

**Экономим там,
где другие тратят**
Утилизация низкопотенциального тепла

**Конфликт
интересов**
Как не навредить системе,
улучшая работу отдельных установок

Проще некуда
Футеровочные работы по-новому

**Системы
имитационного
моделирования**
химико-технологических процессов



Коллеги,

Развитие технологий меняет привычный мир бесповоротно: корабль «Земля» вырвался из зоны действия законов евклидовой геометрии, и решение задач по прежним правилам больше не дает правильного ответа. Судите сами — на протяжении десятилетий в борьбе за мощность и скорость автопроизводители увеличивали объем двигателей. Сегодня все наоборот: лучшие на рынке стремятся выжать максимум из мотора, уменьшая его размеры. Старый закон не действует: больше — не значит лучше. И таких примеров много.

Те, кто решаются первыми сменить ставшую привычной парадигму, могут стать первыми в новой гонке. Да, порой это непросто: обкатанные решения дают прогнозируемый результат, «не хуже, чем у других» и который вроде бы всех устраивает. Но что, если первыми увидят новые возможности и встанут на путь перемен конкуренты? Догонять не так уж весело, как говорит мой пятилетний сын, если проигрывает друзьям в соревнованиях.

Я убежден в том, что для успешного развития нельзя просто мчаться вперед, наращивая обороты. Даже если ты первый, иногда просто необходимо остановиться, чтобы увидеть иные возможности и решения, которые помогут сделать новый качественный рывок. Мои коллеги и я хотим, чтобы «Клуб ПИ» стал для вас именно такой точкой обзора. Пусть новая информация поможет вам выбрать верное направление и задать нужный темп переменам.

Михаил Баклыгин
Генеральный директор
ООО «Первый инженер»



СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА:

Игорь Соколов
РАЗРАБОТКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И
ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ УТИЛИЗАЦИИ
НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА

3

Сергей Толстошеин
СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ. ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ
ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ

6

Владимир Гриненко
КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. КАК НЕ НАВРЕДИТЬ
СИСТЕМЕ, УЛУЧШАЯ РАБОТУ ОТДЕЛЬНЫХ
УСТАНОВОК

9

Интервью
ФУТЕРОВОЧНЫЕ РАБОТЫ:
ПРОЩЕ НЕКУДА

10

Диана Синькова
МЕНДЕЛЕЕВ: ИЗВЕСТНЫЙ
И НЕОЖИДАННЫЙ

11

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

В ФОКУСЕ

Игорь Соколов

Ведущий эксперт компании «Первый инженер»

РАЗРАБОТКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА

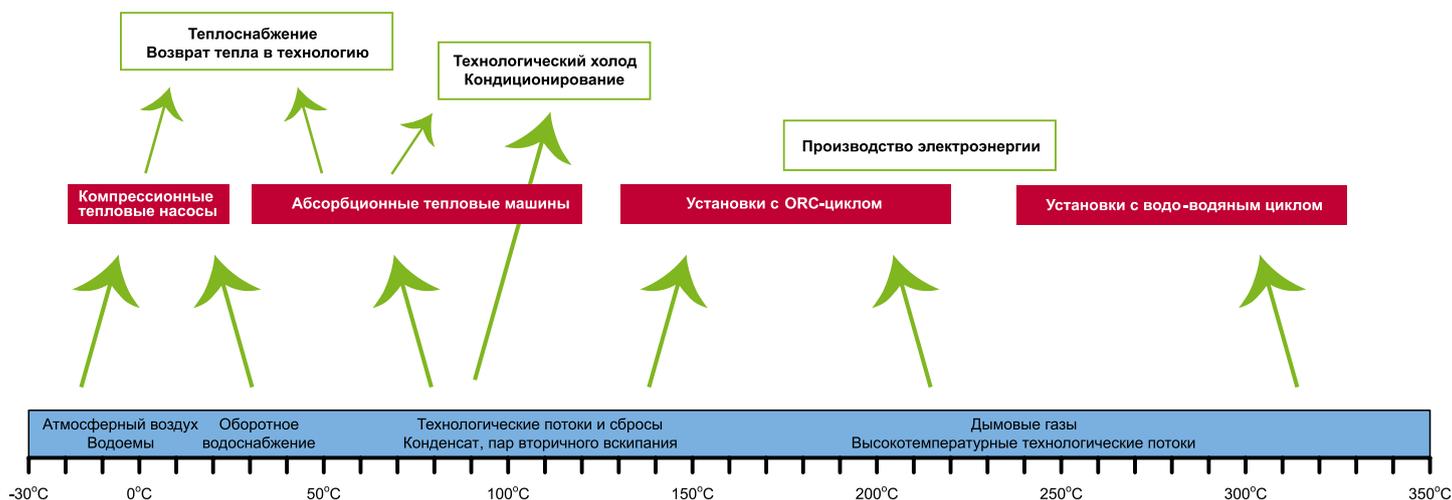
Зимы в России суровые, а потому к списку «примет народных» в эпоху индустриализации добавилась еще одна: если дренаж «парит», фланец подтекает, значит технологические системы работают и не заморожены. Если нет, то, как говорится, «дело — труба» — придется систему отогревать и бороться с обледенением. В текущем столетии доступны куда более эффективные подходы к обеспечению работоспособности теплоэнергетических и технологических систем, но привычка снисходительно относиться к парящим дренажам и подтекающим фланцам осталась.

Между тем, в этом «теплоэнергетическом тумане» бесследно исчезают деньги — те, что были потрачены на выработку тепла. В условиях, когда тарифы на топливо и воду неуклонно растут, такое пренебрежение энергоресурсами — упущенная возможность в борьбе за эффективное производство.

Помимо пара к вторичным ресурсам относятся также и другие среды технологических процессов, такие как паровой конденсат после технологического оборудования и охлаждающая вода. В 8 случаях из 10 в моей практике низкопотенциальное тепло (НПТ) на предприятиях не используется никак, а только требует дополнительных затрат на утилизацию.

О том, как трансформировать низкопотенциальное тепло в дополнительный источник экономии — эта статья.

