

## Лекция № 12

Тема:

1. Промышленные типы месторождений неметаллических полезных ископаемых (общие сведения, классификация)
2. Индустриальное сырьё
3. Химическое и агрономическое сырье

# 1. Промышленные типы месторождений неметаллических полезных ископаемых (общие сведения, классификация)

к неметаллическим полезным ископаемым относятся такие минералы и горные породы, которые не являются источником получения металлов и не представляют собой минеральное топливо.

Термин «неметаллические (нерудные) полезные ископаемые» является достаточно условным , так как из них извлекают не только неметаллы (S,Se, P ), но и ряд металлов ( K, Mg, Na и др.).

Группа неметаллических полезных ископаемых гораздо обширнее группы металлических и горючих ископаемых.

К неметаллическим относят свыше 130 промышленных видов полезных ископаемых, которые используются в естественном виде или после предварительной переработки.

# ПРОМЫШЛЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ (НЕРУДНЫХ) ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.

**Индустриальное сырье**: алмаз, драгоценные и поделочные камни, пьезооптический и оптический кварц, кварц для плавки, графит, слюды, асbestos, тальк и тальковый камень, пирофиллит, корунд и наждак, магнезит и брусит, флюорит, исландский шпат, барит и витерит, цеолиты.

**Химическое и агрономическое сырье**: апатит, фосфориты, сера, минеральные соли, бораты и боросиликаты, гипс, ангидрит, минеральные краски.

**Минеральные строительные материалы и сырье для их производства**: глины, каолины, карбонатные породы (известняки, доломиты, мергели), песок, гравий, песчаники, кварциты, диатомиты, трепелы, опоки, естественные строительные камни, кровельные материалы, пемза и др.

## 2. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНОГО СЫРЬЯ.

**Алмаз.** Алмаз (С) является полиморфной модификацией углерода, кристаллизующейся в кубической сингонии. Большая часть алмазов встречается в природе в виде отдельных хорошо оформленных кристаллов или их обломков. Уникальные свойства алмаза обусловлены особенностями его кристаллического строения.

Алмаз является самым твёрдым из всех известных веществ и превосходит по абсолютной твёрдости корунд в 150 раз и кварц в 1000 раз.

Он является диэлектриком, химически стоек - не растворяется ни в кислотах ни в щелочах. Температура плавления алмаза 3700 – 4000°C. Сгорает алмаз на воздухе при 850 – 1000°C, а в кислородной среде горит слабо-голубым пламенем при 720 – 800°C полностью превращаясь в конечном счете в углекислый газ. При нагреве до 2000 – 3000°C без доступа воздуха алмаз переходит в графит.

В зависимости от качества алмазы делятся на ювелирные и технические.

К **ювелирным** относят достаточно крупные кристаллы совершенной формы, окраски, исключительной прозрачности, без трещин, включений и иных дефектов. Минимальный размер ювелирных алмазов 0,05 карата (0,01 г); крупными считаются камни более 10 каратов; если масса алмаза превышает 50 каратов — ему присваивается имя.

В общей массе алмазного сырья свыше 75% приходится на долю *технических* алмазов, среди которых различают **борт, баллас, карбонадо и конго.**

Технические алмазы используются для армирования буровых коронок, изготовления режущих инструментов и свёрл, для изготовления метчиков, твердомеров. Алмазные порошки используются для изготовления шлифовальных кругов, обрезных дисков, шлифовальных паст.

# Промышленно-генетические типы месторождений алмазов.

## I коренные:

- **кимберлитовый** (трубы Мир, Юбилейная, Удачная, Нюрбинская – Якутия; Премьер – ЮАР);
- **кимберлит–лампроитовый** (трубы им. Карпинского 1 и 2 – Архангельская область);
- **лампроитовый** (трубы Аргайл – Австралия, Прейри-Крик – США, Карелия, Полярный Урал);
- **метаморфогенный** (Кумдыкольское – Казахстан);
- **импактный** – взрывной (Попигайское – Россия).

