

УДК 66.047

**ОСНОВНЫЕ ПУТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ
В ТЕПЛО- И МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССАХ И
ОБОРУДОВАНИИ***

В.И. Коновалов, Н.Ц. Гатапова

Кафедра «Химическая инженерия», ГОУ ВПО «ТГТУ»

Ключевые слова и фразы: виды и пути энергосбережения; виды энерготехнологического обеспечения; вихревая труба; высокотемпературная распылительная сушка; загрязненные промстоки; конструкторско-технологические проблемы энергосбережения; межпоточный теплообмен; 5-колонная брагоректификация; тепловые насосы; теплоэнергоаккумуляция; термотрансформация.

Аннотация: Выполнена систематизация, даны краткие обзор и анализ разновидностей энерготехнологического обеспечения, путей и способов энергосбережения и проблем, возникающих при их практической реализации. Показано определяющее значение конструктивно-технологических решений и разработок. Даны примеры 5-колонной брагоректификации и высокотемпературной распылительной сушки.

1

Данная работа написана специально для настоящего Юбилейного выпуска «Вестника ТГТУ», посвященного 50-летию университета. Она характеризует исследования по энергосбережению, ведущиеся на кафедре «Химическая инженерия (ПАХТ)», и на этом этапе завершает опубликованные в предыдущем номере наши статьи по энергосбережению, посвященные последовательно:

– новым зарубежным исследованиям в области сушки и термовлажностной обработки материалов, их результатам и тенденциям [1]; там же приведена последняя зарубежная библиография с комментариями и дан обзор программного обеспечения;

– современным вопросам теории переноса при сушке [2]; в этой статье приведен ряд новых результатов и показана перспективность развиваемого кафедрой направления анализа совместных процессов тепло- и массообмена, химических и реологических превращений с использованием температурных или температурно-влажностных кинетических зависимостей (ТВЗ);

* См. также доклады и лекции авторов по сушке и энергосбережению на 3-ей Международной научно-практической конференции и Школе молодых ученых, аспирантов и молодых преподавателей СЭТТ–2008, Москва – Тамбов, 16–20 сентября 2008 г., опубликованные в «Вестнике ТГТУ», 2008, том 14, № 3. Стиль докладов и лекций, в основном, сохранен.

– современным аналитическим подходам к энергосбережению [3]; здесь рассматривались, в том числе, интегрированный подход, пинч-анализ, луковичная модель;

– современному оборудованию для комбинированной кондуктивно-конвективной сушки и термообработки [4].

В дальнейшем планируется еще опубликовать материалы докладов и лекций по другим актуальным вопросам и направлениям, сформулированным и анонсированным в начале данного цикла публикаций (см. [1], продолж.): 5) Термокомпрессия. Тепловые насосы. Вихревые трубы. 6) Прерывистая сушка. 7) Сушка с пульсационным сжиганием топлива. 9) Предварительное или сопутствующее механическое и другое обезвоживание. Взаимосвязь (в т.ч. синергизм) процессов выпаривания – кристаллизации – фильтрации – сушки. Осмотическое, электроосмотическое, комбинированное обезвоживание. Механо-термический отжим. Сушка и обезвоживание в электрических полях. 10) Сушка различных материалов. 11) Сушка в разных странах.

2

Дадим сначала краткий перечень основных видов **энерготехнологического** и частично **ресурсного обеспечения** химико-технологических и родственных производств с некоторыми комментариями.

В **энерготехнологическое** обеспечение входят:

- пароснабжение (централизованное внешнее, заводское, локальное);
- электроснабжение (для целей электронагрева, электроприводов, освещения, а также для электрохимических процессов, электросварки и электрогенерации различных энергетических полей, используемых в технологическом оборудовании: ИК-нагрев, ТВЧ, СВЧ, ультразвук, магнетроны, лазерная обработка и пр.);
- топливоснабжение (газ, жидкое, твердое топливо, местные виды топлива и сжигаемые отходы); особое место здесь занимает топливное газоснабжение;
- тепло-энергетические комплексы для повышения эффективности топливоиспользования, с выработкой как пара, так и электроэнергии (заводские и локальные);
- водоснабжение (до 5–7 видов водоподдачи); водозабор, водоподготовка, водоочистка, градирни, бассейны, замкнутое водоснабжение; водные стоки (обезвреживание, очистка, пруды, закачка в подземные горизонты);
- воздухоснабжение (технологическое, сжатый воздух, воздух КИПиА); технологические газовые и вентиляционные выбросы (обезвреживание, очистка);
- холодоснабжение (умеренное, среднее, глубокое охлаждение; централизованное, местное; холодильные рассолы, водный лед);
- технологическое газоснабжение (сжижение и разделение газов; азот, кислород, другие газы; хранение, централизованная раздача, баллонное хозяйство);
- отопление, вентиляция, кондиционирование помещений; приточно-вытяжная вентиляция; санитарная очистка газов;
- системы нагрева жидкими и другими высокотемпературными теплоносителями;
- системы утилизации, обезвреживания, сжигания, вывоза, захоронения твердых отходов.

В **ресурсное** обеспечение входит все складское и транспортное хозяйство, исходные, промежуточные и конечные продукты, материалы и изделия. Их состав определяется видом, количеством и особенностями сырья и готовой продукции.

При этом **материальные индексы** химических и родственных производств (отношение количеств использованного сырья к количеству готовой продукции) могут составлять до 10–20 и более. Это пропорционально увеличивает важность и сложность **экологических** проблем, которые должны решаться одновременно с **энерго-ресурсосбережением**.

3

Теперь аналогично дадим перечень основных **видов и путей энергосбережения**, также с некоторыми комментариями и примерами.

1) Межпоточный (межпродуктовый) тепло-энергообмен. Примеры:

– многокомпонентная многоколонная **ректификация** с использованием конденсируемого пара дефлегматоров для обогрева кубов-кипятильников, которые сами тогда становятся источниками жидкой флегмы;

– многомашинные **приводы** типа «**двигатель-генератор**» («система Леонардо») производственных поточных линий, например, для сушки и термообработки кордных тканей и других, в которых машины, работающие в тормозном режиме для создания требуемого натяжения материала, вырабатывают электроэнергию, возвращаемую в систему.

Примеры такого рода многочисленны, встречаются во многих производствах и установках и хорошо известны. Для отдельных видов оборудования они рассматриваются почти во всех классических учебниках по процессам и аппаратам химических и родственных производств.

Некоторые примеры будут рассмотрены далее более подробно. Это самый капитальный путь. При отсутствии тепловых и температурных (или аналогичных) потерь, таким путем можно было бы вообще создавать многие технологии без энергозатрат.

2) **Повышение** энергетических (тепловых, механических, электрических и пр.) КПД оборудования. **Примеры:** КПД турбин, двигателей, преобразователей энергии, вентиляторов, насосов, компрессоров и пр. КПД определяется как отношение теоретически минимальных $E_{\text{теор}}$ и фактических $E_{\text{практ}}$ энергозатрат

$$\eta = E_{\text{теор}}/E_{\text{практ}},$$

где величина $E_{\text{теор}}$ рассчитывается для наивыгоднейших условий – для идеальных (обратимых) процессов и циклов, энергий образования и пр.