Рисунок 1. Источники низкопотенциального тепла и технические решения для их использования



Низкопотенциальное тепло: где искать и как использовать

Что мы понимаем под «источником низкопотенциального тепла»? В промышленности к низкопотенциальным обычно относят вторичные энергетические ресурсы, представляющие собой жидкости с температурой менее 100°C и газы с температурой ниже 300°C. На практике за верхний предел температуры для конкретного потребителя можно принять температуру источника, которая позволяет использовать его тепло на полезные цели с помощью простых, давно известных и относительно дешевых устройств — теплообменников. Нижний предел температуры источников НПТ может показаться удивительным, но современные компрессионные тепловые насосы могут извлекать тепло из атмосферного воздуха в зимнее время вплоть до температур -30°C. Совсем не «тепло», но может использоваться для отопления жилых домов и даже промышленных целей (например, отопления удаленных промышленных объектов, имеющих надежное электроснабжение и проблемы с отоплением). Диапазоны температур использования низкопотенциального тепла представлены на рисунке 1.

На промышленном предприятии источники НПТ бывают «обычные», характерные для практически любого производства (теплота промышленных стоков, отработанный пар технологических агрегатов, теплота конденсата пара после технологического оборудования или поступившего в конденсаторы тепловых двигателей с турбоприводом, теплота, которая передается системе оборотного водоснабжения в результате охлаждения оборудования и обычно сбрасывается в атмосферу через градирни или напрямую в пруды-охладители) и «специфические», характерные для предприятий определенной

отрасли или региона. Так, для нефтехимических и газоперерабатывающих предприятий, например, характерны потери отходящих дымовых газов технологических печей; отработанного пара от ректификационных колонн, вакуумных систем, нагревателей; и теплоты продуктовых потоков.

Как использовать это тепло? Все зависит от потребностей и задач, которые есть у вас на предприятии. Вариантов много:

- использовать для отопления, подогрева воды для подпитки технологических систем или ее предварительной деаэрации;
- возвращать НПТ в технологический цикл и использовать повторно в технологических процессах;
- использовать для теплоснабжения объектов, удаленных от источников дешевого топлива;
- получать электроэнергию с целью снижения затрат на ее покупку у стороннего поставщика или резервирования питания собственных нужд.

Результаты:

- сокращение затрат на топливо и, соответственно, первичную выработку тепла или электроэнергии;
- снижение затрат на покупку воды для подпитки технологических циклов, ее обработку в системах водоподготовки и подогрев ее до температур, необходимых по технологическим требованиям;
- снижение затрат на подпиточную воду оборотного водоснабжения (испаряется в градирнях);
- снижение выбросов CO₂ и оксидов азота за счет уменьшения количества сжигаемого топлива.

Технические решения

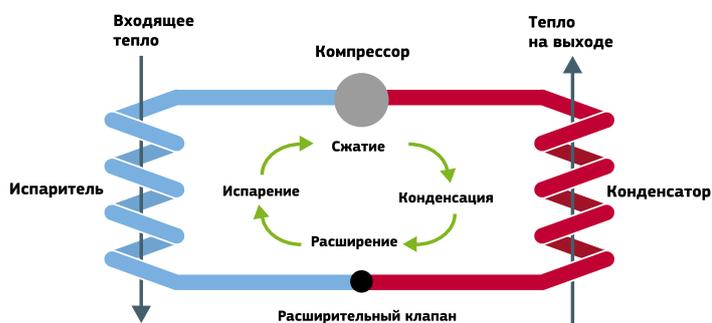
В настоящее время существует несколько принципиальных технологий для систем утилизации низкопотенциального тепла.

Теплонасосные установки (ТНУ)

В зависимости от принципа работы тепловые насосы подразделяются на компрессионные и абсорбционные. Компрессионные тепловые насосы всегда приводятся в действие с помощью механической энергии (электроэнергии), в то время как абсорбционные тепловые насосы используют для извлечения НПТ тепловые источники более высокого потенциала: горячая вода, пар, отходящие газы, прямое сжигание топлива.

Компрессионные тепловые машины (КТМ) в режиме работы тепловых насосов (ТНУ)

Рисунок 2. Принцип действия компрессионного ТН



Принцип действия КТМ основан на способности низкотемпературного хладагента при кипении в условиях низкого давления отбирать тепло от источника низкотемпературного тепла. Температурный диапазон работы подбирается за счет выбора конкретного рабочего тела и диапазона рабочего давления. Для специальных промышленных установок можно получить максимальные температуры порядка 120÷140°C с использованием «каскадных» схем подключения и соответствующих хладагентов. Отдельное перспективное направление — высокотемпературные ТНУ с использованием CO₂ с закритическими параметрами.

>> [вернуться к оглавлению](#)



Рисунок 2а. Вид компрессионного ТН

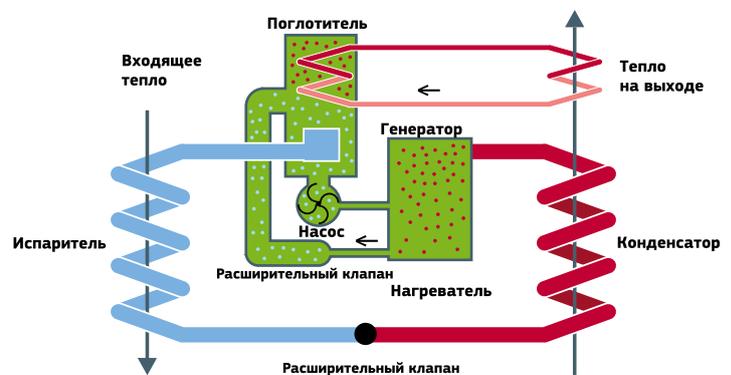
Абсорбционные тепловые машины в режиме работы тепловых насосов (АБТН)

Принцип действия АБТН основан на способности раствора абсорбента поглощать водяные пары, имеющие более низкую температуру, чем раствор.

Наибольшее распространение получили абсорбционные тепловые машины, в качестве абсорбента использующие раствор бромида лития (LiBr). Установки обеспечивают нагрев воды до температур 60-90°C.

Такие установки могут использоваться в режиме холодильной машины (АБХМ), обеспечивая охлаждение воды (например, технологической) до температур 5-15°C независимо от температуры окружающей среды.

