



# КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ

## Факультет химии и химической технологии



### ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Лектор: к.х.н., старший преподаватель  
Василина Гулзира Кажмуратовна

## Лекция 4. Энергетика в химической промышленности

### Виды энергии

- Электроэнергия
- Тепловая энергия
- Атомная энергия
- Химическая энергия
- Световая энергия

*Ед.измерения – кВт\*ч/т; Мдж/т*

## Виды энергии

- **Электрическая энергия** применяется для проведения электрохимических процессов (электролиза растворов и расплавов) и электротермических процессов (нагревание, плавление, возгонка, синтеза при высоких температурах).
- **Тепловая энергия** применяется для осуществления различных физических процессов, не сопровождающихся химическими реакциями (нагрева, плавления, сушки, выпарки, дистилляции и т.п.); для нагрева реагентов с целью осуществления эндотермических реакций.
- **Механическая энергия** необходима для физических операций: дробления, измельчения, смешения, центрифугирования, работы насосов, компрессоров, вентиляторов, транспортёров и т.п.
- **Химическая энергия**, выделяющаяся в результате экзотермических химических реакций, является источником тепла для обогрева реагентов, используемых для проведения реакции.
- **Световая энергия** используется для осуществления различных фотохимических реакций: синтеза хлороводорода из элементов, галогенирования органических соединений и др.

## Источники энергии

Признак классификации	Вид энергетических ресурсов	Примеры
Возобновляемость	Невозобновляемые	Ископаемые топлива (уголь, нефть, природный газ, горючие сланцы, битуминозные пески и др.)
	Возобновляемые	Солнечная энергия, биомасса, гидроэнергия, энергия ветра, волн, приливов и отливов, геотермальная энергия
Происхождение	Топливные	Ископаемые топлива (уголь, нефть, природный газ, горючие сланцы, битуминозные пески и др.), биомасса
	Нетопливные	Солнечная энергия, гидроэнергия, энергия ветра, волн, приливов и отливов, геотермальная энергия
Происхождение	Первичные	Горючие ископаемые (уголь, нефть, природный газ, торф, горючие сланцы), биомасса, энергия гидро- и атомных электростанций, ветропарков, геотермальная энергия
	Вторичные	Энергетические отходы или побочные продукты производства: отходящие газы, горячие жидкости, пар и пр.

## Классификация топлив

Происхождение	Агрегатное состояние	Примеры
Природное	Твёрдое	Бурые и каменные угли, антрациты, торф, горючие сланцы, древесина
	Жидкое	Нефть
	Газообразное	Природный газ, попутные нефтяные газы, сланцевый газ
Искусственное	Твёрдое	Кокс, древесный уголь, торфяные брикеты
	Жидкое	Бензин, керосин, дизельное топливо, мазут
	Газообразное	Генераторный, коксовый газы, биогаз, водород

## Теплотворная способность

- Теплота сгорания (теплотворная способность, теплотворность) – это теплота реакции горения топлива, т.е. количество тепла, которое выделяется при полном сгорании 1 кг твёрдого или жидкого топлива (кДж/кг) или 1 м<sup>3</sup> газообразного топлива (кДж/м<sup>3</sup>).
- Под **высшей теплотой** сгорания понимают то количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании вещества, включая теплоту конденсации водяных паров при охлаждении продуктов сгорания.
- **Низшая теплота** сгорания соответствует тому количеству теплоты, которое выделяется при полном сгорании, без учёта теплоты конденсации водяного пара.
- Высшая и низшая теплота сгорания связаны соотношением

$$Q_B = Q_H + k(W + 9H)$$

- где  $k$  - коэффициент, равный 25 кДж/кг (6 ккал/кг);
- $W$  - количество воды в горючем веществе, % (по массе);
- $H$  - количество водорода в горючем веществе, % (по массе).

