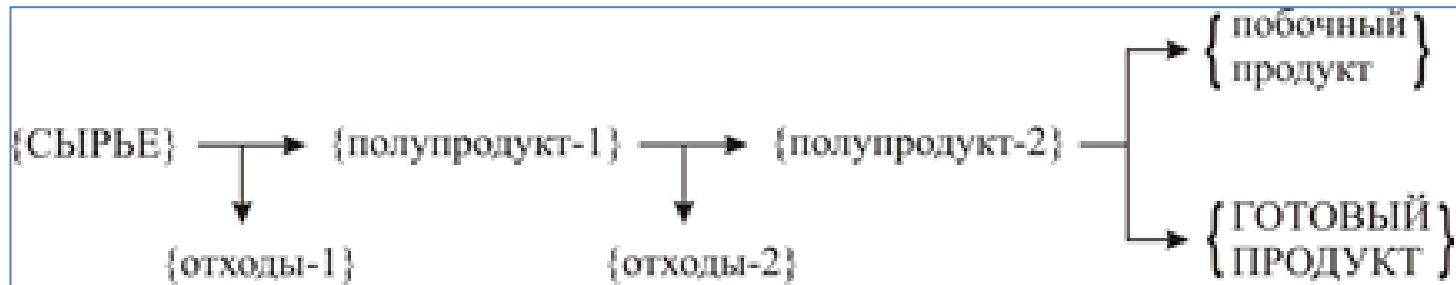


Сырьё. Вода. Энергия.

## ***Определение, классификация и требования к химическому сырью***

- ***Сырье*** - природные материалы, используемые в производстве промышленной продукции.

# Основные стадии переработки сырья



## **Полупродукт**

сырье, подвергшееся обработке на одной или нескольких стадиях производства, но не потребленное в качестве готового целевого продукта.

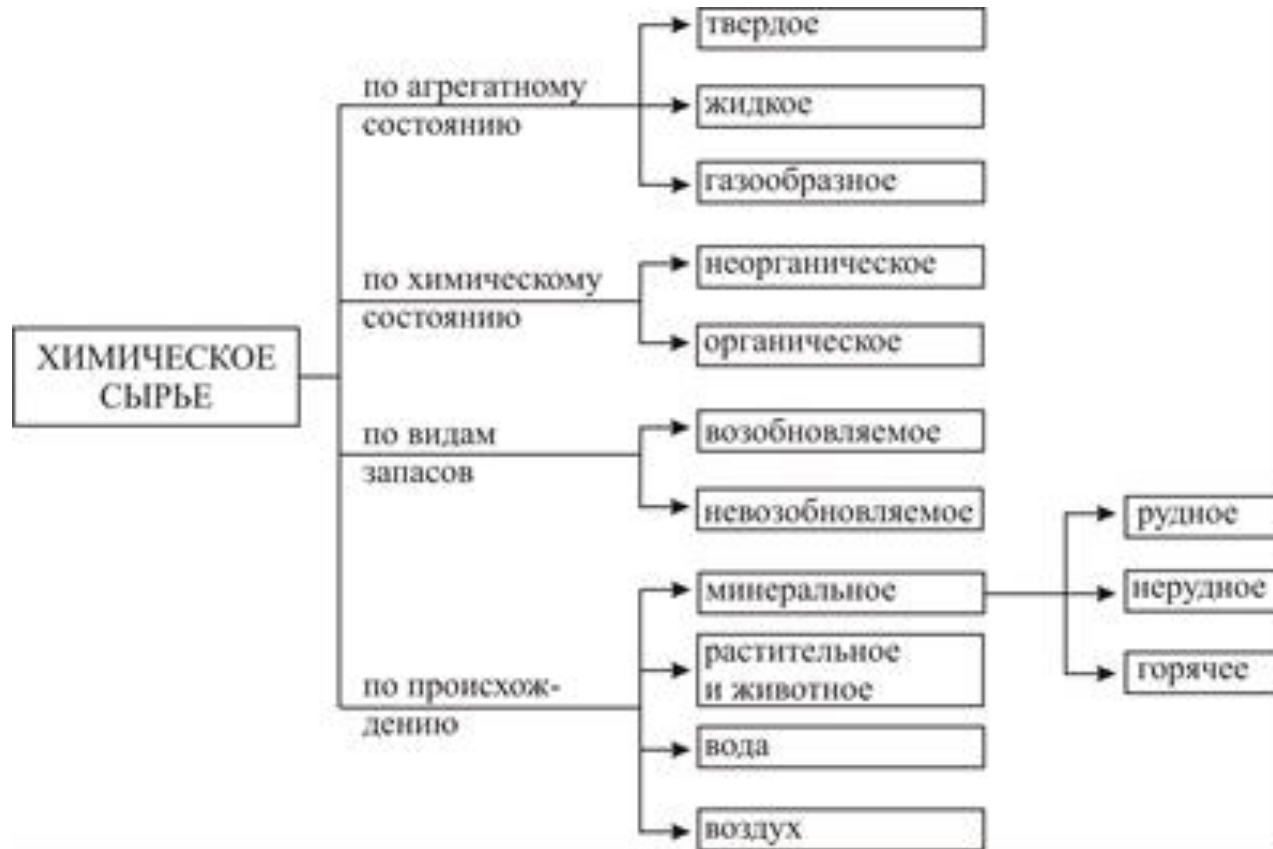
## **Побочный продукт**

называется вещество, образующееся в процессе переработки сырья наряду с целевым продуктом, но не являющееся целью данного производства.

