Обучение работе в прорывных проектах.

Обучение работе в прорывных проектах составляет ядро образования в Школе генеральных конструкторов им. П.Г. Кузнецова. Прорывные проекты являются основным целевым результатом работы проектных групп слушателей школы. Обучение работе в них проводится также в проектной форме – при сопровождении педагогами и экспертами проектной деятельности учеников.

В настоящем методическом пособии для педагогов показано на примере одного из проектов, имеющего огромную значимость для развития инфраструктуры ЖКХ территорий расположения атомных объектов, каким образом необходимо вести обучение работе в прорывном проекте. Этот стандарт, описанный на примере, разбит на две составляющие: схему курса занятий по созданию прорывного проекта и дидактико-методическое описание одного из занятий курса, посвященного переходу от фундаментального научного принципа к техническому решению, составляющего инженерно-техническое ядро прорывного проекта.

Дидактико-методическое описание типовой схемы работы над прорывным проектом на примере проекта перехода к когенерации в малой энергетике

Проект перевода имеющихся в стране теплофикационных мощностей – котельных – в режим мини-ТЭЦ с одновременным получением тепла и электрической энергии представляет большой интерес в первую очередь в связи с тем, что объектов, на базе которых возможна когенерация, в стране более 60 тыс. Это означает, что перевод всех этих теплофикационных мощностей в режим когенерации позволит фактически **удвоить** установленную мощность ЕЭС и региональных ЭС. При этом необходимо заметить, что в настоящее время принцип когенерации массово реализован в России только в рамках энергетики больших мощностей на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ), обслуживающих тепловые сети и систему горячего водоснабжения крупных городов. КПД общего технологического цикла ТЭЦ возрастает до 80% по сравнению с 30% на конденсационных тепловых электростанциях (КЭС).

1. Общая схема курса занятий в мастерской

Каждый проект перехода к когенерации и тригенерации имеет несколько взаимосвязанных составляющих – вопросов, которые должны быть проработаны и освоены группой:

- Научно-технические принципы. Фундаментальный принцип совместного получения электрической энергии, тепла и холода и различные варианты его технической реализации.

- Инженерно-технологическое конструирование. Типовые и оригинальные варианты возможной технологической реализации когенерации и тригенерации на базе котельных. Основные технологические показатели когенерационных и абсорбционных холодильных установок. Устройство мини-ТЭЦ, методика их расчета, подбора и компоновки оборудования.

- Модернизационный аспект. Сравнение технических решений и их отечественной и зарубежной технологической реализации с точки зрения новизны заложенных научных принципов и потенциала для развития смежных областей промышленности.

- Маркетинговые сценарии. Определение потенциальных заказчиков переоборудования котельных в мини-ТЭЦ, анализ ситуации их деятельности, создание и предъявление адресных предложений.

- Промышленно-отраслевые схемы. Поиск и выбор возможных отечественных и зарубежных поставщиков оборудования, систем управления, топлива и материалов, подрядчиков по строительству, установке, наладке, эксплуатационному сопровождению и ремонту, модернизации и переоснащению когенерационного и тригенерационного объекта.

- Финансовые схемы. Проработка инвестиционных сценариев и бизнес-плана по конкретному когенерационному или тригенерационному объекту и демонстрация потенциальному заказчику возможных новых схем роста капитализации имеющихся активов (котельных).

Осуществляя свое движение в указанных пластах содержания, группа осваивает ряд новых для школьников видов деятельности:

- Технологическую разведку – поиск и сравнительный анализ технологий, позволяющих решить задачу перевода котельных в режим мини-ТЭЦ, выявление возможностей и ограничений, модернизационного потенциала, а также держателей этих технологий.
  - Разведку рынка – *частный* случай разведывательной деятельности группы, поиск и определение потенциальных заказчиков и интересантов проекта развития когенерации и тригенерации, выявление сути их интереса.

- Конструирование – создание и детальную проработку образа когенерационного или тригенерационного объекта, схему его создания из имеющихся

технологических элементов, а также разработка схем необходимых для строительства и эксплуатации объекта отраслевых связей.

- Проектирование – *центральный и ключевой* вид деятельности группы, создание представления о том, каким образом и в какую сторону будет преобразована ситуация, в которой находится потенциальный заказчик нового объекта, за счет сооружения мини-ТЭЦ, а также определение путей этого преобразования, необходимых действий.

- Исследование – проведение ряда необходимых для создания проекта или конструкции изысканий с целью получения недостающих знаний о ситуации заказчика, о технологическом решении и т.д.

- Сценирование и осуществление социального действия – создание и осуществление таких схем действий, направленных на взаимодействие с контрагентами (потенциальными заказчиками, инвесторами, партнерами, держателями технологии, возможными поставщиками и т.д.), чтобы в результате осуществления этой схемы была сложена система договоренностей и запущена деятельность по созданию нового когенерационного или тригенерационного объекта (или программы развития когенерации и тригенерации в целом).