## Комплексное использование энергии

- Критерий экономного расхода энергии- коэффициент использования энергии:

$$\eta = \frac{W_t}{W_p} \cdot 100\%$$

- $W_t$  – количество энергии, теоретически необходимой для производства единицы продукции;
- $W_p$  - количество энергии, практически затраченной на производство единицы продукции.
- Для энергетически выгодных процессов

$$\eta = 1$$

- Для эндотермических процессов

$$\eta = 0,7$$

- Тепловой КПД =  $(Q_t/Q_p) \cdot 100\%$

## Рациональное энергопотребление

- **Утилизация тепла** – это повторное использование тепловой энергии, выделяющейся в ходе производственного процесса и зачастую выбрасываемой в окружающую среду в виде неиспользованного отходящего тепла. Это отходящее тепло можно эффективно использовать.
- **Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР)** – это энергетический потенциал продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, образующихся в химико-технологической системе.

## Рациональное энергопотребление

- **Разработка энергосберегающих технологий:** замена процессов на менее энергоемкие, внедрение более экономичных схем, повышение активности кт., создание комбинированных схем, объединяющих процессы выделения и поглощения тепла.
- **Улучшение использования энергии в производственных процессах:** уменьшение потерь энергии за счет теплоизоляции, уменьшение излучающей поверхности аппаратов, снижение потерь на сопротивление в эл.хим.процессах, использование ВЭР
- **Основные способы утилизации тепла в аппаратах:** регенерация, рекупирация, теплообмен