Рисунок 3. Принцип действия АБТМ



Установки с использованием ОРС-цикла для получения электроэнергии

Главная отличительная особенность установок на базе органического цикла Ренкина (ОРС) — применение органического рабочего вещества вместо водяного пара. Это повышает общий КПД теплового цикла на малых мощностях и при низкой температуре источника тепла по сравнению с классическим паровым циклом, так как температура кипения органического вещества меньше, чем у воды, а с другой стороны — ограничивает их использование на средних и больших мощностях.

Интерес к установкам с ОРС значительно усилился с развитием энергетических источников на нетрадиционных видах топлива (отходы деревообработки, биотопливо), так как при их сжигании трудно обеспечить параметры теплоносителя на выходе установки, позволяющие эффективно использовать обычный пароводяной цикл.

Диаграмма 1. Область эффективного применения установок с ORC-циклом



В настоящее время в рамках повышения энергоэффективности предприятий нефтехимической промышленности и других, применяющих в технологиях пар разных параметров, производится модернизация с заменой редуционно-охладительных установок (РОУ) на противо-давленческие турбины. В качестве нижнего предела редуцирования при этом используется пар с давлением, пригодным для целей теплоснабжения. Однако потребление тепловой энергии на отопление носит сезонный характер и ограничивает возможности выработки электроэнергии турбин с противо-давлением, снижая и экономическую эффективность. Применение ORC-установок позволило бы уйти от сезонной неравномерности и служить дополнительной поддержкой электропитания собственных нужд.

Рисунок 4. Внешний вид установки с ORC-циклом



В последнее время указанные выше технологии все чаще используются в различных сочетаниях между собой. Например, когенерация — соединение установок выработки электроэнергии, в том числе с ORC-циклом, и оборудования для получения тепловой энергии нужных для потребителя параметров за счет утилизации низкопотенциального тепла тепловыми насосами.

Если тепловая машина в составе автономной установки электроснабжения спроектирована для работы как в режиме теплового насоса, так и в режиме «холодильника» — система генерации электроэнергии преобразуется в систему тригенерации с получением дешевой электрической энергии, тепловой энергии, а также холода.

Системы сбора и возврата конденсата на производственных предприятиях

Тепловая энергия, содержащаяся в конденсате пара после его использования в технологических цепочках предприятия должна максимально возвращаться для последующего использования. При этом сам конденсат — отличный источник для подпитки паровых технологических контуров энергопроизводящих установок, снижающий необходимость подготовки дополнительной воды.

Основные задачи при проектировании и эксплуатации систем утилизации низкопотенциального тепла

Увязать между собой имеющиеся источники НПТ и потребителей, варианты их использования с учетом потребностей на конкретном предприятии, обеспечив при этом экономическую эффективность проекта — сложная инженерная задача. Для ее решения разработка системы утилизации должна включать следующие этапы:

- проведение предпроектного обследования энергетической системы (сбор данных и составление энергетических балансов, инструментальное обследование),
- моделирование технологических процессов установок, эксплуатация которых приводит к максимальным энергетическим потерям (математическое моделирование, пинч-анализ),
- анализ ресурсных ограничений при использовании НПТ, разработка вариантов и выбор оптимальных решений,
- анализ экономических ограничений при использовании НПТ в условиях данного предприятия и разработка ТЭО.

Специфика проектирования и эксплуатационные особенности систем утилизации НПТ заключаются в том, что практически все они используют в своей работе низкокипящие хладагенты, т.е. фактически «холодильные» технологии. Неслучайно вопросы безопасности тепловых насосов включены в единый ГОСТ с холодильными машинами (ГОСТ EN 378-1-2014 Системы холодильные и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Части 1-4). Опыт эксплуатации подобных технологий в России существует.

Будущее технологии в России

Эффективность технологий утилизации низкопотенциального тепла не вызывает вопросов, поэтому они с каждым годом все шире применяются во всем мире. Причины медленного внедрения их в России — экономические. Низкая стоимость энергоносителей и относительно высокая стоимость импортного оборудования обуславливают высокие сроки окупаемости «стандартных» проектов.

Однако практика показывает, что эффективная экономика проекта — это всегда вопрос индивидуального подхода и ответственного отношения исполнителя к проектированию системы и подбору оптимального оборудования и комплектующих. К тому же, сроки окупаемости сегодня рассчитываются исходя из действующих тарифов на энергоносители, тогда как грядущая либерализация тарифов на тепловую энергию, скорее всего, приведет к резкому росту энергетической составляющей в затратах предприятий.

Меньше других эта ситуация затронет те компании, которые уже сейчас начинают оптимизировать энергозатраты, в частности, благодаря повторному использованию низкопотенциального тепла.

Друзья,

Теперь нас можно найти в социальных сетях «ВКонтакте» и Facebook. На страницах компании мы будем публиковать официальные новости и делиться актуальными материалами инженерной тематики и рассказывать о том, чем живет наша команда.

Подписывайтесь на наши страницы, следите за деятельностью компании и предлагайте интересные темы и новости для обсуждения. А мы постараемся сделать так, чтобы вам с нами было интересно и познавательно!



Перейти в группу >>



Перейти в группу >>

СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ХИМИКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ

В настоящее время растет число схмотехнических решений способов организации химико-технологических процессов (ХТП), которые состоят из большого количества взаимосвязанных подсистем и нацелены на улучшение качества и минимизацию затрат на выпуск конечного продукта. Современные ХТП обладают высокой степенью сложности организации схмотехнических решений (СТР), функционирования, реализации, что значительно затрудняет использование аналитических методов исследования. Это приводит к необходимости применения имитационного моделирования (ИМ), которое позволяет выполнить исследование, проектирование и оптимизацию технологического процесса более эффективно, т.е. учесть влияние большого количества параметров на протекание процесса и выявить качественные и количественные характеристики с меньшими затратами временных и финансовых ресурсов.

Имитационное моделирование ХТП сочетает достоинства как теории, так и эксперимента. Работа не с самим физическим объектом, а с его моделью, даёт возможность исследовать его свойства и поведение в любых ситуациях [1]. Имитационные исследования с моделями объектов позволяют изучать объекты в достаточной полноте, что трудно воспроизводимо при проведении экспериментов.

На сегодняшний день на зарубежном и отечественном рынке присутствует большое количество программных комплексов для проведения имитационного моделирования ХТП, которые представляют собой программы для выполнения инженерных расчетов различных СТР технологических процессов с минимальным набором вычислительных средств для моделирования статических и динамических процессов [2].

