

3.1. Принципы классификации минералов

До недавнего времени считалось, что в природе существует свыше 2000 минералов. Ежегодно открывается около 40 новых минералов. До 1500 года было открыто 55 минералов, в 1500 – 1700 г – 25 новых минералов; 1701 – 1799 г – 75; 1800 – 1849 – 350; 1850 – 1899 – 420; 1900 – 1924 г – 230; 1925 – 1949 г – 410; 1950 – 1970г – 706; 1970 – 2000г. – 1787. Новые минералы открывались: в США – 656, в СССР – 632, Германии- 270, Италии – 202, Канаде – 170, Швеции – 163, Англии – 110, Австралии – 109, Китае – 100. Проблемой ограниченности минеральных видов занимались многие ученые. А.Е. Ферсман и А.А. Сауков считали, что ограниченность числа минералов обусловлена следующими причинами:

- 1) природой распределения и концентрации химических элементов;
- 2) сравнительным однообразием геологических процессов.

Количество минералов увеличивается с *понижением* энергии образования соответствующих кристаллических решеток. При высоких температурах образуются минералы простого состава и структуры, при более низких – более сложные группы, а это ведет к увеличению разнообразия минералов, которые имеют более сложный состав и структуры с низкими энергиями кристаллических решеток. В целом, по мнению И. Костова, минералы можно рассматривать как природные *физико-химические системы*, которые в соответствии со вторым законом термодинамики стремятся к состоянию минимума энергии, обеспечивающей их стабильность (устойчивость) в данных условиях;

- 3) *ограниченностью* возможных *валентных* состояний некоторых элементов в природе (N^{+5} , P, Cl, V, Ni, Ti), хотя в лабораторных условиях можно получать те же элементы со многими валентностями.

3.2. Существующие классификации минералов

1. Первые минералогические классификации базировались на внешних признаках и физических свойствах минералов (Г. Вернер, Ф. Моос и др.).

2. В XIX в. минералы систематизировались *по химическим признакам*. Эти классификации сыграли выдающуюся роль, т.к. химический состав является одной из определяющих характеристик минерала (Вернадский, Дана, Болдырев, Уклонский и др.). Этот принцип систематизации использовался и в XX в.

3. Параллельно развивалось кристаллографическое направление, представители которого считали главным признаком минерала его внешнюю форму (П. Ниггли).

4. Генетические классификации, в которых учитывались способы образования минералов (А. Лаппаран). Создание генетической классификации - дело будущего, поскольку генетический принцип является фундаментом, на котором должна базироваться минералогия, т.к. факторы минералообразования определяют кристаллохимические и генетические особенности минералов.

5. В настоящее время наиболее принятыми и рациональными являются *кристаллохимические* классификации (В.С. Соболев, А.С. Поваренных, Г.П. Барсанов, Дж.Дана, И. Костов, Е.К. Лазаренко, А.Г. Бетехтин, Н.В. Белов и др.) [2, 6, 7, 13, 24, 29, 33, 34, 39, 40, 52].

Мы рассмотрим 2 классификации: Е.К. Лазаренко (см. ниже) и А.С. Поваренных (табл. 3.1).

Тип I ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА**классы**

1. Самородные металлы
2. Самородные металлоиды
3. Самородные неметаллы

Тип II СУЛЬФИДЫ И БЛИЗКИЕ К НИМ МИНЕРАЛЫ**классы**

1. Собственно сульфиды и их аналоги
2. Персульфиды и их аналоги
3. Сульфосоли
4. Теллуриды
5. Арсениды

Тип III КИСЛОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**классы**

1. Окислы и гидроокислы
2. Силикаты
3. Бораты
4. Фосфаты и их аналоги
5. Карбонаты
6. Вольфраматы и молибдаты
7. Хроматы
8. Сульфаты
9. Нитраты

Тип IV ГАЛОИДЫ**классы**

1. Фториды
2. Хлориды
3. Бромиды и иодиды

Тип V МИНЕРАЛЫ - ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ**классы**

1. Органические соединения

В основу классификации Е.К.Лазаренко положены следующие принципы: 1) химический характер соединений; 2) тип химических связей между структурными единицами минералов; 3) координация; 4) тип упаковки; 5) мотив структуры.