## II Рассыпные

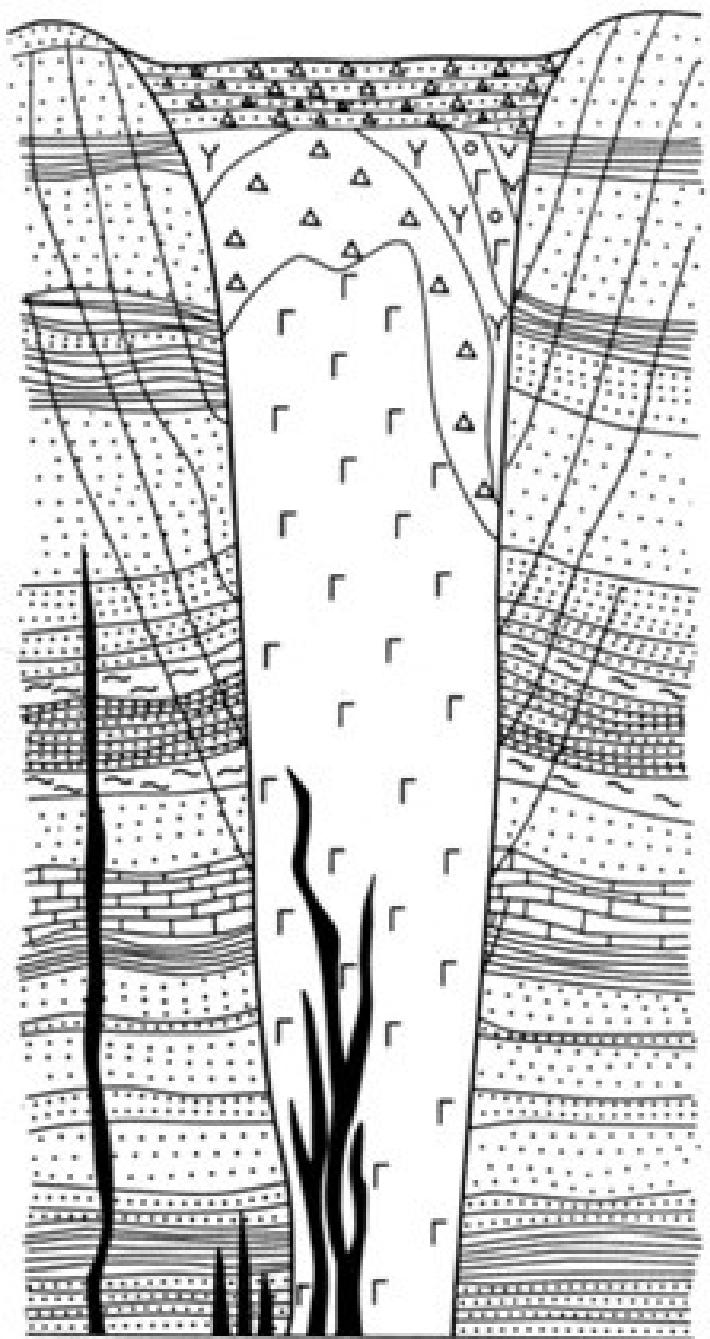
(рассыпи Намибии, Бразилии, ЮАР, Индии, бассейна р. Конго, бассейна р. Вилуй в Якутии).

Алмазы добываются в основном из кимберлитовых трубок и их россыпей. В плане трубы имеют различную форму – округлую, овальную, линзовидную. Размеры в плане варьируют от нескольких метров до 1 км.

Размеры самой крупной трубы *Мвадуи* в Танзании 2525x1068 м. С глубиной сечение трубок обычно уменьшается и они переходят в дайки.

В настоящее время в мире найдено более 2000 кимберлитовых тел, из которых 10 % алмазоносны, и около 2,5 % разрабатывается.

Содержание алмазов в промышленных месторождениях колеблется от 0,2 до 10–15 карат на 1 т.

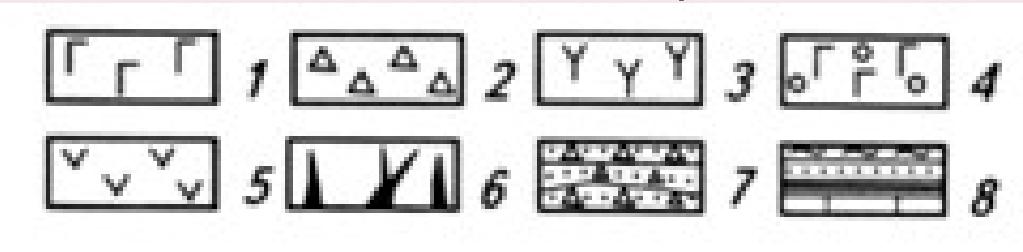


## Модель алмазоносной кимберлитовой трубы Зимнего Берега (Архангельская алмазоносная провинция).

### 1 Автолитовая кимберлитовая

брекчия.