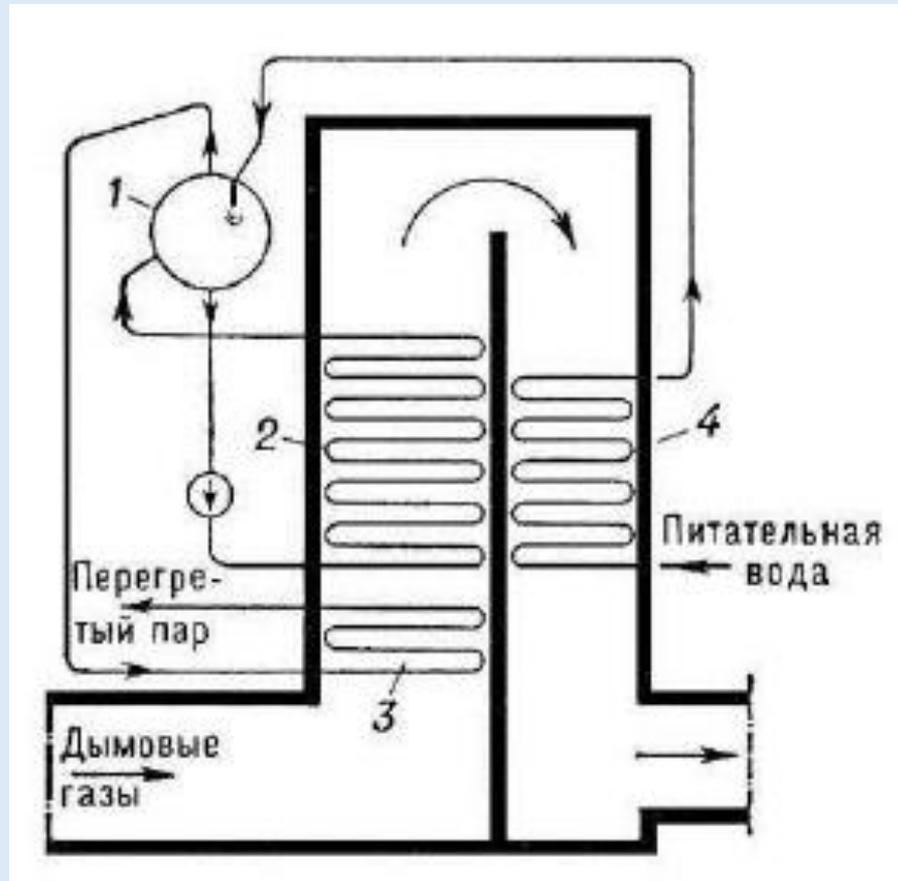
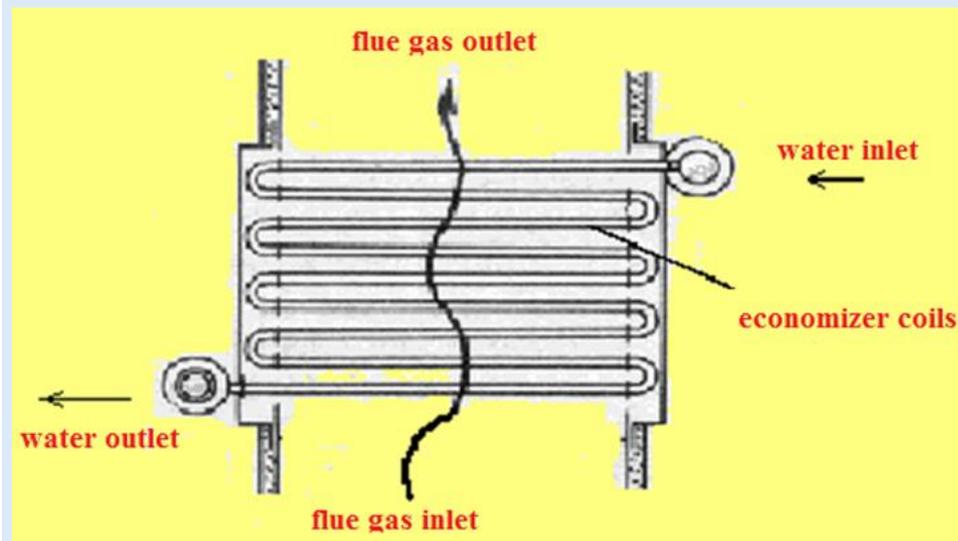
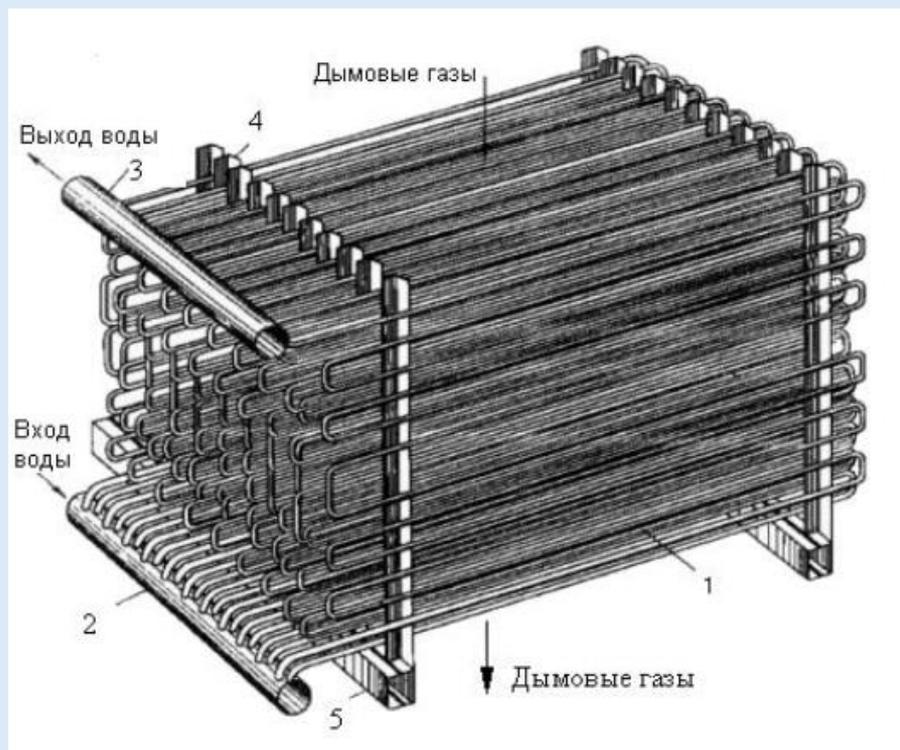


