

ТАУ

ЖЫНЫСТАРМЕН

КЕНДЕРДІҢ

ТЫҒЫЗДЫҒЫ

ТВЕРДОСТЬ

горных пород определяется твердостью главных породообразующих минералов.

ПЛОТНОСТЬ

Различают *тяжелые* (с объемным весом 2,9 и 3,0 и выше), *средние* (с объемным весом 1,5 - 2,9) и *легкие* (объемный вес менее 1,5) породы.

- **Плотность.** Средняя плотность Земли составляет $5,52 \text{ г/см}^3$. Горные породы, слагающие земную кору, отличаются малой плотностью. В осадочных породах плотность около $2,4-2,5 \text{ г/см}^3$, в гранитах и большинстве метаморфических пород - $2,7-2,8 \text{ г/см}^3$, в основных магматических породах - $2,9-3,0 \text{ г/см}^3$. Средняя плотность земной коры принимается около $2,8 \text{ г/см}^3$. Сопоставление средней плотности земной коры с плотностью Земли указывает на то, что во внутренних оболочках - мантии и ядре плотность должна быть значительно выше.
- По имеющимся данным в кровле верхней мантии, ниже границы Мохо, плотность пород составляет $3,3-3,4 \text{ г/см}^3$, у нижней границы нижней мантии (глубина 2900 км) - примерно $5,5-5,7 \text{ г/см}^3$, ниже границы Гутенберга (верхняя граница внешнего ядра) - $9,7-10,0 \text{ г/см}^3$, затем повышается до $11,0-11,5 \text{ г/см}^3$, увеличиваясь во внутреннем ядре до $12,5-13,0 \text{ г/см}^3$ (рис. 1.6).

По плотности горные породы и руды подразделяют на пять групп.

I группа - это породы с плотностью $(0,5-1,5) \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ в сухом состоянии и, как правило, с очень высокой пористостью – это глинистые, известковые, доломитовые и другие илы, высокопористые разновидности глинистых, песчаных, алевролитовых пород, некоторые разновидности диатомитов, трепелов, опок, мела, пепловых туфов, а также торф, каменные угли и др.

II группа - это породы и руды низкой и пониженной плотности $(1,5-2,5) \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ - сюда относятся высокозольные каменные угли, антрациты, глинистые, алевролитовые, песчаные, известково - магнезиальные осадочные породы, каменные соли, гипсы, рыхлые и глинистые бокситы, графит, выветрелые колчеданно-полиметаллические руды;

III группа - это горные породы и вкрапленные руды со средней плотностью в диапазоне $(2,5 - 3,5) \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ – сюда входят плотные песчаники, алевролиты, аргиллиты, известняки, доломиты с плотным цементом и рудными включениями, ангидриты, дуниты, габбро, граниты, кристаллические сланцы. роговики, кварциты и другие метаморфические породы, каменистые бокситы, вкрапленные сульфидные руды.

IV группа - руды повышенной и высокой плотности $(3,5-4,5) \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ – это первичные оловянные, сплошные сульфидные, магнетитовые, титаномагнетитовые и хромитовые руды, а также железистые кварциты.

V группа - руды очень высокой плотности более $4,5 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ - сюда относятся некоторые разновидности сплошных оловянных, медно-колчеданных и колчеданно-полиметаллических руд с ураганно высокими концентрациями рудных минералов, а также обогащенные концентраты титаномагнетитовых, касситеритовых, монацитовых, шеелитовых золотоносных и платиноносных россыпей.

Из приведенной классификации пород и руд по значениям их плотности видно, что фактические значения избыточной плотности рудных залежей или нефтегазоперспективных геологических структур должны быть не так уж велики. Действительно, контраст плотности между рудными и вмещающими их нерудными образованиями обычно составляет $(0,3-0,5) \times 10^3 \text{ кг/м}^3$, весьма редко достигая $1,0 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ и более, а разница плотности нефтегазоносных геоструктур и несущих их пород обычно не превышает первые десятки кг/м^3 , составляя иногда всего $(0,05-0,1) \times 10^3 \text{ кг/м}^3$