2. Передаваемое школьникам научное знание и его связь с техническими решениями. Единица содержания фрагмента курса

Описываемый фрагмент посвящен вхождению школьников в освоение научно-технических принципов, стоящих за проектом развития когенерации и тригенерации. В ходе него необходимо осуществить передачу учащимся представления о том, что такое когенерация и тригенерация, какой фундаментальный научный принцип стоит за этими областями технологии, а также о том, в каких типах технических решений этот принцип претворен в жизнь.

Когенерация – это процесс одновременного получения электрической и тепловой энергии, а также соответствующая область технологии. Тригенерация – это процесс одновременного получения электрической и тепловой энергии, а также получения холода, и соответствующая область технологии.

Можно выделить два взаимосвязанных фундаментальных научных принципа, стоящих за когенерацией и тригенерацией. Во-первых, **закон сохранения энергии,** согласно которому энергия не исчезает и не возникает из ниоткуда, а только переходит из одних видом в другие. Стоящее за этим принципом знание – это различение **видом** энергии и возможных переходов между ними.

Все физические явления, в которых происходит трансформация энергии, могут быть классифицированы в соответствии с тем, какому переходу типа «вид энергии 1» → «вид энергии 2» они соответствуют. Могут быть выделены следующие переходы (для области тепловой энергетики) и соответствующие им химические и физические явления (с примерами):

lifttothefuture.ru

Таблица 1

Начальный вид / Конечный вид	**Химическая**	**Тепловая**	**Механическая**	**Электрическая**
Химическая		Эндотермическая химическая реакция *Синтез моторного топлива из газа (процесс Фишера – Тропша)*	Химическая реакция под давлением или при трении *Разложение азида водорода*	Электролитическая реакция *Получение водорода в электролизере*
Тепловая	Экзотермическая химическая реакция *Сгорание топлива*		Нагревание тела при трении и нагревание сжимаемого газа *Нагрев газа в компрессоре*	Тепло Джоуля – Ленца Эффект Томсона Эффект Пельтье *Нагревание провода под током*
Механическая	Химическая реакция с расширением смеси продуктов *Микровзрыв в цилиндрах ДВС*	Расширение газа в ограниченном объеме *Давление газа на лопатки турбины*		Электромагнитная индукция (при изменении положения магнита и проводника) *Работа электрического двигателя*
Электрическая	Электрохимическая реакция *Окисление топлива в электрохимическом генераторе*	Эффект Зеебека *Появление разности потенциалов в термопаре*	Электромагнитная индукция (при изменении положения магнита и проводника)	

lifttothefuture.ru

			Возникновение тока в динамо-машине	

В тепловой энергетике за счет различных технических решений осуществляется последовательный переход *химическая энергия → тепловая энергия → механическая энергия → электрическая энергия*.

Каждый из переходов может быть охарактеризован **коэффициентом полезного действия** (КПД) – отношением переданной на данном этапе энергии ко всей превращающейся энергии. Безусловной целью разработки и усовершенствования энергетических технологий является повышение КПД как каждого из переходов в отдельности, так и всей схемы преобразования энергии в целом, поскольку в конечном счете затраты на генерацию электрической энергии и производство тепловой энергии существенной своей частью есть затраты на топливо, и из закупленного объема топлива желательно произвести как можно большее количество электроэнергии или тепла, в первую очередь, за счет снижения доли топлива, потраченного на потерянную, рассеянную энергию.

Вторым фундаментальным принципом является открытие самого явления преобразования энергии из одного вида в другой, поэтому в рамках тепловой энергетики могут быть выделены следующие феномены, лежащие в основе тех или иных технических решений:

1. Тепловой эффект химической реакции – выделение или поглощение тепла в ходе химического превращения;

2. Электрохимические реакции – непосредственное возникновение разности потенциалов в ходе химической реакции.

3. Теплопередача – переход теплоты от более нагретого тела к менее нагретому телу;

4. Фазовые переходы первого рода – изменение агрегатного состояния вещества при определенном сочетании давления и температуры, а также резкое изменение объема вещества при таком переходе, и наличие скрытой теплоты фазового перехода;

5. Увеличение давления газа при нагревании, осуществление газом работы при расширении, охлаждение газа при расширении – частные случаи феноменальной реализации газовых законов, превращение внутренней энергии газа (потенциальной энергии сжатого газа) в кинетическую энергию потока газа и далее в механическую энергию тела, на которое поток газа давит;

6. Электромагнитная индукция – возникновение ЭДС в замкнутом проводнике при изменении проходящего через него магнитного потока;

lifttothefuture.ru

7. Абсорбция – селективное поглощение газа всем объемом жидкости (используется в холодильных установках).

Указанные явления подробно изучены и нашли свое теоретическое объяснение и описание в рамках четырех научных дисциплин, частичное освоение которых необходимо осуществить в работе проектной группы. Это *термодинамика* (химическая и техническая), физическая химия, а именно *электрохимия* и *теория сорбции*, а также *электродинамика*.

Но на вводном занятии, на наш взгляд, достаточно детального освоения только первого фундаментального принципа. Другими словами, школьники должны научиться определять по технологическому процессу в энергетике, какие виды энергии в нем задействованы, и какие переходы между ними осуществляются. Также школьники должны научиться выполнять обратную процедуру – по заданному исходному и конечному видам энергии предлагать, какие необходимо осуществить переходы и как они должны быть осуществлены. Кроме того, школьники должны уметь определять КПД каждого перехода и ориентироваться в средних значениях КПД для разных типов технической реализации переходов.

