



ЭКОЛОГИЯ С ВЫГОДОЙ

Утилизируем тепло
дымовых газов

ВЫБИРАЕМ ПРОЕКТИРОВЩИКА

Реконструкция и модернизация
предприятия

ADVANCE STEEL

Изучаем ПО для проектирования

ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ ДЛЯ ПИВОВАРНИ





Коллеги,

То, что идеи ответственного потребления медленно, но верно проникают в нашу жизнь и формируют новые привычки, думаю, заметили все. Мы перестаем гнаться за модой на гаджеты и электронику, в отпуске ищем приключения вместо того, чтобы тратить время на шопинг, а дома педантично выключаем свет и воду. Несколько лет назад большинству не пришло бы в голову вместо бесплатного пакета в магазине воспользоваться сумкой, предусмотрительно взятой с собой, а сегодня это нормальная практика для многих.

Мы только в начале пути к по-настоящему ответственному поведению в отношении окружающей среды и использованию природных ресурсов. Но с первыми же шагами мы приобретаем полезные привычки, которые со временем становятся нашей новой сутью. А изменив себя, мы захотим менять мир вокруг.

Ответственное потребление неизбежно даст толчок ответственному производству. Даже в тех сферах, где сегодня это кажется невероятным. Меняются покупатели и начинают выбирать компании, чьи действия как минимум не противоречат их собственным ценностям. Меняются люди, работающие на производстве и принимающие решения. Как всегда — успех ждет тех, кто не только первым заметит новый тренд, но и первым найдет возможность внедрять изменения, чтобы построить ответственное производство.

Несколько полезных идей, как это сделать — в очередном выпуске «Клуба ПИ». И если вы решите, что готовы к переменам, команда «Первого инженера» всегда поможет перейти к действиям.

Михаил Баклыгин

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА:

Валентин Рубцов

ЭКОЛОГИЯ С ВЫГОДОЙ: УТИЛИЗАЦИЯ
ТЕПЛА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

3

СЧИТАЕМ ЭКОНОМИЮ. ПОВЫШЕНИЕ КПД
ВАШЕГО КОТЛА ЗА СЧЕТ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ТОПЛИВА

6

Михаил Украинцев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ
ТЕХПЕРЕООРУЖЕНИЯ
И РЕКОНСТРУКЦИИ СЕГОДНЯ

8

Роман Лисовский

ADVANCE STEEL. ПРОЕКТИРОВАНИЕ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

11

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.
ПОЛЕЗНЫЕ ПРАКТИКИ КОМПАНИИ G-TEAM

13

ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ В ДЕЛЕ.
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ ДЛЯ ПИВОВАРНИ

15

Денис Маршинский

МАЛЫЙ ЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД ИЛИ
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАТАСТРОФА XIV-XIX
ВЕКОВ

16



Перейти в группу>>



Перейти в группу>>

В ФОКУСЕ

Валентин Рубцов

Технический менеджер компании «Первый инженер»

В поисках способов повышения эффективности предприятий энергетического сектора, а также других промышленных объектов, на которых используется оборудование, сжигающее ископаемое топливо (паровые, водогрейные котлы, технологические печи и т.д.), вопрос использования потенциала дымовых газов поднимается не в самую первую очередь.

Между тем, опираясь на существующие нормы расчёта, разработанные десятки лет назад, и сложившиеся стандарты выбора ключевых показателей работы подобного оборудования, эксплуатирующие организации теряют деньги, выпуская их в прямом смысле в трубу, попутно ухудшая экологическую обстановку в глобальном масштабе.

В настоящей статье на примере котельного агрегата мы рассмотрим возможности использования дымовых газов как энергоресурса и задачи, возникающие при этом, и пути их решения.

ЭКОЛОГИЯ С ВЫГОДОЙ: УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

Изучаем стандарты

Ключевой параметр, определяющий КПД котельного агрегата, — температура уходящих газов. Тепло, теряемое с уходящими газами, составляет значительную часть всех тепловых потерь (наряду с потерями тепла от химического и механического недожога топлива, потерями с физическим теплом шлаков, а также утечек тепла в окружающую среду вследствие наружного охлаждения). Эти потери оказывают решающее влияние на экономичность работы котла, снижая его КПД. Таким образом, мы понимаем, что чем ниже температура дымовых газов, тем выше эффективность котла.

Оптимальная температура уходящих газов для разных видов топлива и рабочих параметров котла определяется на основании технико-экономических расчётов на самом раннем этапе его создания. При

этом максимально полезное использование тепла уходящих газов традиционно достигается за счёт увеличения размеров конвективных поверхностей нагрева, а также развития хвостовых поверхностей — водяных экономайзеров, регенеративных воздухоподогревателей.

Но даже несмотря на внедрение технологий и оборудования для наиболее полной утилизации тепла, температура уходящих газов согласно действующей нормативной документации должна находиться в диапазоне:

- 120–180 °С для котлов на твёрдом топливе (в зависимости от влажности топлива и рабочих параметров котла),
- 120–160 °С для котлов на мазуте (в зависимости от содержания в нём серы),
- 120–130 °С для котлов на природном газе.



Указанные значения определены с учетом факторов экологической безопасности, но в первую очередь, исходя из требований к работоспособности и долговечности оборудования.

Так, минимальный порог задаётся таким образом, чтобы исключить риск выпадения конденсата в конвективной части котла и далее по тракту (в газоходах и дымовой трубе).

Однако для предупреждения коррозии вовсе не обязательно жертвовать теплом, которое выбрасывается в атмосферу вместо того, чтобы совершать полезную работу.

Коррозия. Исключаем риски

Не спорим, коррозия — явление неприятное, способное поставить под угрозу обеспечение безопасной работы котельной установки и существенно сократить назначенный ей срок эксплуатации.

При охлаждении дымовых газов до температуры точки росы и ниже, происходит конденсация водяных паров, вместе с которыми переходят в жидкое состояние и соединения NO_x , SO_x , которые, вступая в реакцию с водой, образуют кислоты, разрушительно воздействующие на внутренние поверхности котла. В зависимости от типа сжигаемого топлива, температура кислотной точки росы может быть различной, как и состав кислот, выпадающих в виде конденсата. Результат, тем не менее, один — коррозия.

Уходящие газы котлов, работающих на природном газе, в основном имеют в своем составе следующие продукты сгорания:

- водяные пары (H_2O),
- углекислый газ (CO_2),
- угарный газ (CO),
- несгоревшие горючие углеводороды C_nH_m .

Два последних появляются при неполном сгорании топлива, когда режим горения не отлажен.

Поскольку в атмосферном воздухе содержится большое количество азота, среди прочего, в продуктах сгорания появляются оксиды азота NO и NO_2 , обобщённо именуемые NO_x , пагубно воздействующие на окружающую среду и здоровье человека. Соединяясь с водой, оксиды азота и образуют коррозионно-активную азотную кислоту.

При сжигании мазута и угля в продуктах сгорания появляются оксиды серы SO_x . Их негативное воздействие на окружающую среду также широко исследовано и не подвергается сомнению. Образующийся при взаимодействии с водой кислый конденсат вызывает сернистую коррозию поверхностей нагрева.

Традиционно, температура уходящих газов, как было показано выше, выбирается таким образом, чтобы защитить оборудование от выпадения кислоты на поверхностях нагрева котла. Более того, температура газов должна обеспечить конденсацию NO_x и SO_x за пределами газового тракта с тем, чтобы защитить от коррозионных процессов не только сам котёл, но и газоходы с дымовой трубой. Конечно, существуют определённые нормы, ограничивающие допустимые концентрации выбросов оксидов азота и серы, но это нисколько не отменяет факт накопления этих продуктов сгорания в атмосфере Земли и выпадение их в виде кислотных осадков на её поверхность.

Сера, содержащаяся в мазуте и угле, а также унос не сгоревших частиц твёрдого топлива (в том числе золы) накладывают дополнительные условия по очистке дымовых газов. Применение систем газоочистки значительно удорожает и усложняет процесс утилизации тепла дымовых газов, делая подобные мероприятия слабо привлекательными с экономической точки зрения, а зачастую практически не окупаемыми.

В некоторых случаях местные органы власти устанавливают минимальную температуру дымовых газов в устье трубы с целью обеспечения адекватного рассеяния уходящих газов и отсутствия дымового факела. Кроме того, некоторые предприятия могут по собственной инициативе применять подобную практику для улучшения своего



имиджа, поскольку широкая общественность зачастую интерпретирует наличие видимого дымового факела как признак загрязнения окружающей среды, в то время как отсутствие дымового факела может рассматриваться как признак чистого производства.