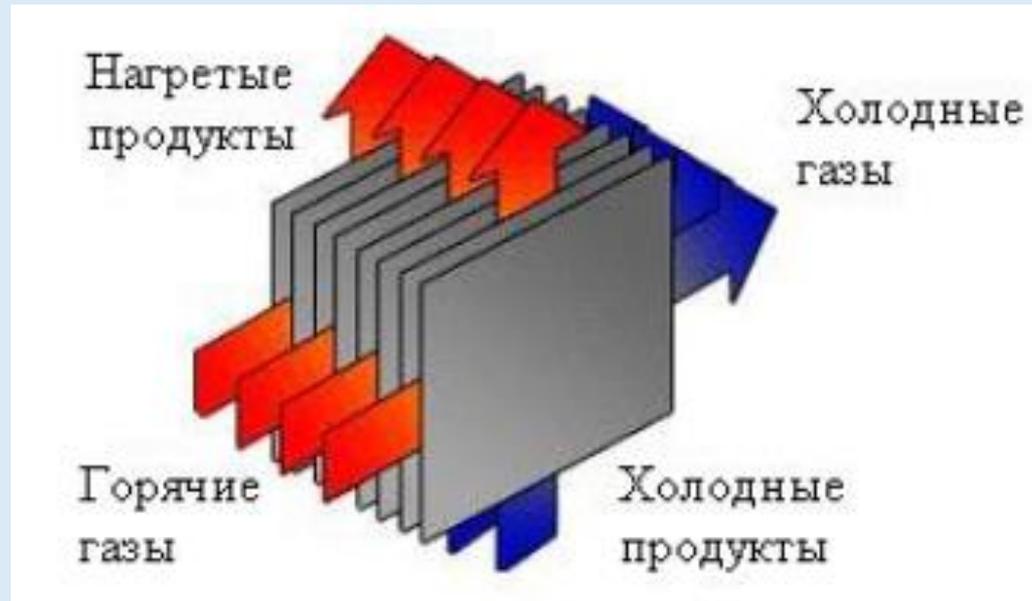
Схема водотрубного котла-утилизатора  
 1 – барабан-сепаратор; 2 – испарительная часть;  
 3 - пароперегреватель; 4 – водяной экономайзер



Общий вид пакета водяного экономайзера

- 1 – трубные змеевики;
- 2 – входной коллектор воды;
- 3 – выходной коллектор воды;
- 4 – опорные стойки;
- 5 – опорная балка

## Схема теплообмена в рекуператоре



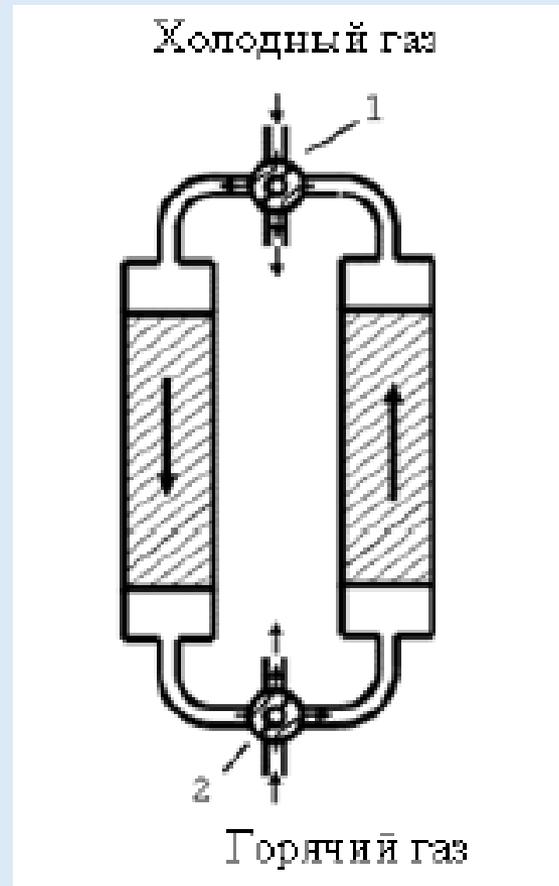
Рекуператор (от лат. recuperator - получающий обратно, возвращающий) – это теплообменник поверхностного типа для использования теплоты отходящих газов, в котором теплообмен осуществляется непрерывно через стенку, разделяющую потоки

## Схема использования тепла продуктов реакции для нагрева исходных реагентов



. 1 – реактор; 2 – теплообменник.

## Схема работы регенераторов



Регенераторы – периодически действующие камеры, заполненные насадкой

**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ!!!**