- 2 Ксенотуфобрекчия.
- 3 Туфобрекчия.
- 4 Туф.
- 5 Туффит.
- 6 Массивный кимберлит.
- 7 Кратерные фации
- 8 Вмещающие породы венского возраста.



# **Ювелирные и поделочные камни.**

## **Месторождения драгоценных, поделочных и технических камней**

Камнесамоцветное сырье в зависимости от показателей физических свойств, определяющих их эстетическую ценность, распространенности и, следовательно, стоимости подразделяется на несколько групп.

В наиболее распространенной классификации Е.Я.Киевленко приняты следующие группы и классы (порядки):

## **1) ювелирные (драгоценные) камни:**

**I порядок:** алмаз (в ограненном виде – бриллиант), изумруд, рубин, сапфир; александрит;

**II порядок:** сапфир (оранжевый, фиолетовый и зеленый), благородный черный опал, благородный жадеит;

**III порядок:** демантоид (ярко-зеленый известково-железистый гранат), шпинель, благородный и огненный опал, аквамарин (зеленовато-голубой берилл), топаз, родонит, турмалин;

**IV порядок:** хризолит (ювелирный оливин), циркон, желтый, зеленый и розовый берилл, кунцит, бирюза, ametist (фиолетовый кварц), пироп, альмандин, лунный и солнечный камень, хризопраз, цитрин.

- Стоимость драгоценных камней определяется их качеством и массой.

Ювелирные камни I порядка стоят более 1500 \$/карат (1 кар. = 0,2 г) и стоимость их возрастает пропорционально квадрату массы.

Драгоценные камни II порядка оцениваются в пределах 500–1200 \$/кар., III порядка – 50–300 \$/кар и IV порядка – 5–40 \$/кар.

Стоимость ювелирно-поделочных камней I порядка варьирует от 30–150 до 1000 \$/кг, II порядка от 5 до 15 \$/кг, а поделочных камней не превышает 1,5 \$/кг.

Запасы драгоценных, поделочных и технических камней (кроме алмаза) в зарубежных странах, как правило, не оцениваются.

Общие мировые запасы алмазов (без СНГ) составляют более 2000 млн. кар., в том числе 57 % запасов приходится на страны Африки и 42 % – на Австралию.

Запасы алмазов в Южной Америке 22 млн кар., в Азии – 2,5 млн кар. Наибольшими запасами алмазов (млн кар.) обладают следующие страны: Австралия – 980, Заир – 520, Ботсвана – 300, ЮАР – 250, Ангола – 60, Гана – 50, Индия и Индонезия – по 1,2–1,3.

**Казахстан** располагает довольно крупными ресурсами камнесамоцветного сырья и занимает по этому показателю одно из ведущих мест. На территории республики выявлены десятки месторождений драгоценных и полудрагоценных самоцветов и цветных поделочных камней.

Наиболее известными являются месторождения **жадеита** (*Итмурунды*), **хризопраза** (*Сарыкулболды*, *Пстан*), диоптаза (*Алтынтобе*), бирюзы (*Аксумбе*, *Жиланды*), **изумруда** (*Дельбегетей*, *Изумрудное*), **малахита** (*Шакпак*), **мохового агата** (*Пстан*, *Шибынды*, *Шарлы*), **гематита-кровавика** (*Кишикенсор*), **горного хрусталя** (*Друзовое*, *Актасское*, *Акжайляу*, *Бескемпир* и др.), **яшмы** (*Риддерское*, *Анастасьевское*, *Аймакское*, *Жумырсай* и др.), **граната** (*Кулетское*)

**благородного халцедона (Каратаяуская группа),  
родусита (Кумола, Уибулак), амазонита и  
офикальцита (Майкольское), благородного опала  
(Вознесенское), ленточных и слоистых агатов  
(Кызылтуганское, Южно-Кетменское, Альджановское  
и др.), агальматолита (Майтобинское, Аркалыкское,  
Ашуастинское, Кербулак и др.).**

**Мир ювелирных и поделочных камней  
настолько обширен и разнообразен, что  
подробное рассмотрение их в рамках данного  
курса не представляется возможным .**

**Этим занимается специальная наука –**

**ГЕММОЛОГИЯ.**

## Месторождения графита, слюды, асбеста, талька

### Месторождения графита

Графит представляет собой чистый углерод. Важнейшими свойствами его являются совершенная спайность в одном направлении, низкая твердость, высокая электро- и теплопроводность, высокая огнеупорность (температура плавления 3850°C), химическая инертность, жирность и пластичность, высокие пигментные способности, гидрофобность.