Для выявления характерных особенностей построения программных комплексов, предназначенных для проведения имитационного моделирования, в данной статье рассмотрены программные продукты, которые получили наибольшее распространение (таблица 1) согласно запросам в поисковых системах и применению на предприятиях на мировом рынке.

Программное обеспечение (ПО) Hysys предназначено для моделирования ХТП с целью оптимизации проектирования СТР технологического процесса. Программа, наряду с возможностью статического моделирования технологических схем, позволяет в той же среде

производить динамическое моделирование отдельных процессов и всей технологической цепочки, а также разрабатывать и отлаживать схемы регулирования процессов. Имеется возможность выполнять расчеты основных конструктивных характеристик оборудования [3].

Aspen Plus представляет собой программный пакет, предназначенный для моделирования в стационарном режиме, проектирования ХТП, контроля производительности оборудования, оптимизации и бизнес-планирования в области добычи и переработки углеводородов и нефтехимии [4].

gPROMS ModelBuilder является средой моделирования для стационарных и динамических систем, которая ориентирована на применение в перерабатывающей промышленности [5].

Программный комплекс **CHEMCAD** ориентирован на моделирование ХТП. Пакет включает средства статического моделирования основных процессов, основанных на фазовых и химических превращениях, а также средства для расчета геометрических размеров и конструктивных характеристик основных аппаратов [6].

Design II — программный продукт компании WinSim Inc. — имеет все инструменты для полноценного моделирования в газонефтепереработке и включает набор из 880 различных компонентов [7].

Программное обеспечение для моделирования технологических процессов **PRO/II** — это симулятор стационарного режима, улучшающий процессы проектирования и операционного анализа. Он предназначен для выполнения точных расчетов массового и энергетического баланса для широкого спектра производственных процессов. Отрасли применения: нефтепереработка, газопереработка, нефтехимия, химия [8].

ProMax представляет собой мощный и универсальный пакет программного обеспечения для моделирования процесса, который используется для разработки и оптимизации ХТП [9].

Программный продукт **GIBBS** включает средства для моделирования процессов промышленной подготовки природных газов, включая обычные установки низкотемпературной сепарации, низкотемпературные детандерные установки с частичным или полным фракционированием жидких углеводородов, процессы обработки газа с впры-

№ п/п	Наименование	Aspen Hysys	Aspen Plus	gProms ModelBuilder	CHEMCAD	DESIGN II	Pro II/ ProVision	Promax	GIBBS	КОМФОРТ
1.	Страна разработки	Канада	США	Великобритания	США	США	Великобритания	США	Россия	Россия
2.	Разработчик	Hyprotech Ltd*	AspenTech	PSE Ltd	Chemstations, Inc	WinSim Inc.	Invensys	Bryan Research & Engineering Inc.	Топэнергобизнес	ChemFort
3.	Бесплатные лицензии	-	-	-	-	3 мес.	-	-	ограниченная	45 дней
4.	Ориентировочная стоимость	8,5 млн руб.	8,5 млн. руб.	7,0 млн. руб.	270 тыс. руб.	210 тыс. руб.	1,3 млн. руб.	3,0 млн. руб.	600 тыс. руб.	450 тыс. руб.
5.	Количество клиентов, > шт.	1500	500	500	1000	20	100	5	30	10

Таблица 1. Системы имитационного моделирования

* В 2002 году компания Hyprotech Ltd была приобретена Aspen Technologies. Hysys вошел состав пакета инженерного модуля AspenONE Engineering пакета AspenONE под наименованием Aspen Hysys.

ском, сбором и регенерацией ингибиторов гидратообразования, промышленной и заводской подготовки и переработки газоконденсата и нефти, включая дезанизацию, стабилизацию и фракционирование по топливному варианту, газофракционирование установки [10].

Система моделирования **Комфорт** представляет собой инструментальное средство для выполнения поверочных и проектных расчетов материально-тепловых балансов различных химических производств. **Комфорт** состоит из управляющей программы и модулей расчета аппаратов. Управляющая программа с конкретным набором технологических модулей образует предметно-ориентированную моделирующую программу, позволяющую выполнять расчеты для конкретного класса химико-технологических схем. Программа имеет средства для расчета всех основных процессов фракционирования для газопереработки [11].

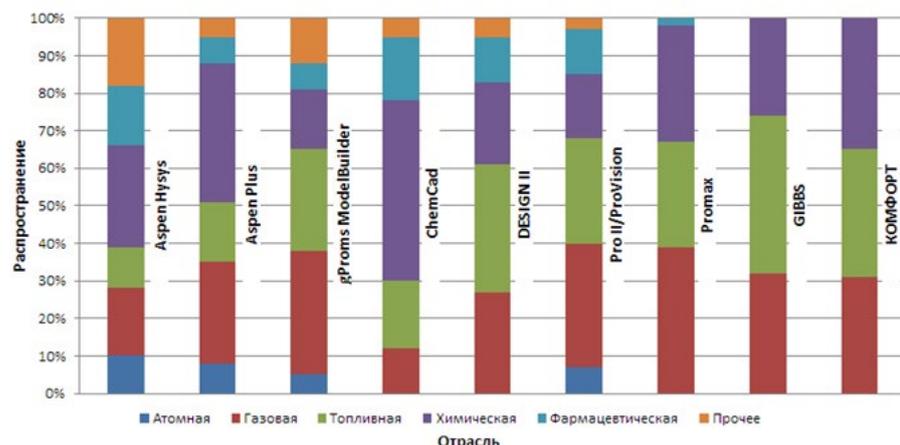
Представленные программные комплексы имеют различные формы лицензирования: локальные, сетевые и бесплатные. Локальная лицензия предусматривает установку программы на конкретный ком-

пьютер, авторизуется и работает только на нем. Сетевая лицензия предназначена на установку продукта на несколько компьютеров, но при этом количество одновременных пользователей не должно превышать количества купленных лицензий. Бесплатная лицензия распространяется для «ознакомления» возможностей ПО, которые имеют временные или функциональные ограничения. Сводка по приведенным выше системам имитационного моделирования представлена в таблице 1.