Всё это приводит к тому, что при определённых погодных условиях предприятия могут специально подогревать дымовые газы перед выбросом их в атмосферу. Хотя, понимая состав уходящих газов котла, работающего на природном газе (он детально разобран выше), становится очевидно, что белый «дым», который идёт из трубы (при правильной настройке режима горения), — это по большей части пары воды, образующиеся в результате реакции горения природного газа в топке котла.

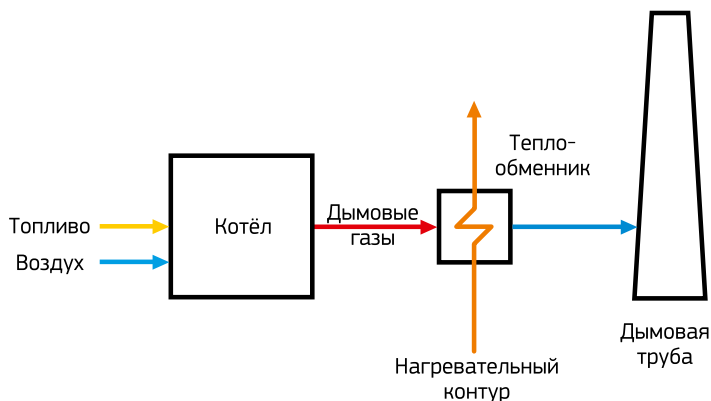
Борьба с коррозией требует применения материалов, устойчивых к её негативному воздействию (такие материалы существуют и могут применяться на установках, использующих в качестве топлива газ, продукты нефтепереработки и даже отходы), а также организации сбора, переработки и утилизации кислого конденсата.

Технология

Внедрение комплекса мер по снижению температуры дымовых газов за котлом на существующем предприятии обеспечивает увеличение КПД всей установки, в состав которой входит котельный агрегат, используя, прежде всего, сам котёл (тепло, вырабатываемое в нём).

Концепция таких решений, по сути, сводится к одному: на участке газохода до дымовой трубы монтируется теплообменник, воспринимающий тепло дымовых газов охлаждающей средой (например, водой). Эта вода может быть, как непосредственно конечным теплоносителем, который необходимо нагреть, так и промежуточным агентом, который передаёт тепло посредством дополнительного теплообменного оборудования другому контуру.

Принципиальная схема представлена на рисунке:



Сбор образующегося конденсата происходит непосредственно в объёме нового теплообменного аппарата, который выполняется из коррозионно-устойчивых материалов. Это обусловлено тем, что порог температуры точки росы для влаги, содержащейся в объёме уходящих газов, преодолевается именно внутри теплообменника. Таким образом, полезно используется не только физическое тепло дымовых газов, но и скрытая теплота конденсации содержащихся в них водяных паров. Сам же аппарат должен рассчитываться таким образом, чтобы его конструктив не оказывал чрезмерного аэродинамического сопротивления и, как следствие, ухудшения условий работы котельного агрегата.

Конструкция теплообменного аппарата может представлять собой либо обычный рекуперативный теплообменник, где перенос тепла от газов к жидкости происходит через разделяющую стенку, либо контактный теплообменник, в котором дымовые газы вступают в непосредственный контакт с водой, которая разбрызгивается форсунками в их потоке.

Для рекуперативного теплообменника решение вопроса по кислотному конденсату сводится к организации его сбора и нейтрализации. В случае же с контактным теплообменником применяется несколько иной подход, схожий с периодической продувкой системы обратного водоснабжения: по мере увеличения кислотности циркулирующей жидкости, некоторое её количество отбирается в накопительный бак, где происходит обработка реагентами с последующей утилизацией воды в дренажную канализацию, либо направлением её в технологический цикл.

Отдельные применения энергии дымовых газов могут быть ограничены вследствие разницы между температурой газов и потребностями в определённой температуре на входе энергопотребляющего процесса. Однако и для таких, казалось бы, тупиковых ситуаций разработан подход, который опирается на качественно новые технологии и оборудование.

С целью повышения эффективности процесса утилизации тепла дымовых газов в мировой практике в качестве ключевого элемента системы всё чаще применяются инновационные решения на базе тепловых насосов. В отдельных секторах (например, в биоэнергетике) такие решения применяются на большинстве вводимых в эксплуатацию котлов. Дополнительная экономия первичных энергоресурсов в этом случае достигается за счёт применения не традиционных парокompрессионных электрических машин, а более надёжных и технологичных абсорбционных тепловых насосов (АБТН), которым для работы нужна не электроэнергия, а тепло (зачастую это может быть неиспользуемое бросовое тепло, которое в избытке присутствует практически на любом предприятии). Такое тепло стороннего греющего источника активизирует внутренний цикл АБТН, который позволяет преобразовывать располагаемый температурный потенциал уходящих газов и передавать его более нагретым средам.

Результат

Охлаждение уходящих газов котла с применением подобных решений может быть достаточно глубоким — до 30 и даже 20 °C с первоначальных 120–130 °C.

Полученного тепла вполне достаточно, чтобы подогреть воду для нужд химводоподготовки, подпитки, ГВС и даже теплосети.

Экономия топлива при этом может достигать 5–10%, а повышение КПД котельного агрегата — 2–3%.

Таким образом, внедрение описанной технологии позволяет решать сразу несколько задач:

- максимально полное и полезное использование тепла дымовых газов (а также скрытой теплоты конденсации водяных паров),
- снижение объёма выбросов NOx и SOx в атмосферу,
- получение дополнительного ресурса — очищенной воды (полезное применение воде найдется на любом предприятии, например, в качестве подпитки теплосети и других водяных контуров),
- ликвидация дымового факела (он становится едва различимым или исчезает вовсе).

Практика показывает, что целесообразность применения подобных решений в первую очередь зависит от:

- возможности полезной утилизации имеющегося тепла дымовых газов,
- продолжительности периода использования получаемой тепловой энергии,
- стоимости энергоресурсов на предприятии,
- наличия превышения предельно допустимой концентрации выбросов по NOx и SOx (а также от строгости местного экологического законодательства),
- способа нейтрализации конденсата и вариантов его дальнейшего использования.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Котёл — ключевой элемент системы теплоснабжения, и оптимизация режима его работы может дать ощутимый эффект в части снижения затрат предприятия. Сколько сможете сэкономить вы? Считайте вместе с «Клубом ПИ».

СЧИТАЕМ ЭКОНОМИЮ: ПОВЫШЕНИЕ КПД ВАШЕГО КОТЛА ЗА СЧЕТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА

Эффективно работающий котел: основные правила.

Эксплуатация котла при оптимальном количестве воздуха на горение позволяет свести к минимуму потери тепла с уходящими дымовыми газами и повысить КПД сжигания топлива. Эффективность сжигания топлива является мерой того, насколько эффективно calorificity топлива преобразуется в полезную тепловую энергию.

Основные индикаторы того, насколько эффективно сжигается топливо:

- температура дымовых газов в дымовой трубе
- концентрация кислорода (или диоксида углерода) в дымовых газах.

При полном перемешивании требуется точное или стехиометрическое количество воздуха для того, чтобы он весь вступил в реакцию с необходимым количеством топлива. На практике условия горения никогда не бывают идеальными, поэтому для полного сгорания топлива требуется дополнительный или «избыточный» воздух.

При разработке котлов и анализе их работы, при оценке качества ведения топочного режима обычно пользуются не фактическим объ-

емом подаваемого воздуха, а коэффициентом его избытка (λ), под которым понимают отношение фактически подаваемого количества воздуха к теоретически необходимому:

$$\lambda = V_d / V_t$$

Требуемое количество избыточного воздуха определяется на основе анализа концентрации кислорода или диоксида углерода в дымовом газе. Если избыточного воздуха будет слишком мало, это может привести к тому, что топливная смесь сгорит не полностью (углеводороды, CO, сажа, дым и т.д.), а если избыточного воздуха будет слишком много, это приведет к потерям тепла в увеличенном объеме дымовых газов. В результате чего общая эффективность сжигания топлива при производстве пара снизится. В таблице ниже приведена зависимость КПД сжигания топлива производительности котла от процентного содержания воздуха и кислорода в дымовых газах.