Во многих случаях есть попытки введения условных комплексных КПД, например, циклонов, массообменных тарелок, сушилок и пр., предлагаемых для оценки и сравнения эффективности работы соответствующих устройств и оборудования.

3) **Циклические процессы** (замкнутые, полужамкнутые и др. разновидности [5]). Химико-технологические системы (ХТС) с замкнутыми контурами (рециклами, байпасами, возвратами и пр.) теплоносителей, хладагентов, поглотителей и др. **рабочих веществ** включают как возможности вышеупомянутого межпоточного теплоэнергообмена, так и ряда других энергоресурсосберегающих и интенсифицирующих конструктивно-технологических решений, например, в установках синтеза аммиака, в процессах абсорбции–десорбции и др.

4) **Тепло(холодо)изоляция**. Она необходима повсеместно, обязательно, и является одним из главных, первичных условий энергосбережения. Особо следует отметить вакуумные зеркальные теплоизолирующие рубашки (сосуды Дьюара, термосы), паровые термостатирующие рубашки кипятильников электродистилляторов (см. [3]) и др. «активные» приемы.

5) **Термотрансформация** (теплотрансформация). Это повышение температуры теплоносителя (пара или газа) с помощью сжатия (термокомпрессии) или другого физического эффекта с последующим использованием теплоносителя для обогрева в этой же или в другой ХТС. **Примеры:** **выпарные аппараты, опресни-**

тельные, ректификационные, сушильные и др. установки с тепловым насосом, с вихревой трубой или с др. устройствами. Наиболее распространены **парокомпрессионные** тепловые насосы. Имеются также **абсорбционные, адсорбционные, химические** и др. тепловые насосы. По схеме и характеристикам они аналогичны холодильным установкам и циклам, но с «обратным» назначением – целевым процессом здесь является нагрев, а не охлаждение. Затраты работы на повышение потенциала рабочего вещества (в данном случае – температуры) оцениваются коэффициентом трансформации

$$\varepsilon = Q/A,$$

где Q – количество трансформированного тепла с повышенным потенциалом; A – затраченная для этого работа (на привод компрессора или др.).

В холодильных циклах ε – это холодильный коэффициент. Его предельная, теоретически выгоднейшая величина определяется для обратного цикла Карно

$$\varepsilon_{\max} = T_0/(T - T_0),$$

где T_0 – первоначальная температура; T – конечная температура рабочего агента в цикле, К.

При небольших ΔT , например, при повышении температуры от 40 до 60 °С, получаем

$$\varepsilon_{\max} = T_0/(T - T_0) = 313/(333 - 313) = 313:20 = 15,7,$$

то есть затраты энергии на термотрансформацию могут быть в 15,7 раз меньше получаемой тепло(холодо)производительности. Однако практически ε обычно не выше 8–10, а экономически приемлемым бывает $\varepsilon = 4$ –7, в зависимости от соотношения цен на электроэнергию и на пар, газ или др. используемый энергоноситель.

Затраты работы на повышение потенциала существенно ниже холодо(тепло)производительности, поэтому аналогичные циклы стали широко применяться не только в холодильниках, но и во многих энергосберегающих технологиях.

Работа **вихревых труб** основана на эффекте Ранка-Хилша, заключающемся в разделении закрученного потока газа на горячий и холодный. По сравнению с тепловыми насосами, они имели бы ряд преимуществ, если бы удалось достаточно экономично использовать горячий поток газа, например, для сушки влажных материалов.

6) Теплоутилизация. При этом отработанные («теплые») продукты используются для нагрева поступающих («холодных») продуктов (экономайзеры, утилизаторы, подогреватели и пр.). **Примеры:** теплообменное оборудование такого назначения в системах паровых котлов, доменных печей, сушильных установок.

При теплоутилизации обычно используется относительно низкопотенциальное технологическое тепло (отходящих газов, жидкостей, парового конденсата, твердых продуктов и пр.) – для других технологических процессов, в этой же или в другой ХТС, а также для бытовых и прочих нужд.

7) Тепло(энерго)аккумуляция. Возможность аккумуляции энергии часто является решающим условием практической реализуемости как самого оборудования, так и схем термотрансформации, теплоутилизации и пр. **Примеры:** **теплообменники-регенераторы (Каупера** – для доменных печей, с насадкой из огнеупорного кирпича; **Френкля** – для глубокого холода, с насадкой альфоль); **емкостные** аккумуляторы горячей **воды**, бытовые погреба, вагоны и пр. с водным **льдом**; нагревательные или холодильные устройства с **плавким** материалом; емкости с сухим льдом CO_2 и пр.; **электрохимические** аккумуляторы и батареи – электрохимические источники тока; **гидромеханические** аккумуляторы – водо-

напорные башни, водохранилища ГЭС; **механические** энергоаккумуляторы – маховики для обеспечения обратного хода, для сглаживания колебаний поршневых и других машин.

8) Энерговозврат. Примеры: привод насосов, газодувок и др. машин от детандеров, расширительных турбин, тормозных устройств и пр.; **выработка электроэнергии в сеть** при сбросе давления в ХТС с **двумя давлениями** (абсорбция, ректификация, синтез при высоких давлениях), крупные детандеры с электрогенераторами; инерционно-аккумуляторные **двигатели** жиробусы с предварительно раскручиваемым маховиком и пр.

9) Методы, использующие нетрадиционные (альтернативные, низкопотенциальные, вторичные и пр.) источники энергии – геотермальные, гидротермальные, солнечная энергия, ветровая энергия, местное сырье, отходы всех видов и пр.

10) Методы оптимального управления процессами могут быть **энергосберегающими** только в некоторой мере, в основном, если при этом удастся снижать теплотери. Иначе расход тепла определяется только начальным и конечным состоянием обрабатываемого материала, в отличие от траекторных задач управления движением и некоторых других задач. Основные задачи «теплого (температурного)» управления в ХТС – улучшение качественных показателей продукта.

11) Приведенное деление не является жестким и однозначным. Некоторые вышеперечисленные виды и пути энергосбережения можно отнести к разным группам, некоторые могут встречаться только совместно и т.д. На практике главным реальным источником энергоресурсосбережения и вообще почти всего прогресса в тепломассообменных процессах и оборудовании является **комплексная** энергосберегающая и пр. **конструкторско-технологическая оптимизация**.

4

Ранее мы указывали (см. [3]), что при реализации энергосберегающих решений практически всегда возникают **трудности и проблемы**, которые в пособиях и публикациях по интегральному подходу (по сути дела – межпоточному обмену), пинч-анализу и др. развивающимся и популярным в настоящее время методам часто даже не упоминаются. Проблемы эти, в большинстве случаев, не термодинамические, а конструкторско-технологические.

Обычно **именно их решение – это главная**, самая сложная и квалифицированная **работа** вообще по реализации всех энергосберегающих проблем. Во многих случаях их **решение стало возможным только в последние годы** благодаря созданию новых машин, материалов и систем автоматики.