Графит применяется в литейном деле для изготовления тиглей, в электротехнической промышленности, а также для изготовления смазочных материалов, карандашей, черной копировальной бумаги, красок и т.д.

Мировые запасы графита оцениваются в 600 млн. т. Крупными запасами аморфного графита располагают Мексика, Южная Корея и Австрия.

Промышленные месторождения графита по генезису разделяют на магматические, пегматитовые, контактово-метаморфизованные и регионально-метаморфические, из которых **метаморфогенные** имеют наибольшее практическое значение.

Магматические месторождения связаны с интрузивными и эфузивными породами любого состава. Пегматитовые месторождения представлены неправильными жильными телами кварц-графитового состава в гнейсах. Метаморфогенные месторождения занимают ведущее место в запасах и добыче графита.

*На территории Казахстана* выявлен ряд месторождений и проявлений преимущественно мелкочешуйчатого графита. Разведаны месторождения: **Калгутинское** – общие запасы около 10 млн т, **Карагайлинское** – 9,5 млн т (C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>), **Дельбекетей** – 4 млн т (P<sub>1</sub>) (*Восточный Казахстан*);

Известен ряд месторождений и проявлений в районе *Акжайляу* и *Аягуза*. Мелкое месторождение *Акмола* предварительно изучено в Южном Казахстане. В этом же регионе установлены многочисленные мелкие проявления графита в *Джунгарии*, *Кетмене*, *Киндыктасе*.

## Месторождения слюды

- Из группы листовых алюмосиликатов, относимых к слюдам, промышленное значение имеют **мусковит**  $KAl_2(OH)_2[Si_3AlO_{10}]$ , **флогопит**  $K(Mg,Fe)_3[Si_3AlO_{10}] (OH,F)_2$  и **вермикулит**  $(Mg,Fe^{2+},Fe^{3+})_3[(Si,Al)_4O_{10}](OH)_2xH_2O$ .

Использование слюд в промышленности обусловлено их специфическими физическими свойствами: способностью расщепляться на тонкие, гибкие и прочные прозрачные пластиинки, влагостойкостью, химической и термической стойкостью, высокими электроизоляционными свойствами.

- Главными потребителями мусковита и флогопита являются электро- и радиотехническая отрасли промышленности (изоляторы, диэлектрики, защитные прокладки). Кроме того, эти минералы применяются при изготовлении мягких кровельных материалов, обоев, особых сортов бумаги и ряда других изделий, которым добавки слюд придают водо- и огнестойкость, декоративные свойства.

Вермикулит обладает **способностью вспучиваться** при обжиге (при температуре 900–1000 °C) с увеличением объема в 20–30 раз. Обожженный вермикулит характеризуется малой объемной массой, повышенной огнеупорностью, высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами. Благодаря названным свойствам вермикулит используется в качестве легкого наполнителя в производстве бетона, огнестойких, тепло- и звукоизоляционных стен и перегородок.

Наиболее крупные запасы мусковита (около 20 млн т) сосредоточены в Индии;

**В Казахстане** выявлено около 10 месторождений **вермикулита**. Из них шесть – разведаны. Наиболее крупными являются **Алтынтауское и Шолак-Кайрактинское** в Мугалжарах. Ученые запасы суммарно составляют около 20 млн т, в том числе 2/3 запасов приходится на *Шолак-Кайрактинское* месторождение.