Эффективность сгорания природного газа в качестве топлива при условии полного сгорания и минимальной влажности воздуха для горения

Избыток, %		КПД сжигания топлива, %					
		Температура отработанного газа минус температура воздуха в камере сгорания, °C					
Воздух	Кислород	100	150	200	250	300	
9.5	2.0	85.4	83.1	80.8	78.4	76.0	
15.0	3.0	85.2	82.8	80.4	77.9	75.4	
28.1	5.0	84.7	82.1	79.5	76.7	74.0	
44.9	7.0	84.1	81.2	78.2	75.2	72.1	
81.6	10.0	82.8	79.3	75.6	71.9	68.2	

В грамотно спроектированных системах, работающих на природном газе, количество избыточного воздуха может достигать 10% от теоретически необходимого объема. Как показывает практика, эффективность котла может быть увеличена на 1% на каждые 15% уменьшения количества избыточного воздуха или на каждые 4,5°C снижения температуры дымовых газов.





Считаем экономию

Котел работает 8000 часов в год и ежегодно потребляет 14,1 млн. м³ природного газа, производя 20 тонн пара в час при давлении 1 Мпа. Анализ дымового газа показал, что количество избыточного воздуха в нем составляет 44,9%, разница между температурами дымового газа и воздуха для горения составляет 204°C. Из таблицы получаем, что эффективность сжигания топлива в котле составляет 78,2% (E1). Регулировка котла позволяет снизить количество избыточного воздуха до 9,5% при разнице между температурами дымового газа и воздуха для горения 149°C. Эффективность сжигания топлива в котле увеличивается до 83,1% (E2).

При стоимости природного газа 4,8 млн. руб. за млн м³*, ежегодная экономия составляет:

Ежегодная экономия = Потребление топлива x (1-E1/E2) x Стоимость топлива

$$= 14,1 \times (1 - 78,2/83,1) \times 4,8 = 14,1 \times (1 - 0,94) \times 4,8 = 14,1 \times 0,059 \times 4,8 = 3,993 \text{ млн. руб. в год}$$

Руководство к действию

- При работе котлов количество избыточного воздуха часто превышает оптимальный уровень. Чтобы поддерживать количество избыточного воздуха на оптимальном уровне, периодически проверяйте состав дымовых газов и выполняйте наладку ваших котлов.
- Подумайте о том, чтобы организовать онлайн-мониторинг уровня кислорода в дымовых газах, чтобы быстро определять тенденции потерь энергии. Это позволит вам обеспечить раннее предупреждение о сбоях в управлении и обеспечить вас данными для принятия решений.
- Процентное количество кислорода в дымовом газе можно измерять при помощи недорогих газопоглощающих тестовых комплексов (газоанализаторов). Более дорогие ручные газоанализаторы с возможностью подключения к компьютеру отображают процент кислорода, температуру дымового газа и КПД котла. Мы рекомендуем использовать их в системах, потребляющих топлива более чем на 30 млн руб. ежегодно.
- В случаях, когда потребление топлива сильно меняется (котлы на газе, получаемом при переработке нефти, щепе и многотопливные котлы), а также когда сильно варьируется расход пара, имеет смысл установить поточный анализатор количества кислорода. Система регулирования количества кислорода обеспечит обратную связь с органами управления горелкой, что позволит автоматически уменьшать количество избыточного воздуха и оптимизировать качество топливно-воздушной смеси.

Статья подготовлена Дмитрием Шабановым и Александром Лебедевым с использованием материалов сайта <https://www.energy.gov>

* Расчет основан на тарифах для объектов Московской области. Используя данные о тарифах вашего региона и параметрах работы вашего котла, вы можете рассчитать потенциал экономии на вашем предприятии.



ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Михаил Украинцев

Начальник управления комплексного проектирования компании «Первый инженер»

Из 10 проектов, реализуемых на российском промышленном рынке сегодня, только 2 — новое строительство, а остальные — проекты, связанные с реконструкцией или модернизацией уже имеющихся производств.

Для выполнения любых проектных работ заказчик выбирает исполнителя среди компаний, сравнить которые линейно довольно сложно ввиду слишком тонких, но значимых отличий в структуре и организации внутренних процессов. Две основные конкурирующие силы на российском рынке проектирования сегодня — это привычные проектные организации и инжиниринговые компании, выполняющие проектирование как самостоятельную работу или в рамках комплексных проектов, включающих также строительно-монтажные и пусконаладочные работы. Понимание того, как устроена работа в компаниях обоих типов, а также взвешенная оценка требований, ключевых для конкретной задачи, поможет выбрать идеальное решение исходя из специфики проекта.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ТЕХПЕРЕВООРУЖЕНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ СЕГОДНЯ

Основные участники рынка

Новое строительство промышленных объектов — это всегда огромные инвестиции и долгий срок окупаемости. Поэтому любой собственник всегда заинтересован в том, чтобы срок эксплуатации его объекта был как можно более долгим.

Однако в течение длительного периода неизбежны физический износ конструкций, внесение изменений в действующие нормативы, и весьма вероятно появление необходимости в увеличении производственных мощностей и расширении технологических возможностей предприятия.

Продлить срок «жизни» производства и обеспечить его соответствие современным представлениям об эффективности позволяют реконструкции, технические перевооружения и модернизации.

Учитывая тот факт, что вложений такие проекты требуют значительно меньших, чем новое строительство, а промышленных объектов, возраст которых превышает 20–30 лет (многие из них были построены еще в советский период) в нашей стране множество, не удивительно, что в промышленном секторе на данный момент значительную долю потребности в проектировании составляют именно проекты Технического перевооружения, Реконструкции и Модернизации.

Снижение числа масштабных проектов строительства привело к изменению состава участников на рынке предоставления проектных услуг. Проектным институтам экономически нецелесообразно заниматься проектами с небольшими объемами и, как следствие, низкой стоимостью работ. Поэтому число проектных «гигантов» значительно снизилось: оставшиеся являются в большей части ведомственными институтами крупных компаний (АК Транснефть, Роснефть, Газпромнефть, РусГидро и т.д.). Увеличилось количество проектных организаций малого и среднего размера со штатом проектировщиков от 5 до 30 специалистов.

Инжиниринговые компании — относительно новые участники рынка. Спектр решаемых ими задач широкий и может включать:

- технико-экономическое обоснование проекта;
- планирование финансовых потоков, обеспечение финансирования;
- полное управление проектом или его частями;
- проектирование, моделирование, дизайн;
- работа с поставщиками и подрядчиками;
- обеспечение пуско-наладочных работ;
- обеспечение перевозок;
- аудит, лицензирование и т.д.

Казалось бы, выбор между «компанией-оркестром» и организацией с узкой специализацией, заведомо лучше разбирающейся в задачах, составляющих ее основную деятельность, очевиден. Однако не все так просто.

Оцениваем задачу — выбираем исполнителя

Задачи, решаемые при реконструкции и техническом перевооружении, как правило, не требуют большого коллектива проектировщиков, но крайне требовательны к исполнителю, уровень компетенции которого должен быть «выше среднего».

Каждый специалист команды в таком проекте должен:

- Знать методологию и иметь значительный опыт проектирования,
- Разбираться в технологиях монтажа и строительства,
- Обладать широким кругозором в части оборудования: знать представленных на рынке производителей и понимать особенности их оборудования с точки зрения эксплуатационной и функциональной пригодности для конкретного объекта, долговечности, ремонтоспособности и, что немаловажно, стоимости.

Почему возник вопрос стоимости? Ведь формально, основной целью проектировщика является достижение требуемых технических показателей с должной надежностью и соблюдением требований безопасности.

Ответ на поверхности. Если принятые решения по достижению технических показателей и безопасности потребуют привлечения средств, превышающих бюджетные ожидания или ограничения заказчика, то, с большой долей вероятности, проект не будет реализован. Таким образом, велика вероятность, что оплаченная заказчиком работа по проектированию отправится в корзину, а поставленная задача решена не будет.

Исключить такую вероятность позволяют так называемые «проекты под ключ» (выполнение одним подрядчиком всех работ, начиная с технико-экономического обоснования и кончая пуском всего объекта). При этом предельная стоимость работ оговаривается до выполнения проектной и рабочей документации, поскольку для объектов технического перевооружения и реконструкции при должном подходе возможно рассчитать затраты на строительство и эксплуатацию без разработки Рабочей документации.

Классическая методология проектирования/реализации объекта (наличие нескольких подрядчиков — по проектированию, поставке оборудования, монтажу) в условиях быстро меняющегося рынка оборудования, материалов и методов строительства не позволяет точно оценить затраты по строительству без разработки Рабочей документации.

Применение классического метода проектирования для указанных выше объектов не гарантирует успешной реализации поставленной задачи. Проекты выполняются «концептуально» без должного уровня детализации. Выявляемые при реализации коллизии приводят к увеличению затрат CAPEX и сроков строительства.