В каждом из выделенных типов преобладает какой-либо один характерный тип связи между структурными единицами. Простым веществам свойственен главным образом *металлический* тип связи; в сульфидах - ковалентная и донорно-акцепторная, кислородные соединения и галоиды - ионный характер связи, в органических соединениях - молекулярный (связь Ван-дер-Ваальса).

Классификация А.С.Поваренных [4 3]

Тип	Класс	Подкласс
Гомоатомные и близкие к ним соединения	Простые вещества Карбиды, нитриды, фосфиды	
Сульфиды и аналогичные соединения	Арсениды, антимониды, висмутиды Теллуриды	Координационные
Кислородные соединения	Сульфиды и селениды Окислы Гидроокислы и оксигидраты Силикаты, боросиликаты, алюмосиликаты и др. Бораты Ванадаты Арсенаты Фосфаты Сульфаты Карбонаты Нитраты Хроматы и селенаты Селениты и теллуриды Вольфраматы и молибдаты Йодаты	Каркасные Кольцевые Островные Цепные Слоистые
Галоидные соединения	Хлориды, бромиды, йодиды Оксихлориды и оксифториды Фториды	

В пределах типов выделяют **классы** - по характеру анионов (по силе соответствующей кислоты). **Подклассы** установлены в зависимости от типов сцепления атомов или основных радикалов: координационный, каркасный, островной, кольцевой, цепочечный и слоистый. В подклассах на основе других кристаллохимических признаков (отсутствие или наличие дополнительных анионов, а также молекул воды в кристаллической структуре) выделяются **отделы**. В **группы** объединены минеральные виды близкого состава и сходной структуры. Каждый минеральный вид имеет свое собственное название.

Существуют и другие классификации. Например, А.А. Годовиков [21] на основе различных признаков (в скобках) предложил следующую клас-

сификацию минералов от самого простого таксона к сложному: **минеральный вид** (это индивидуальное хим.соединение) - **группа** (однотипные состав и структура) - **род** (непрерывные твердые растворы) - **отряд** (геометрия структурного мотива) - **надотряд** (общий тип структуры) - **семейство** (близкий состав), единый генезис) - **ряд** (химический тип соли) - **отдел** (число самостоятельных катионов) - **надотдел** (тип аниона) - **секция** (тип катиона) - **сектор** (строение анионного радикала) - **подкласс** (тип элемента, величина силовой характеристики - СХ) - **класс** (тип аниона) - **подтип** (отсутствие или наличие анионных радикалов) - **тип** (тип химического соединения) - **подцарство** (отсутствие или наличие СХ элементов) - **царство** (неорганические кристаллические вещества, возникающие в природе без вмешательства человека). Сама классификация по объему занимает несколько страниц, которая здесь не приводится из-за большого объема.

В своей последней работе А.А. Годовиков [22] структурно-химическую классификацию минералов уточнил и еще более усложнил, но она отражает физико-химические основы перехода от одного таксона к другому и закладывает основу для последовательного научного изложения минералогии.

Г.Б. Бокий в 1992 г. разработал систематику минералов по типам и классам с использованием приемов десятичной классификации. Позднее этот принцип он распространил на классификацию силикатов [9, 10, 11].

В классификации А.Г. Булаха и др. [59] все минералы (их 4269) разделены по химическому признаку на 5 типов: простые вещества; сернистые соединения и их аналоги; кислородные соединения; галоиды; органические соединения. Типы разделены на классы, последние на подклассы, затем на группы. Это сделано на основе учета химсостава и кристаллической структуры минеральных видов. В мире минералов главную роль играют следующие элементы (в скобках число минеральных видов): О(3401), Н (2494), Si (1248), Ca (944), S (879), Al (852), Fe (784), Na (684), Cu

(518), Mg (501), P (478), As (467), Mn (442), Pb (402), C (357), K (313), Cl (274), B (225), Sb (216).

