому при любом простом из-за планового ремонта или, еще хуже, прорывов труб компания может потерять сотни миллионов рублей. Проводя такие исследования, компания имеет возможность получить самую актуальную информацию о состоянии своих трубопроводов и, соответственно, сэкономить свои денежные средства в будущем».

Что дальше

На данный момент одной из последних разработок робототехнической индустрии стало устройство, позволяющее проводить исследования в танках-емкостях нефтехранилищ и других технологических емкостях.

Дно таких хранилищ отличается особой труднодоступностью, поэтому предприятиям обычно приходится их высушивать, приостанавливая на срок от 6 до 8 недель. Очистить такое количество легко воспламеняющегося осадка из резервуара — довольно трудоемкий процесс, который может вылиться в несколько десятков миллионов рублей, не говоря уже об опасности проведения таких работ для сотрудников предприятия. Поэтому появление специально созданного для таких функций робота является выгодным решением для обеих сторон.



Работает данный робот по такому же принципу, как и его трубопроводные «собратья», при этом для успешного выполнения поставленной задачи даже не требуется сливать топливо. Диагностическое устройство погружается на дно резервуара и перемещается по нему, проводя исследовательские работы. Затем полученные данные отправляются оператору, который на основе обработанной информации делает точные выводы о прочности топливного хранилища.

Уже сейчас можно с уверенностью сказать, что данный робот позволит открыть совершенно новые возможности для решения технологических задач промышленности.

В статье использованы материалы:

- 1) <http://www.sandiegouniontribune.com>
- 2) <https://stimul.online>
- 3) <https://www.greenpeace.org>
- 4) <https://www.cia.gov>
- 5) <https://www.phmsa.dot.gov>