



ТРИГЕНЕРАЦИЯ

Берем энергообеспечение
предприятия
под 100% контроль

В ОДНИХ РУКАХ

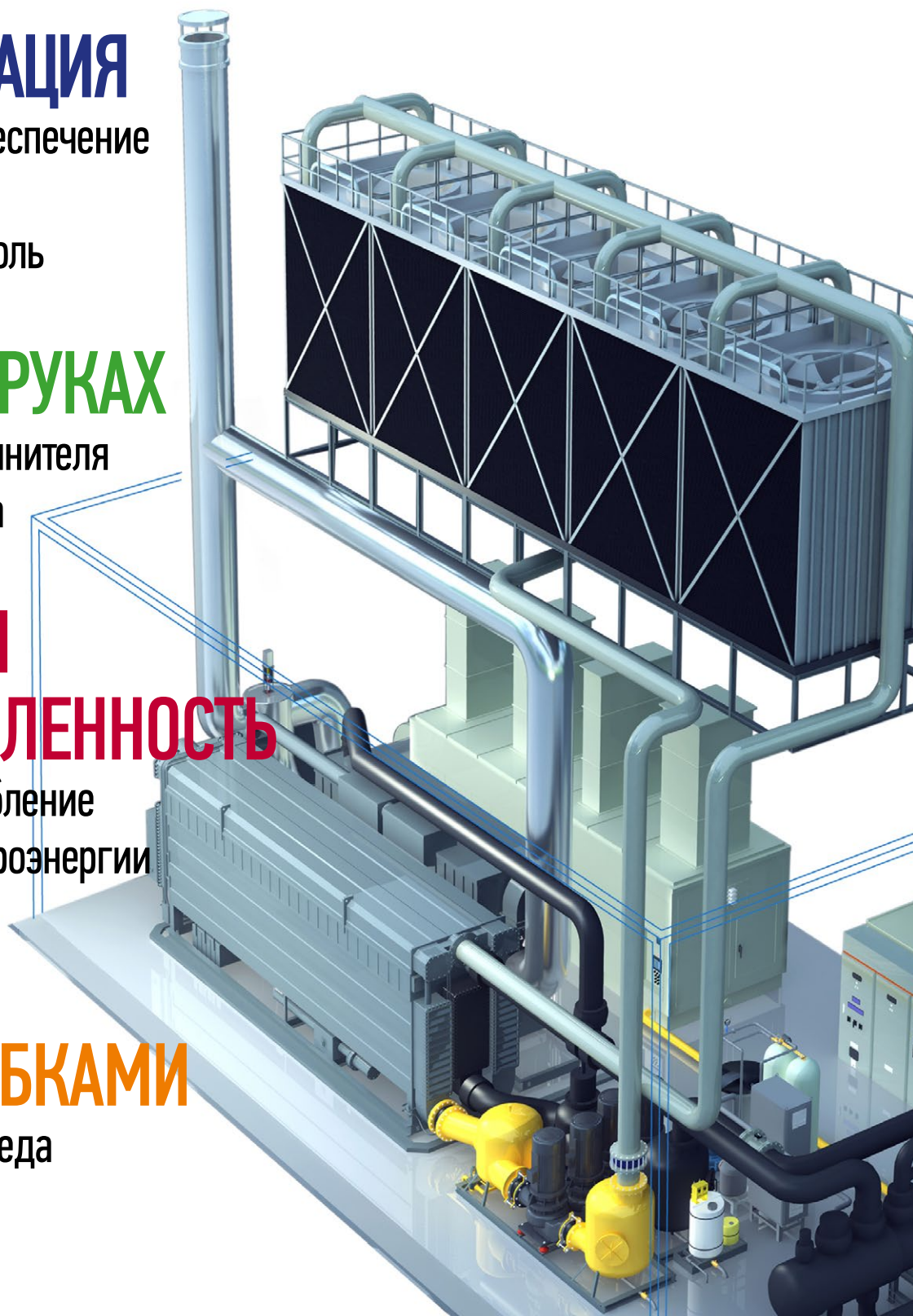
Выбираем исполнителя
для ЕРС-проекта

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Снижаем потребление
топлива и электроэнергии

РАБОТА НАД ОШИБКАМИ

Окружающая среда





Коллеги,

Холодный климат, большие расстояния и огромные запасы ископаемых топлив — скажем прямо: у России не много предпосылок, чтобы стать лидером во всеобщей борьбе за энергоэффективность. Поэтому новый энергетический переход, связанный с ростом возобновляемых источников энергии в общем объеме потребления первичной энергии, мы пока наблюдаем лишь «со стороны». Однако российский бизнес, как и весь мир, вынужден платить по счетам за газ и электричество, а потому имеет мотивацию для внедрения технологий, позволяющих снижать энергопотребление, ничуть не меньшую, чем компании в других странах. И именно российский бизнес станет драйвером неизбежной трансформации энергетической отрасли в масштабе страны.

Интерес промышленности к использованию вторичных энергоносителей и к технологиям, повышающим энергетическую эффективность промышленных установок, электрификация промышленных процессов и автоматизация процессов — активное стремление к снижению первичного потребления энергии мы видим уже сейчас. Впереди, как и в технологически продвинутых странах — движение к децентрализованной энергетике, дающей возможность каждому найти оптимальное решение исходя из собственных ресурсов и потребностей.

На каком бы этапе индивидуального энергетического перехода ни находилась ваша компания, найти идеи и перейти от идей к действиям всегда помогут мои коллеги.

Ваш Михаил Баклыгин



Перейти в группу>>



Перейти в группу>>

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА:

Валентин Рубцов

**ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОСТЬ 3.0:
ТРИГЕНЕРАЦИЯ КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ
РИСКОВ И УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ
НА ЭНЕРГОРЕСУРСЫ**

3

Александр Дингес, Наталья Баклыгина

**В ОДНИХ РУКАХ:
КОМУ СТОИТ ДОВЕРИТЬ РЕАЛИЗАЦИЮ
ПРОЕКТА В ФОРМАТЕ EPC**

6

Сергей Глинкин

**ВТОРИЧНЫЕ РЕСУРСЫ:
КАК СНИЗИТЬ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

8

**СЧИТАЕМ ЭКОНОМИЮ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ОТРАБОТАННОГО ПАРА В АБСОРБЦИОННЫХ
ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ**

10

Денис Маршинский

**АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРИРОДУ
ДО ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

12

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

ИНТЕРВЬЮ

Настоящее управление расходами на энергоресурсы на предприятии начинается тогда, когда появляется возможность исключить влияние внешних поставщиков энергоносителей. Современные технологии позволяют вырабатывать электроэнергию, тепло и холод для собственных нужд для объектов любого масштаба. О том, каковы перспективы распределенной энергетики в России, и какие возможности она открывает для предприятий, желающих взять энергозатраты производства под 100% контроль, «Клуб ПИ» попросил рассказать читателям продакт-менеджера компании «Первый инженер» Валентина Рубцова.

ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОСТЬ 3.0: ТРИГЕНЕРАЦИЯ КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ РИСКОВ И УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ НА ЭНЕРГОРЕСУРСЫ

Клуб ПИ: По сравнению со странами Европы, где на объекты распределенной генерации приходится сегодня почти 30% всей выработки, в России по различным оценкам доля распределенной энергетики составляет сегодня не более 5-10%. На твой взгляд, есть у нас мотивация и шансы догнать другие страны?

Валентин Рубцов: Различия между системой распределенной генерации электроэнергии в России и Европе на сегодня не сводятся к цифрам — по сути это совершенно разные модели, как по структуре, так и с экономической точки зрения. Развитие распределенной генерации в нашей стране имело мотивы, несколько отличные от тех, что стали основной движущей силой подобного процесса в Европе, стремившейся компенсировать недостаток традиционных видов топлива путем вовлечения в энергобаланс альтернативных источников энергии (в том числе вторичных энергоресурсов). В России же вопрос снижения затрат на покупку энергоресурсов для потребителей в условиях плановой экономики и централизованного тарифообразования длительное время имел значительно меньшую актуальность, поэтому о собственной электрогенерации задумывались в основном в тех случаях, когда предприятие являлось особенно крупным потребителем энергии и в виду своей удаленности имело трудности с подключением к сетям. По меркам распределенной энергетики, объекты собственной генерации имели довольно высокую мощность — от 10 до 500 МВт (и даже выше) — в зависимости от нужд производства и с целью обеспечения ближайших населенных пунктов электроэнергией и теплом. Поскольку передача тепла на расстояния всегда сопряжена со значительными потерями, шло активное строительство водогрейных котельных для собственных нужд предприятий и городов. Кроме того, собственные энергоисточники — будь то ТЭЦ или котельные, строились на газе, мазуте или угле, а технологии ВИЭ (за исключением гидроэлектростанций) и ВЭР применялись в единичных случаях. Сейчас картина меняется: постепенно появляются объекты малой электрогенерации, и в энергетический баланс, пусть и в меньшей степени, вовлекаются альтернативные источники энергии.

На Западе многое делается для развития малой генерации, а в последнее время широкое распространение получила концепция виртуальной электростанции (ВЭС). Это система, которая объединяет большую часть игроков рынка электроге-

нерации — производителей (от мелких генераторов частных домовладений до когенерационных станций) и потребителей (от жилых домов до крупных промышленных предприятий). ВЭС регулирует энергопотребление, сглаживая пики и перераспределяя нагрузки в режиме реального времени, используя все доступные для этого мощности системы.

Однако, подобная эволюция невозможна без стимулирования рынка распределенной генерации со стороны государства и без соответствующих изменений в законодательстве.

В России в условиях жесткой конкуренции и монополии централизованного электроснабжения реализация избытков производимой электроэнергии во внешнюю сеть остается хоть и решаемой, но далеко не простой с точки зрения организации и стоимости процесса задачей. Поэтому в настоящее время шансы стать полноценным участником рынка среди крупных поставщиков у объектов распределенной энергетики крайне малы.

Тем не менее, развитие собственной генерации сегодня, безусловно, в тренде. Основной фактор ее роста — надежность энергоснабжения. Зависимость от генерирующих и сетевых компаний повышает риски производителей. Большинство крупных объектов генерации в России были построены еще во времена СССР, и их солидный возраст дает о себе знать. Для промышленного потребителя прекращение энергоснабжения вследствие аварии — это риск остановки производства и очевидные потери. Если желанию снизить риски сопутствуют экономические мотивы (определяемые главным образом тарифной политикой регионального поставщика) и инвестиционные возможности, то собственная генерация оправдывает себя на 100%, и все больше промышленных предприятий сегодня готовы (или рассматривают для себя такую возможность) идти по этому пути. Поэтому я считаю, что у распределенной электрогенерации «для собственных нужд» перспективы развития в России довольно высоки.

Клуб ПИ: В каких отраслях, регионах и при каких условиях собственная выработка электроэнергии и тепла на предприятии имеет преимущества по сравнению с их покупкой у внешних поставщиков?

Валентин Рубцов: Экономика каждого проекта строго индивидуальна, и определяется множеством факторов. Если по-

пытаться обобщить максимально, то в регионах с большей концентрацией генерирующих мощностей и промышленных предприятий, более высокими тарифами на электроэнергию и тепло, собственная электрогенерация — объективный шанс существенно снизить затраты на покупку энергоресурсов. Сюда же нужно отнести труднодоступные или мало заселенные регионы со слабо развитой или вообще отсутствующей инфраструктурой электросетей, где, безусловно, самые высокие тарифы на электричество.

В регионах, в которых меньше потребителей и поставщиков электроэнергии, а также где большую долю вырабатываемой электроэнергии составляют ГЭС, тарифы заметно ниже, и экономика таких проектов в промышленности не всегда выигрышна. Однако для предприятий отдельных отраслей, имеющих возможность использовать альтернативное топливо, например, отходы производства, собственная генерация может быть отличным решением.

Если мы говорим о генерации для коммунальных нужд, общественных зданий и объектов коммерческой и социальной инфраструктуры, то до недавнего времени экономика подобных проектов в значительной степени определялась уровнем развития энергетической инфраструктуры региона и, в не меньшей степени, стоимостью технологического присоединения потребителей электроэнергии. С развитием тригенерационных технологий подобные ограничения фактически перестали быть определяющими, а побочное или вырабатываемое тепло в летний период стало возможно использовать для нужд кондиционирования, что сильно повысило эффективность энергоцентров.

Клуб ПИ: Расскажи, пожалуйста, поподробнее о данной технологии.

Валентин Рубцов: Тригенерация — довольно самостоятельное направление развития малой энергетики. Она отличается индивидуализмом, поскольку ориентируется на удовлетворение потребностей конкретного объекта в энергоресурсах.

Самый первый проект с концепцией тригенерации был разработан в 1998 году совместными усилиями Министерства Энергетики США, национальной лабораторией ORNL и производителем АБХМ* BROAD и реализован в США в 2001 году. Тригенерация основана на применении абсорбционных холодильных машин, которые в качестве основного источника энергии используют тепло и позволяют вырабатывать холод и

тепло в зависимости от потребностей объекта. При этом применение обычных котлов, как в когенерации, в такой схеме не является обязательным условием.