Гидрогеологическая классификация минералов

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛОВ

Эту классификацию предложили Нырков Анатолий Алексеевич и Нырков Евгений Анатольевич – преподаватели Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института) в своем учебном пособии «Минералогия для гидрогеологов» -Новочеркасск: ЮрГТУ, 2008, 96 с.

В классификации сведения по минералогии рассмотрены в зависимости практического значения минералов и разделены на 5 групп: 1) Водосодержащие; 2) Воднорастворимые; 3) Адсорбенты; 4) Минералы грунтов; 5) Рудные.

1. Минералы – как возможные источники воды для различного применения

Водосодержащие минералы

Из общего количества всех возможных минералов на долю водосодержащих приходится 54 %. Доля водонесущих минералов по классам такова (в %): в фосфатах – 92; сульфатах – 87; боратах – 73; силикатах – 67 – это примерно 50% от всего количества минералов по количеству и 75 % - по весу в земной коре. В осадочной оболочке Земли водосодержащих минералов – 13%, а по весу – $4,8 \cdot 10^{15}$ т. воды, что в 4 раза больше, чем во всех реках и озерах Мира. Вода минералов участвует в круговороте: при метаморфизме из минералов она выделяется, при гипергенезе – поглощается.

В минералах присутствуют: конституционная, кристаллизационная, адсорбционная и вода включений (это захороненные остатки минералообразующей среды). В одних минералах присутствует один тип воды, в других – 2 – 3 или даже все типы воды. Типы воды определяют по кривым дегидратации и по соотношению изотопов дейтерия и кислорода (O^{18}) - это новое изотопно-минералогическое научное направление.

Выяснение типов воды в минералах, их состава, положения в кристаллической структуре (конституционная, межслоевая, молекулярная, гидроокисная и др.), зависимость состава воды от генезиса, от возраста и т. д. ставят ряд важных научных и практических проблем:

1). Обеспечение человечества **чистой водой**, т.к. ее нет ни в реках, ни в озерах и океанах. Чистую воду можно выделить путем термической обработки из древних водосодержащих минералов. Подсчитали, что в 1 км^3 содержится ОН воды (л): - в гранитах -37, в амфиболитах – 35, в опоках – 27, каолиновых глинах – 32.

2) научные проблемы: а) с помощью изотопного состава воды можно определить тип магматического очага; б) зависимость типа воды от генезиса и возраста вмещающих пород; в) определить типы льда (их в природе 6 типов); г) влияние типов воды древних минералов на живые организмы и др.

К водосодержащим относятся следующие минералы (по классам):

1. Гидроксиды

1. Диаспор AlO_2 - руда на алюминий, H_2O – 15 %.

2. Бемит $\text{AlO}(\text{OH})$ – в бокситах, руда на алюминий, H_2O -15 %.

3. Гидраргиллит $\text{Al}(\text{OH})_3$, H_2O – 34.6 %, руда на Al.

4. Брусит $\text{Mg}(\text{OH})_2$, H_2O – 31 %. Руда на Mg.

5. Гетит HFeO_2 , H_2O -10.1 %, игольчатые кристаллы как коллекционный минерал; HFeO_2 и H_2O – это **гидрогетит** или **лимонит**

6. Лепидокрокит $\text{FeO}(\text{OH})$, руда на Fe., H_2O – 10,1 %.

7. Псиломелан $m\text{MnO} \cdot \text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, руда на Mn, H_2O – 4 – 6 %

8. Опал $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ - аморфный, H_2O – 3,55 – 28,4 %: разновидности опала : благородный, молочный, огненный, гиалит, кахолонг, древовидный; опал – это главный минерал в опоках, трепелах, диатомитах. Опал в течении длительного времени самопроизвольно кристаллизуется, переходя сначала в халцедон, затем в кварц; используется в ювелирном деле, в строительстве, в пищевой, нефтяной, абразивной и химической промышленности.