Перечислим некоторые **типовые** возникающие **проблемы и задачи**, которые нужно решать **при реализации энергосберегающих мероприятий**, прежде всего – при организации межпоточного тепло(массо)обмена, что делает все оборудование и процессы взаимосвязанными, зависящими один от другого:

- вопросы пуска оборудования, когда еще нет теплоносителей (хладоагентов) от других аппаратов ХТС, которые появятся только после выхода установки на рабочий режим; соответственно для пуска нужно принимать дополнительные меры или устанавливать специальные дополнительные пусковые устройства или аппараты;

- схожие с пуском вопросы организации переключения аппаратуры на другие режимы, вопросы опорожнения, останова, мойки;

- также схожие с этим вопросы перерывов в работе отдельных аппаратов ХТС при взаимосвязанной работе всей ХТС;

- одно из весьма существенных – неравенство тепловых балансов аппаратов теплоприемников и теплопотребителей; для компенсации нехватки или использования излишка нужны специальные конструктивно-технологические решения – дополнительные теплообменники, ходы, секции, доохладители или догреватели, аккумуляторы тепла и др.;

– зависимое автоматическое регулирование, так как увеличивая подачу тепла в один аппарат, мы изменяем режим работы другого, связанного с ним аппарата; возможны и другие, не только тепловые, взаимосвязи и нарушения;

– возможны нежелательно большие расстояния между аппаратами, что вызывает трудности с трассировкой трубопроводов, приводит к существенным потерям давления и температуры; возможна необходимость дополнительных насосов, газодувок и пр.;

– потери тепла в дополнительных коммуникациях, необходимость их теплоизоляции;

– в ряде процессов (выпарка, ректификация, абсорбция и пр.), для получения достаточных температурных напоров, необходимо изменение давления в аппаратах, вакуумирование и пр.;

– в ряде случаев изменение давления, в свою очередь, приводит к изменению условий фазового равновесия (при ректификации – летучесть, азеотроп и пр.; при сушке проблем еще больше).

В ранее приведенном [3] учебном примере энергосбережения в ХТС «реактор – ректификационная колонна» из Пособия по интегрированному подходу и пинч-анализу [6] мы указывали, что в конечной, рекомендуемой на базе такого подхода, схеме с максимальной возможной экономией тепла стало **9 теплообменников вместо 2-х** в исходной ХТС.

При этом кроме самих теплообменников появились также:

– трубопроводы с теплоизоляцией (или со спутниками), они могут быть большой длины и неудобны для прокладки;

– при необходимости – насосы или газодувки с пусковой и прочей аппаратурой;

– вся трубопроводная запорная, регулирующая и прочая арматура;

– системы КИПиА, при этом регулирование стало взаимозависимым и без процессорно-компьютерного управления нереализуемым;

– опоры, траншеи, эстакады, прочие металлоконструкции и др.;

– устройства сдувок, слива, чистки, пуска и останова и пр.;

– при необходимости – дополнительные средства техники безопасности и пр.;

– наконец, усложнение обслуживания, ремонта и пр. такой, существенно разросшейся схемы.

Все это является ценой за энергосбережение. Поэтому энергосберегающие решения должны приниматься **с учетом в комплексе** всех перечисленных и других возможных вопросов, экономики, экологии, качества продукции и пр.

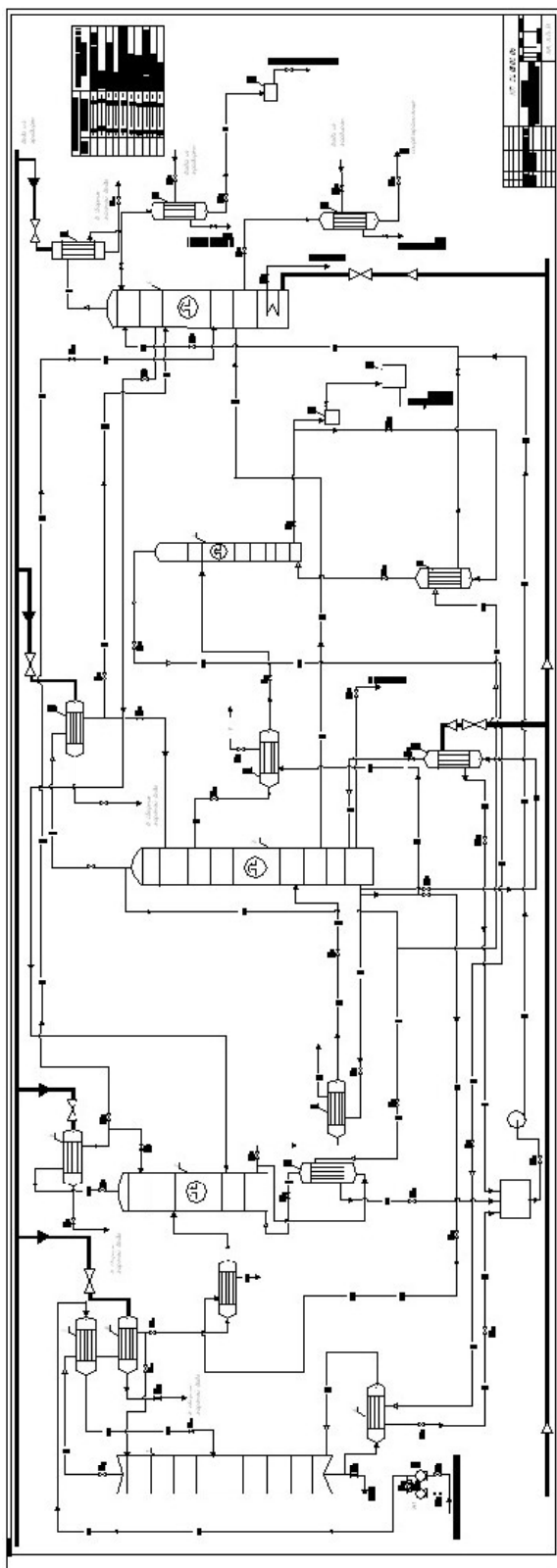
5

Приведем теперь классический пример **реализованного межпродуктового теплообмена** – **5-колонная брагоректификация в спиртовом производстве** (фирма «Julius Montz», Германия и др.). В нем должны были рассматриваться и решаться все вышеперечисленные вопросы.

В промышленной схеме, в отличие от сотен традиционных существующих и работающих спиртовых производств, **первичным греющим паром обогреваются только 3-я колонна (основная ректификация) и 5-я колонна (концентрирования примесей)**. Кипятильники остальных колонн обогреваются парами дистиллата других колонн. Соответственно используются дополнительные или двойные теплообменники и прочие устройства, указанные выше.

Несколько упрощенная схема установки представлена на слайде 1. Термокомпрессия в данной схеме не используется. По сравнению с обычной ректификацией здесь изменяются рабочие давления, флегмовые числа, схемы продуктоотбора и пр. Все управление компьютеризованное.

Расчетные расходы пара показаны в сравнительной таблице на слайде 2.