Плотность осадочных пород

- Три группы осадочных пород: терригенные (глинистые, песчано-обломочные); карбонатные; гидroxимические (каменная соль, ангидрит, гипс).
- Плотность осадочных пород вблизи поверхности и на небольших глубинах сильно от пористости, трещин, типа флюидов в поровом пространстве.
- Роль этих факторов различна в зависимости от структурного положения и глубины залегания пород. Поэтому для осадочных пород имеет большое значение понятие минеральной плотности σ_m .
- Пределы σ_m у терригенных пород – от 2,58 до 2,78 г/см³; хемогенных – от 2,12 до 3,00 г/см³; карбонатных пород – 2,60–2,88 г/см³, ангидрита – 2,92–2,96 г/см³, гипса – 2,30–2,37 г/см³, каменной соли 2,12–2,16 г/см³.
- Средние значения σ_m : песчаники 2,67 г/см³, алевролиты 2,69 г/см³, глины 2,68 г/см³, аргиллиты 2,68 г/см³, мергели 2,70 г/см³, известняки 2,72 г/см³, доломиты 2,80 г/см³.

Плотность осадочных пород

- Плотность в осадочных породах в значительной степени зависит от пористости.
- С глубиной происходит уменьшение пористости пород в связи с их частичной перекристаллизацией под влиянием увеличивающихся температуры и давления и соответствующее увеличение плотности.
- Уменьшение пористости и соответствующее увеличение плотности обусловлено метаморфизмом.

| Породы | Пористость (%) | Плотность σ (г/см ³) | |
|----------------------|----------------|---|----------------------------|
| | | $\sigma_{\text{ср}}$ | Интервал значений σ |
| почвы | 23-69 | 2.0 | 1.5-2.4 |
| пески | 20-42 | 2.1 | 2.0-2.4 |
| песчаники | 2-55 | 2.3 | 2.1-2.8 |
| известняки, доломиты | 2-40 | 2.5 | 2.1-2.9 |
| мергели | 2-31 | 2.2 | 2.0-2.6 |

Горные породы

Теплопроводность горных пород зависит от их минералогического состава, пористости, флюидного состава, структуры и текстуры, а также температуры и давления.

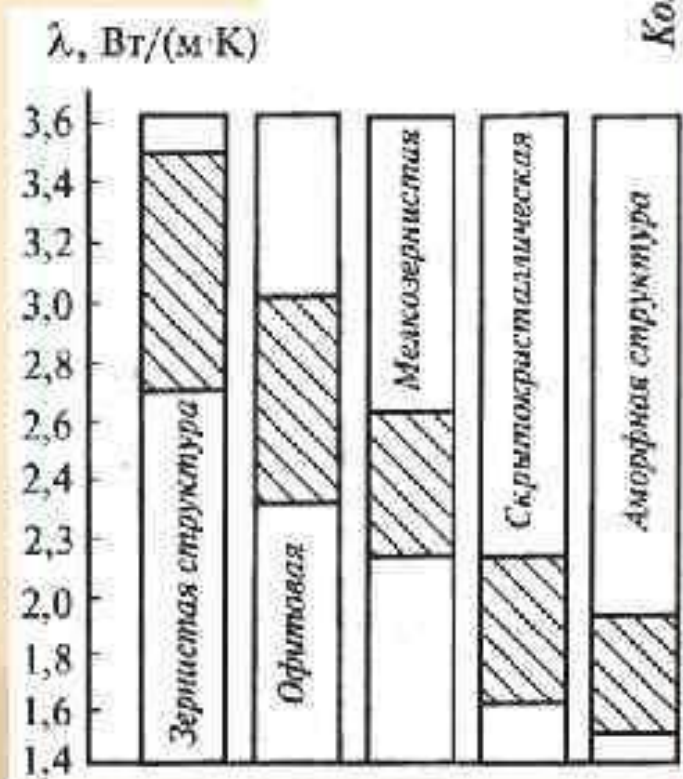
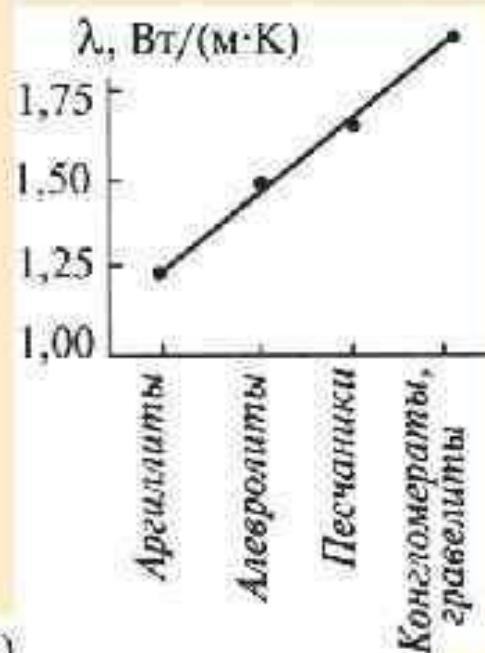
Значения коэффициента теплопроводности осадочных, магматических и метаморфических пород во многом перекрываются. Величина этого параметра осадочных пород меняется в диапазоне от 0,14 до 6,5;