Применение программных комплексов направлено на усовершенствование технологического процесса и получение достоверных предсказаний параметров, а также на решение задач, связанных с нахождением оптимального способа осуществления технологического процесса в сжатые сроки и с минимальной вероятностью допущения ошибок. Например, в топливной промышленности данные программные продукты используются для переработки тяжелой сернистой нефти, нефтеподготовки и т.п. Применение в фармацевтической промышленности предназначено для моделирования реакционных и периодических дистилляций углеводородов. Таким образом, данные программные комплексы используются в проектируемых организациях, в промышленности. Процент распространения и применения ПО показан на рисунке 1.

Анализ зарубежного и отечественного рынка средств имитационного моделирования ХТП показал, что существует значительное количество специализированных средств для моделирования технологических процессов, которые обладают различным функционалом и назначением. Для оценки потенциала программного продукта были выделены несколько характеристик, которые определялись по их наличию (таблица 2).

Рисунок 1. Оценка распространения ПО



Из таблицы видно, что существующее ПО имеет большой потенциал для моделирования ХТП, но при этом большая часть программных комплексов имеет ряд ограничений: отсутствие структурной идентификации и модулей оптимизации, небольшой функционал интерактивных отладчиков, небольшое количество типовых моделей, большая погрешность при расчетах и другие. Данные ограничения требуют от потребителя ПО наличия специальных знаний в области математического описания процессов и в программировании. Ограниченность ПО в части моделирования в реальном времени и возможности оптимизации с учетом самых различных факторов не обеспечивает получение точной и оперативной информации, что особенно важно

№ п/п	Характеристика ПО	Aspen Hysys	Aspen Plus	gProms ModelBuilder	CHEMCAD	DESIGN II	Pro II / ProVision	Promax	GIBBS	КОМ-ФОРТ
1.	Библиотеки и шаблоны	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Создание библиотек и шаблонов	+	+	+	+	+	+	-	+	-
3.	Пользовательские программы	+	+	+	+	+	+	+	-	+
4.	Стационарные системы	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5.	Динамические системы	+	+	+	+	+	+	-	+	-
6.	Дискретно-событийное моделирование	+	+	+	-	-	-	-	-	-
7.	Структурное моделирование	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.	Комбинированный подход	+	+	+	+	-	+	-	-	-
9.	Моделирование в реальном времени	+	+	+	-	-	-	-	-	-
10.	Модуль оптимизации	+	+	+	-	-	-	-	-	-
11.	Потоки случайных чисел	+	+	+	-	-	-	-	-	-
12.	Независимые прогоны моделей	+	+	-	-	-	-	-	-	-
13.	Разработка сценариев	+	+	+	+	-	+	-	-	-
14.	Планирование экспериментов	+	+	+	-	-	-	-	-	-
15.	Интерактивный отладчик	+	+	+	-	+	+	-	-	-

Таблица 2. Характеристики программных комплексов

для совершенствования процесса управления в жёстких условиях конкуренции по показателям цена/качество/количество, энергозатратами и эффективностью работы оборудования.

В состав представленного ПО входят готовые модули (таблица 3), описывающие технологические аппараты, физико-химические свойства компонентов, позволяющие упростить построение схематических решений технологического процесса для их расчетов. Наличие ограниченного числа модулей не позволяет проводить моделирование сложных СТР, что требует постоянного совершенствования программ.

Приведенные выше существующие на мировом рынке коммерческие системы имитационного моделирования ХТП позволяют провести разработку и проектирование новых химико-технологических схем, а также анализ функционирования существующих технических решений. Применение данных программных продуктов минимизирует финансовые и временные затраты, но не дает гарантированные адекватные результаты без специалистов, обладающие знаниями в области технологии, математики, физики, химии.

Таблица 3. Модули, входящие в программный комплекс

№ п/п	Наименование модуля	Aspen Hysys	Aspen Plus	gProms ModelBuilder	CHEMCAD	DESIGN II	Pro II / ProVision	Promax	GIBBS	КОМ-ФОРТ
1.	Компоненты	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Ректификационные колонны	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3.	Перегонные колонны	+	+	+	+	+	+	-	+	+
4.	Трубопроводы	+	+	+	+	+	+	+	+	-
5.	Реакторы	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.	Адсорберы	+	+	+	-	-	-	-	-	-
7.	Теплообменники	+	+	+	+	-	+	-	-	-
8.	Насосы и компрессоры	+	+	+	-	+	-	-	-	-

Список используемых источников

1. Баженов Р. И. Интеллектуальные информационные технологии. – Биробиджан: ПГУ им. Шолом-Алейхема, 2011. – 176 с.
2. Бочкарев В.В. Оптимизация химико-технологических процессов. Практикум / В.В. Бочкарев, А.А. Троян; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 160 с.
3. Электронный ресурс: <http://www.aspentech.com/hysys/>.
4. Электронный ресурс: <http://www.aspentech.com/products/aspenONE/>.
5. Электронный ресурс: <https://www.pcenterprise.com/products/gproms>
6. Электронный ресурс: <http://www.chemstations.com/>.
7. Электронный ресурс: <https://www.winsim.com/>.
8. Электронный ресурс: <http://software.schneider-electric.com/products/simsci/design/pro-ii/>.
9. Электронный ресурс: <https://www.bre.com/Default.aspx>.
10. Электронный ресурс: <http://www.gibbsim.ru/>.
11. Электронный ресурс: <http://chemfort.ru/>.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

КАК НЕ НАВРЕДИТЬ СИСТЕМЕ, УЛУЧШАЯ РАБОТУ ОТДЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Эта статья станет первой в серии, посвященной отдельным энергосберегающим мероприятиям и их влиянию на надежность, безопасность и эффективность системы в целом. Надеюсь, что эти заметки помогут вам найти оптимальные для ваших предприятий решения и сформулировать стратегию повышения эффективности таким образом, чтобы добиться максимального экономического эффекта. И, предваряя рассмотрение отдельных направлений, сегодня мы поговорим о том, как изучить взаимное влияние различных процессов и энергопотребляющих установок.

Подобно человеческому организму и его внутренним системам, каждое предприятие — единое целое, в котором существуют скрытые или явные связи между различными объектами, установками, процессами. И так же, как лекарства, применяемые для лечения одного заболевания, могут оказывать побочное действие на работу различных органов человека, вмешательство в определенный процесс на производстве с целью повышения энергоэффективности может не лучшим способом сказаться на работе другого оборудования.