Помимо традиционных тепла и электричества тригенерация обеспечивает производство холода в АБХМ (в виде захлажденной воды) для технологических нужд или для кондиционирования помещений. Процесс производства электричества так или иначе происходит с большими потерями тепловой энергии (например, с выхлопными газами генераторных машин). Вовлечение этого тепла в процесс получения холода, во-первых, минимизирует потери, повышая итоговый КПД цикла, а во-вторых, позволяет снизить потребление электроэнергии объекта по сравнению с традиционными технологиями выработки холода с применением парокомпрессионных холодильных машин.

Клуб ПИ: Для объектов каких масштабов возможно и оправданно строительство собственного тригенерационного центра?

Валентин Рубцов: Это могут быть абсолютно разные объекты вне зависимости от их энергопотребления. Ведь тригенерационный энергоцентр можно рассчитывать и строить исходя из потребностей в электроэнергии, а можно опираться на холодопотребление объекта. Смотри что из указанного является определяющим критерием для потребителя. В первом случае утилизация побочного тепла в АБХМ может быть не полная, а во втором случае может иметь место ограничение по собственной генерируемой электроэнергии (восполнение производится за счет закупки электричества из внешней сети).

На самом деле задавать жесткие рамки в данном случае вряд ли будет справедливо, потому как тригенерация может одинаково хорошо встроиться и в концепцию какого-нибудь общественного пространства (например, большого торгового центра или здания аэропорта) и в энергоинфраструктуру промышленного предприятия — диапазон очень широк. Причем целесообразность внедрения таких проектов и их производительность сильно зависят от местных условий как экономических, так и климатических, а для промышленных предприятий еще и от стоимости выпускаемой продукции.

Клуб ПИ: Можно ли обозначить этот диапазон в категориях площади и назначения объектов?

Валентин Рубцов: Первый и самый важный критерий — потребность в холоде. Без холода тригенерация не состоится. Самое распространенное его применение на сегодняшний день — кондиционирование общественных зданий. Это могут быть и бизнес-центры, и административные здания, больницы и гостиничные комплексы, спортивные объекты, торгово-развлекательные центры и аквапарки, музеи и выставочные павильоны, здания аэропортов — словом, все объекты, где одновременно находится множество людей, где для создания комфортного микроклимата требуется система центрального кондиционирования.

Наиболее оправданно применение АБХМ для подобных объектов площадью от 20-30 тыс. м² (бизнес-центр средних размеров), заканчивая гигантскими объектами в несколько сотен тысяч квадратных метров и даже больше (торгово-развлекательные комплексы и аэропорты). Но на таких объектах должен быть спрос не только на холод и электроэнергию, но и на теплоснабжение. Причем теплоснабжение — это не только отопление помещений в зимнее время, но и круглогодичное снабжение объекта горячей водой для нужд ГВС. Чем полнее используются возможности тригенерационного энергоцентра, тем выше его эффективность.



* АБХМ — Абсорбционная бромистолитиевая машина

Во всем мире существует множество примеров применения тригенерации в гостиничной сфере, строительстве и модернизации аэропортов, образовательных учреждениях, деловых и административных комплексах, центрах обработки данных, немало примеров и в промышленности — текстильной, металлургической, пищевой, химической, целлюлозно-бумажной, машиностроительной и т.п.

В качестве примера можно привести один из проектов, над которым мы работали, разрабатывая концепцию тригенерационного энергоцентра. При потребности в электрической энергии на промышленном предприятии порядка 4 МВт (вырабатываемыми двумя газопоршневыми установками), ему требуется холодоснабжение на уровне 2,1 МВт. Холод генерируется одной абсорбционной бромистолитиевой холодильной машиной, работающей на выхлопных газах ГПУ. При этом одна ГПУ полностью покрывает 100% потребности АБХМ в тепле. Таким образом, даже при работе одной ГПУ завод всегда обеспечен необходимым количеством холода. Кроме того, при выведенных из работы обеих газопоршневых установок, АБХМ сохраняет способность генерировать тепло и холод, поскольку имеет резервный источник тепла — природный газ.

Клуб ПИ: Насколько сложны в реализации проекты строительства тригенерационных центров, рассчитанные на перечисленные тобой объекты? Что представляет из себя тригенерационный центр?

Валентин Рубцов: Конечно, в зависимости от нужд потребителя, от его категории и требований по резервированию, схема тригенерации может быть очень сложной и может включать энергетические и водогрейные котлы, котлы-утилизаторы, паровые или газовые турбины, полноценную водоподготовку и т.д. Но для относительно небольших объектов в качестве основной генерирующей установки обычно выступает газовая турбина или поршневая установка (на газе или дизеле) сравни-

тельно малой электрической мощности (1-6 МВт). Они производят электроэнергию и побочное тепло выхлопа и горячей воды, утилизируемые в АБХМ. Это минимальный и достаточный набор основного оборудования. Да, здесь не обойтись без вспомогательных систем: градирня, насосы, станция реагентной обработки оборотной воды для ее стабилизации, система автоматизации и электрохозяйство, позволяющее использовать генерируемое для собственных нужд электричество.

В большинстве случаев это отдельно стоящее здание, либо блоки контейнерного исполнения, либо комбинация этих решений, поскольку требования по размещению электро- и теплогенерирующего оборудования несколько различаются.

Электрогенерирующее оборудование достаточно стандартизировано, в отличие от АБХМ, хотя и технически более сложное. Сроки его изготовления могут составлять от 6 до 12 месяцев и даже больше. Средний срок изготовления АБХМ — 3-6 месяцев (в зависимости от холодопроизводительности, от количества и типов греющих источников). Понимая, что изготовление вспомогательного оборудования не будет превышать тех же сроков, можно с уверенностью говорить об общей продолжительности реализации проекта строительства тригенерационного энергоцентра на условиях «под ключ» в среднем за 1,5 года.

Рано или поздно, к мысли о собственной генерации приходят 8 из 10 предприятий/девелоперов/собственников, 4 из них задумываются о тригенерации, оценивая свои текущие потребности и возможности стратегического развития бизнеса.

Основная задача при реализации такого проекта — разработка правильной концепции и ее технико-экономическое обоснование. Но какова бы ни была сложность энергоцентра, добиваясь надежности и энергонезависимости, снижая себестоимость вырабатываемых киловаттов электричества, тепла и холода, владелец всегда останется в выигрыше.



ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Александр Дингес

Директор департамента управления проектами компании «Первый инженер»

Наталья Баклыгина

Директор по маркетингу компании «Первый инженер»

Утвержденные списки обязательных требований к подрядчикам есть сегодня у большинства крупных предприятий. Формальные критерии отбора позволяют отсеять явно некомпетентных или недобросовестных исполнителей, но ввиду своей универсальности не могут помочь в выборе оптимального исполнителя, особенно в том случае, если задача, решаемая в рамках предстоящего проекта, на вашем предприятии возникает впервые, и опереться на личный опыт нет возможности.