## **Отходы**

остатки сырья, материалов и полупродуктов, образующихся в производстве и полностью или частично утративших свои качества

# Классификация химического сырья



## **Химическое сырье принято также делить на:**

- ***Первичное** (извлекаемое из природных источников) и*
- ***Вторичное** (промежуточные и побочные продукты промышленного производства и отходы)*
- ***Природное и***
- ***Искусственное** (полученное в результате промышленной обработки сырья)*

# Сырье для химического производства должно обеспечивать

- *малостадийность производственного процесса;*
- *агрегатное состояние системы, требующее минимальных затрат энергии для создания оптимальных условий протекания процесса;*
- *минимальное рассеяние подводимой энергии;*
- *минимальные потери энергии с продуктами;*
- *возможно более низкие параметры процесса (температура, давление) и расход энергии на изменение агрегатного состояния реагентов и осуществление химико-технологического процесса;*
- *максимальное содержание целевого продукта в реакционной смеси.*

# Ресурсы

## Запасы-выявленные и изученные ресурсы

- **Категория А**-детально разведанные и изученные
- **Категория В**- установленные в результате геолого-разведочных работ
- **Категория С** -запасы, определенные по результатам геофизической разведки и изучения по естественным обнаружениям.

## Потенциальные ресурсы

- это полезные для человека элементы природы, установленные на основе теоретических расчетов, рекогносцировочных обследований и включающие, помимо технически извлекаемых запасов природного сырья, еще и ту его часть, которую в настоящее время невозможно освоить по техническим или экономическим причинам



# Возможность использования сырья определяется

## ценностью

зависит от уровня  
развития технологии  
и задач, стоящих  
перед  
производством

## доступностью

определяется  
географическим  
расположением  
запасов, глубиной  
залегания,  
разработанностью  
промышленных методов  
извлечения.

## Концентрацией полезного компонента

для  
промышленности в  
целом и химической  
– в частности,  
характерна  
историческая  
тенденция  
использовать все  
более  
распространенное  
сырье

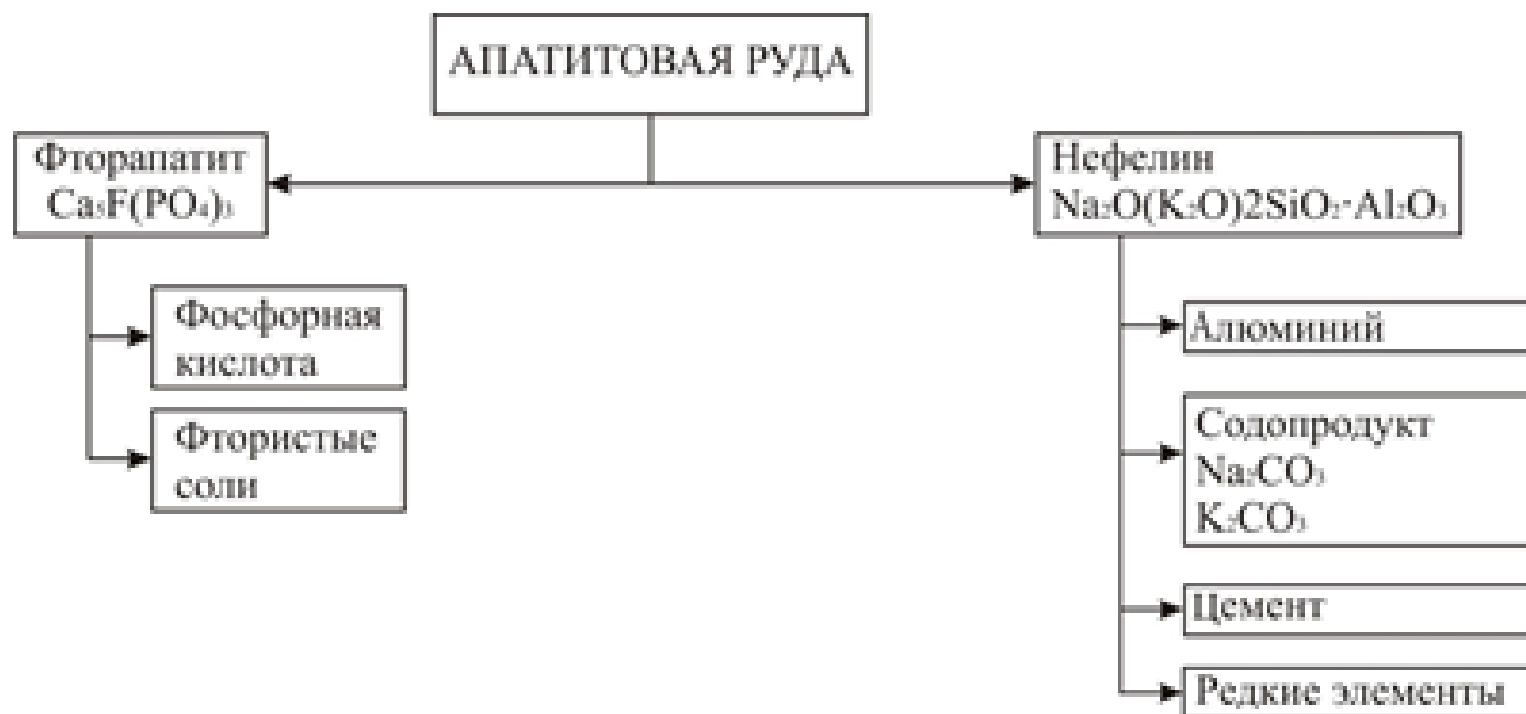
Индекс использования резервов (ИИР)-  
процент расходования данного вида сырья в  
год