9. Лед H_2O , H – 11,2 %, O_2 – 88,8 %, Тв. 1,5, бесцветен, прозрачен, спайности нет, уд. вес -0,97; устойчив ниже 0°C , самый легкий минерал. Структура льда состоит не из ионов, а из молекул H_2O , установлено 6 разновидностей (типов) льда: 1.-обычный лед существует при давлении до 2200 атм., выше его переходит в модификацию 2; 2 – лед с уменьшенным объемом на 18 %, тонет в воде, очень неустойчив, существует при $T = -155^\circ\text{C}$ и легко переходит в лед 3; 3 – также тяжелее воды, получается из льда 1; 4 – легче воды, существует при небольших давлениях и T° немного больше 0° , неустойчив и легко переходит в лед 1; 5 – лед, существующий при $P = 3600 – 6300$ атм., плотнее льда 3, при повышении давления 6300 атм с треском мгновенно превращается в лед 6; 6 – лед плотнее льда 5 при давлении 21000 атм., имеет $T = +60^\circ\text{C}$, может быть получен из воды при $T = +60^\circ\text{C}$ и давлении 16500 атм.

Лед применяется в холодильном деле, в бытовых нуждах

II. С и л и к а т ы

10. Тальк $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, H_2O – 4,8 %, кислотно-огнеупорный материал, смазка, пудра.

11. Пиррофиллит $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, H_2O – 5 %, заменитель талька.

12. Гидромусковит (иллит, серицит) $\text{K}, (\text{H}_3\text{O})\text{R}^{+3}[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где $\text{R}^{+3} - \text{Al}, \text{Fe}^{+3}, \text{V}, \text{Cr}, \text{Ti}$, у **Мусковита** формула такова: $\text{KAl}_2[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_2$ из этих минералов получают стерильную воду.

13. Гидробиотит $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Mg}, \text{Fe}^{+2})_3[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{O} - 4,97$ %, применяется в качестве изоляционного материала.

14. Глауконит $\text{K}_{0,7}(\text{H}_3\text{O})_{0,15}(\text{Al}_{0,47}, \text{Fe}^{+3}_{0,97})(\text{Mg}_{0,4}\text{Fe}^{+2}_{0,19})[(\text{Si}_{3,65}, \text{Al}_{0,3})\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, $\text{H}_2\text{O} - 6,01$ %, хороший адсорбент, минеральное удобрение, дешевая краска.

15. Каолинит $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$; $\text{H}_2\text{O} - 14$ %, огнеупорный материал в керамике.

16. Монтмориллонит $(\text{Na}_{0,33}\text{Al}_{1,67-2,17}\text{Mg}_{0,33})[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2/n\text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2\text{O} - 11,96 - 26,0$ %, хороший адсорбент.

17. Клинохлор $(\text{Mg}_5\text{Al})[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$; $\text{H}_2\text{O} - 11,7 - 14,2$ %, применяется в бумажной промышленности для придания блеска бумаге.

18. Пеннин $(\text{Mg}, \text{Fe})_5\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$; $\text{H}_2\text{O} - 11,5 - 14,6$ %, применяют в бумажной промышленности.

19. Шамозит $\text{Fe}_5^{+2}\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$; $\text{H}_2\text{O} - 10 - 13$ %, руда на железо.

II. Воднорастворимые минералы

20. Астраханит $\text{Na}_2\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2\text{O} - 21,5$ %; получение Mg; в химической, текстильной, бумажной промышленности.

21. Гексагидрит $\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2\text{O} - 47,32$ %; используется в химической промышленности и в фармацевтике.

22. Каинит $\text{KMg}[\text{SO}_4]\text{Cl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2\text{O} - 21,8$ %; в хим. промышленности, получение K и Mg/

23. Кизерит $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; H_2O – 13,01 %; получение горькой соли (эпсомита), которая используется в текстильной, сахарной, бумажной промышленности.

24. Эпсомит (горькая соль) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; H_2O – 51,2%; применяется в химической, бумажной промышленности.

25. Ангидрит CaSO_4 – поделочный камень, алебастр – вяжущий минерал.