## Месторождения асбеста

- К асбестам относятся силикаты, способные легко расщепляться на тонкие прочные волокна. Их разделяют на две группы: **хризотил-асбесты(гр.серпентина) и амфибол-асбесты**. Наиболее широко используется в промышленности **хризотил-асбест** ( $3\text{MgO}\cdot2\text{SiO}_2\cdot2\text{H}_2\text{O}$ ). Он обладает ярко выраженной волокнистой структурой и высокой прочностью волокон на разрыв. Теплостойкость хризотил-асбеста достигает  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- **Амфибол-асбесты** (гр.амфибала - антофиллит-, амозит-, крокидолит-, актинолит-, tremolite-, режикит- и родусит-асбесты). Они имеют несколько худшие, чем у хризотил-асбестов, прочностные характеристики и огнеупорность, но отличаются высокой кислото- и щелочестойкостью.
- Запасы асбеста в зарубежных странах составляют около 80 млн т (в том числе около 2,5 млн амфибол-асбеста). Крупные запасы хризотил-асбеста сосредоточены в Канаде, Зимбабве, Бразилии, США, Австралии; а амфибол-асбеста — в ЮАР и Австралии. Ежегодно в мире добывается около 5 млн т асбестов, в том числе в СНГ — около 2,5 млн т (первое место).

**Месторождения хризотил-асбеста генетически и пространственно связаны с серпентинитами, образующимися при гидротермальной переработке ультраосновных пород или при метасоматических процессах на контакте с осадочными магнезиально-карбонатными породами.**

Примерами месторождений асбеста данного типа являются

**Баженовское, Алапаевское (Урал), Жетыгаринское (Казахстан), Актовракское (Республика Тыва), Молодежное (Забайкалье).**

**Казахстан** богат ресурсами асбестов, представленных месторождениями антофиллит-, хризотил- и родусит-асбеста.

Основные промышленные месторождения **антофиллит-асбеста** находятся в Южно-Мугалжарской группе месторождений (**Бугетысайское, Китарсайское, Каиндинское, Юльское, Солнечное** и др.). Общие запасы – 1,1 млн т руды (91,3 тыс.т волокна).

Месторождения **хризотил-асбеста** более широко развиты в Казахстане. Наиболее крупным является **Жетыгаринское месторождение (Сев. Казахстан)**, запасы которого составляют 16,5 млн т. Промышленные месторождения **родусит-асбеста Кумола и Ушбулак** находятся в районе Жезказгана.

## Месторождения талька

- **Тальк** – гидросиликат магния с химической формулой  $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$ . Близок ему по составу и структуре пирофиллит  $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$ , который в запасах и добыче учитывается вместе с тальком.
- Важнейшие свойства этих минералов – высокая белизна в порошке, жирность, мягкость, химическая инертность, способность хорошо размалываться, гидрофобность (несмачиваемость водой), огнеупорность, диэлектрические свойства, сорбционная способность.
- Эти характеристики обуславливают широкое использование талька и пирофиллита в бумажной, лакокрасочной, резиновой, керамической, химической (ядохимикаты), кондитерской, парфюмерной и фармацевтической отраслях промышленности, в литейном деле (припудривание литейных форм).

По запасам талька различают крупные ( $>5$  млн т), средние (5–0,5) и мелкие ( $<0,5$ ) месторождения.

Мировые запасы талька и талькового камня превышают 500 млн т. Они сосредоточены преимущественно в СНГ, США, Японии, Южной Корее. В СНГ около 72% запасов талькового сырья содержится в четырех крупных **месторождениях Сибири — Алгайском, Киргитайском, Светлый Ключ и Онотском**. Мировая добыча талька достигла 6 млн т. Она ведется в Японии (2 млн т), США (1 млн т), СНГ, а также в Южной Корее, КНР, Франции, Италии, Испании, Индии.

*В Казахстане* балансом учтены два месторождения: **Кентерлауское в Северном Прибалхашье** (запасы талькового камня по C1+C2 – 17,6 млн т) и **Каракудукское в Западном Казахстане** (запасы талька по C2 – 53,2 млн т, магнезита – 28,6 млн т).

# Месторождения флюорита, магнезита, брусита, цеолитов

## Месторождения флюорита

- **Флюорит** (плавиковый шпат) по химическому составу представляет собой фтористый кальций **CaF<sub>2</sub>**. Используется он как сырье для получения плавиковой кислоты и других соединений фтора, в том числе искусственного криолита (3NaF AlF<sub>3</sub>), необходимого в производстве алюминия.
- В металлургической промышленности флюорит применяется в качестве флюса для снижения температуры плавления и разжижения шлаков; в стекольной промышленности флюорит ускоряет варку стекла и увеличивает его прозрачность, стеклам и эмалям он придает молочно-белый цвет. В качестве оптического флюорита рассматриваются прозрачные бездефектные кристаллы размером не менее 6х6х6 мм.
- Крупными считаются месторождения с запасами флюорита более 1 млн т, средними – 1–0,1 и мелкими – менее 0,1 млн т.