$$\tau_{\text{исчерп}} = 100 / \text{ИИР}$$

# Основные направления рационального использования химического сырья

- *применение более дешевого сырья (местного, с минимальными затратами на добычу);*
- *использование вторичных материальных ресурсов (отходов производства и потребления, побочных продуктов других производств);*
- *использование менее концентрированного сырья (бедных руд);*
- *комплексная переработка сырья, то есть метод, при котором в максимальной степени извлекаются и используются все ценные компоненты, содержащиеся в сырье.*
- *замена пищевого сырья на непищевое;*
- *применение альтернативных материалов, изготавливаемых из сырья с более низким ИИР.*
- *рециркуляция сырья, то есть вторичная переработка выработавших срок эксплуатации, вышедших из строя и морально устаревших изделий.*

# Схема переработки апатитовой руды



# ***Подготовка химического сырья к переработке***

- Целью подготовки сырья является придание ему состава и свойств, обеспечивающих оптимальное протекание химико-технологического процесса его переработки. В процессе подготовки сырье приобретает заданную концентрацию полезного компонента, влажность, определяемое условиями переработки содержание примесей, нужную дисперсность.

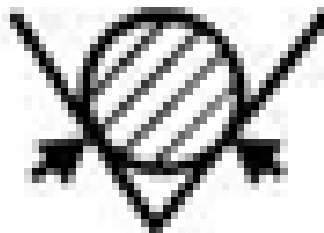
# Операции по подготовке твёрдого сырья

- **Классификация**-процесс разделения однородных сыпучих материалов на фракции (классы) по размерам составляющих их частиц.
- Осуществляется рассевом материалов на ситах (**грохочение**), разделением смеси частиц по скорости их осаждения в жидкой фазе (**гидравлическая классификация**),
- разделением смеси частиц по скорости их осаждения в воздухе с помощью сепараторов (**воздушная классификация**).
- **Измельчение** - механический процесс деления твердого тела на части за счет приложения внешних сил.
- Измельчение до частиц размером до  $10^{-3}$  м называется дроблением и осуществляется в дробилках, до частиц размером от  $10^{-3}$  до  $10^{-6}$  м - размолотом и осуществляется в мельницах.

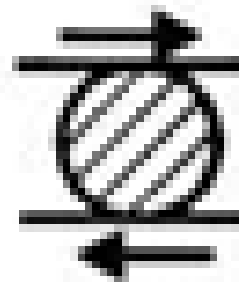
# Схемы приложения сил при измельчении твердого вещества



I



II



III

Измельчение может производиться  
методами удара (I), раздавливания (II) и  
истирания (III)

# Операции по подготовке твёрдого сырья (продолжение)

- **Обезвоживание** материала достигается методами стекания, отстаивания (в случае жидких систем) и сушки.
- **Сушка** - процесс удаления влаги или другой жидкости из твердых материалов путем ее испарения и отвода образующегося пара.
- **Обогащение** - процесс отделения полезной части сырья (полезного компонента) от пустой породы (балласта) с целью повышения концентрации полезного компонента



# Количественные показатели процесса обогащения

*Выход концентрата* - отношение массы полученного концентрата  $m_k$  к массе обогащаемого сырья  $m_c$ :

*Степень извлечения полезного компонента* - отношение массы полезного компонента в концентрате  $m_{kk}$  к его массе в обогащаемом сырье  $m_{kc}$

*Степень обогащения сырья* - отношение массовой доли полезного компонента в концентрате  $\mu_{kk}$  к массовой доле его в обогащаемом сырье  $\mu_{kc}$

# Механические методы обогащения

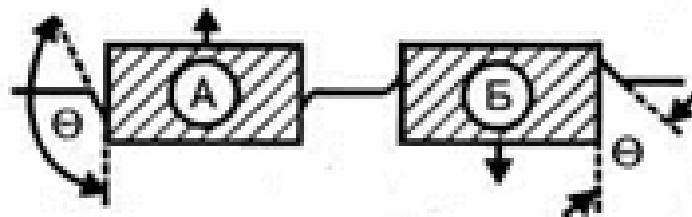
- ***Гравитационный*** - основан на разности скорости оседания частиц различной плотности и размеров в потоке газа или жидкости, или в поле центробежной силы;
- ***электромагнитный*** - основан на различной магнитной проницаемости компонентов сырья;
- ***электростатический*** - основан на различной электрической проводимости компонентов сырья.