Поэтому даже локальным мероприятиям, более доступным с точки зрения временных и финансовых затрат, нежели комплексная модернизация или реконструкция, всегда должен предшествовать анализ предприятия в целом и изучение влияния взаимосвязанных процессов и систем. В противном случае результатом оптимизации отдельных компонентов могут стать инвестиции в оборудование неадекватного масштаба, а наиболее существенные возможности повышения энергоэффективности будут упущены.

Задачи и результаты анализа

В ходе подобного анализа необходимо проанализировать потребности в данной системе или подсистеме, а также возможность выполнения ее функций измененным или совершенно другим способом с целью повышения энергоэффективности.

Для этого следует:

- определить границы процессов, систем и уровень их взаимодействия;
- установить конкретные полезные функции, выполняемые ими, или выпускаемую ими полезную продукцию;
- оценить процессы или системы с точки зрения существующих или будущих потребностей в этих функциях или услугах.

Оптимизация энергоэффективности системы в целом может означать необходимость сознательного снижения энергоэффективности одной или нескольких подсистем для достижения максимума общей эффективности, причем конкретный характер такого компромисса часто зависит от местных условий.

Как следствие:

- может оказаться невозможным одновременно обеспечить максимальную энергоэффективность всех видов деятельности и/или подсистем в пределах установки;
- может оказаться невозможным обеспечить максимальную общую энергоэффективность, одновременно сводя к минимуму потребление других ресурсов, а также выбросы и сбросы (напри-

мер, снижение выбросов в атмосферу может оказаться невозможным без потребления дополнительной энергии);

- может понадобиться снизить энергоэффективность одной или нескольких систем для обеспечения максимальной общей эффективности установки в целом;
- необходимо поддерживать баланс между стремлением к максимальной энергоэффективности и другими факторами, например, качеством продукции, стабильностью производственного процесса и т.п.;
- использование энергии из возобновляемых источников и/или регенерация отходящего или избыточного тепла могут быть более предпочтительны с точки зрения устойчивости, чем сжигание ископаемого топлива, даже при меньшей энергоэффективности.

Методология

Одним из наиболее эффективных способов поиска решения, позволяющего минимизировать потребление энергии, является на сегодняшний день пинч-анализ.

Пинч-анализ — методология минимизации энергопотребления процесса посредством расчета термодинамически обоснованных объемов энергопотребления и приближения к ним с помощью оптимизации теплопередачи между процессами, методов энергоснабжения и характеристик технологических процессов.

В первую очередь пинч-анализ рекомендуется применять при проектировании новых установок и реконструкции старых, с расчетом как оптимизации самой установки, так и в комплексе по всему предприятию.

На существующих установках применение пинч-анализа приносит небольшой эффект. И при большой стоимости проведения пинч-анализа, эффект от полученных решений на существующих установках себя не окупает. Поэтому в такой ситуации как альтернативу пинч-анализу стоит рассмотреть Метод конечных потребителей, называемый также «упрощенным пинч-анализом»

Данный метод подразумевает полное обследование тепловой схемы установки, определение взаимосвязей существующих потоков и выделение тех участков, где потребляется энергия извне (нагрев паром и т.д.) или происходит потеря энергии (охлаждение водой или воздухом).

Следующий этап — составление таблицы потенциальных источников тепла и потребителей тепла, и выбор возможных схем изменения обвязки оборудования. При необходимости на этом этапе могут быть учтены и дополнительные потребители тепла (например, с соседних установок).

В заключение выбирают наиболее оптимальные связки «источник-потребитель» и методику их внедрения.

Для более качественного выполнения работ по выбору оптимальных связей «источник-потребитель», рекомендуется привлекать стороннюю организацию, имеющую опыт в обследованиях и оптимизациях систем, имеющихся на площадке заказчика.

БУДЬ В КУРСЕ

ФУТЕРОВОЧНЫЕ РАБОТЫ: ПРОЩЕ НЕКУДА

Одно из правил «Клуба ПИ» — следить за новостями. Новые технологии и материалы подчас дают возможность решать привычные задачи лучше и быстрее, и тот, кто первым берет их на вооружение, может получить существенное преимущество. Так уж получается, что чаще такие «новинки» мы находим у иностранных производителей, поэтому вдвойне радуемся, когда российский разработчик или производитель вносит свой вклад в развитие промышленных технологий.

Так, компании «Веллонс.Ру» удалось удивить редакцию своей новой разработкой — **материалом для футеровочных работ ВЕЛЛ-ПЛАСТ Р 85**, который, по словам производителя, позволит в корне изменить привычную российским предприятиям технологию проведения футеровочных работ и сократить их время и стоимость.

За разъяснениями мы обратились к генеральному директору «Веллонс.Ру» М. И. Токароу.

Клуб ПИ: *Михаил, расскажите, пожалуйста, в чем отличие ВЕЛЛ-ПЛАСТ Р 85 от традиционных материалов, применяемых для футеровочных работ?*

М.Т.: Материал ВЕЛЛ-ПЛАСТ Р 85 производится на фосфатной связке с минимальным процентом содержания воды, разработан нами совместно с ведущим отечественным производителем алюминатных огнеупоров. Аналогов среди российских материалов он не имеет, а иностранные превосходит по двум параметрам: во-первых, в нем выше содержание алюминия, что делает его прочнее, а во-вторых, по стоимости ВЕЛЛ-ПЛАСТ Р 85 минимум на 15-20% дешевле чем аналоги из США, Германии и Австрии. Более того, если материал Р 85 подходит для работ с температурами сред до 165°C, то в настоящий момент мы ведем лабораторные испытания модели Р 55, который будет на 25-30% дешевле чем Р 85 и с температурой рабочей среды до 140°C.

Основные технические преимущества — полная готовность к применению и отличные адгезивные свойства. Кроме этого, срок хранения материала минимум 6 месяцев. Температуры никакого влияния не оказывают. Материал может поставляться в кирпичных формах размером 200x200 мм и 50 мм толщиной, или просто в 5 кг мешках,



по желанию заказчика. На цену это не повлияет. После укладки материала, если возникает непредвиденный интервал до начала обжига, футеровка отлично стоит и не имеет ограничений по времени ожидания. То же самое и с укладкой: если работы остановились на каком-то этапе, материал уже уложенный будет «ждать». Раскрой анкером (тип ласточка) мы расчерчиваем в ТКП. Технические характеристики и инструкции по эксплуатации можно найти на нашем сайте в соответствующем разделе.