Таким образом, дидактической единицей работы в описываемом фрагменте курса является деятельность школьников по:

- Заполнению Таблицы 1 на основе полученных из школьной программы знаний по физике, и прорисовке каждого из указанных там переходов;
- Соотнесению каждой из ячеек Таблицы 1 с видами технических решений, обеспечивающих каждый из указанных переходов энергии (Таблица 2, см. Приложение);
- Использованию Таблиц 1 и 2 для прорисовки энергетической схемы технологического процесса в котельной**,** на ТЭС и на ТЭЦ;
- Использованию Таблиц 1 и 2 для составления энергетических схем **когенерационной** и **тригенерационной** установок.

Идея когенерации, с точки зрения Таблицы 1, состоит в одновременном использовании *тепловой* энергии как **продукта** (как это делается на котельных) и как элемента в цепочке получения **другого** продукта – *электрической* энергии (как это делается на ТЭС). Когенерация осуществляется в крупных масштабах на ТЭЦ, но не осуществляется в малых масштабах котельных. Идея тригенерации заключается, помимо описанной когенерации, в использовании *тепла* как источника энергии для *химической* реакции абсорбции в холодильных установках, т.е. с целью *отъема тепловой* энергии и получения **третьего продукта** – холода.

1. Учебный материал, на котором строится описываемый фрагмент работы

lifttothefuture.ru

Учебным материалом для данного фрагмента работы выступает представление о видах энергии из школьного курса физики, заложенное в системно-типологическое **понятие** энергии, которое и должно быть восстановлено и превращено в способ анализа технологических процессов, имеющих своей целью преобразование энергии. В рамках школьной программы этому материалу соответствуют темы про энергию и работу и ее виды, закон сохранения энергии – темы, проходящие сквозной линией через всю программу по физике, но разрозненные и не собранные единым основанием понятия энергии.

2. Необходимые тематические изменения в преподавании предметов в школе

В связи с этим, необходимым тематическим изменением в преподавании предметов является такая перекомпоновка курсов физики и химии, при которой *разбросанные* по программе и *разрозненные* фрагменты представления об энергии стали бы, напротив, способом **сборки** вводимых представлений о различных физических и химических явлениях, изучаемых в школе. Это равнозначно необходимости введения в школьную программу по химии и физике **термодинамического** подхода, как раз позволяющего с позиции единых теоретических представлений о преобразованиях энергии рассмотреть любые физико-химические феномены и их техническое использование.

3. Требуемые методические приемы и решения

Методическим решением по отношению к описанной единице содержания должна быть, на наш взгляд, следующая схема построения занятия (по этапам):

1. **Индивидуальный опрос учащихся** по вопросам: *Что такое энергия? Какие виды энергии вы знаете? Что такое работа? Сформулируйте закон сохранения энергии.*

2. **Обсуждение версий ответов** (у доски). Предложение и обсуждение **схем**, которые показали бы: а) идею переходов между разными видами энергии; б) отличие энергии от работы.

3. **Работа со справочником по физике – составление Таблицы 1**. Школьники разбиваются на четыре группы: а) *переходы химической энергии*; б) *переходы тепловой энергии*; в) *переходы механической энергии*; г) *переходы электрической энергии* согласно столбцам Таблицы 1. Каждая группа заполняет свой столбец, опираясь на собственные знания и розданную справочную литературу, а также Интернет.

4. **Использование Таблицы 1 как средства**. Школьники разбиваются на две группы – а) *котельная*; б) *тепловая электростанция*, – получают принципиальные схемы устройства соответствующего теплоэнергетического объекта, и должны назвать: а) *какие виды энергии задействованы в работе объекта;* б) *какие переходы между видами энергии осуществляются*; в) *какие технологические блоки и агрегаты*

lifttothefuture.ru

отвечают за каждый из переходов; г) *нарисовать схему энергетических потоков на объекте с учетом потерь* (используя справочные данные по КПД каждого технологического этапа).

5. **Выход на идею когенерации**. Школьники по прежнему разбиты на группы, но получают новое задание – нарисовать по образцу имеющихся схем котельной и ТЭС схему когенерационной установки под задачу одновременного получения электричества и тепла. *Школьникам необходимо создать гибридную схему «ТЭЦ = котельная + ТЭС» и ответить по ней на вопросы 4-го этапа работы*.

6. **Домашнее задание**. Задание на домашнюю подготовку к следующему занятию, на котором будет вводится представление о конкретных типах технических устройств, выполняющих то или иное преобразование энергии, состоит из двух частей: а) *по образцу выполнения задания на 5-м этапе работы на уроке нарисовать схему* ***тригенерационной установки*** *и ответить по ней на вопросы 4-го этапа*; б) *провести поиск и составить Таблицу 2 – таблицу, в которой были бы указаны технические устройства, отвечающие каждой из ячеек Таблицы 1.*

lifttothefuture.ru