# Химические методы обогащения



# Физико-химический метод обогащения

- **Флотация** (от *floatation* – всплывание) – метод обогащения твердого сырья, основанный на различии в смачиваемости его компонентов.



# ФЛОТАРЕАГЕНТЫ

## *Собиратели*

- реагенты, избирательно сорбирующиеся на поверхности минерала, который необходимо перевести в пену, и придающие частицам гидрофобные свойства.

## *Регуляторы*

- реагенты, в результате избирательной сорбции которых на поверхности минерала, последний становится гидрофильным и не способным к флотации. В качестве регуляторов применяют соли неорганических кислот и некоторые полимеры

# **Использование воды в химическом производстве**

- 1) Для технологических целей в качестве: растворителя; среды для осуществления физических и механических процессов; промывной жидкости для газов; реагента и абсорбента.*
- 2) Как теплоноситель и хладагент*
- 3) Как экстрагент и абсорбент*

## Схема

### «Гидрометалл»

1 - подводный реактор для переработки конкреций;

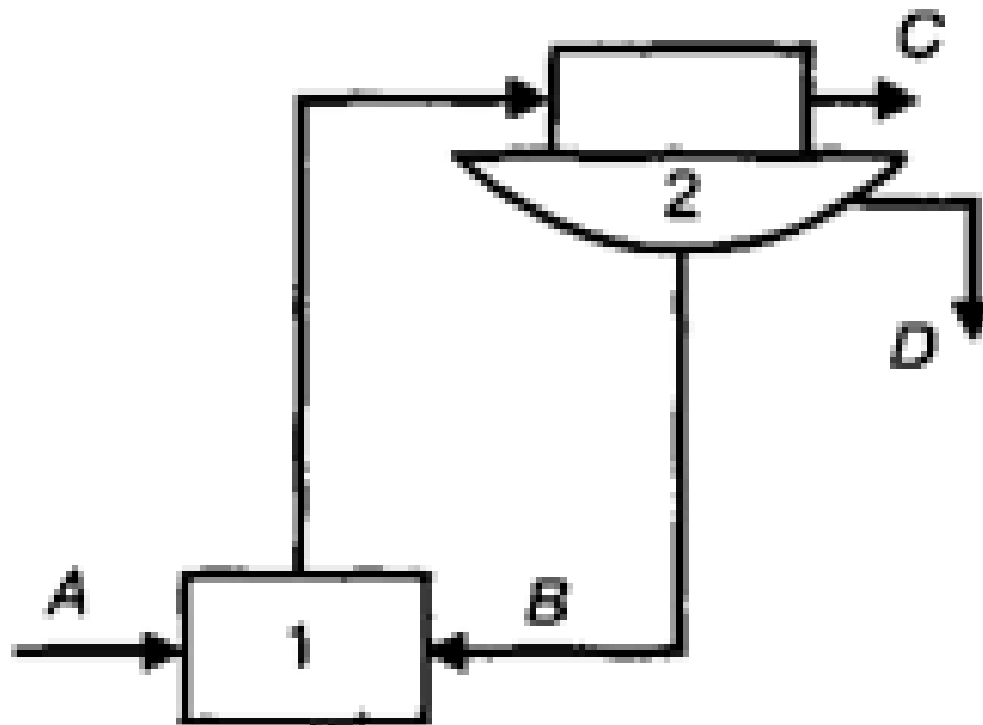
2 - плавучая база.

A - извлекаемые со дна конкреции;

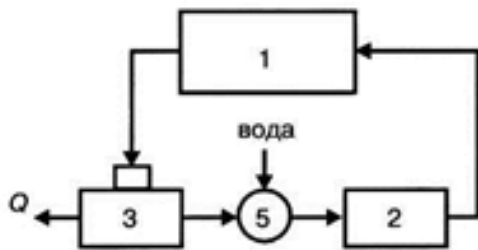
B - реагенты для переработки конкреций, подаваемые в реактор;

C - готовая продукция;

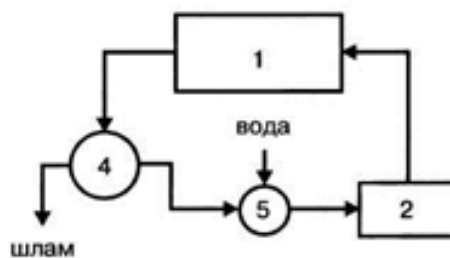
D - отработанное сырье, возвращаемое в океан



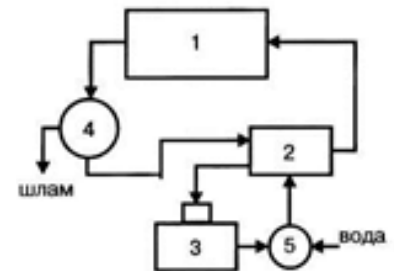
# Водооборотные циклы промышленных предприятий