Слайд 1. Схема 5-колонной брагоректификации в спиртовом производстве с межпоточным теплообменом

5-колонная брагоректификация			
Брагоректификационная установка с обогревом греющим паром		Брагоректификационная установка с межпродуктовым теплообменом	
Расход охлаждающей воды из градирен, кг/с	Расход греющего пара, кг/с	Расход охлаждающей воды из градирен, кг/с	Расход греющего пара, кг/с
1. Бражная колонна			
2,86	0,42	12,54	–
2. Эпюрационная колонна			
0,28	0,61	0,36	–
3. Ректификационная колонна			
7,43	0,88	6,95	0,94
4. Колонна окончательной очистки			
0,36	0,92		–
5. Колонна концентрирования примесей			
2,38	0,26	2,38	0,25
Итого			
13,31	3,09	22,23	1,19

Слайд 2. Сравнение расходов греющего пара и охлаждающей воды для 5-колонной брагоректификации в спиртовом производстве с межпоточным теплообменом

Расход греющего пара удалось снизить почти в 3 раза – с 3,09 до 1,19 кг/с, что явилось решающим результатом.

6

Теперь приведем некоторые наши результаты разработки и сопоставительного анализа возможных энерго- и ресурсосберегающих **схем высокотемпературной сушки пигментов** (технология и оборудование фирмы **BASF** и др., **Италия**).

Исходной является **схема с распылительной сушилкой** (слайд 3) ($\varnothing$ 5500, Н = 9000 мм, температура на входе 230 °С), с газовой топкой, с замкнутой циркуляцией продуктов сгорания (расход 10 000 м³/ч) и с колонной для промывки газов и удаления из них избыточных паров влаги. При этом стоки с промывки составляют 50 м³/ч. При сильном загрязнении стоков их требуется закачивать в подземные горизонты, с двух производств всего около 1 млн м³/год (!).

Были поставлены следующие **основные задачи** энергосбережения, ресурсосбережения и улучшения экологичности: снижение расходов воды, природного газа, уменьшение количества промстоков, закачиваемых в подземные горизонты.

Была разработана группа возможных схем, из которых для **примера покажем четыре**:

- с **поверхностным** конденсатором-влагоотделителем **вместо промывной колонны** (слайд 4), стоки 1 м³/час (вместо 50 м³/ч);
- с тепловым **парокомпрессионным** насосом на пентане (слайд 5);
- с **вихревой трубой**, с термокомпрессией циркулирующих газов (слайд 6);
- схемы с **водяными теплоаккумуляторами** и с одновременной **выработкой технологического пара** 120 °С, 2 атм (слайд 7).

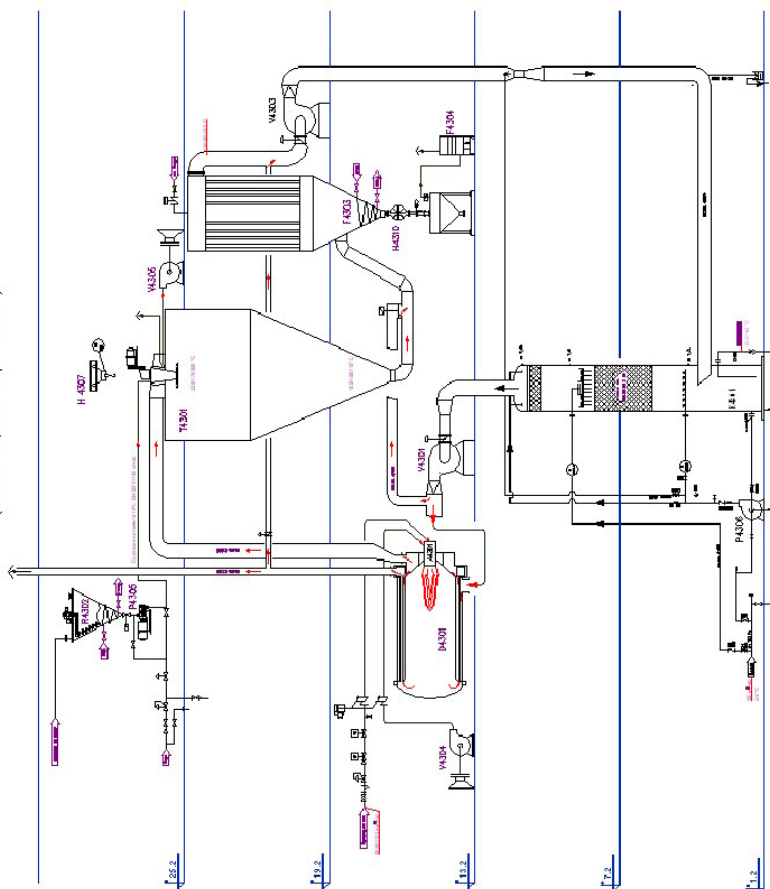
Разработаны также еще несколько возможных схем с альтернативными или новыми способами газоочистки, газоосушки, теплоутилизации и термокомпрессии.

Сложность работы объясняется тем, что в отличие от задач, решенных в современной мировой практике, в данном случае имеется одновременное сочетание: загрязненности, взрывоопасности, высоких температур и значительных расходов газов; трудности теплоутилизации низкотемпературного тепла в цеховых условиях; высокого соотношения конъюнктурных цен на электроэнергию и на природный газ; необходимости применения при использовании парокомпрессионных схем – высокотемпературных компрессоров и хладагентов, а при использовании вихревых труб – экономичных способов предварительного сжатия газов для закрутки.

Решение всех этих вопросов связано, прежде всего, с разработкой новых надежных конструктивных решений и их экспериментальной проверкой.

Пока принята и реализована разработанная заводом наиболее простая схема с градирней в контуре охлаждения воды для промывной колонны (слайд 8) .

Монтируемая схема распылительной сушки рубиновых пигментов. (1-я нитка, сентябрь 2004 г.)

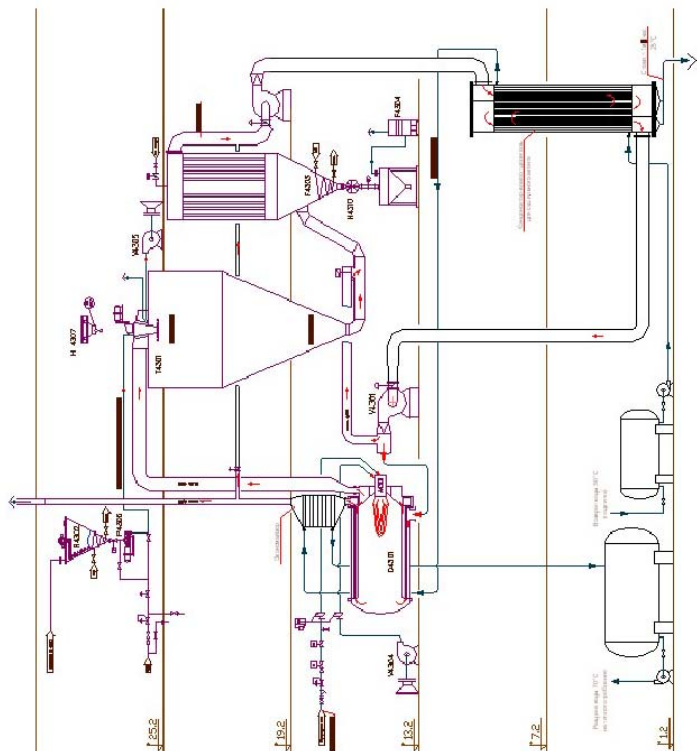


- Примечания:
1. Первичная базирующая система (СООП) (с 1-й ниткой) должна быть установлена на территории завода.
 2. Система должна быть установлена на территории завода.
 3. Система должна быть установлена на территории завода.
 4. Система должна быть установлена на территории завода.