Для реализации EPC проектов требуется формирование компактной и высокопрофессиональной команды проектировщиков, в дополнение к основным навыкам проектирования, способным:

- проводить обследования существующих инженерных систем;
- плотно сотрудничать со службами Заказчика (на этапе сбора данных, согласования рабочей документации, авторского надзора за реализацией);
- активно сотрудничать с поставщиками основного и вспомогательного оборудования, логистическими подразделениями, производственно-техническими отделами монтажных подразделений.

Реализация проектов на действующих производствах требует слаженных действий всех участников команды — менеджеров, проектировщиков, логистов, специалистов снабжения и ПТО, строителей и монтажников.

Ниже приведена таблица со сравнением подходов применяемых проектными организациями и инжиниринговыми компаниями для решения некоторых задач в проектах.

Проектная организация	Инжиниринговая компания
Формирование стоимости разработки Проектной и Рабочей документации	
— Базисно-индексный метод с применением сборников базовых цен (СБЦ); — Ресурсный метод. Возможность применения базисно-индексного метода ограничена для решения нетривиальных задач, не имеющих ранее выполненных аналогов.	— Ресурсный метод. При этом инжиниринговая компания в EPC-проектах имеет возможность определить стоимость этапа проектирования по себестоимости за счет комплексного подхода.
Выбор оборудования, применяемого в проекте	
— Выполняется на основе проектных показателей, заявленных производителями. — Выполняется специалистами, знакомыми с характеристиками оборудования, но не имеющими опыта его монтажа или эксплуатации.	— Выполняется на основе проектных показателей заявленных производителями. Дополнительно к этому: — подбор оборудования выполняется на основе проверки производителя. При этом инжиниринговая компания оценивает производственные возможности и опыт поставщика, а с рядом производителей имеет соглашения о сотрудничестве с производителями, обеспечивающие дополнительные «плюсы». — участники проектной команды имеют практический опыт монтажа/эксплуатации оборудования, позволяющий дать экспертную оценку оборудования; — выбор оборудования осуществляется с учетом реальных сроков и условий поставки; — учитываются требования и ограничения связанные с проведением монтажных работ.
Формирование календарного плана строительства	
Основывается на: — технологической последовательности производства работ; — нормативной трудоемкости видов работ определенной по Сборнику базовых цен (СБЦ).	— Основывается на технологической последовательности производства работ. — Сроки этапов определяются на основании разработки проекта производства работ производственно-техническим отделом. — Учитывает сроки возможного/планового «останова» установки или производства. — Учитывает сроки поставки на площадку строительства требуемых материалов.

Возможный спектр задач, решаемых при реализации объекта

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> — Выполнение Проектной и Рабочей документации. — Сопровождение при прохождении экспертиз Проектной и Рабочей документации. — Авторский надзор на этапе строительства. | <ul style="list-style-type: none"> — Техничко-экономическое обоснование проекта. — Выполнение экспертных обследований существующих инженерных систем. — Выполнение Проектной и Рабочей документации. — Получение необходимых Технических условий от внешних сетевых организаций. — Работа с поставщиками оборудования. — Сопровождение при прохождении экспертиз Проектной и Рабочей документации. — Авторский надзор на этапе строительства. — Пусконаладочные работы. — Обеспечение перевозок. |
|---|---|

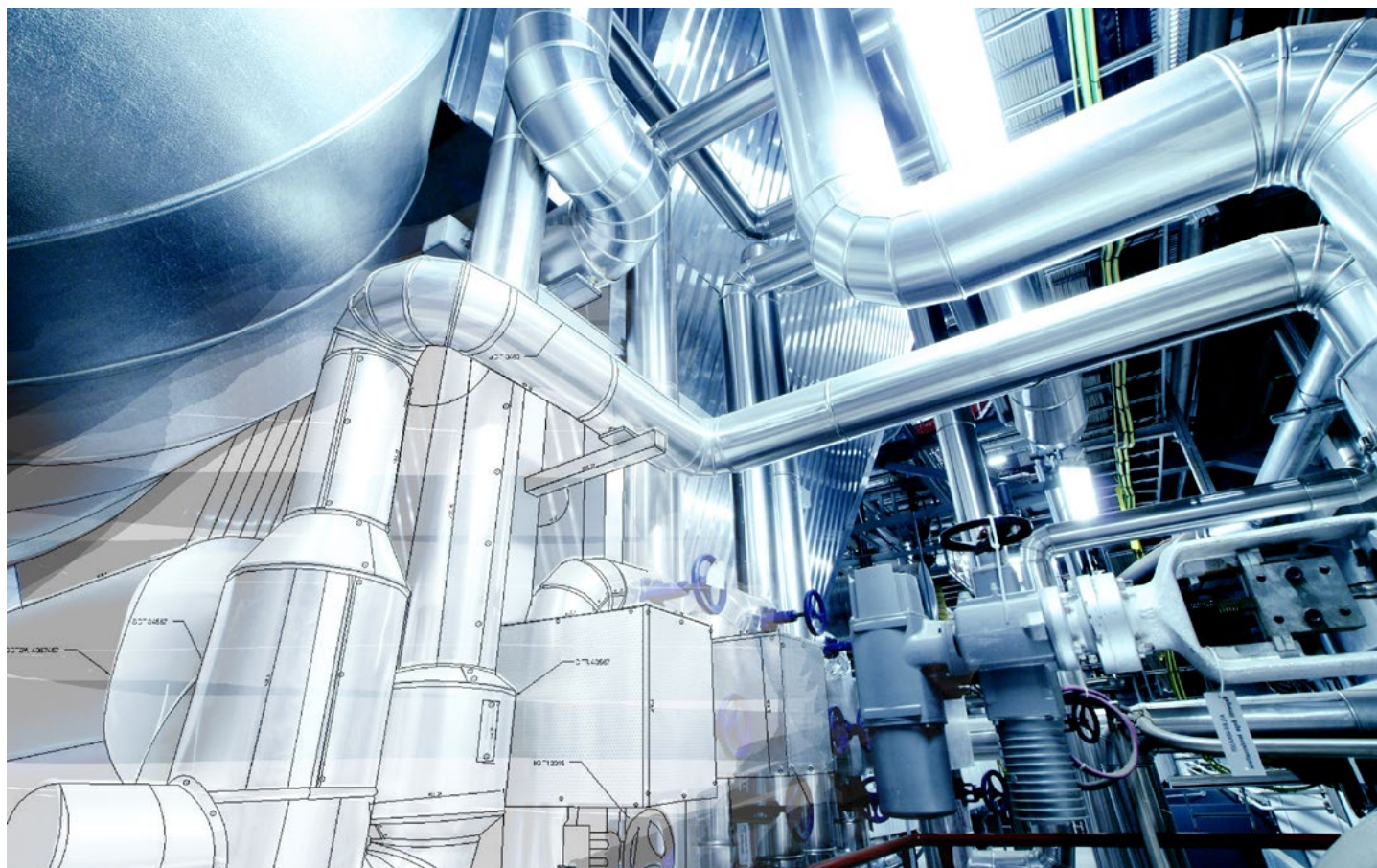
Нужно отметить, что широкий спектр ИК позволяет Заказчику минимизировать затраты на содержание собственной проектной команды, осуществляющей координацию специализированных подрядчиков на разных этапах реализации и контроль за ними.

Качество, комплектность и степень проработки проектной продукции определяет наличие успеха, выполнение первоначально заданных целей на старте проекта.

Как показывает проведенное сравнение, проектная продукция, разработанная командой инженеринговой компании, имеет глубокую степень проработки деталей, что снижает неопределенность и возможные риски при реализации. Подход, применяемый инженеринговыми компаниями, в любых проектах, но особенно на объектах техперевооружения реконструкции, позволяет достичь наимень-

шей (из возможных для поставленной задачи) конечной стоимости объекта, снизить нагрузку на подразделения и службы Заказчика, учесть факторы, обеспечивающие минимальные сроки простоя технологических процессов.

Методы, ресурсы и опыт инженеринговых компаний, успешно и с гарантированным результатом могут быть применены не только на этапе проектирования, но и на стадии определения инвестором бюджета проекта, принятия решения о старте проекта.



ПОЛЕЗНЫЙ ОПЫТ

Роман Лисовский

Ведущий инженер-проектировщик компании «Первый инженер»

О том, как BIM-технологии¹ в корне меняют процесс проектирования, сокращая временные затраты и упрощая работу над внесением изменений в проект, читателям «Клуба ПИ» уже рассказывала моя коллега Анна Чугунова. Программное обеспечение Advance Steel — часть BIM-технологий, предназначенная для моделирования стандартизированных и нестандартных металлических конструкций, применяемых в промышленном и гражданском строительстве.