Цикл охлаждением  
оборотной воды



Цикл с очисткой  
оборотной воды



Цикл с очисткой и  
охлаждением  
оборотной воды

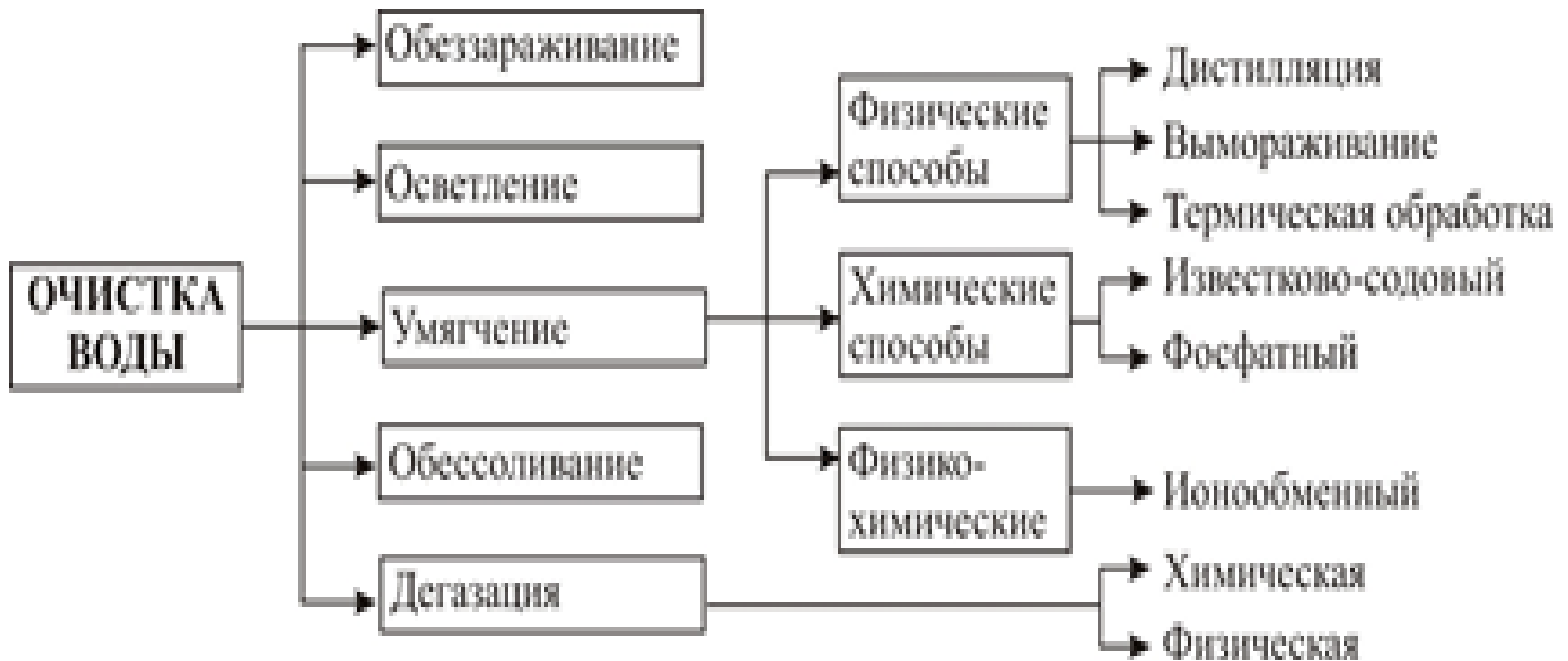
1 - технологическая установка (цех); 2 -  
насосная станция; 3 - градирня (бассейн); 4 -  
очистные сооружения; 5 - камера для  
пополнения потерь воды



## Показатели качества воды

- *Содержание взвешенных веществ*
- *Сухой остаток*
- *Общая щелочность*
- *Жесткость*
- *Окисляемость*
- *Активная реакция воды*

# Схема промышленной водоподготовки



**Обеззараживание:**  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{HClO}$   
 $\text{HClO} \rightarrow \text{HCl} + \text{O}$

**Дегазация:**  $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

**Умягчение:** физический метод  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

химические методы  $3\text{CaSO}_4 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$