№	Наименование	Единица измерения	Количество	Примечания
1	Система	шт.	1	
2	Система	шт.	1	
3	Система	шт.	1	
4	Система	шт.	1	
5	Система	шт.	1	
6	Система	шт.	1	
7	Система	шт.	1	
8	Система	шт.	1	
9	Система	шт.	1	
10	Система	шт.	1	
11	Система	шт.	1	
12	Система	шт.	1	
13	Система	шт.	1	
14	Система	шт.	1	
15	Система	шт.	1	
16	Система	шт.	1	
17	Система	шт.	1	
18	Система	шт.	1	
19	Система	шт.	1	
20	Система	шт.	1	
21	Система	шт.	1	
22	Система	шт.	1	
23	Система	шт.	1	
24	Система	шт.	1	
25	Система	шт.	1	
26	Система	шт.	1	
27	Система	шт.	1	
28	Система	шт.	1	
29	Система	шт.	1	
30	Система	шт.	1	
31	Система	шт.	1	
32	Система	шт.	1	
33	Система	шт.	1	
34	Система	шт.	1	
35	Система	шт.	1	
36	Система	шт.	1	
37	Система	шт.	1	
38	Система	шт.	1	
39	Система	шт.	1	
40	Система	шт.	1	
41	Система	шт.	1	
42	Система	шт.	1	
43	Система	шт.	1	
44	Система	шт.	1	
45	Система	шт.	1	
46	Система	шт.	1	
47	Система	шт.	1	
48	Система	шт.	1	
49	Система	шт.	1	
50	Система	шт.	1	
51	Система	шт.	1	
52	Система	шт.	1	
53	Система	шт.	1	
54	Система	шт.	1	
55	Система	шт.	1	
56	Система	шт.	1	
57	Система	шт.	1	
58	Система	шт.	1	
59	Система	шт.	1	
60	Система	шт.	1	
61	Система	шт.	1	
62	Система	шт.	1	
63	Система	шт.	1	
64	Система	шт.	1	
65	Система	шт.	1	
66	Система	шт.	1	
67	Система	шт.	1	
68	Система	шт.	1	
69	Система	шт.	1	
70	Система	шт.	1	
71	Система	шт.	1	
72	Система	шт.	1	
73	Система	шт.	1	
74	Система	шт.	1	
75	Система	шт.	1	
76	Система	шт.	1	
77	Система	шт.	1	
78	Система	шт.	1	
79	Система	шт.	1	
80	Система	шт.	1	
81	Система	шт.	1	
82	Система	шт.	1	
83	Система	шт.	1	
84	Система	шт.	1	
85	Система	шт.	1	
86	Система	шт.	1	
87	Система	шт.	1	
88	Система	шт.	1	
89	Система	шт.	1	
90	Система	шт.	1	
91	Система	шт.	1	
92	Система	шт.	1	
93	Система	шт.	1	
94	Система	шт.	1	
95	Система	шт.	1	
96	Система	шт.	1	
97	Система	шт.	1	
98	Система	шт.	1	
99	Система	шт.	1	
100	Система	шт.	1	

Слайд 3

Проработка схемных решений. Вариант 4. Схема с поверхностным конденсатором-влагоотделителем: осушка и очистка газов, газовый экономайзер, теплоутилизация

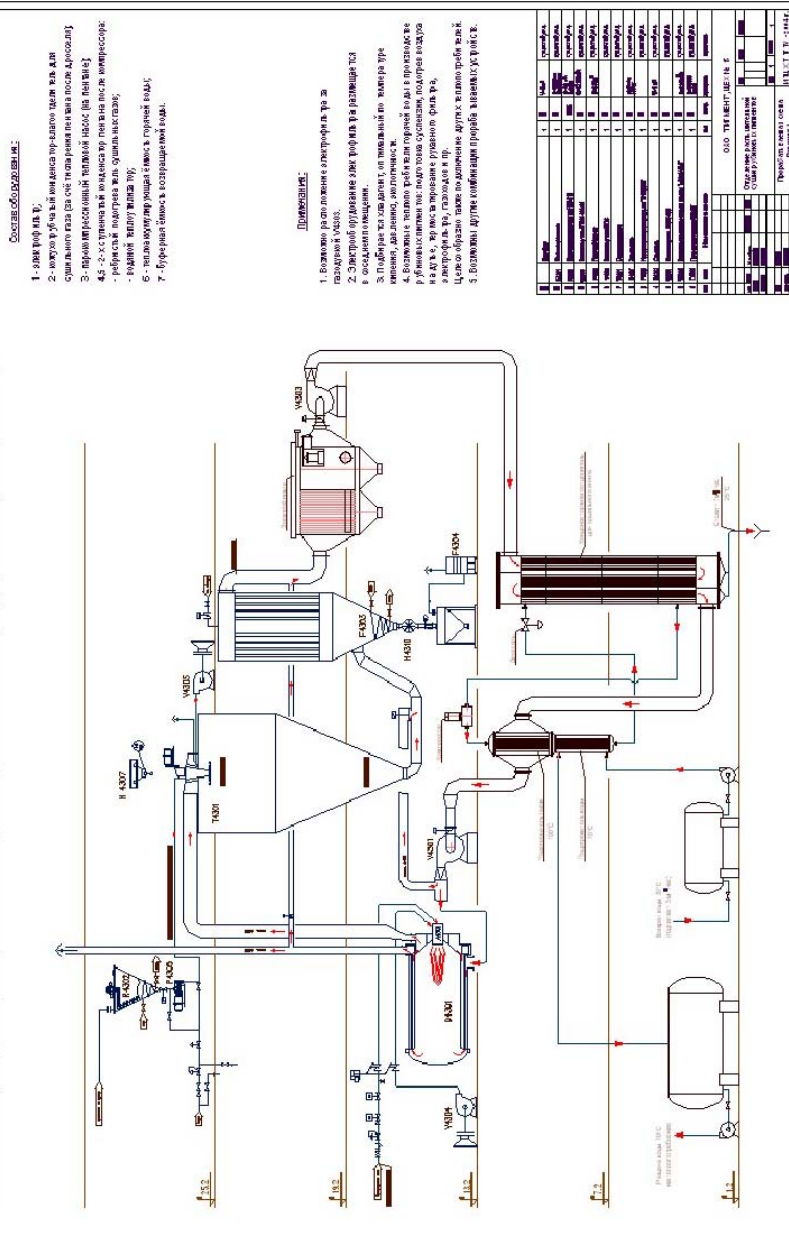


- СОСТАВ ОБЪЕКТОВ ИЛИ:**
- 1 - корпус рубашки конденсатора-влагоотделителя для осушки газа;
 - 2 - рубашка и змеевик конденсатора для дополнительного охлаждения газа;
 - 3 - тепломультипликатор в газе;
 - 4 - рубашка сепаратора для очистки газа.