Опираясь на личный опыт работы с этим ПО, сегодня я расскажу о преимуществах и недостатках Advance Steel и возможностях, которые его использование даст специалистам-проектировщикам.

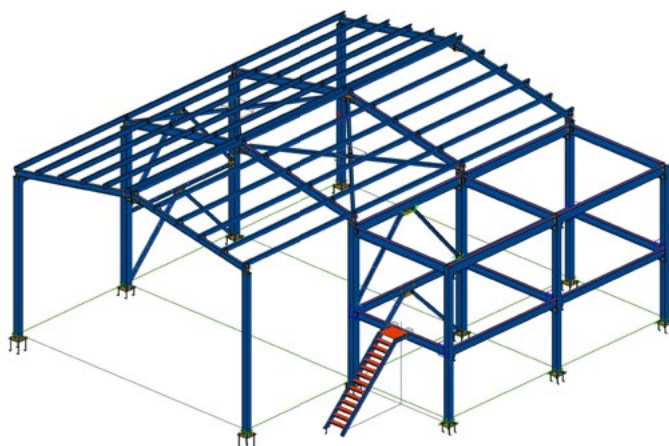
ADVANCE STEEL

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

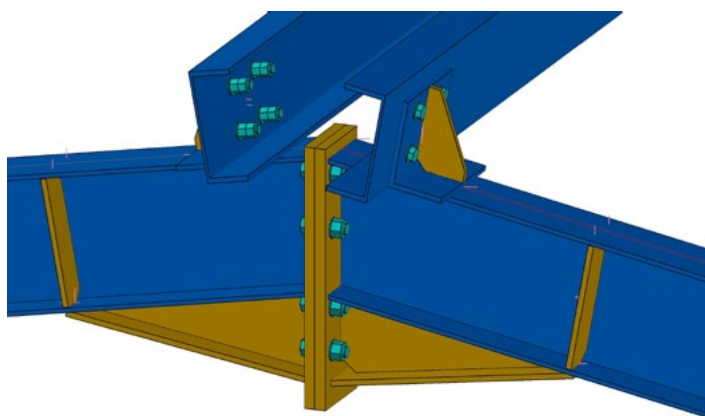
Начнем с функционала и возможностей программы

1. Компания GRAITEC, разработчик Advance Steel, появилась на российском рынке в 2009 году, и на тот момент пользователям предлагалось только специализированное приложение для AutoCAD — Autodesk Advance Steel. С 2012 года GRAITEC предлагает российским пользователям независимую CAD платформу. За время адаптации и применения на российском рынке к сегодняшнему дню создано значительное количество каталогов профилей, типовых узлов (по российским и зарубежным стандартам), которые позволяют эффективно и в короткий срок внедрить и использовать данное ПО. При этом имеется возможность создавать пользовательские сечения и другие элементы — просто и быстро.
2. Результаты работы над информационной моделью в Advance Steel можно вывести как в комплект чертежей марок КМ, КМД согласно ГОСТ Р 21.1101-2013, так и файлы с набором данных для загрузки непосредственно на станки с ЧПУ на заводах производства металлоконструкций.
3. Более того, программа дает возможность сформировать задание на изготовление ПО быстрее, чем сформировать чертежи для сборки металлического каркаса на месте строительства. Данная возможность позволяет «сломать» привычный порядок действий. Когда проектный институт формирует рабочую документацию (КМ), после чего марка КМ попадает в производственно-технический отдел на завод изготовитель, где формируется задание для изготовления. Появляется возможность запараллелить процессы и сократить сроки.

4. За счет встроенных инструментов проверки Advance Steel дает возможность на этапе проектирования избежать многих ошибок (коллизий), что значительно снижает возможные риски при строительстве. Внутренние инструменты проверки исключают возможность пересечений элементов друг с другом и возможность несоответствия расположения отверстий на присоединяемых элементах, конструкциях или пластинах.
5. Имеется возможность автоматизировано выпустить комплект чертежей, моделей, спецификаций марок КМ, КМД, а также дополнить чертежи различными 3d видами каких-либо сложных узлов или конструкций. При оперативном вмешательстве в модель в процессе строительства или при корректировке на этапе проектирования комплект чертежей и спецификаций автоматически корректируется.



¹ BIM (Building Information Modeling) — технология информационного моделирования в строительстве, включающая в себя процессы создания, изменения и последующего использования виртуальной копии здания или сооружения.



6. В рамках концепции BIM Advance Steel позволяет обмениваться данными с различными программами для расчета конструкций (Robot, SCAD Structure, ЛИРА-САПР). Полезная функция, которая позволяет сократить время на введение модели в расчетную программу. Двусторонняя связь с расчетными программами дает возможность после корректировки сечений каркас в программах Robot, SCAD Structure, ЛИРА-САПР автоматически откорректировать модель в Advance Steel.
7. Advance Steel совместим (связан) с ПО для технологического проектирования — Plant 3d, Aveva PDMS и др. Это позволяет получить общую информационную модель, объединяющую в себе технологические коммуникации, оборудование и строительные конструкции. В результате повышается качественный уровень проектирования и исключаются пересечения конструкций и оборудования. При внесении изменений в проект как со стороны технолога, так и со стороны конструктора, модель обновляется и, в случае необходимости устранения коллизий, формирует запрос пользователям.

А теперь о плюсах и минусах использования Advance Steel:

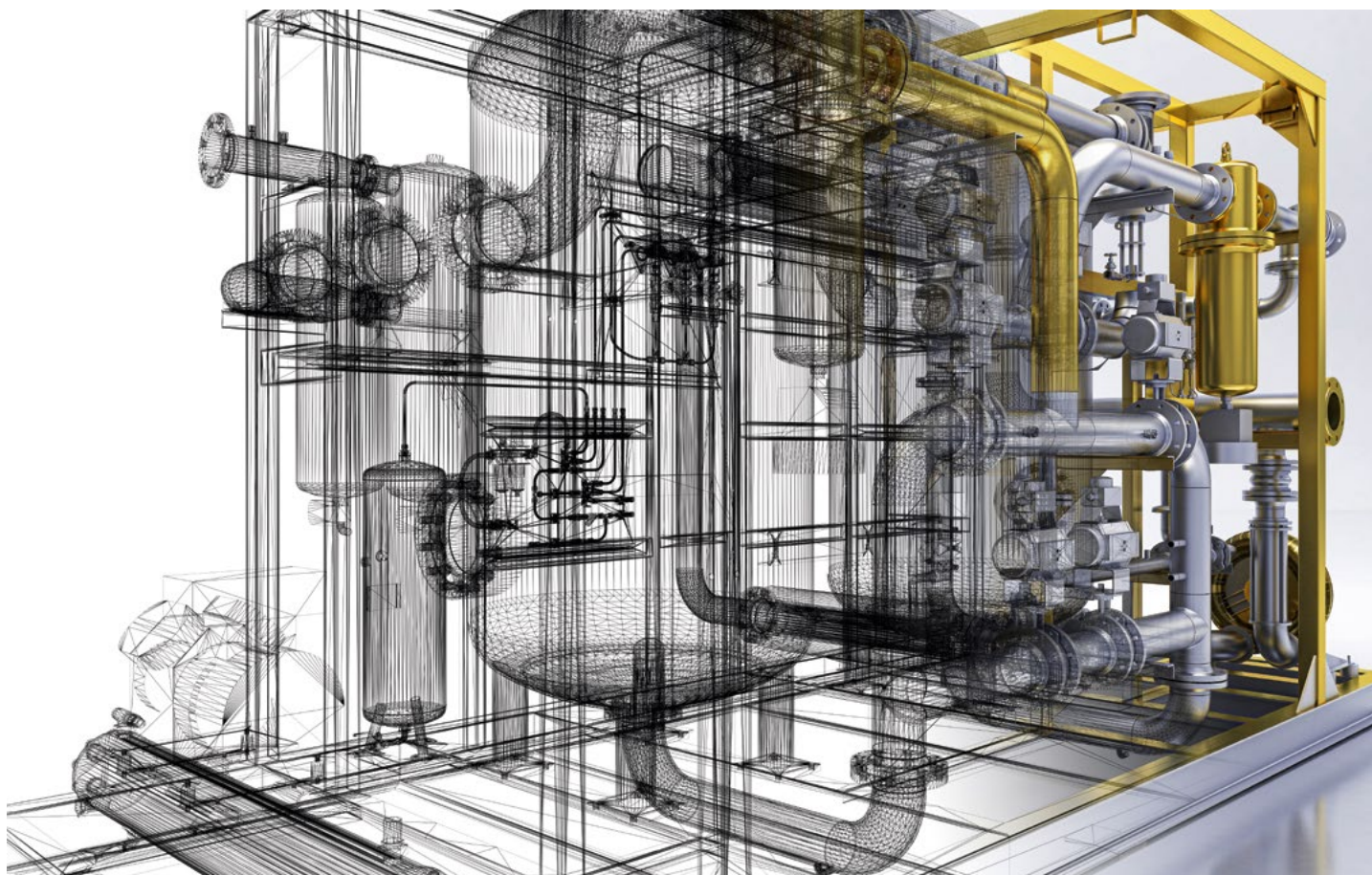
Плюсы:

- Режим многопользовательской работы
- Возможность совмещения моделей Plant, Revit
- Возможность формирования файла-задания для станка с ЧПУ для производства металлоконструкций
- Внутренние инструменты проверки значительно сокращают возможные пересечения, коллизии конструкций между собой и с технологическими коммуникациями
- У вас появится возможность представить заказчику не двухмерные чертежи, а информативную 3D модель, понятную даже не профессионалу в данной области.