магматических — от 0,25 до 5,0;

метаморфических — от 0,44 до 7,6 Вт/(м·К).

Теплопроводность разных типов осадочных образований возрастает в такой последовательности: *глины, аргиллиты, пески, алевролиты, известняки, доломиты, каменная соль.*

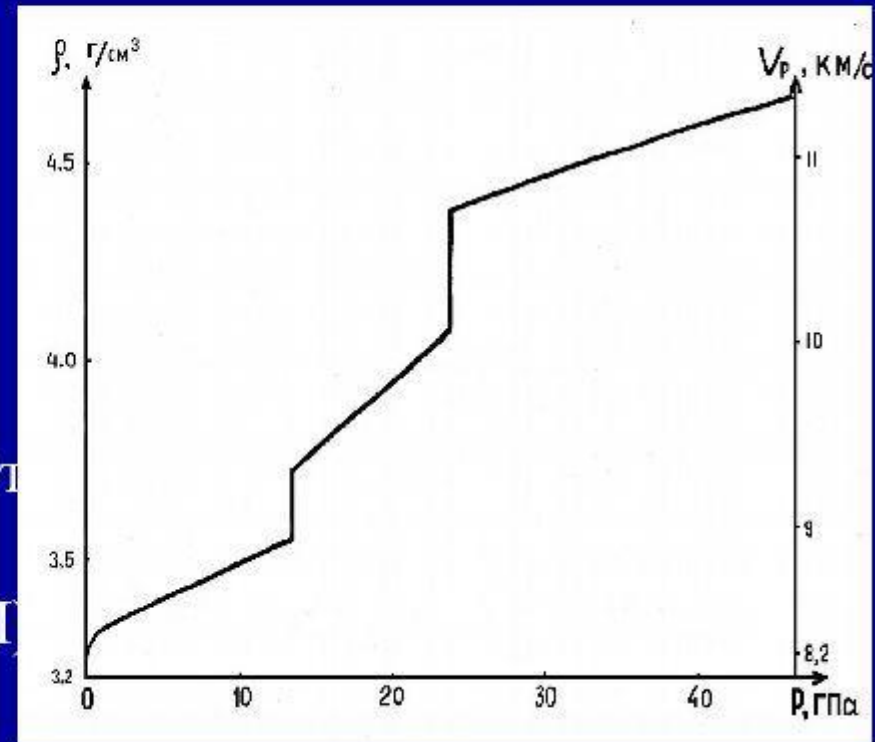
Коэффициент теплопроводности песчаников варьирует в пределах 0,24 — 4,41 Вт/(м·К) с тенденцией к понижению от мёрзлых к влажным и далее к нефтенасыщенным и сухим. Фазовый состав флюидов существенно влияет на теплопроводность пород, поскольку их теплофизические характеристики различаются очень резко.



Давление

Плотность горных пород при высоких давлениях и температурах зависит от сжимаемости и коэффициента теплового расширения.

На рис. дана зависимость плотности и скорости продольных волн от давления для перидотита (по PREM)



- Нелинейность при малых P связана с закрытием пор. Решетка не выдерживает давления выше критического, различного для разных минералов, но всегда зависящего, кроме того, от температуры. При критическом давлении происходит фазовый переход в структуру с более плотной упаковкой.

НАЗАР
АУДАРҒАНДАР
ЫҢЫЗҒА
РАХМЕТ