- ПРИМЕЧАНИЕ:**
1. Для корпуса рубашки теплообменника специально разработана конструкция теплоутилизатора для улучшения теплообмена.
 2. Показано устройство для очистки газа.
 3. Показано устройство для очистки газа.

№	Наименование	Ед. изм.	Количество	Примечание
1	Корпус рубашки конденсатора-влагоотделителя	шт.	1	для осушки газа
2	Рубашка и змеевик конденсатора	шт.	1	для дополнительного охлаждения газа
3	Тепломультипликатор	шт.	1	для очистки газа
4	Рубашка сепаратора	шт.	1	для очистки газа
5	Корпус рубашки теплообменника	шт.	1	для теплоутилизации
6	Змеевик теплообменника	шт.	1	для теплоутилизации
7	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
8	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
9	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
10	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
11	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
12	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
13	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
14	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
15	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
16	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
17	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
18	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
19	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа
20	Газовый экономайзер	шт.	1	для экономии газа

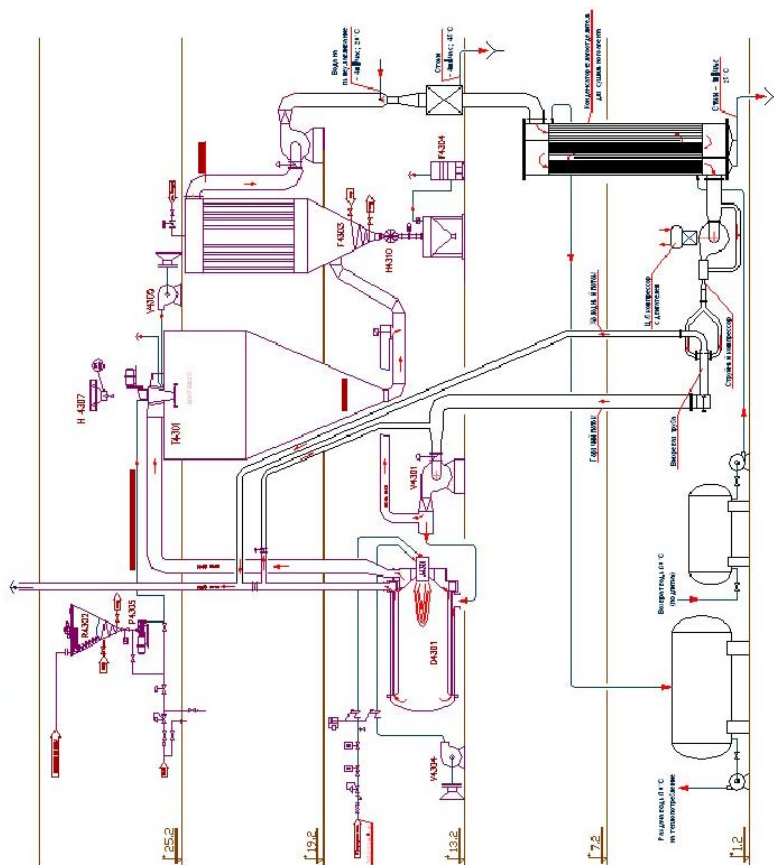
Проработка схемных решений. Вариант 1 (оценочно-габаритный). Схема с электрофилтром и пароконденсационным тепловым насосом: очистка газов, конденсация паров и влагоотделение, тепловой насос, подогрев газов, теплоутилизация



Слайд 5

Схема с мокрым пылеуловителем и вихревой трубой:

очистка газов; конденсация паров и влагоотделение; вихревая труба; вихревой разогрев газов; теплоутилизация



- [illegible]

- Примечания:**
1. При первом запуске в объекте компилятора возможно появление сообщения: «Не удалось загрузить библиотеку динамической компоновки для файла (длинного) строки, приходящий из файла...».
 2. Подборщик символов в файле, подключаемом в объектный файл, должен быть указан в строке командной строки компилятора при запуске программы.
 3. Подборщик символов в файле компилятора (в файле `linker`) отключается по умолчанию. Для включения необходимо указать в строке командной строки компилятора параметр `/linkerlib`.

№	Наименование	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	Итого	Всего
1	Итого	1	1	1	1	4	4
2	Итого	1	1	1	1	4	4
3	Итого	1	1	1	1	4	4
4	Итого	1	1	1	1	4	4
5	Итого	1	1	1	1	4	4
6	Итого	1	1	1	1	4	4
7	Итого	1	1	1	1	4	4
8	Итого	1	1	1	1	4	4
9	Итого	1	1	1	1	4	4
10	Итого	1	1	1	1	4	4
11	Итого	1	1	1	1	4	4
12	Итого	1	1	1	1	4	4
13	Итого	1	1	1	1	4	4
14	Итого	1	1	1	1	4	4
15	Итого	1	1	1	1	4	4
16	Итого	1	1	1	1	4	4
17	Итого	1	1	1	1	4	4
18	Итого	1	1	1	1	4	4
19	Итого	1	1	1	1	4	4
20	Итого	1	1	1	1	4	4
21	Итого	1	1	1	1	4	4
22	Итого	1	1	1	1	4	4
23	Итого	1	1	1	1	4	4
24	Итого	1	1	1	1	4	4
25	Итого	1	1	1	1	4	4
26	Итого	1	1	1	1	4	4
27	Итого	1	1	1	1	4	4
28	Итого	1	1	1	1	4	4
29	Итого	1	1	1	1	4	4
30	Итого	1	1	1	1	4	4
31	Итого	1	1	1	1	4	4
32	Итого	1	1	1	1	4	4
33	Итого	1	1	1	1	4	4
34	Итого	1	1	1	1	4	4
35	Итого	1	1	1	1	4	4
36	Итого	1	1	1	1	4	4
37	Итого	1	1	1	1	4	4
38	Итого	1	1	1	1	4	4
39	Итого	1	1	1	1	4	4
40	Итого	1	1	1	1	4	4
41	Итого	1	1	1	1	4	4
42	Итого	1	1	1	1	4	4
43	Итого	1	1	1	1	4	4
44	Итого	1	1	1	1	4	4
45	Итого	1	1	1	1	4	4
46	Итого	1	1	1	1	4	4
47	Итого	1	1	1	1	4	4
48	Итого	1	1	1	1	4	4
49	Итого	1	1	1	1	4	4
50	Итого	1	1	1	1	4	4
51	Итого	1	1	1	1	4	4
52	Итого	1	1	1	1	4	4
53	Итого	1	1	1	1	4	4
54	Итого	1	1	1	1	4	4
55	Итого	1	1	1	1	4	4
56	Итого	1	1	1	1	4	4
57	Итого	1	1	1	1	4	4
58	Итого	1	1	1	1	4	4
59	Итого	1	1	1	1	4	4
60	Итого	1	1	1	1	4	4
61	Итого	1	1	1	1	4	4
62	Итого	1	1	1	1	4	4