Минусы:

- Технологии BIM-проектирования набирают обороты, программа имеет определенные недостатки технического характера. Для их устранения требуется техническая поддержка разработчиков ПО
- Для возможности работы в данной программе потребуется оборудовать рабочие места по достаточно высоким стандартам к «железу».

Сопоставляя перечисленные плюсы и минусы, можно сделать вывод о том, что программное обеспечение Advance Steel безусловно заслуживает внимания. Учитывая нарастающий интерес крупных заказчиков (ПАО «Газпром нефть», ПАО «Роснефть», ПАО «СИБУР Холдинг») к технологиям BIM-проектирования, становится понятно, что в ближайшем будущем рынок проектирования и строительства не сможет существовать без технологий BIM, и те организации, которые смогут внедрить в свой рабочий процесс данные технологии, окажутся среди лидеров отрасли.



ИНТЕРВЬЮ

Интерес к паровым турбинам малой мощности, успешно применяемым в Европе уже несколько десятилетий, в России пока только зарождается, но ожидаемый (и уже наблюдаемый) рост тарифов на электроэнергию позволяет прогнозировать уверенный рост спроса на турбины на российском рынке в ближайшие годы. По наблюдениям «Первого Инженера», уже сейчас предприятия из регионов с высокой стоимостью электроэнергии активно задумываются о возможностях собственной генерации для снижения издержек. Специально для них наша компания расширила список предлагаемых решений и теперь помогает потребителям пара генерировать электроэнергию для собственных нужд. В основе нашей системы — паротурбинные установки. И, разумеется, лучшее оборудование: так в диапазоне от 0,1 до 1,5 МВт электрической мощности, мы предлагаем своим клиентам турбины компании G-Team (Чехия). Именно этот производитель покори нас основательным подходом к процессу разработки и производства оборудования.

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ. ПОЛЕЗНЫЕ ПРАКТИКИ КОМПАНИИ G-TEAM

Сегодня знакомим читателей «Клуба ПИ» с исполнительным директором G-Team Юрием Рышка (фото слева) и директором по развитию Миланом Рыгелем (фото справа), и узнаем о том, как устроен бизнес компании.



Клуб ПИ: Ваша компания работает с атомной энергетикой, когенерацией, котельными, химической, пищевой, фармацевтической промышленностью, и при этом имеет относительно небольшой штат специалистов. Скажите, как G-Team удается решать вопросы комплексного проектирования для такого широкого спектра отраслей?

G-Team: Мы уделяем большое внимание сохранению ноу-хау отдельных проектных профессий (машинная, строительная, электрочасти и т.д.): усиленно работаем над развитием проектировщиков с помощью профессионального обучения, семинаров, а также практики прямо на объектах, где специалисты на практике проверяют свои решения для отдельных задач. В случае, если необходимо реализовывать несколько проектов одновременно, мы подключаем проверенных специалистов из проектировочных бюро и покупаем их услуги. В таком случае наши специалисты координируют работу привлекаемых проектировщиков таким образом, чтобы все было в соответствии с концепциями отдельных проектов и требованиями заказчиков.

Клуб ПИ: Каждая отрасль имеет свои собственные требования и тонкости, которые необходимо знать и учитывать. Ваши сотрудники специализируются на конкретных областях или

обладают универсальными знаниями и могут решать задачи из каждой такой отрасли?

G-Team: Мы стремимся к максимальной универсальности наших специалистов, а также их максимальной самостоятельности. Однако есть и такие отрасли, как например атомная энергетика, где невозможно поддерживать компетенцию всей группы проектировщиков. В данной области мы сохраняем только несколько специалистов, имеющих специальные сертификаты, специальные ревизии и позволяющих нам проектировать так называемое «специализированное оборудование».

Клуб ПИ: Какова важность Ваших инвестиций в концепции G-Team «Customer oriented design & engineering»?

G-Team: Работая на рынке более 25 лет, наша компания прекрасно понимает, что в «бизнесе» важна не только качественно выполненная работа и знание рынка, но, прежде всего, личный контакт, понимание и предоставление решений, которые продвинут заказчика, а часто и нас самих, на шаг вперед. Поэтому мы стремимся прислушиваться к потребностям заказчиков, упрощать и оптимизировать решения и процессы и, таким образом, создавать платформу для долгосрочного сотрудничества.

Клуб ПИ: *Каким образом Вы организуете управление проектами: постановку задач, контроль их выполнения, распределение заданий между специалистами, общение с производством? Используете ли Вы специализированное программное обеспечение?*

G-Team: В принципе так же, как и в других компаниях, которые работают над несколькими проектами одновременно, - линейное управление компании пересекается с матричной организационной структурой. На практике это означает, что каждый член проектной команды занимается несколькими задачами для нескольких менеджеров проектов, и что для отдельных проектов регулярно записывается количество отработанных часов на том или ином проекте/заказе. Для каждого проекта составляется проектная команда, после подписания контракта проводится стартовое совещание и подробный разбор объема проекта с назначением отдельных задач/мероприятий. Менеджер проекта/заказа регулирует его реализацию, менеджеры проектов сообщают о состоянии реализации проекта и графике его выполнения руководителям отдела реализации и руководству компании. Для менеджеров проектов производственный отдел, по сути, является внешним подрядчиком, который работает на основании внутреннего заказа с указанными объемом, графиком работ, требованиями к документации, испытаниям и т.д. Директор производственного отдела всегда является членом проектной команды и сообщает о состоянии производственного заказа соответствующему менеджеру проекта, а также еженедельно докладывает о состоянии всех текущих проектов руководству компании. Все перечисленные процедуры с надлежащими подробностями описаны во внутренней управленческой документации компании. Для управления производственными мощностями применяется ПО «Vuznys», которое было частично оптимизировано в соответствии с нашими потребностями, и инструменты которого полностью удовлетворяют нужды текущего производственного ассортимента.

Клуб ПИ: *Продукция GT представлена в разных странах. Насколько сложно учитывать риски и особенности норм и требований к конструкции в разных странах?*

G-Team: Компания G-Team поставляет оборудование по всему миру. Сначала компания поставляла свою продукцию посредством таких всемирно известных компаний, как Doosan, Siemens, GE и т.д. Благодаря этим поставкам в последующем открылся рынок для сервиса, обслуживания и запасных частей. В настоящее время даже прямая поставка новой продукции заказчикам не является исключением. Большинство поставок/проектов происходит в соответствии с EN и ASME стандартами. Тем не менее, мы имеем опыт работы и со стандартами ГОСТ, и готовы изучить данные нормы, спроектировать машинную часть и в случае необходимости переходить со стандартов ГОСТ на EN/ASME и обратно. Мы также иногда пользуемся помощью нашего представительства в России и сотрудничаем с проверенными местными проекторочными компаниями.

Клуб ПИ: *Чего GT ожидает от своего присутствия на российском рынке? Какие продукты GT, по Вашему мнению, наиболее востребованы в настоящее время, а какие будут востребованы в будущем?*

G-Team: В будущем наша компания хотела бы поставлять на российский рынок весь свой производственный ассортимент.

То есть от конденсатоотводчиков, регулирующих клапанов, клапанов отбора, байпасов, редукционных станций и до микротурбин. Мы считаем, что российский рынок — это будущее для нас, и он, как и европейский рынок, будет постепенно обновляться и искать технические решения связанные с энергетической оптимизацией отдельных предприятий. Именно там мы видим нашу ценность, связь инжиниринга с продуктами. В будущем мы также рассчитываем найти стратегического партнера, который сможет производить наши продукты в России, что устранил вопрос таможенного оформления, сертификатов TP TC, транспортировки и т.д.