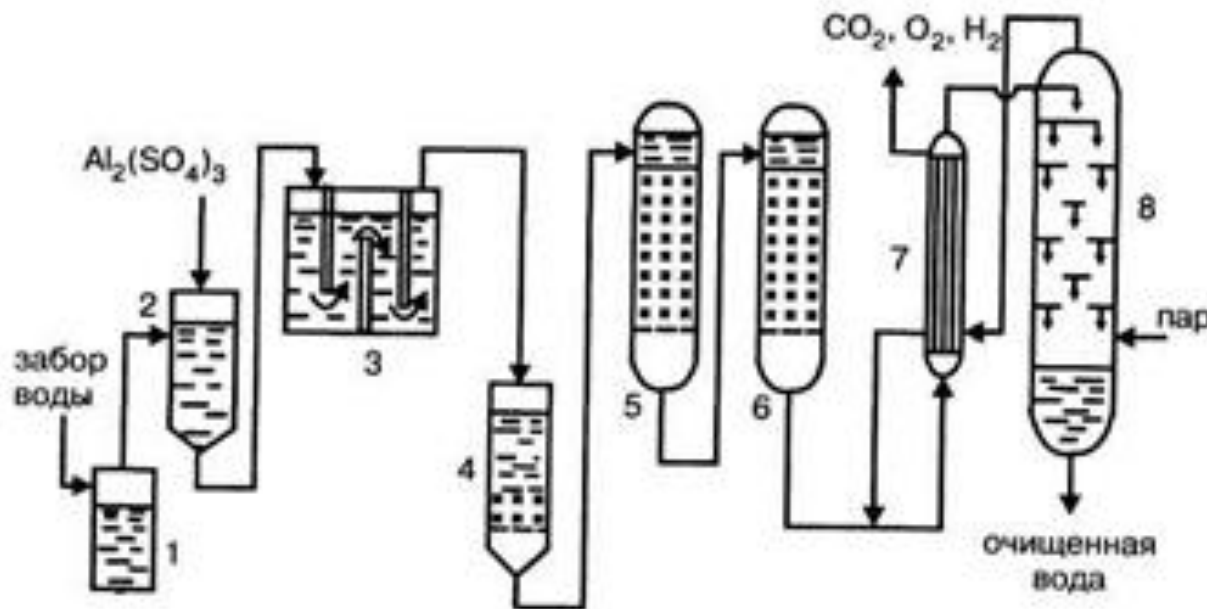
# Физико-химический метод ионообменного умягчения воды



где: [Кат] и [An] - не участвующая в обмене матрица ионита.



# Схема подготовки промышленных ВОД

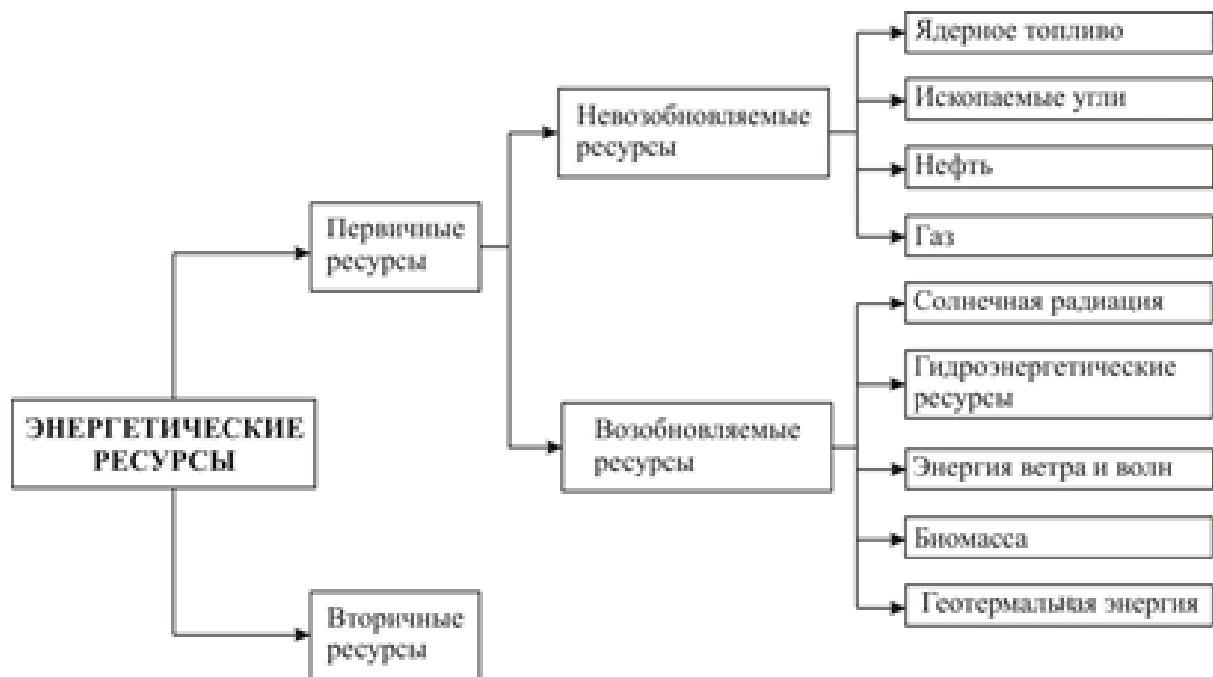


- 1 - грубый отстойник; 2 - смеситель коагулянта;  
3 - коагуляционный отстойник; 4 - фильтр; 5 - катионитный фильтр;  
6 - анионитный фильтр; 7 - теплообменник; 9 - деаэратор

**Энергоемкостью производства называется количество энергии, затрачиваемое на получение единицы продукции.**

- **I-ый класс.** Производства с расходом УТ более 2 тонн ( $58 \cdot 10^3$  кДж) на тонну продукции. К ним относятся производства химических волокон, ацетилена, капролактама, полиэтилена, акрилонитрила и др.
- **II-ой класс.** Производства с расходом УТ от 1 до 2 тонн ( $29 \cdot 10^3 - 58 \cdot 10^3$  кДж) на тонну продукции. К ним относятся производства карбоната натрия, аммиака, карбида кальция, метанола и др.
- **III-ий класс.** Производства с расходом УТ менее 1 тонны ( $29 \cdot 10^3$  кДж) на тонну продукции. К ним относятся производства разбавленной азотной кислоты, этиленгликоля, уксусной кислоты, анилина, полистирола, двойного суперфосфата и др.