ЕРС-подрядчик для инновационного проекта — это не просто рабочие руки и контроль за ними от одной компании, а ваш партнер, который привнесет в проект собственные знания и экспертизу и гарантирует вам работоспособное решение и его оптимальную стоимость. Поэтому одной уверенности в способности компании выполнить поставленные задачи и сдать работу в срок здесь уже недостаточно. Из всех «благонадежных» претендентов вам предстоит выбрать того, кто лучше других справится с поставленной задачей, с ее специфическими требованиями к компетенции, кадровым ресурсам, материальной и инструментальной базе исполнителя.

Разбираемся вместе, как выбрать идеального исполнителя для вашего проекта.

В ОДНИХ РУКАХ: КОМУ СТОИТ ДОВЕРИТЬ РЕАЛИЗАЦИЮ ПРОЕКТА В ФОРМАТЕ ЕРС



Ресурсы

Наличие и достаточности ресурсов (в первую очередь кадровых) подрядчиков большинство заказчиков традиционно придают большое значение. Но сама по себе справка о численности персонала вам мало скажет. Запросите у претендентов информацию о контрактной базе, чтобы оценить степень загрузки компании и подразделений, которые будут вовлечены в ваш проект.

Кроме того, крайне желательно найти время и лично посетить офисы кандидатов. Потраченное время оправдает себя: вы сможете лично убедиться в том, что уровень организации бизнеса (уровень технической оснащённости рабочих мест, количество сотрудников) соответствует заявленному. А кроме того, понаблюдаете изнутри, как устроена работа и поймете, чья деловая культура вам более близка.



Компетенция

Наличие необходимых разрешений, аттестаций, допусков и СРО — лишь обязательный минимум, которому, скорее всего, будут соответствовать все претенденты из вашего списка. Опыт более показателен, однако ознакомиться с референс-листом и отзывами будет недостаточно.

Вполне вероятно, что объекты, перечисленные в референс-листе компании, были реализованы сотрудниками, по тем или иным причинам, покинувшим компанию, а потому в настоящий момент сама компания может не иметь такого уровня компетенции, как в момент работы над

указанными проектами. И напротив, вполне распространенный путь эволюции компании — привлечение для новых направлений опытных специалистов, имеющий компетенцию и богатый послужной список в предметной области.

По этой причине стоит узнать больше о профессиональном опыте команды, которая будет вести ваш проект — именно их персональная компетенция в итоге будет влиять на результат. Не ограничивайтесь руководителем проекта и не стесняйтесь запросить список технических специалистов, которые будут работать над вашей задачей. Узнайте об их образовании и профессиональном опыте, именно они определяют качество технических решений и уровень реализации вашего проекта. Запрашивайте резюме, дипломы и свидетельства о курсах повышения квалификации — если компания имеет достойные кадры, у нее нет причин скрывать эту информацию.



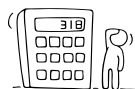
Открытость и порядочность

Ищите компанию, которая поощряет активное участие заказчика в принятии решений и готова к диалогу в процессе реализации проекта. Скорее всего, ваш будущий партнер разбирается в теме лучше вас (и именно поэтому вы доверяете ему руководство проектом), однако по-настоящему компетентную команду отличает готовность обсуждать и обосновывать свои решения, а главное, делать это на уровне, доступном клиенту.

Распространенный сценарий развития проекта — его трансформация в ходе проработки технических решений. Не имея компетенции в предметной области, заказчик часто отталкивается от концепции, которая при ближайшем рассмотрении оказывается избыточной или, напротив, не может решить поставленную задачу на должном уровне.

«Правильный» ЕРС-подрядчик не возьмется реализовать решение, которое считает спорным с точки зрения технического соответствия задаче, небезопасным или неоправданно дорогим, а подскажет клиенту более верный путь.

Проявите изобретательность и проведите небольшой тест — проверьте, как претенденты отвечают на вопросы «с подвохом» — технические и организационные. Если намеренные ошибки, на которых можно «заработать», претендент не замечает, это тревожный знак (впрочем, прежде чем делать выводы, убедитесь, что вопрос задан по адресу или был проработан всей командой. Предметная область компетенции участников команды проекта разная. И то, что технический эксперт не в курсе всех финансовых аспектов проекта — это нормально).



Оценка стоимости проекта

Формально в числе прочих рисков ЕРС-проекта исполнитель несет ответственность в случае превышения бюджета, но на самом деле рискует в случае, если изначально цена была сильно занижена, в первую очередь, заказчик.

В отличие от рынка B2B, где продукты разных ценовых категорий часто могут быть весьма схожими по своим характеристикам, на рынке промышленного оборудования крайне редко бывает так, чтобы покупатель платил больше исключительно за бренд. В цене оборудования — и затраты на разработку, и материалы, и уровень автоматизации, и система обеспечения качества на производстве. Поэтому уровень технической надежности, удобство эксплуатации объекта в целом, межремонтный цикл и срок службы объектов, выполненных с применением оборудования разных ценовых категорий, может отличаться принципиально.

Неправильно оцененные инвестиции на старте могут обернуться значительным удорожанием на этапе реализации проекта или его жизненного цикла (эксплуатационного периода). Но и выбирать по принципу «дорогое значит лучшее» тоже не всегда оправдано.

Обратитесь за консультацией к независимым экспертам, которые смогут дать предварительную оценку бюджета проекта и информацию о поставщиках якорных технологий и основного оборудования.



Бережливое проектирование и строительство

Потери при реализации крупных проектов — явление широко распространенное, но вопреки сложившейся практике вовсе не неиз-

бежное. Перерасход бюджета и сдвиг сроков часто продиктованы коллизиями, допущенными при проектировании и выявленными на этапе СМР, увязкой технических решений внутри проектной команды (может состоять из нескольких проектных организаций), а также не-синхронизированными календарными планами участников проекта.

По оценкам авторов и компаний, специализирующихся на внедрении, методики бережливого проектирования позволяют сократить время разработки на 40-50%, а также снизить риски, связанные с качеством, сроками и стоимостью строительства.

LEAN, Kaizen — спорить о том, какая из концепций, направленных на оптимизацию процесса, работает в проектировании и строительстве лучше, особого смысла не имеет. А вот узнать о том, как организованы процессы, и что именно делает компания, чтобы обеспечить минимальные потери на всех этапах реализации проекта, весьма полезно.