Клуб ПИ: *Как G-Team решает вопрос клиентской поддержки и сервиса своего оборудования за пределами Чешской Республики?*

G-Team: В прошлом мы были в значительной степени зависимы от маркировки поставляемого оборудования и поставляемой сопроводительной технической документации, где конечный заказчик мог отследить основного производителя и в последующем связаться с нами. Сейчас мы предоставляем сервисную поддержку посредством наших работников в Чешской Республике. Мы готовим сервисную мобильную команду, которая будет осуществлять сервисное обслуживание в Европе в пределах определенной удаленности, и мы хотим предложить данную услугу и другим компаниям, работающим в подобной отрасли. В более отдаленных областях мы выполняем сервисное обслуживание в зависимости от серьезности проблемы, либо путем немедленного выезда, либо предоставляя местной компании соответствующие инструкции по ремонту. В настоящее время мы создаем представительства в разных странах, чтобы быть ближе к нашим заказчикам и лучше понимать их потребности. В России наше представительство сотрудничает с передовыми российскими компаниями, как «Первый инженер», чтобы обеспечивать предприятиям, заинтересованным в нашей продукции, качественный клиентский сервис и инжиниринговую поддержку.

Клуб ПИ: *Какие требования Вы предъявляете к сервисным партнерам и представителям компании?*

G-Team: Как упоминалось ранее, сервисное обслуживание мы обычно обеспечиваем силами собственной команды. В случае предоставления сервисного обслуживания через партнера или фирму, мы, как правило, пользуемся рекомендациями и референциями местного заказчика или компании, которая, к примеру, поставила комплексный технологический блок на данной территории (например, комплексная технология машинного зала электростанции).

Клуб ПИ: *Какие новые продукты и технические решения могут предприятия в будущем ожидать от G-Team?*

G-Team: В настоящее время мы работаем над разработкой новых обратных отборных клапанов с приводом сбоку, а также над разработкой отливок для обратных отборных клапанов с фланцевым исполнением и исполнением под приварку. Мы завершаем разработку регулирующих клапанов с лабиринтной редукционной втулкой, что позволит нам применять регулирующие клапаны в технологиях, требующих низкий уровень шума (около 80 дБ). Кроме того, мы разрабатываем 3-х эксцентричный дисковый затвор, который мы будем тестировать в течение 2019 года в нашем испытательном центре.



В ФОКУСЕ

Совместно с G-Team продолжаем рассказывать о том, как обеспечить потребности производства электроэнергией без дополнительных затрат на энергоресурсы. Сегодня в фокусе — пивоварение.

ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ В ДЕЛЕ. ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ ДЛЯ ПИВОВАРНИ

На производство 1 000 литров пива расходуется 111,06 кВт ч электроэнергии и 217,3 тыс. ккал тепла. В зависимости от технологического уровня предприятия энергозатраты в себестоимости пива составляют от 3 до 8%.

Основные потребители тепловой энергии: нагрев воды для технологических нужд, термическая обработка сырья, сушка солода и пастеризация. Пар и горячую воду производят непосредственно на предприятии в собственных котельных или закупают у внешних поставщиков.

На предприятиях пар и горячую воду часто производят в собственных котельных, но они также могут поступать по тепловой сети районной энергетической системы или собственной котельной с когенерацией.

Электроэнергия используется для процессов транспортировки сырья, полупродукта и готовой продукции, очистки и измельчения сырья, перемешивания полупродуктов, фасовки готовой продукции, охлаждения и т.п.

В борьбе за снижение издержек производители пива работают над повышением энергоэффективности производственного процесса, активно оптимизируя технологический процесс. Но возможности снижения энергозатрат на пивном производстве есть и за рамками «технологии»: в оптимизации теплового хозяйства и электроснабжающей инфраструктуры.

В Чехии, где конкуренция среди пивоваров особенно высока, тепло производственных процессов активно используют для генерации электроэнергии.

Какой это дает результат, расскажем на примере.

Параметры пара на заводе, где ежегодно производится около 160 000 гл пива:

- Расход пара — 0, 2-1 тонны пара в час
- Давление пара на входе в РУ — 1,2 МПа
- Температура пара на входе в РУ — 210°C
- Давление, требуемое на производстве — 0,5 Мпа

Задача:

Обеспечить потребности в электроэнергии за счет внутренних резервов производства.

Решение:

Паровая турбина мощностью 30 кВт, установленная параллельно с действующей редукционной установкой.

Результат:

- 75% электроэнергии, необходимой для обеспечения производства, вырабатывается турбиной.
- Возврат инвестиций через 3,3 года.



Источники:

<http://gendocs.ru/v13601/?cc=11>, <http://gks.ru>
<https://www.researchgate.net/>

ИНТЕРЕСНО

Денис Маршинский

Специалист по маркетингу компании «Первый инженер»

МАЛЫЙ ЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД ИЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАТАСТРОФА XIV-XIX ВЕКОВ

Продолжительная и изнуряющая жара на протяжении летних месяцев в последние годы, казалось бы, прямое доказательство того, что предсказываемое учеными глобальное потепление не за горами. Однако, прежде чем готовиться к отражению атак тропических вирусов и бегству от неминуемых наводнений, стоит выслушать и тех, кто, наоборот, прогнозирует Малый ледниковый период, который, по мнению астрофизиков, наступит в 2030 году и может продлиться до конца XXI века¹. Как и в случае глобального потепления, масштаб явления позволяет говорить об угрозе экологической катастрофы, а среди причин долгосрочного похолодания громче всего звучат антропогенные факторы.

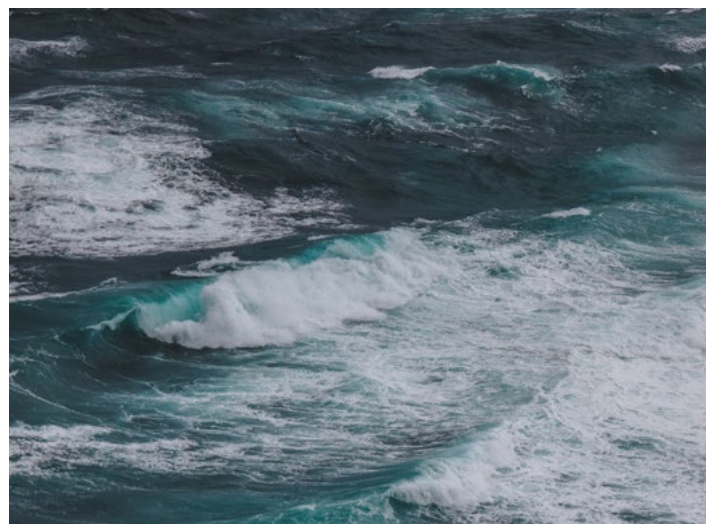
На самом деле, влияние человечества на глобальные экологические изменения часто переоценивают. И случай с Малым ледниковым периодом — наглядное тому подтверждение, поскольку впервые долгосрочное снижение температур наблюдали на протяжении XIV – XIX веков, когда влияние человека на окружающую среду было минимальным.

Поговорим о причинах и последствиях первого ледникового периода в истории человечества, чтобы понять, как вести себя, когда наступит второй.

Что это было: факты

Малый ледниковый период — это период глобального относительного похолодания с XIV по XIX век, во время которого среднегодовая температура понизилась на 1–2°C и достигла своего минимума за две тысячи лет. В X–XIII веках ему предшествовал средневековый климатический оптимум — эпоха относительно тёплого климата.

¹ <https://ria.ru/20140919/1024726102.html>



Причины

Течение Гольфстрима

По мнению ученых, одной из главных причин наступления Малого ледникового периода стало замедление течения Гольфстрима, начавшееся в 1300 году. Резкое похолодание пришло с северо-запада на юго-восток Европы, понизив температуру воздуха на 1,5°C. Первыми изменение климата на себе ощутили викинги на Крайнем Севере, затем — Британские острова и Средиземноморье. Годичные кольца деревьев того времени наглядно демонстрируют снижение темпов роста растительности в Северной Европе.

«Чёрная смерть»

Не секрет, что микробы — самые «живучие» организмы на планете. Скорость распространения бубонной чумы в Европе лишь подтверждает данный факт. Считается, что смертельное заболевание зародилось в центральной Азии, откуда распространилось на запад вдоль торговых путей. В 1347 году оно достигло Южной Европы, а в 1350 году — Северной Скандинавии и Исландии. В результате эпидемии к концу 1350 года погибло от 30 до 40% европейской популяции.