26. Буркеит $\text{Na}_6[\text{SO}_4]_2\text{CO}_3$, не применяется из-за редкости.

27. Глазерит $\text{K}_3\text{Na}(\text{SO}_4)_2$, в хим. промышленности.

28. Глауберит $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$ – в хим. промышленности.

29. Гипс $\text{Ca}[\text{SO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; H_2O – 20,93 %; в строительстве, медицине.

30. Мирабилит (глауберова соль) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; H_2O – 55,01 %; получение соды, в стекольной и фармацевтической промышленности.

31. Полигалит $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; H_2O – 6 %.-; получение калийных удобрений.

32. Тенардит Na_2SO_4 ; применяют в стекольной, содовой и других отраслях.

33. Бишофит $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; H_2O – 53,2 %; устраняет боли при отложении солей в суставах; для изготовления цемента Сореля и огнеупорных изделий.

34. Галит NaCl ; для получения натрия и хлора; в пищевой промышленности.

35. Сильвин KCl ; калийные удобрения; использование калия в медицине и парфюмерии.

36. Карналлит $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; H_2O – 38,9 %: важнейшая руда на K и Mg, удобрения, в хим. промышленности.

37. Нортупит $\text{Na}_3\text{Mg}(\text{CO}_3)_2\text{Cl}$; не применяется.

38. Натрон (сода) $\text{Na}_2(\text{CO}_3) \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; H_2O – 63,01 %.; в стекольной, мыловаренной промышленности.

39.Термонатрит $\text{Na}_2(\text{CO}_3) \cdot \text{H}_2\text{O}$; , применение как у соды.

40.Гейлюссит $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; в хим. пром-сти

41.Бура $\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; получение бора.

42.Гидроборацит $\text{CaMg}(\text{B}_6\text{O}_{11}) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2\text{O} - 26,7 \%$; получение бора.

43.На- селитра, нитронатрит, натронитрит NaNO_3 ; получение азотной кислоты, пороха, удобрения.

44.К-селитра, нитрокалит, калинитрат KNO_3 ; для получения калия, азота, азотной кислоты, приготовления пороха.

III. М и н е р а л ы – п р и р о д н ы е а д с о р б е н т ы

Для улучшения экологической обстановки применяют адсорбенты в различных областях применения – водоснабжение, земледелие, скотоводство и др.

В экологической минералогии используют различные полезные свойства минералов: способность сорбировать ядохимикаты, поглощать радиоактивные изотопы; улучшение структуры почв; снижение слеживаемости; активизация полезной микрофлоры; уничтожение неприятных запахов и др.

К адсорбентам предъявляют различные требования: адсорбция, хорошая избирательность, достаточная прочность гранул; легкая регенерация, каталитическая активность, способность активироваться самим и др.

А. Ц е о л и т ы – самые эффективные адсорбенты; это группа минералов представлена водными алюмосиликатами щелочных и щелочноземельных металлов. В них каркас кристаллической решетки построен из SiO_4 , связанных в цепочки и кольца. Во внутрикристаллическом пространстве цеолитов формируется система микрополостей, в которых располагаются

молекулы воды и обменные катионы (Al и др.). Пористая микроструктура цеолитов определяет их полезные свойства: адсорбционные, молекулярно-ситовые, ионнообменные, каталитические. Цеолиты используют как: молекулярные сита, катиониты, в производственных процессах ионного обмена. При охране окружающей среды цеолиты используют в разных целях:

- очистка промышленных сточных вод от азота, токсичных ионов тяжелых металлов: меди, свинца, кадмия, от нефтепродуктов;
- очистка газов от SO_2 , NO_2 , паров ртути;
- очистка от радионуклидов в очагах радиоактивного заражения;
- в животноводческих помещениях – устранение неприятных запахов и аммиака;
- в рыбоводстве – удаление аммония, являющегося ядом для рыб.

Наиболее важные цеолиты приведены ниже.