Обязательный минимум здесь:

- использование в работе BIM-инструментов и связанных с ними технологий, позволяющих значительно сократить объем трудозатрат за счет автоматизации рутинных задач (у нас, в «Первом инженерере», внедрение BIM снизило трудозатраты на 30%);
- максимальная стандартизация, охватывающая процессы взаимодействия внутри проектной команды, и приобретения сотрудниками навыков, повышающих их профессиональный уровень;
- энергоэффективные технологии в основе разрабатываемых решений призваны не только снизить затраты в процессе строительства и последующей эксплуатации, но и обеспечить защиту окружающей среды от вредных выбросов и рациональное использование природных ресурсов;
- проектирование объекта с учетом продолжительности его жизненного цикла с привязкой к планам развития предприятия на рассматриваемый период.



И наконец, безопасность.

Хотя, на самом деле, с этого пункта стоило бы начать.

Выбирайте партнера, бескомпромиссно относящегося к безопасности собственных сотрудников, неукоснительно следующего технике безопасности при организации работ, и уделяющего особое внимание безопасности и надежности предлагаемых технических решений.



16-я Международная выставка оборудования и технологий для деревообработки и производства мебели

3-6 декабря 2019

Посетите стенд компании «Первый инженер»

Москва, МВЦ «Крокус Экспо»,
Павильон №1 Зал №2 Стенд В445

Получить бесплатный билет на выставку
вы можете на сайте выставки,
использовав при регистрации
ПРОМОКОД: wdx19eNRIY

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Сергей Глинкин

Менеджер по работе с корпоративными заказчиками компании «Первый инженер»

По оценкам Международного энергетического агентства энергопотребление во многих отраслях пищевой промышленности избыточно: к примеру, молочная промышленность в целом потребляет на 50% больше энергии, чем реально нуждается. Основные потребители энергии как тепловой, так и электрической на пищевом производстве — процессы нагрева и охлаждения. Первые используют пар, горячую воду или дымовые газы, полученные при сжигании топлива. Вторые связаны со значительным потреблением электроэнергии для обеспечения работы парокомпрессионных холодильных машин.

О том, с чего начать тем предприятиям, которые хотят сократить энергопотребление и повысить конкурентоспособность в пищевой индустрии, — эта статья.

ВТОРИЧНЫЕ РЕСУРСЫ: КАК СНИЗИТЬ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Вторичный пар образуется из горячего конденсата при уменьшении давления. Даже вода, находящаяся при температуре окружающей среды 20°C, вскипит, если давление понизить достаточно сильно. При температуре 170°C вода кипит при любом давлении ниже 6,9 бари. Пар, образующийся в процессе мгновенного вскипания воды при понижении давления, можно использовать не менее эффективно, чем пар, вырабатываемый котлом.

Конденсат отводится от паропотребляющего оборудования при помощи конденсатоотводчиков; при этом он переходит из области высокого давления в область более низкого давления, существующего в конденсатной магистрали. В результате падения давления часть конденсата снова испаряется, превращаясь в пар вторичного вскипания (вторичный пар). Количество образующегося вторичного пара определяется излишком тепла между параметрами конденсата при высоком и низком давлении. Как правило, во вторичный пар превращается от 10% до 15% общей массы конденсата. Однако объем в процентном отношении может меняться гораздо сильнее. Конденсат при давлении 7 бари при переходе в область атмосферного давления теряет примерно 13% своей массы, но образующийся при этом пар занимает пространство примерно в 200 раз большее, чем занимал конденсат, из которого образовался этот пар.

Примеров производств, где пар вторичного вскипания образуется в объемах, позволяющих при его использовании сократить первичную выработку энергии на 15-25%, множество. Вот лишь некоторые из таких процессов:

- ультрапастеризация, CIP-мойка* в молочной промышленности;
- котлы-утилизаторы, калориферы термокамер в мясной промышленности;
- влаготепловая обработка мятки в жаровнях, подогрев воздуха для тостера в паровоздушных калориферах в масложировой промышленности.

* англ. CIP, Cleaning in Place — метод очистки внутренних поверхностей труб, емкостей, технологического оборудования и связанной с ним арматуры без разборки.

Использование вторичного пара для сокращения первичной выработки тепла:

1. В технологическом процессе

Ситуация, в которой избыток энергии можно вернуть обратно в технологический процесс, является наилучшей для оптимизации энергопотребления.

На примере перечисленных выше процессов:

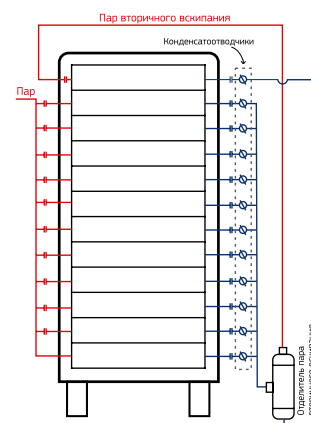
При ультрапастеризации возможно направлять конденсат для предподогрева продукта полученного из баков промежуточного хранения после приемки молока.

На котлах-утилизаторах пар вторичного вскипания возможно направлять на подогрев питательной воды подаваемой в паровые котлы.

Чтобы оценить потенциал снижения энергопотребления, рассмотрим «в цифрах» использование пара вторичного вскипания в процессе влаготепловой обработки мятки на масложэкстракционных заводах.

Основное теплотребляющее оборудование в данном процессе — многочановые жаровни. Подвод тепла к ним осуществляется через стенки чана от конденсирующегося водяного пара давлением до 10 бари, что приводит к образованию большого количества пара вторичного вскипания — до 15%. Пар возможно направлять в первый чан для предподогрева продукта как показано на рис.1. Данная схема позволит увеличить производительность жаровни на 2-5% за счет предподогрева мятки в первом чане без дополнительных затрат энергии.

Рис.1. Схема рекуперации на 12-ти чановой жаровни.



2. Повышение параметров пара вторичного вскипания для использования в технологическом процессе.

Если предприятие использует пар различных номиналов давления, то с помощью термокомпрессора пар вторичного вскипания можно привести к требуемым параметрам и использовать в технологическом процессе. В этом случае высокопотенциальный конденсат от оборудования высокого давления снова разряжают в отделитель пара вторичного вскипания с установленным термокомпрессором. Для процесса сжатия используется пар самого высокого доступного давления. Сжатый пар среднего давления подается на технологическое оборудование. Это решение хорошо работает там, где оборудование высокого и среднего давления работает одновременно и соотношение давлений позволяет произвести сжатие.