Клуб ПИ: *Что еще можно добавить к техническим преимуществам?*

М.Т.: Прежде всего, материал удобен в проведении работ, особенно по горячему ремонту: полностью готов к применению и не требует специальных работ по дозировке, смешиванию, наличию специального оборудования — бетономешалок. Для его укладки не требуется использовать арматуру, а за счет бесшовной кладки прочность конструкции значительно превосходит конструкции, футеровка которых выполнена с применением традиционных огнеупорных материалов. В итоге футеровочные работы не требуют привлечения квалифицированного персонала и обходятся предприятию дешевле, а результат оказывается более долговечным. Укладка выполняется легкими пневматическими молотками весом менее 3 кг.

Хорошая адгезия позволяет не только использовать материал при строительстве новых объектов, но и с минимальными сроками простоя оборудования провести ремонты сложных поверхностей. Футеровка стен по окружности, футеровка сводов, восстановление топливных желобов, восстановление глубоких открытых трещин, сколов — с ВЕЛЛ-ПЛАСТ Р 85 задача будет решена максимально оперативно, а проведенный ремонт предотвратит развитие местных дефектов в футеровке и позволит продлить срок службы огнеупора в целом. Мы также провели испытания, и у нас есть подтвержденные данные, что наш материал имеет высокую кислотоустойчивость (89,3%), что мгновенно выводит этот материал в сегмент всевозможных печей с кислотными и щелочными средами. Это могут быть скруббера на ЦБП производствах, печи обжига, и т д и т п.

Клуб ПИ: *Кого вы считаете основным потребителем для своего нового материала?*

М.Т.: Отраслевой спектр применения материала довольно широкий: это нефтяная промышленность, энергетика, металлургия, цементная промышленность и другие отрасли, где проводятся футеровочные работы на тепловых агрегатах с температурой применения до 1650 °C для нашего материала марки Р 85 и до 140°C для материала Р 55.

Клуб ПИ: *Как быстро вы сможете подготовить ТКП и делаете ли вы расчеты и рабочую документацию заказчикам?*

М.Т.: Безусловно. Если заказчик предоставит нам чертежи в AutoCAD (желательно) с указанием мест подлежащих ремонту, то ТКП мы подготовим в 3 дня, где укажем не только количество основного материала, но и весь перечень сопутствующих изоляционных материалов, которые могут потребоваться.

ИСТОРИЯ

Диана Синькова

Ведущий специалист по маркетингу ООО «Первый инженер»

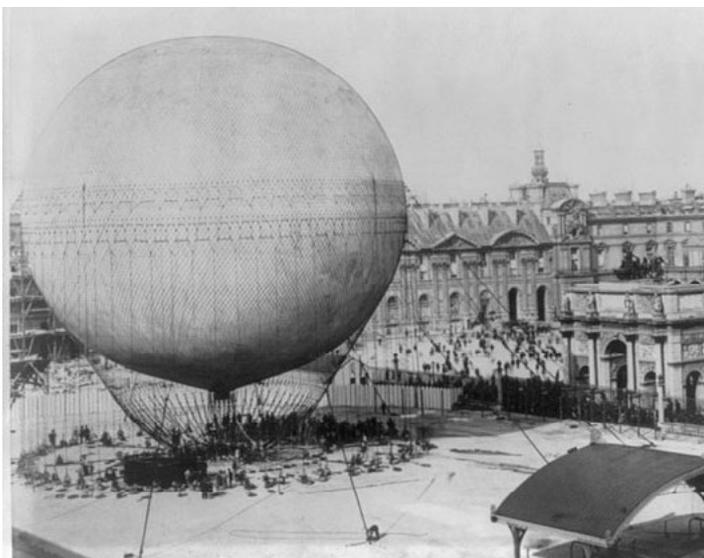
МЕНДЕЛЕЕВ: ИЗВЕСТНЫЙ И НЕОЖИДАННЫЙ

В конце мая часть наших читателей и авторов отмечала профессиональный праздник — день химика. Ну а поскольку самым громким именем в российской истории химии остается имя Дмитрия Ивановича Менделеева, мы решили, что просто обязаны написать о нем в этом выпуске журнала «Клуб Пи».

Самое известное открытие Менделеева — это, безусловно, Периодический закон, но в биографии ученого немало других ярких и неожиданных страниц, незаслуженно обойденных вниманием широкой публики. Преподаватель, приборостроитель, дизайнер и просто любитель приключений — вот Менделеев, о котором мы будем говорить сегодня.

Воздушный шар

Впервые Менделеев решил взлететь на воздушном шаре с опытным аэронавтом для наблюдения солнечного затмения. Перед взлетом погода резко испортилась и начался дождь, было очевидно, что намокший шар вряд ли сможет совершить полет. Напарник Дмитрия Ивановича выпрыгнул из корзины, как вдруг шар неожиданно для всех начал подниматься в небо. Великий открыватель провел все исследования в одиночку на высоте 3 тыс. м, а после успешных наблюдений самостоятельно посадил шар на землю. После, за проявленное мужество Менделееву был присужден диплом Французской Академией метеорологического воздухоплавания. Это был не последний его полет.