Промышленные месторождения плавикового шпата известны в 27 зарубежных странах. Общие запасы их руд с содержанием флюорита не менее 35 % оцениваются в 160 млн т. Крупными запасами располагают ЮАР, США, Мексика, Таиланд, Италия, Канада, Испания, Франция, КНР.

Ведущими странами по его производству являются Мексика, Франция, Испания, Таиланд, Италия, ЮАР, США, Канада.

***В Казахстане*** наиболее крупным является месторождение ***Таскайнар*** в Южном Казахстане, представленное стратиформными залежами кальцит-флюоритовых и кварц-флюоритовых руд.

Более мелкими по масштабам являются жильные кварц-кальцит-флюоритовые месторождения ***Куланкетпес, Мынарал, Восточно-Каражальское***, а также флюорит-баритовые (***Бадамское*** и др.).

## Месторождения магнезита и брусита

Магнезит – карбонат магния  $MgCO_3$  – встречается в виде кристаллических агрегатов и аморфных масс. Брусит – гидроксид магния  $Mg(OH)_2$  – образует почти мономинеральные листоватые, волокнистые и зернистые агрегаты, называемые брусититами. Магнезиты и бруситы используются в промышленности в основном в виде продуктов термической обработки и реже в естественном виде.

*В Казахстане* запасы магнезита, пригодного для производства магнезиальных огнеупоров, разведаны на четырех месторождениях: *Сарыкубоды, Кенеспай, Масьяновское, Кентерлауское.*

Магнезиты известны в Кемпирсайском рудном районе в рудных полях хромитовых месторождений. На месторождении *Миллионном* запасы магнезита 5 млн т, в том числе “чистого” магнезиального сырья 1 млн т, прогнозные ресурсы – 14,1 млн т.

## Месторождения цеолита.

Цеолиты – каркасные водные алюмосиликаты натрия, кальция. По происхождению цеолиты гидротермальные, экзогенные и метаморфогенные образования известные своей способностью отдавать и вновь поглощать воду в зависимости от температуры и влажности.

В эту группу входит более 40 минералов, из которых только отдельные (шабазит, эрионит, морденит, филлипсит) обладают полезными свойствами и формируют промышленные концентрации.

Природные цеолиты – это новый тип полезных ископаемых, нашедший применение в различных отраслях промышленности и сельском хозяйстве с 1960-х годов.

Важнейшие области применения цеолитов следующие: очистка отходящих газов промышленных предприятий от оксидов серы, городских и сточных вод от аммонитного азота, вод нефтепереработки, питьевого и технического водоснабжения, повышение урожайности сельскохозяйственных культур, увеличение производительности животноводства.

***В Казахстане*** два разведанных месторождения (***Чанканай в Алматинской обл. и Тайжузген в ВКО***). По размерам месторождения относятся к разряду средних. В Южном Казахстане предварительно оценены месторождения *Алтын-Эмельское* (41 млн т) и *Каржантауское*.

# Химическое сырье

## Месторождения минеральных солей

- Минеральными солями называют водорастворимые хлориды, сульфаты и карбонаты щелочных и щелочноземельных металлов, а также соединения смешанного состава. Наиболее важную практическую роль играют следующие минералы: **галит  $\text{NaCl}$ , сильвин  $\text{KCl}$ .**

### *В Казахстане:*

**Калийные соли.** Основные разведанные запасы и прогнозные ресурсы калийных солей приходятся на Северный Прикаспий и Актобинское Приуралье. В Северном Прикаспии балансом учтено около 8 млн. т двуокиси калия. Прогнозные ресурсы (Р1–Р3) около 500 млн. т (*Индер, Шалкарское, Сатимола и др.*).

По Актобинскому Приуралью суммарные балансовые запасы (включая С2) составляют около 100 млн т (*Жилянское месторождение*).

**Поваренная соль** ( $\text{NaCl}$ ), **сульфат натрия** (тенаардит  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , мирабилит  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), **и природная сода** ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ).

В Казахстане выявлены многочисленные месторождения ископаемых (каменных) солей и месторождения в соленых озерах. Значительные запасы каменной соли заключены в ядрах соляных куполов Прикаспия и купольных структурах Шу-Сарысуйской впадины.