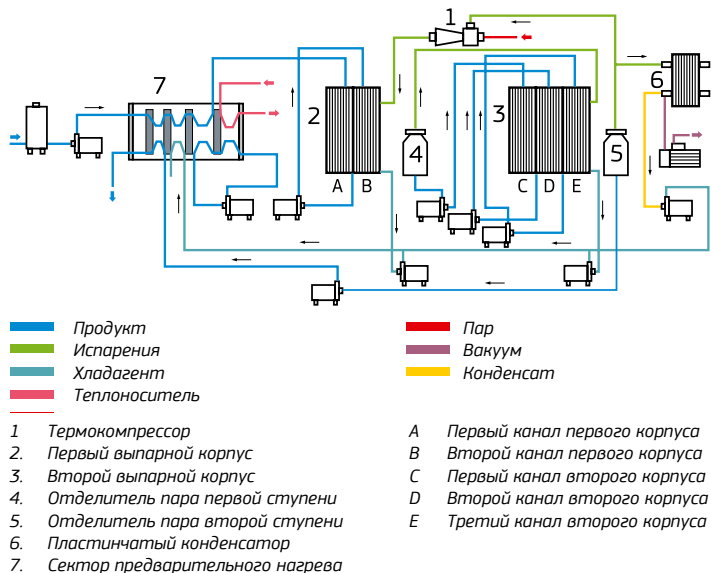


Рис.2. Применение термокомпрессора для повышения параметров пара.

Также термокомпрессор может быть использован для сжатия испарений продукта, и они могут быть направлены на следующую ступень в качестве теплоносителя, как показано на схеме двухступенчатого испарителя молока с термокомпрессором (Рис 2). Испарения от второй ступени поступают в отделитель пара, из которого под высоким давлением (600–1000 кПа) подаются в термокомпрессор. С помощью пара с высоким давлением компрессор повышает давление вторичного пара. Использование термокомпрессора оптимизирует энергетический баланс установки.

3. Нагрев воды

Еще один вариант использовать энергию выпара для нагрева и рециркуляции воды для горячего водоснабжения или предподогрева

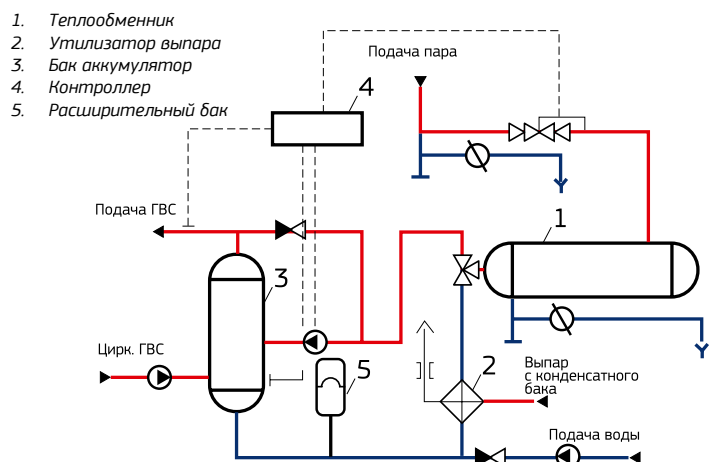


Рис.3. Утилизация пара вторичного вскипания с конденсатных баков.

питательной воды перед котлом. Данная схема позволяет экономить энергию за счет снижения потребления «свежего» пара. Как видно из схемы теплового пункта горячего водоснабжения утилизатор выпара устанавливается перед основным теплообменником. Если температуры воды достаточно, то трехходовой клапан не направляет поток в основной ТО и соответственно клапан подачи «свежего» пара остается закрытым. При тепловой мощности теплового пункта 190 кВт экономия тепловой энергии в год составляет 1 630 Гкал/год.

Рекуперации вторичных энергоресурсов — для сокращения затрат на электроэнергию

Как уже было сказано выше, процессы охлаждения — один из основных потребителей электроэнергии на пищевом производстве. Традиционное решение для задач холодоснабжения, применяемое на большинстве пищевых предприятий, — парокомпрессионные холодильные машины.

Будучи самой распространенной технологией получения холода на базе ПКХМ явно уступают современной альтернативе — АБХМ. Судите сами:

- При мощности по холоду 1000 кВт потребление ПКХМ составляет порядка 330 кВт электрической энергии, а системы на базе АБХМ — не выше 50 кВт (включая вспомогательное оборудование).
- Срок службы ПКХМ составляет 10-15 лет, а для новейших образцов АБХМ достигает 60 лет.

Принцип работы АБХМ основан на физико-химических свойствах водного раствора LiBr — способности воды, испаряясь, поглощать тепло и способности бромиды лития абсорбировать воду. В условиях глубокого вакуума эти процессы происходят при достаточно низких температурах.

На пищевых производствах часто возникает ситуация, когда необходимо увеличить холодопроизводительность, а свободных мощностей и лимитов по электроэнергии недостаточно. В этом случае, АБХМ может выполнять роль теплотрансформатора, преобразовывая «бросовое» тепло в холод, на получение которого не нужно затрачивать большое количество электроэнергии.

В качестве источника тепла для АБХМ могут выступать горячая вода, водяной пар, уходящие газы от генераторных установок, котлов и печей, а также топливо (природный газ, дизельное топливо и пр.), сжигаемое непосредственно в объеме АБХМ.

Также в качестве источника возможно использовать низкопотенциальный пар вторичного вскипания при недостатке давления, который можно направить в термокомпрессор, тем самым повысив параметры до необходимых.

Уникальность технологии получения холода на базе АБХМ заключается в ее гибкости. Диапазон регулирования холодопроизводительности современных абсорбционных чиллеров — от 5 до 115%. При снижении холодильной нагрузки зимой возможно переключение АБХМ в режим теплового насоса с выработкой горячей воды для нужд теплоснабжения.

Как видим, даже очевидных возможностей для сокращения энергопотребления в пищевой промышленности довольно много. Практика же показывает, что на каждом предприятии с учетом особенностей технологии и индивидуальных особенностей систем теплоснабжения, легко выявить дополнительный потенциал для оптимизации энергопотребления, причем большая часть энергосберегающих мероприятий на пищевых производствах имеет сравнительно небольшой срок окупаемости и не требует значительных инвестиций в масштабах производства.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Повторное использование отработанного тепла на производстве сегодня уже является привычной практикой для многих предприятий. В числе не самых очевидных, но эффективных применений — использование низкопотенциального тепла для получения холода для технологических процессов. Традиционное оборудование для выработки холода — паро-компрессорные электрические чиллеры. Более выгодная альтернатива им, позволяющая экономить электроэнергию, и решающая обе задачи (получение холода и утилизацию отработанного тепла) — абсорбционные холодильные установки.

Вместе с «Клубом ПИ» считаем, какую экономию принесут вашему предприятию новые технологии.