ОБЩО ОБЩЕСТВЕНЕН РЕЗУЛТАТ

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

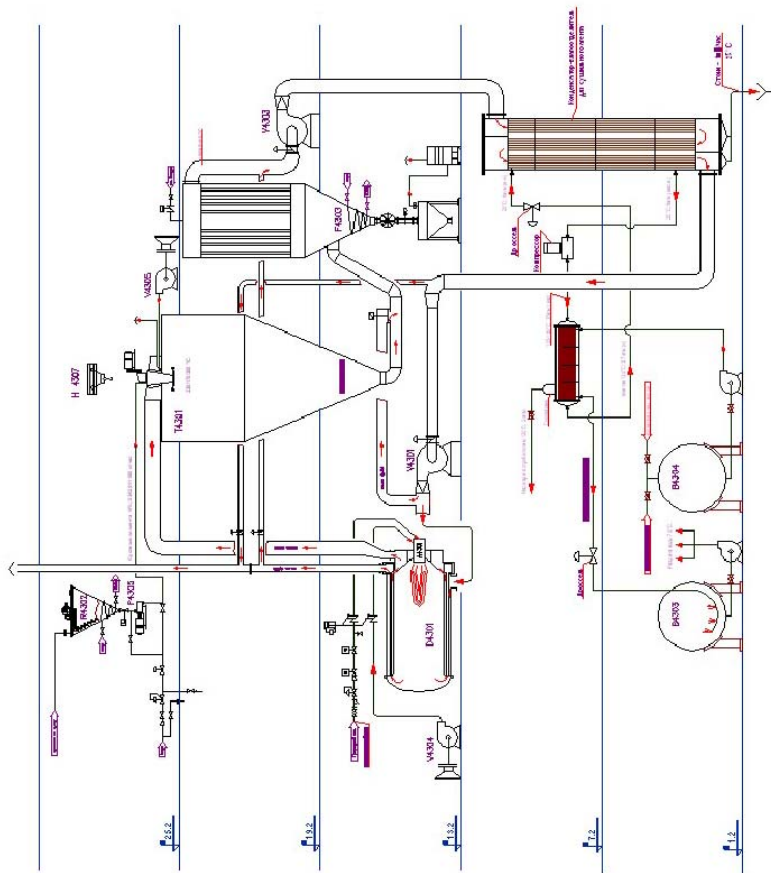
Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Описание на резултата

Проработка конструктивно-схемных решений с теплоутилизацией и теплотрансформацией с выработкой технологического пара и горячей воды.



- Система парового отопления:**
- 1 - котельная установка;
 - 2 - теплообменник для нагрева воды для отопления помещений (за счет тепла отходящих газов);
 - 3 - циркуляционный насос (на подачу);
 - 4 - циркуляционный насос (на обратку);
 - 5 - теплоутилизатор (теплоутилизатор);
 - 6 - буферная емкость для хранения пара.

- Система водоснабжения и водоотведения:**
1. Емкость для воды.
 2. Система фильтрации воды и очистки воды.
 3. Система очистки воды.

- Примечание:**
1. Проработка конструктивно-схемных решений с выработкой технологического пара и горячей воды.
 2. Проработка конструктивно-схемных решений с выработкой технологического пара и горячей воды.
 3. Проработка конструктивно-схемных решений с выработкой технологического пара и горячей воды.
 4. Проработка конструктивно-схемных решений с выработкой технологического пара и горячей воды.
 5. Проработка конструктивно-схемных решений с выработкой технологического пара и горячей воды.
 6. Проработка конструктивно-схемных решений с выработкой технологического пара и горячей воды.

№	Наименование	Единица измерения	Значение
1	Тепловая мощность	МВт	100
2	Тепловая мощность	МВт	100
3	Тепловая мощность	МВт	100
4	Тепловая мощность	МВт	100
5	Тепловая мощность	МВт	100
6	Тепловая мощность	МВт	100
7	Тепловая мощность	МВт	100
8	Тепловая мощность	МВт	100
9	Тепловая мощность	МВт	100
10	Тепловая мощность	МВт	100
11	Тепловая мощность	МВт	100
12	Тепловая мощность	МВт	100
13	Тепловая мощность	МВт	100
14	Тепловая мощность	МВт	100
15	Тепловая мощность	МВт	100
16	Тепловая мощность	МВт	100
17	Тепловая мощность	МВт	100
18	Тепловая мощность	МВт	100
19	Тепловая мощность	МВт	100
20	Тепловая мощность	МВт	100
21	Тепловая мощность	МВт	100
22	Тепловая мощность	МВт	100
23	Тепловая мощность	МВт	100
24	Тепловая мощность	МВт	100
25	Тепловая мощность	МВт	100
26	Тепловая мощность	МВт	100
27	Тепловая мощность	МВт	100
28	Тепловая мощность	МВт	100
29	Тепловая мощность	МВт	100
30	Тепловая мощность	МВт	100
31	Тепловая мощность	МВт	100
32	Тепловая мощность	МВт	100
33	Тепловая мощность	МВт	100
34	Тепловая мощность	МВт	100
35	Тепловая мощность	МВт	100
36	Тепловая мощность	МВт	100
37	Тепловая мощность	МВт	100
38	Тепловая мощность	МВт	100
39	Тепловая мощность	МВт	100
40	Тепловая мощность	МВт	100
41	Тепловая мощность	МВт	100
42	Тепловая мощность	МВт	100
43	Тепловая мощность	МВт	100
44	Тепловая мощность	МВт	100
45	Тепловая мощность	МВт	100
46	Тепловая мощность	МВт	100
47	Тепловая мощность	МВт	100
48	Тепловая мощность	МВт	100
49	Тепловая мощность	МВт	100
50	Тепловая мощность	МВт	100
51	Тепловая мощность	МВт	100
52	Тепловая мощность	МВт	100
53	Тепловая мощность	МВт	100
54	Тепловая мощность	МВт	100
55	Тепловая мощность	МВт	100
56	Тепловая мощность	МВт	100
57	Тепловая мощность	МВт	100
58	Тепловая мощность	МВт	100
59	Тепловая мощность	МВт	100
60	Тепловая мощность	МВт	100
61	Тепловая мощность	МВт	100
62	Тепловая мощность	МВт	100
63	Тепловая мощность	МВт	100
64	Тепловая мощность	МВт	100
65	Тепловая мощность	МВт	100
66	Тепловая мощность	МВт	100
67	Тепловая мощность	МВт	100
68	Тепловая мощность	МВт	100
69	Тепловая мощность	МВт	100
70	Тепловая мощность	МВт	100
71	Тепловая мощность	МВт	100
72	Тепловая мощность	МВт	100
73	Тепловая мощность	МВт	100
74	Тепловая мощность	МВт	100
75	Тепловая мощность	МВт	100
76	Тепловая мощность	МВт	100
77	Тепловая мощность	МВт	100
78	Тепловая мощность	МВт	100
79	Тепловая мощность	МВт	100
80	Тепловая мощность	МВт	100
81	Тепловая мощность	МВт	100
82	Тепловая мощность	МВт	100
83	Тепловая мощность	МВт	100
84	Тепловая мощность	МВт	100
85	Тепловая мощность	МВт	100
86	Тепловая мощность	МВт	100
87	Тепловая мощность	МВт	100
88	Тепловая мощность	МВт	100
89	Тепловая мощность	МВт	100
90	Тепловая мощность	МВт	100
91	Тепловая мощность	МВт	100
92	Тепловая мощность	МВт	100
93	Тепловая мощность	МВт	100
94	Тепловая мощность	МВт	100
95	Тепловая мощность	МВт	100
96	Тепловая мощность	МВт	100
97	Тепловая мощность	МВт	100
98	Тепловая мощность	МВт	100
99	Тепловая мощность	МВт	100
100	Тепловая мощность	МВт	100