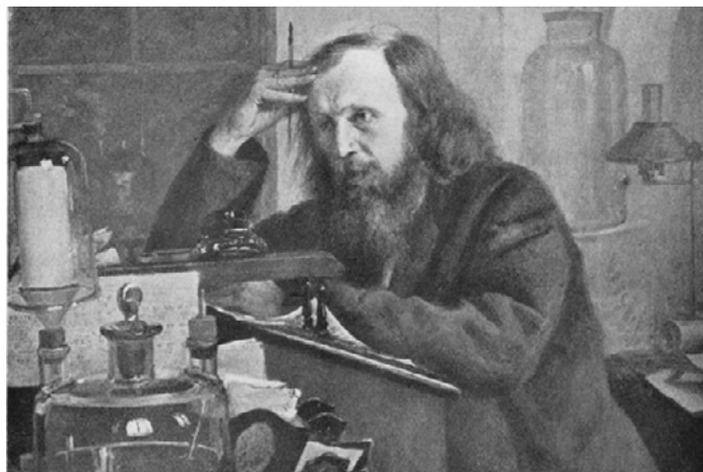
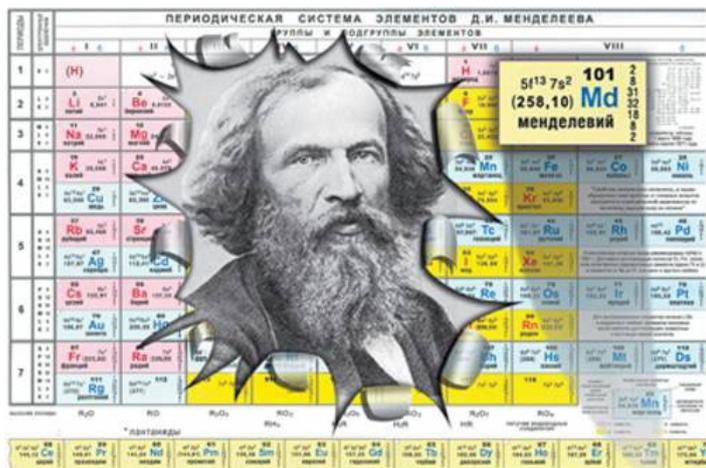


Проект ледокола «Ермак»

Менделеев был безгранично увлеченным человеком. Парадоксально, но только 10% всех своих трудов он посвятил химии. Дмитрий Иванович уделял немало сил и времени кораблестроению и освоению арктического мореплавания, о чем написал порядка 40 работ. Он принимал активное участие в легендарном проекте строительства первого русского арктического ледокола «Ермак». Позже, за вклад в освоение Арктики именем этого великого человека был назван подводный хребет в Северном Ледовитом океане.

Псевдоизобретатель водки

Так сложилось, что многим ученым приписывают открытия, которые и вовсе не были ими совершены. Так и произошло с Дмитрием Ивановичем. На самом деле, этот 40-градусный напиток был изобретен еще за долго до 1865 г. Дело в том, что в этом году, Менделеев защитил докторскую диссертацию на тему «Рассуждение о соединении спирта с водою». Про водку в его диссертации нет ни слова, она посвящена исключительно свойствам смесей спирта и воды. Тем не менее, именно эта работа послужила причиной того, что многие и по сей день считают, что водку создал именно Менделеев. Сегодня же исследователи биографии категорически опровергают этот факт и утверждают, что «диссертация была посвящена изучению удельных весов спиртоводных растворов в зависимости от концентрации последних и температуры, а самого Менделеева интересовали в первую очередь совсем другие области концентраций, выше 40% по весу».



Периодическая таблица

С детства нас учили, что периодическая система приснилась Дмитрию Ивановичу во сне. На самом же деле Менделеев трудился над созданием таблицы порядка 20 лет. Одни говорят, что слухи о вещем сне породил сам ученый, чтобы журналисты не приставали с расспросами. Другие утверждают, что, узнав о теории снов, изобретатель очень сильно обиделся, поскольку эта версия обесценивала его многолетние труды. Официально периодический закон был открыт Дмитрием Ивановичем в феврале 1869 года.

Элемент №101

Во время разработки периодической таблицы, Менделеев намерено оставил пустые клетки для еще не открытых элементов. После смерти ученого в 1955 г искусственно был создан новый элемент — менделевий, который и был по праву назван в честь великого химика.

Мастер чемоданов

Менделеев всегда был большим ценителем искусства. С 1880 г он начал собирать художественные коллекции. Спустя 4 года он даже стал членом императорской академии. Менделеев обожал шить себе одежду, переплетать книги, но самым любимым увлечением всегда оставалось изготовление чемоданов. Спустя время ему удалось завоевать репутацию самого лучшего чемоданного мастера. Покупатели с гордостью приобретали изделия величайшего ученого. И дело было даже не столько в имени производителя, сколько в отменном качестве продукта. Чемоданы были очень качественными и долговечными, а секрет этого заключался в специальном клее. К сожалению, рецепт клеевой смеси так и остался в тайне.



Загадки военных

В 1890 г к Дмитрию Менделееву обратился морской министр Николай Чихачёв и попросил помочь раскрыть секрет изготовления бездымного пороха. Стоимость такого пороха была чрезвычайно высока, поэтому ученого попросили разгадать именно рецептуру производства. Такое задание оказалось под силу ученому. Изучив профильные отчеты иностранных государств, Менделеев с легкостью выполнил поставленную задачу и вскоре представил требуемый материал представителям властей. К стати говоря, все материалы, которые ученый использовал в работе были взяты из открытых источников.

Нефтяной трубопровод

Менделеев всегда считал, что сжигание нефти — это настоящее преступление, поскольку из нее еще можно получить множество различных продуктов, поэтому и разработал схему дробной перегонки нефти и сформулировал теорию неорганического происхождения нефти. Также он предложил нефтяным предприятиям не перевозить нефть в цистернах, а ее перекачку осуществлять по трубопроводам.

Будучи главным русским химиком, Менделеев, как это ни парадоксально, при жизни не был признан в России. Трижды члены Академии наук отвергали его кандидатуру и в академики так и не приняли, несмотря на признание многих европейских университетов и академий. Но, как показывает история, реальные достижения значат куда больше регалий.

Список литературы:

1. А. А. Макареня, Ю. В. Рысев: «Д. И. Менделеев»/ 1977
2. О. Писаржевский: «Менделеев»/ 1949
3. В. Бояринцев: «Великий русский учёный Дмитрий Иванович Менделеев»/ 2014 г
4. И.С. Дмитриев: «Национальная легенда: был ли Д.И. Менделеев создателем русской "монопольной" водки? /1999 г
5. Д.И. Менделеев: «Биографические заметки о Д.И. Менделееве»/ 1906 г
6. АиФ: «Чем известен Дмитрий Менделеев: 10 фактов из жизни русского учёного»
7. «Ермак»-первый в мире арктический ледокол
8. Л.И. Арнаутов: «Повесть о великом инженере»/1978 г
9. <https://www.biography.com>
10. <https://www.famousscientists.org>
11. <https://www.chemheritage.org>
12. <http://tablica-mendeleeva.ru>
13. <https://ru.wikipedia.org>