45. Морденит (птилолит) $(\text{Na}_2\text{K}_2\text{Ca})[\text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24}]7 \text{H}_2\text{O}$,

46. Гейландит (клиноптилолит) $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18})6 \text{H}_2\text{O}$

47. Хабазит (шабазит) $\text{Ca} [\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_6]_2 6\text{H}_2\text{O}$

48. Анальцит $\text{Na} [\text{AlSi}_2\text{O}_6] \text{H}_2\text{O}$

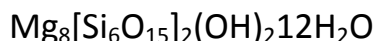
49. Фюзит (фюзит) $\text{Na}_2\text{Ca} [\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}]16\text{H}_2\text{O}$

50. Гармотом $(\text{K}_2\text{Ba})[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}]6 \text{H}_2\text{O}$

Д р у г и е с и л и к а т ы (не цеолиты):

51. Палыгорскит $\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{10}]_2 (\text{OH})_2 8\text{H}_2\text{O}$ хороший адсорбент, звуконепроницаемый материал, теплоизолятор, очиститель масел и нефти

52. Сепиолит (морская пенка, мыльный камень) – адсорбент, очиститель нефти, в буровых растворах – применение



53. Вермикулит $\text{Mg}_x(\text{H}_2\text{O})\text{Mg}_{3-x}[\text{AlSi}_9\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ – вспучивание, термостойкость, звуконепроницаемость, адсорбент.

54. Аллофан $m\text{Al}_2\text{O}_3n\text{SiO}_2p\text{H}_2\text{O}$ – адсорбент

Б. Б е н т о н и т ы – это тонкодисперсные глины, в которых главным минералом является **монтмориillonит** (смектит), обладающий хорошей ионнообменной способностью и адсорбцией. Как природные адсорбенты бентониты используют: для очистки продуктов органического синтеза; чистки нефтепродуктов и как осушители; осветление вин, соков, сиропов; рафинирование масел; очистка лекарств и медпрепаратов; в качестве катализаторов в синтезе каучука, спиртов при крекинге нефти; очистка сточных вод и радиоактивных отходов.

Бентониты – это важный источник повышения продуктивности земледелия и животноводства; добавка в песчаные почвы; аккумуляторы минеральных удобрений; суспензаторы жидких удобрений; биостимуляторы роста животных и птиц.

В. П е р л и т ы – это стекловатые вулканические породы кислого состава. При нагреве до 500°C перлит вспучивается и становится очень легким - плавает в воде. 1 г. перлита поглощает 5 – 7 г. нефти, т. е . перлит очищает водные акватории от плавающей нефти лучше всех. Кроме того, перлит используют для очистки питьевых вод, соков, сиропов, антибиотиков, растительных масел.

Г. Глауконит – это гидрослюда, имеет переменный состав, встречается в виде землистых микроконкреций, является природным сорбентом. Его используют для :

- повышения урожайности овощных культур (на 30 %);
- повышения продуктивности в рыбоводных прудах (до 70 %);
- уменьшения радиоактивности (стронция, цезия) в 50 – 200 раз;
- очистки сточных вод от ядохимикатов и пестицидов (в 10 – 12 раз);
- стимулирования жизнедеятельности и численности полезной микрофлоры;
- сохранения природных экосистем, т.к. из глауконита не вымываются и не смываются питательные элементы грунтовыми и талыми водами.

Д. Опоки, трепел, диатомиты – это кремнистые породы, в которых главным является минерал опал (описанный под № 8). Эти породы пористые, плавают в воде, являются адсорбентами и используются для очистки сахара, сиропов, масел и самой нефти. Трепел и диатомит – это добавки к портланд-цементу для придания ему антикоррозионных свойств в соленой воде; они обладают низкой звуко- и теплопроводностью, имеют малый объемный вес и огнеупорность – все это используется в строительном деле. Кремнистые абразивные пасты используют для полировки, трепел – в производстве динамита

IV . М и н е р а л ы г р у н т о в

При разнообразном строительстве ранее существовавшие минералы и горные породы попадают в совершенно другие условия: меняются температуры и давление, с породами взаимодействуют вода, воздух, животные и растения – все меняется непрерывно – идет интенсивное физическое и химическое выветривание. В верхней части выветривающихся