Слайд 7

The diagram illustrates a complex chemical process flow. Key components include:

- Storage Tanks:** BA.325, BA.324, BA.323, and BA.322 (labeled 'BA.322 (in 324)').
- Process Vessels:** F.430, T.4301, D.4301, and A.4302.
- Heat Exchangers:** E.4301 and E.4302.
- Distillation Columns:** D.4301 and D.4302.
- Pumps and Compressors:** V.4301, V.4302, V.4303, and V.4304.
- Control and Instrumentation:** H.437, F.4302, F.4306, and various flow control valves.
- Flow Directions:** Indicated by red arrows throughout the piping system.
- Utility Connections:** Labeled at the bottom with '2.2', '3.2', '4.2', and '5.2'.

1. Базовая схема ОАО "Титан-Г" (с изменениями) (схема рисунков оптимизм. Двиг.)
2. Система контроля и управления
3. Показаны крупные газы

Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											
Q10. TREATMENT IN 15											

809

В заключение еще раз подчеркнем, что, как это видно из всего вышеизложенного, **решающим для успешного энергосбережения являются** не формально-процедурные термодинамические, математические или подобные методы и проблемы, а **творческие конструкторско-технологические решения и разработки**.

Недавно наш отечественный патриарх-термодинамик Виктор Михайлович Бродянский (1919 г. р.) на очередной конференции по энергосбережению [7] рекомендовал 12 правил-аксиом, как нужно и как не нужно заниматься энергосбережением. Все они основаны именно на таких подходах. Приведем некоторые из них:

1) Занимайся совершенствованием энергетического хозяйства только в том случае, когда эта работа может дать в конечном счете существенный экономический либо экологический эффект...

3) Избегай использования как очень малых, так и очень больших разностей температур при теплопередаче...

4) Старайся ... исключить смешение потоков...

5) По возможности используй противоточные, а не прямоточные процессы...

7) Не забывай, что практически каждое изменение в любом месте технологической цепочки сказывается на характеристиках других ее звеньев. Нужно следить за тем, чтобы улучшение характеристик в одном месте не вызвало большего ухудшения в другом....

12) Будь осторожен с рекламой и предложениями новых «сверхэффективных» процессов, машин и систем. Тщательно проверяй их, особенно в тех случаях, когда авторы ссылаются на высокие научные авторитеты или, напротив, не проверяют их.

Список литературы

1. Коновалов, В.И. Новые зарубежные исследования в области сушки и термообработки: результаты и тенденции (1. Библиография. 3. Программное обеспечение) / В.И. Коновалов, Т. Кудра, Н.Ц. Гатапова // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2008. – Т. 14, № 3. – С. 530–537.

2. Коновалов, В.И. Современные вопросы теории переноса при сушке / В.И. Коновалов, Т. Кудра, Н.Ц. Гатапова // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2008. – Т. 14, № 3. – С. 538–559.

3. Современные аналитические подходы к энергосбережению. Интегрированный подход. Пинч-анализ. Луковичная модель / В.И. Коновалов, Т. Кудра, А.Н. Пахомов, А.Ю. Орлов // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2008. – Т. 14, № 3. – С. 560–578.

4. Современное оборудование для комбинированной кондуктивно-конвективной сушки и термообработки / В.И. Коновалов, Т. Кудра, А.Н. Колиух, Е.В. Романова // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2008. – Т. 14, № 3. – С. 579–583.

5. Коновалов, В.И. О возможностях использования циклических тепловых и взаимосвязанных тепло-диффузионных процессов в химических и других производствах / В.И. Коновалов, Н.Ц. Гатапова, Е.Н. Туголуков // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 1995. – Т. 1, № 3–4. – С. 273–288.

6. Gundersen, Truls. A Process Integration Primer. Trondheim: SINTEF, IEA, 2002. 90 p.

7. Бродянский, В.М. Аксиомы энергосбережения / В.М. Бродянский // Материалы 4-й НТК по энергосбережению, Ульяновск, 24–26 апр. 2003 г. – С. 5–6.

General Ways of Energy-Saving and Optimization in Heat and Mass Transfer Processes and Equipment

V.I. Konovalov, N.T. Gatapova

Department "Chemical Engineering", TSTU

Key words and phrases: 5-column span-rectification; design and technology problems of energy-saving; heat and energy accumulation; heat pumps; high temperature spray drying; interflow heat transfer; polluted industrial sewage; thermo-transformation; types and ways of energy-saving; types of energy production equipment; vortex tube.

Abstract: The paper presents systemized, briefly reviewed and analyzed data on the types of energy production equipment, ways and means of energy-saving as well as problems arising in the course of their implementation. The essential role of construction and technology decisions and developments is shown. The examples of 5-column span-rectification and high temperature spray drying are given.

Hauptwege des Energiesparens und der Optimierung in den Wärme- und Massenaustauschprozessen und in der Ausrüstung

Zusammenfassung: Es ist die Systematisierung erfüllt, es sind die kurzen Übersichten und die Analyse der Abarten der energietechnologischen Versorgung, der Wege und der Weisen des Energiesparens und der Probleme, die bei ihrer praktischen Realisierung entstehen, angegeben. Es ist die bestimmende Bedeutung der konstruktiv-technologischen Lösungen und der Entwicklungen gezeigt. Es sind die Beispiele der 5-säuligen Maischerektifikation und der hochtemperaturischen Spraytrocknung angegeben.

Principales voies de la conservation de l'énergie et de l'optimisation dans les processus de l'échange de température et de masse et de l'équipement

Résumé: Est effectuée la systématisation, sont données une brève revue et l'analyse de différents types de la conservation de l'énergie et des problèmes surgissant lors de leur réalisation pratique. Est montrée la signification déterminante des solutions constructives et technologiques et des élaborations. Sont donnés les exemples de alcoolrectification à cinq colonnes et du séchage par atomisation de haute température.