СЧИТАЕМ ЭКОНОМИЮ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННОГО ПАРА В АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

В абсорбционных холодильных установках (АБХМ) для обеспечения охлаждения вместо механической энергии сжатия используется тепловая энергия.

Механический паровой компрессор заменяется тепловым компрессором (см. рисунок), состоящим из абсорбера, генератора, насоса и дросселирующего устройства. Пары хладагента из испарителя по-

глощаются смесью раствора в абсорбере. Эта смесь затем закачивается в генератор, где хладагент повторно испаряется, для этого в качестве источника тепла используется отработанный пар. Затем раствор без хладагента возвращается в абсорбер через дросселирующее устройство. Две наиболее распространенные комбинации хладагента и абсорбента, используемые в АБХМ — вода + бромид лития или аммиак + вода.



Сравнение парокомпрессионной и пароконденсационной систем*



Парокомпрессионная установка

* Испаритель и конденсатор, необходимые для работы обеих систем, на рисунке не показаны.

По сравнению с механическими (парокомпрессионными) чиллерами, абсорбционные холодильные установки (пароконденсационные чиллеры) имеют меньший холодильный коэффициент (COP — coefficient of performance, являющийся отношением холодопроизводительности чиллера к подводенному теплу). Тем не менее, они могут существенно снизить эксплуатационные расходы, поскольку АБХМ работают на низкопотенциальном отработанном тепле, в то время как парокомпрессионные холодильные установки приводятся в действие электродвигателем.

Мощные абсорбционные холодильные установки на паре низкого давления могут иметь производительность от 20 до 1200 м³/ч. Такие машины производятся одно- и двухступенчатыми. Одноступенчатые АБХМ обеспечивают COP на уровне 0,7-0,8 и требуют на тонну охлажденной воды около 8-9 кг пара под давлением 1 бар. Двухступенчатые АБХМ обеспечивают COP порядка 1,4-1,5, но в качестве греющего источника требуют высокопотенциальное тепло, потребляя на тонну охлажденной воды около 7-8 кг пара под давлением от 7 до 10 бар.

Считаем экономию

На предприятии, где пар низкого давления выбрасывается в атмосферу, используется парокомпрессионный чиллер с COP 4,0. Установка используется 4000 ч/год и производит в среднем 300 т хладагента. Стоимость электроэнергии для предприятия составляет 3,9 р. за кВтч.

Вместо механического чиллера можно установить АБХМ, требующую 2,45 т/ч пара давлением 1 бар, что позволит сэкономить на электроэнергии:

Ежегодная экономия

$$= 300 \text{ т} * (3,517 \text{ кВт} / 4,0) * 4000 \text{ ч/год} * 3,9 \text{ р.} = 4\,114\,890 \text{ р.}$$

Руководство к действию

Определите экономическую эффективность замещения части вашей холодильной нагрузки абсорбционной холодильной установкой на отработанном паре. Для этого выполните следующие действия:

- Обследуйте оборудование, чтобы определить источники и наличие отработанного пара.
- Определите требования к холодильной нагрузке и затраты на удовлетворение этих требований с помощью существующих механических чиллеров или нового оборудования.
- Получите коммерческое предложение на поставку абсорбционной холодильной машины на отработанном паре на условиях «под ключ».
- Рассчитайте полную стоимость оборудования с учетом возможных расходов на протяжении всего срока эксплуатации и оцените, насколько этот показатель соответствует критериям инвестиционной привлекательности проектов, принятым в вашей компании.

Статья подготовлена Валентином Рубцовым с использованием материалов сайта <https://www.energy.go>

ПРИГЛАШАЕМ ПОСЕТИТЬ

Посетите стенд «Первого инженера» на выставке и примите участие в деловой программе конференции, чтобы узнать больше о возможности тригенерации и промышленных системах холодоснабжения.

Зарегистрироваться
для бесплатного посещения

Умные технологии Москвы —
энергоэффективного города

36-й городской форум и выставка

Дата проведения: 23 - 25.10.2019

ИНТЕРЕСНО

Денис Маршинский

Специалист по маркетингу компании «Первый инженер»

Мы все привыкли считать, что история антропогенного загрязнения окружающей среды началась с промышленной революции, а до массового перехода от ручного труда к машинному вода была чище, трава зеленее, а люди — более здоровыми. Это убеждение верно лишь отчасти — отношения человека с природой на заре существования цивилизации были далеки от гармонии. На протяжении многих веков человек рассматривал природу исключительно как источник ресурсов для обеспечения хозяйственных нужд и накопления капитала, нисколько не заботясь о том, какие последствия имеют его действия.

А последствия порой были катастрофическими. И планета от предков досталась нам отнюдь не в первозданном виде. Некоторые из масштабных потерь, понесенных планетой из-за наших предшественников — в этой статье.

АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРИРОДУ ДО ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Охота

В каменном веке человек являлся естественной частью биосферы — как и другие виды животных он занимался собирательством и индивидуальной охотой. Численность населения планеты составляла около 3-х миллионов человек, но в племенах значилось не более 30 человек, так как с увеличением числа участников группам становилось сложнее прокормиться. Орудие было примитивным, охота еще не получила широкого распространения — в основном первобытные люди питались мясом павших животных — поэтому влияние человека на окружающую среду в данный период времени было минимальным. Даже освоение загонной охоты, которая заключалась в групповом нападении охотников на крупных млекопитающих и существенно повышала шансы на успех, не повлекло за собой серьезных последствий, поскольку загонная охота уже существовала в природе — например, ее активно использовали такие стайные животные, как волки.

Все изменилось с появлением огневой охоты. Здесь загонщиком становился искусственно созданный пожар, жертвами которого обычно оказывались несколько животных. Повсеместное использование огня

для добычи пищи стало причиной необратимого изменения ландшафта и гибели целых популяций разных видов микроорганизмов, растений и животных. Самые значительные ландшафтные изменения пришлось на Австралию — масштабные пожары привели к опустыниванию центральной части континента.

В списке видов, утраченных нами из-за огневой охоты — мамонты, гигантские ленивцы, пещерные медведи, дикие лошади и другие звери¹.

¹ <https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/vzaimodeystvie-cheloveka-i-prirody/vozdeystvie-cheloveka-na-prirodu-v-protssesse-stanovleniya-obshchestva>



Позднее по вине человека исчезло немало других животных. Среди них — птица Додо, которую теперь можно встретить только на страницах сказок, полностью истребленная европейскими колонистами на Маврикии, и гигантские птицы Моа, жившие на протяжении 40 тысяч лет на островах Новой Зеландии, ставшие легкой добычей для переселенцев с островов Полинезии. Малоподвижная Стеллерова корова, отличавшаяся полным отсутствием страха перед человеком, была уничтожена всего за 30 лет после открытия вида. Подобная судьба постигла и Тура — парнокопытного млекопитающего, который стал одним из прародителей современного крупного рогатого скота¹.