Наиболее крупное ***Индерское (Белая Ростошь)*** месторождение каменной соли приурочено к своду Индерского соляного купола.

Балансом содовое сырье учтено только на месторождении ***Белая Ростошь (каменная соль и писчий мел)***.

**Бораты.** (минералы: Котоит  $\text{Mg}_3(\text{BO}_3)_2$ , Суанит  $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_6$  Людвигит  $(\text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Fe}, \text{Al})\text{BO}_5\text{O}_2$ , Датолит  $\text{CaBSiO}_4(\text{OH})$  и др. Ученные балансом запасы боратов приходятся на два крупных месторождения – ***Индерское и Сатимола***.

# Месторождения фосфатного сырья

- Основное промышленное значение как фосфатное сырье имеют **апатиты и фосфориты**.

Апатит  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$ , (F, Cl, OH) – распространенный минерал, но основное промышленное значение имеют его концентрации в щелочных и ультраосновных щелочных породах и в связанных с ними постмагматических образованиях.

- Фосфориты – это осадочные горные породы (глинистые, карбонатные, смешанные), содержащие фосфаты, близкие по составу фторапатиту. Фосфориты обогащены такими элементами-примесями, как уран, редкие земли, стронций; реже они содержат ванадий, титан, цирконий, золото и др.

Подавляющая масса фосфатного сырья используется для производства фосфорных и комбинированных удобрений. Фосфатное сырье используется также в химической промышленности для производства фосфора, фосфорной кислоты и ее солей, синтетических моющих средств и в медицине.

Запасы фосфатного сырья зарубежных странах превышают 100 млрд т. Из них на долю фосфоритов (20–45 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) приходится 99 % запасов и лишь 1 % на долю апатитов (до 10 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Крупнейшие месторождения находятся в Марокко, Египте, Алжире, Тунисе, Сирии, Уганде, США. В СНГ запасы фосфатного сырья составляют около 15 млрд т, в том числе 2 млрд.т в комплексных железорудных и редкометалльных месторождениях.

**В Казахстане** месторождения фосфоритов сосредоточены в двух крупных бассейнах: Малокаратауском (микрозернистые фосфориты) и Актобинском (желваковые фосфориты).

**Малокаратауский бассейн** объединяет 14 промышленных месторождений (*Шолактау, Аксай, Коксу, Жанатас, Кокжон* и др.) с балансовыми запасами 550 млн т. Прогнозные ресурсы бассейна оцениваются в 2 млрд т.

**Актобинский бассейн** объединяет 9 месторождений (*Чилисайское, Алгинское, Богдановское, Коктобинское* и др.), суммарные балансовые запасы которых составляют 125 млн т пятиокиси фосфора. Большая часть этих запасов (90 млн т) сосредоточена на Чилисайском месторождении.

- **Месторождения серного сырья**

Среднее содержание серы в земной коре 0,03 %. Лишь небольшая часть ее встречается в природе в самородном виде.

Другими источниками этого элемента являются сульфиды металлов, сульфаты (гипс и ангидрит), сероводород природных горючих газов, сернистые нефти, битуминозные песчаники.

Серу получают попутно при коксохимическом производстве и металлургической переработке руд цветных металлов.

Природная самородная сера бывает кристаллической и аморфной. При температуре 114–119°C она плавится, превращаясь в подвижную жидкость. Это свойство используют при обогащении серных руд и при добыче серы методом подземного расплавления.

Основное количество серного сырья (70–90 %) используется для получения серной кислоты; она применяется при производстве фосфорных, азотных и калийных удобрений, различных химикатов, служит для очистки нефтепродуктов, получения красок и пигментов, синтетических волокон, взрывчатых веществ, моющих средств, пластмасс. Кроме того, сера и ее соединения используются в целлюлозно-бумажной, фармацевтической, пищевой и текстильной промышленности, в сельском хозяйстве – как удобрение и как средство для борьбы с вредителями.

*В Казахстане* известны два небольших и недостаточно изученных месторождения: *Подгорненское* в восточной части Прикаспийской впадины и *Ульген-Бурултау* в Шу-Сарысуйской впадине. Большие ресурсы серы содержатся в серосодержащих газах заводов цветной металлургии республики и нефтяных месторождениях Прикаспия.

*Спасибо за внимание*