По одной из версий современных ученых, именно эпидемия чумы спровоцировала выход Малого ледникового периода на мировую арену. Из-за гибели 30–40% населения было вспахано меньше земель, что повлияло на сокращение выбросов парниковых газов и увеличение территории леса. Молодые деревья и кустарники на заброшенных сельскохозяйственных угодьях стали поглощать больше углерода из атмосферы и накапливать его в своей биомассе. В результате с 1350 года общий уровень CO₂ в атмосфере, как и температуры воздуха, стал снижаться.



Колумбов обмен

Биологические обмены и вторжения являются важнейшими драйверами изменений в истории. Географические барьеры, такие как океаны и горные цепи, ранее препятствовали миграции большинства видов растений и животных, поэтому Землю можно было разделить на отдельные биогеографические области. Но в XV веке с развитием мореплавания люди стали заниматься перевозкой видов с одного континента на другой с такой скоростью и в таких масштабах, каких мир ещё не видел.

Процесс обмена флоры и фауны известен нам под термином «Колумбов обмен», благодаря работам Альфреда В. Кросби. Историк использовал данный термин для описания процесса обмена сельскохозяйственными товарами и болезнями между Восточным и Западным полушариями, который происходил с 1492 года. Как известно, европейцы ввезли в Америку много животных и растений, включая лошадей, коров, свиней, овец, собак, бананы, яблоки, капусту и морковь. Из Нового Света в Европу попали морские свинки, нутрии, ондатры, картофель, томаты, арахис и много других зерен, овощей и фруктов.

Однако одним из самых драматических последствий Колумбийского обмена стала транспортировка болезнетворных микробов в Америку, которые вызвали около 20 эпидемий чумы. В результате за первые 150 лет колонизации европейские болезни забрали жизни от 80 до 90 миллионов индейцев или три четверти местного населения.

До демографической катастрофы коренное население активно занималось сельским хозяйством, выжигая леса для расчистки территорий под посевы. Это приводило к выбросам углекислого газа, которые усиливали парниковый эффект. Однако растительность на 56 миллионов гектарах заброшенной земли начала поглощать атмосферный углекислый газ, и его концентрация в воздухе снизилась. Ученые считают, что гибель коренного населения непосредственным образом повлияла на наступление самого холодного этапа Малого ледникового периода.



Активность вулканов

Самый холодный период выпал на XVII – начало XIX века. 19 февраля 1600 года в южном Перу произошло сильнейшее за всю историю Южной Америки извержение вулкана Уайнапутина, из-за которого прозрачность атмосферы снизилась, а поступление солнечной энергии на поверхность Земли сократилось.

Американские геофизики, работа которых была опубликована в журнале *Geophysical Research Letters*, полагают, что начало Малого ледникового периода спровоцировала именно серия извержений

вулканов в середине XIII века. По их мнению, появление большого количества частиц сажи и последовавшее снижение среднегодовых температур воздуха нарушило работу течений в Атлантическом океане, которые управляют переносом тепла из тропиков в средние широты. Это и послужило причиной постепенного угасания их активности и дальнейшего падения температур.



Маундеровский минимум

Очередное замедление теплого морского течения совпало с низким уровнем активности солнца в период XVII-XVIII веков. Данному периоду ученые дали название Минимум Маундера в честь солнечного астронома Эдварда В. Маундера, который опубликовал две свои работы по изучению количества солнечных пятен и представил публике более ранние исследования другого ученого Густава Спорера. Последний, за время своего 30-летнего наблюдения, зафиксировал на солнце в период минимума солнечной активности всего 50 пятен. Интересно, что в XX веке на солнце наблюдалось более 40 тысяч пятен.

Период низкой солнечной активности непосредственным образом сказался на среднегодовой температуре, которая во всем мире понизилась на 2°C.



Последствия

Письменные источники XIV века содержат сведения о необычайно суровой погоде в период с 1314 по 1317 год, которая повлекла за собой неурожай и Великий голод. В Северной Германии и Шотландии прекратили заниматься виноделием, а в Северной Италии стал нередко выпадать снег.

В 1600 году, по мнению ученых, извержение вулкана Уайнапутина спровоцировало Великий голод 1601-1603 годов и Смуту в Русском царстве. Данный период характеризовался 10-недельными пролив-

ными дождями и ранними осенними заморозками, которые негативным образом сказались на урожае.

В XVII-XVIII веках наступивший период низкой солнечной активности привел к замерзанию не только Балтийского моря, но и южных морей. Гренландия покрылась ледниками, и викингам пришлось покинуть остров. Зимы стали очень холодными и продолжительными, что сократило период сбора урожая на несколько недель. Москва-река покралась таким толстым слоем льда, что на полгода стала основной площадкой для проведения зимних ярмарок. Французские и итальянские современники отмечали, что зимой 1664-1665 годов птицы замерзали прямо в воздухе. По всей Европе наблюдался очередной всплеск смертности¹.

Новая угроза

Согласно недавнему исследованию NASA, которое было опубликовано в издании Space Weather, в скором времени жителей Земли может ожидать новое появление Малого ледникового периода.

Ученый из Научно-исследовательского центра NASA Langley Мартин Млинчак отмечает рекордно низкую активность солнечных пятен, которая сохраняет тенденцию к еще более сильному понижению: «Сейчас мы наблюдаем тенденцию к охлаждению. Высоко над земной поверхностью, недалеко от края космоса, наша атмосфера теряет тепловую энергию. Если текущие тенденции продолжатся, в скором времени по всей Земле может установиться рекордное похолодание»².

Несмотря на то, что современный человек стал менее зависимым от прямого влияния природных факторов, последствия нового Малого ледникового периода могут стать необратимыми. По словам заведующего сектором космических исследований Солнца Главной (Пулковской) астрономической обсерватории РАН Хабибулло Абдусаматова³ период похолодания затронет все страны, но в особенности северные регионы планеты. В них существенно сократится производство сельскохозяйственной продукции, изменится животный мир, усложнятся условия добычи нефти и газа, может возникнуть необходимость миграции населения из полярных регионов на юг. В этот период стратегически важными элементами существования станут энергия и климатически обусловленные природные ресурсы. Стабильная работа связи и навигации тоже окажется под влиянием Малого ледникового периода, что может стать глобальной проблемой будущих технологических изменений, учитывая роль интернета в современном обществе.

На первый взгляд может показаться, что антропогенное воздействие на климат планеты преувеличено: замедление течения Гольфстрима, извержения вулканов и снижение солнечной активности происходили без участия людей. Но в те периоды человек органично вписывался в естественные циклы биосферы и не вредил природе осознанно. Сегодня же промышленное производство процветает, оказывая разрушительное воздействие на окружающую среду.

По самым скромным оценкам, только от различных заболеваний, связанных с загрязнением, ежегодно погибает свыше 9 миллионов человек⁴. Согласно отчету Всемирного фонда дикой природы (WWF), за последние 50 лет человеком было уничтожено 60% млекопитающих, птиц, рептилий и рыб⁵. По словам экспертов, сейчас в мире началась шестая волна массового вымирания, но впервые ответственность за этот процесс несет конкретный вид — человек. Учитывая совокупность факторов, с возвращением Малого ледникового периода это может закончиться экологической катастрофой невиданных масштабов. Нам есть над чем задуматься.

Источники:

1. <https://www.eh-resources.org/timeline-middle-ages/>
2. <http://www.stsci.edu/stsci/meetings/lisa3/beckmanj.html>
3. http://cyclowiki.org/wiki/Майндревский_минимум
4. <https://ria.ru/20120130/552706239.html#14146907112654>
5. <http://asonov.com/nauka-i-tehnika/kolonizatsiya-ameriki-nekulturnyj-obmen.html>
6. <https://www.kp.ru/daily/26936/3987144/>
7. <http://www.ecosever.ru/article/19260.html>
8. <https://ru.wikipedia.org>
9. <https://spaceweatherarchive.com/2018/09/27/the-chill-of-solar-minimum/>
10. <https://ria.ru/20140919/1024726102.html>
11. https://chrdk.ru/news/na_zemle_nastupit_malyi_lednikovyi_period_kotoryi_prodlitsya_30 лет
12. <https://www.interfax.ru/world/635664>

¹ https://ru.wikipedia.org/wiki/Малый_ледниковый_период

² <https://spaceweatherarchive.com/2018/09/27/the-chill-of-solar-minimum/>

³ <https://ria.ru/20140919/1024726102.html>

⁴ <https://nauka.vesti.ru/article/1046942>

⁵ <https://www.interfax.ru/world/635664>