Сельское хозяйство

С развитием земледелия и скотоводства человек начал вспахивать земли и устраивать пастбища, параллельно с этим уничтожая природные биоценозы. Больше всего не повезло Африке, точнее Сахаре, которая не всегда была пустыней.



Научные исследования говорят о том, что несколько тысяч лет назад в реку Нил впадали многочисленные притоки именно со стороны Сахары, следы которых удалось обнаружить благодаря космической фотосъемке. В результате бурения русел высохших рек учеными были обнаружены останки бегемотов, крокодилов и страусов. Наскальная живопись Сахары также является подтверждением того, что в те времена на территории пустыни простиралась бескрайняя саванна, где жители занимались скотоводством, рыболовством и земледелием².

По мнению ученых за уничтожение плодородной земли наибольшая ответственность лежит именно на человеке. В Сахаре на смену племенам охотников, активно сжигавшим леса для получения легкой добычи, пришли пастухи-кочевники. Их безмерно расплодившийся скот уничтожал всю растительность на пастбищах, в то время как сами пастухи занимались повсеместной вырубкой леса. Вскоре, был уничтожен весь плодородный слой почвы. В период аридизации 3600 г. до н. э. до 2700 г. до н. э. начали исчезать водоемы — тогда и был запущен необратимый процесс превращения Сахары в пустыню.



Развитие городов

Люди всегда использовали древесину для строительства и отопления домов, изготовления посуды, обуви и других бытовых изделий и орудий труда, а с появлением и ростом городов стали активно рубить леса для новых поселений. Небрежное отношение человека к лесу привело к коренному изменению ландшафтов, заболачиванию территорий и смене видового состава деревьев. За 10 веков средневековья общая площадь лесов сократилась в 3-4 раза³. Место широколиственных дубово-буковых лесов заняли хвойные и березовые.

Сами города были средой крайне опасной для здоровья и жизни. Из-за мусора, который выбрасывали прямо на улицу и в реки, постоянным спутником городских жителей был непереносимый запах, который считался причиной всех смертельных заболеваний. Хотя природными переносчиками чумы служили блохи, захламление улиц отходами действительно способствовало началу массовых эпидемий и болезней среди населения. В те времена от Черной смерти погибло более 20 миллионов человек⁴.

Кстати, римский акведук, который мы воспринимаем как доказательство высокого уровня развития римской цивилизации, был построен потому, что канализационные трубы в Риме сливали человеческие экскременты прямо в реку Тибр, и к 312 году до нашей эры уровень загрязнения реки стал критическим⁵.

Загрязнение реки неочищенными сточными водами стало катализатором вспышек холеры и брюшного тифа среди населения, поэтому Римлянам просто пришлось строить акведуки для получения чистой питьевой воды.

¹ https://interesnosti.mediasole.ru/zhivotnye_kotoryh_bolshe_ne_suschestvuet_po_vine_cheloveka

² <https://risk.today/2019/06/glava-0-pustynja-sahara-pervaja-rukotvornaja-katastrofa-chelovechestva/>

³ <http://www.heraldrusias.ru/journals/2007/1/161/>

⁴ https://ru.wikipedia.org/wiki/Чёрная_смерть

⁵ <http://www.pollutionissues.com/Fo-Hi/History.html>



Горное дело

Существует мнение, что активной добычей полезных ископаемых человек начал заниматься в период промышленной революции, но это не совсем так. Например, китайцы добывали медь и серебро еще в XVI веке до нашей эры¹! В другой части света древние египтяне занимались добычей меди, свинца, золота и полудрагоценных камней. Невероятно, но негативные следы их деятельности сохранились до сих пор!

Например, в одном из крупнейших тропических ледников Перу, Куэлькайя, учеными были обнаружены следы свинца, меди и серебра. По археологическим данным на это повлияла повсеместная выплавка руды на открытых печах, которой занимались жители Южной Америки с 1400 года до нашей эры².

Добычу полезных ископаемых осуществляли и другие страны. В XVI-XVII веках испанцы, вторгнувшиеся империю инков, активно

принялись за разработку серебряных рудников. Несмотря на то, что коренное население уже промышленно занималось этой деятельностью на протяжении нескольких веков, такого влияния на экологическую обстановку планета еще не видела. С XV по XIX века уровень свинца, обнаруженный в леднике Куэлькайя, увеличился в 2 раза, а уровень сурьмы — в 3,5 раза³.

В период расцвета Монгольской империи, подчинившей своему влиянию обширные территории Центральной Азии, Южной Сибири, Восточной Европы, Ближнего Востока, Китая и Тибета, именно серебряная монета являлась основным платежным средством. Для очистки серебра от примесей монголам приходилось заниматься выплавкой драгоценного металла в промышленных масштабах. Более 50% серебра империи производилось вблизи шахт провинции Юньнань, рядом с горным озером Эрхай, в которое стекали стоки от древней плавки. Спустя 700 лет в озере присутствуют следы загрязнений.

Вообще, по мнению ученых, объем выбросов от древней плавки был в 3-4 раза выше, чем от современных металлургических заводов⁴. Древние процессы плавления могли оказывать влияние и на сельское хозяйство, поскольку одна шестая часть обрабатываемых земель Китая до сих пор страдает от чрезмерного накопления тяжелых металлов.

Разумеется, сейчас многие экологические проблемы стоят острее, чем в прежние века. Единственное, что выгодно отличает современное общество — мы эти проблемы видим, осознаем последствия своего влияния на окружающую среду и делаем попытки исправить ситуацию.

Источники:

- 1) <https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/vzaimodeystvie-cheloveka-i-prirody/vozdeystvie-cheloveka-na-prirodu-v-protsesse-stanovleniya-obschestva>
- 2) https://interesnosti.mediasole.ru/zhivotnye_kotoryh_bolshe_ne_suschestvuet_po_vine_cheloveka
- 3) <https://risk.today/2019/06/glava-0-pustynja-sahara-pervaja-rukotvornaja-katastrofa-chelovechestva/>
- 4) <http://www.heraldrusias.ru/journals/2007/1/161/>
- 5) <http://www.pollutionissues.com/Fo-Hi/History.html>
- 6) https://www.vice.com/en_us/article/z4m7e4/ancient-metallurgy-suggests-the-anthropocene-started-thousands-of-years-ago
- 7) https://ru.wikipedia.org/wiki/Чёрная_смерть
- 8) https://ru.wikipedia.org/wiki/Животные,_вымершие_после_1500_года