# Классификация энергетических ресурсов



## **Энергетическая ценность химического топлива характеризуется:**

- **калорийным эквивалентом** - отношение низшей теплоты сгорания данного топлива к теплоте сгорания УТ, принимаемой за 29260 кДж:

$$\eta_k = \frac{Q^H}{29260}$$

- **количеством энергии в кВт·ч**, получаемой при полном сгорании 1 кг или 1 м<sup>3</sup> топлива. Эта величина составляет: для каменного угля 8,0, природного газа 10,6, кокса 7,2, мазута 15,4, обратного коксового газа 4,8. Для сравнения та же величина для обогащенного урана равна 22,5·10<sup>6</sup>.



# ***Рациональное использование энергии в химической промышленности***

- **1 группа методов:**
- *-разработка новых энергоэкономных технологических схем;*
- *-повышение активности катализаторов;*
- *-замена существующих методов разделения продуктов производства на менее энергоемкие (например, ректификации на экстракцию и т. п.);*
- *-создание комбинированных энерготехнологических схем, объединяющих технологические операции, протекающие с выделением и поглощением энергии (теплоты).*

# ***Рациональное использование энергии в химической промышленности***

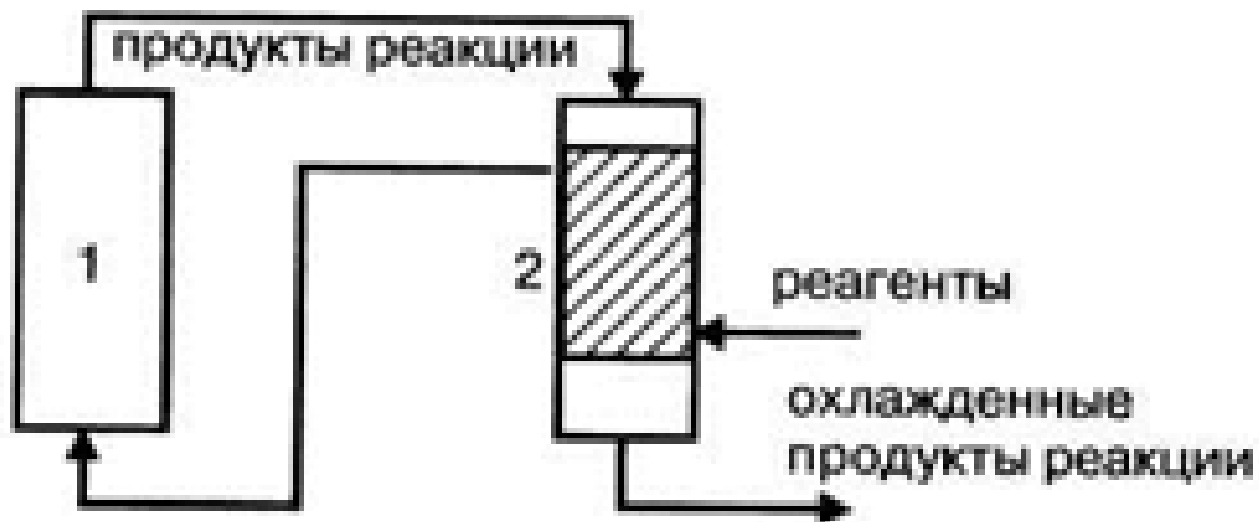
## ***2 группа методов:***

- уменьшение тепловых потерь за счет эффективной теплоизоляции и уменьшения излучающей поверхности аппаратуры;
- снижение потерь на сопротивление в электрохимических производствах;
- использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).

# Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР)