пород формируется современная кора выветривания мощностью до 100 м и она выделяется в особую зону из рыхлых продуктов разрушения прежних пород и называется она **г р у н т о в ы м с л о е м**, а его составные части - **г р у н т а м и**. В них, кроме рассмотренных выше минералов (см. № 1 – 54), встречаются еще и другие минералы из разных типов горных пород: магматических, осадочных и метаморфических и принадлежащих разным классам, в первую очередь с и л и к а т а м (№ 55 – 76) . затем карбонатам (№ 77 – 80) и фосфатам (№81).

55.Оливин (Mg – Fe) [SiO]₄ - форстерит и фаялит

56. Ставролит $\text{FeAl}_4[\text{SiO}_4]\text{O}_2(\text{OH})_2$

57.Эпидот $\text{Ca}_2(\text{Al}_2\text{Fe})[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4]\text{O}(\text{OH})_{10}$

58. Везувиан $\text{Ca}_{19}\text{Al}_{10}\text{Mg}_3[\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_{10}$

59. Пироп $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$

60. Альмандин $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]$

61. Авгит $\text{Ca}(\text{Mg,Fe,Al})[(\text{Si,Al})_2\text{O}_6]$

62. Диопсид $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

63. Гиперстен $(\text{Mg,Fe})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$

64.Роговая обманка $(\text{Ca,Na})_{2-3}(\text{Mg,Fe,}^{+2}\text{Fe,}^{+3}\text{Al})_5[\text{Si}_3(\text{Si,Al})\text{O}_{11}]_2$

65. Актинолит $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$, нефрит (разновидность)

66.Тремолит $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$

67. Мусковит $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$

68. Биотит $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH,F})_2$

69.Флогопит $\text{KMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH,F})_2$

70.Сerpентин $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$.разновидность – хризотил-асбест

71.Кварц SiO_2 , его разновидности: горный хрусталь; аметист; цитрин; дымчатый; морион; авантюрин; празем; кошачий глаз; тигровый глаз; соколиный глас; **71а. Халцедон** , его разновидности: агат; оникс; сардоникс; карнеол; хризопраз; сердолик и др.

72. Ортоклаз (моноклинный) $KAlSi_3O_8$

73.Микроклин (триклинный) $KAlSi_3O_8$,амазонит – разновидность

74.Альбит $NaAlSi_3O_8$ – кислый плагиоклаз

74а. Лабрадор $(Na-Ca)[Si_3AlO_8]$ –средний плагиоклаз(иризирует в разных цветах), торжественно-траурный облицовочный камень

75 Анортит $Ca[Al_2Si_2O_8]$ - основной плагиоклаз

76. Нефелин $Na_3K [AlSiO_4]$

77.Кальцит $CaCO_3$

78. Магнезит $MgCO_3$

79. Доломит $CaMg(CO_3)_2$

80. Сидерит $FeCO_3$

81.Гидроксилапатит $Ca_5[PO_4]_3(Cl,F,OH)$.

V. Рудные минералы

Эти минералы геологи находят, горняки добывают,обогатители обогащают, металлурги из них извлекают металлы, а машиностроители готовят из металлов машины, приборы, оборудование и т. д. Всем указанным специалистам надлежит знать эти минералы.

На каждом руднике есть гидрогеологи, дело которых вода, но такая вода, которая общается с рудными минералами. Лишнюю воду надо удалить из горных выработок, а также понять, что происходит с водой при ее контакте с породами и минералами. Поэтому гидрогеологам минералы надо тоже знать в лицо, тем более что из минералов извлекают ценнейшие элементы (см. таблицу элементов). В качестве примеров здесь рассмотрены следующие рудные минералы: из самородных № 82 – 86 – медь, золото, алмаз, графит, сера; сульфиды № 87 – 92 – пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, киноварь, молибденит; из окислов № 93 – 97: гематит, корунд, касситерит, пиролюзит, магнетит.