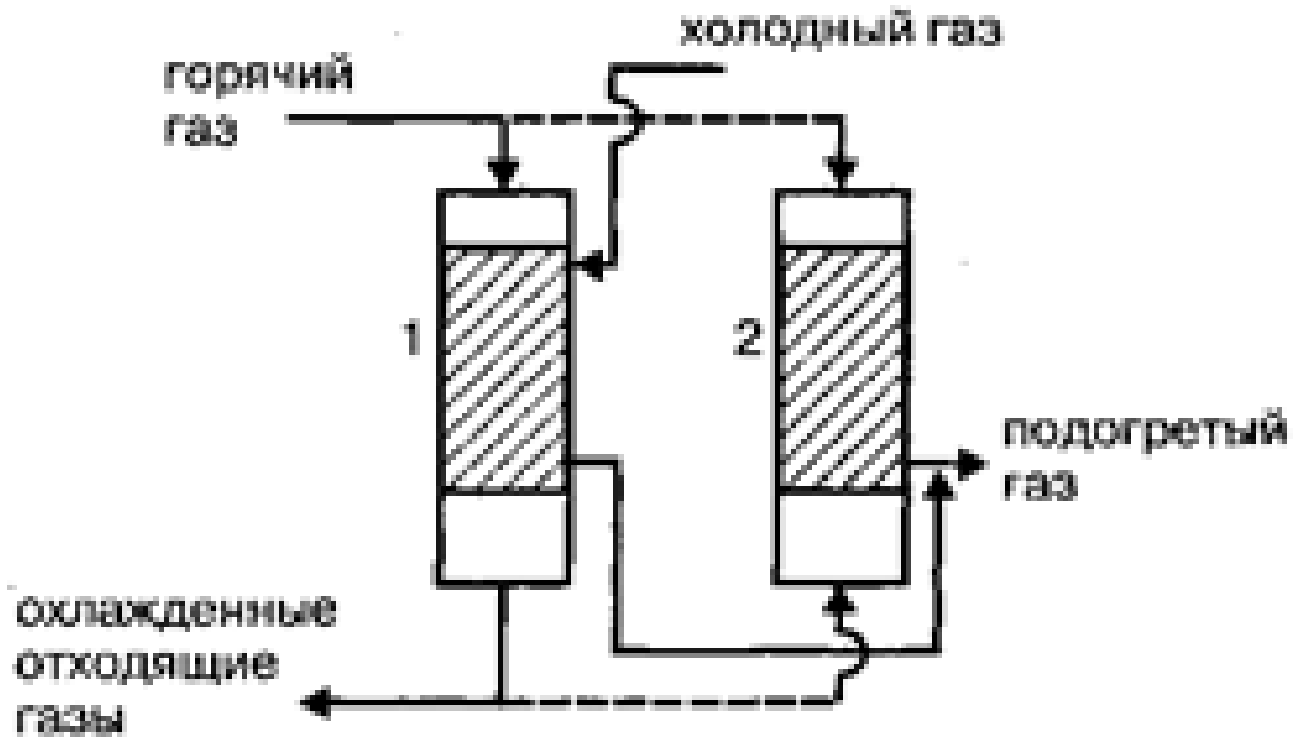
- *-топливное направление в виде непосредственного использования горючих компонентов ВЭР в качестве топлива;*
- *-тепловое направление в виде использования тепловых ВЭР;*
- *-силовое направление в виде использования ВЭР для выработки механической или электрической энергии;*
- *-комбинированное направление.*

**Использование тепловых ВЭР  
в схеме с теплообменником:  
1 – реактор; 2 – теплообменник**



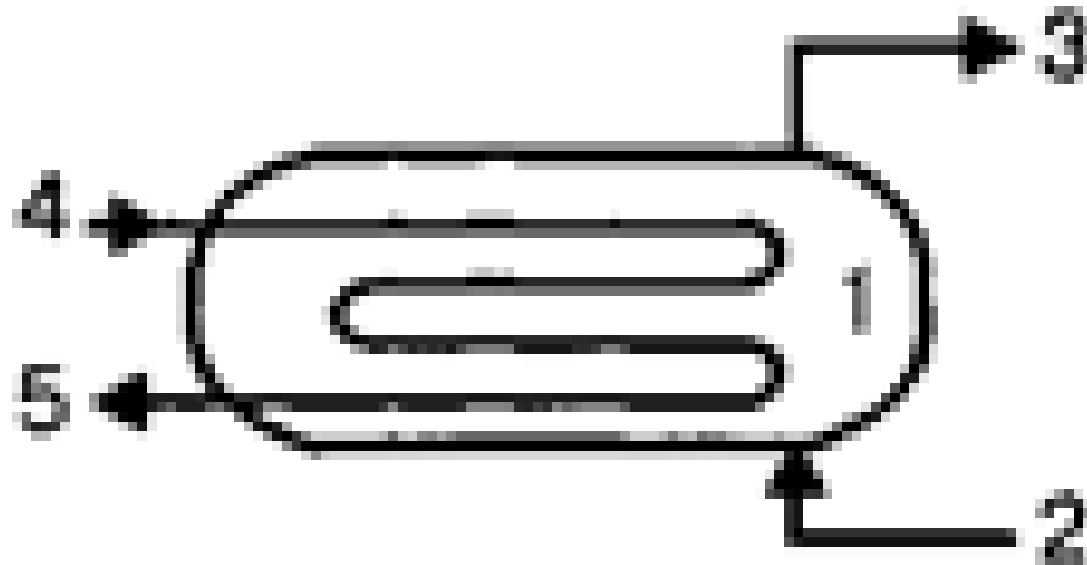
## Использование тепловых ВЭР в схеме с регенераторами:

- 1 – регенераторы, работающие на разогрев камеры;
- 2 – регенератор, работающий на подогрев газа



## Использование тепловых ВЭР для выработки пара в котле-утилизаторе:

- 1 - котел-утилизатор; 2 - подача воды; 3 - выход пара;  
4 - вход нагретого газа; 5 - выход охлажденного газа



## *Новые виды энергии в химической промышленности*

Плазменный реактор:

1 - плазмотрон;

2 - реактор;

3 - закалочное устройство;

4 - узел улавливания

