

ПОРИСТОСТЬ ГЕОСФЕР

(Представлено академиком *О. Ю. Шмидтом*)

В статье автор на основании многочисленных определений вычисляет пористость поверхностных геосфер и оболочек.

Увеличение удельного веса пород земной коры с глубиной общеизвестно. Оно является отражением общей для нашей планеты закономерности – роста удельного веса вещества геосфер и оболочек от ионосферы к ядру земли.

Для поверхностных геосфер, от педосферы до стратисферы включительно, главным фактором, влияющим на удельный вес, является плотность слагающих их пород. Минералогический состав и цемент для сцементированных пород представляют второстепенные факторы. Это объясняется близостью удельного веса минералов, входящих в состав поверхностных геосфер.

Метаморфосфера, гранитосфера и базальтосфера (по существу эпибазальтосфера) характеризуются тем, что плотность составляющих их пород зависит не только от пористости, но и от состава. При этом для пород гранитосферы и эпибазальтосферы решающую роль для плотности имеет их состав. Однако и для них нельзя пренебрегать изменениями пористости.

Таким образом, пористость в поверхностных геосферах играет весьма важную роль. Наличием пор, трещин и пустот обусловлено проникновение поверхностных (и глубинных) вод в недра и сохранение их там в виде подземных гидросфер.

Рассмотрим вопрос об изменении пористости в земной коре. В многочисленных лабораториях мира проделано множество определений физических свойств пород и в том числе пористости. Данные эти не всегда публикуются. Однако и то, что уже опубликовано, могло бы явиться предметом специальной монографии о пористости пород. В настоящей работе для многочисленных определений пористости, рассеянных в инженерно-геологической, гидрогеологической и нефтяной литературе, нами произведены вычисления средней пористости.

Ниже приведена попытка хотя бы предварительно охарактеризовать различные геосферы с точки зрения их пористости. Насколько нам известно, это первая работа подобного рода. В дальнейшем, несомненно, даваемые нами цифры будут уточняться и дополняться, как это было с кларками в геохимии.

Педосфера является самой верхней геосферой земной коры. Для нее мы ограничимся только некоторыми данными.

Для примера воспользуемся материалом по почвам Урала (Маландин, 1936). Максимальная пористость составляет 64,31 %, а минимальная 43,75 %. Средняя пористость из 47 определений составляет, по нашим подсчетам 56,31 %. Эта цифра близка к данным Департамента земледелия США, по которым, на основании многочисленных определений, пористость почв составляет: максимальная 65,0, минимальная 45,0 и в среднем 55,0 % (Фуллер, 1906). Мощность почвенного покрова для Урала составляет около 1 м. Пористость или скважность убывает с глубиной, отражая и в этой геосфере планетную закономерность.

Пористость торфа составляет 81,0 %. Для Запинских болот (по Гетманову) для осоково-гипнового торфа верхний горизонт до 0,60 м имеет пористость 89 %, а нижний на 0,80–0,90 м – 76–77 %.

Таблица 1

Пористость образований педосферы

Почвы	Число определений	Пористость в %			Источники, откуда заимствованы данные
		максимальная	минимальная	средняя	
Почвы Урала	47	64,31	43,75	56,31	Маландин (1938)
Почвы США	Многочисленн.	65,0	45,0	55,0	Фуллер (1906)
Почвы черноземные	–	60,0	–	–	Лукашев (1939)
Торф	–	85,2	–	81,0	Гефер-Геймгальт (1920)
Осоково-гипновый торф	–	89,0	77,76	80,6	Каменский (1933)

Пелосфера. Наземная пелосфера слабо охарактеризована в отношении пористости. Являясь субаквальным аналогом почв, она обладает довольно высокой пористостью. Имеющиеся в нашем распоряжении немногочисленные данные это подтверждают.

Таблица 2

Пористость илов пелосферы

Илы	Число определений	Пористость			Источник	Примечание
		максимальная	минимальная	средняя		
Осадки в дельте р. Миссисипи	–	90,0	80,0	85,0	Сорби (1906)	
Озерные илы	–	–	–	36,0	Мейнцер (1923)	Цифра неточная
Илы озер Крыма	8	58,09	19,83	48,81	Кузнецов (1936)	По содержанию воды в илах
Илы озерные	–	–	–	50,0	Ильинский (1932)	
Илы подземного озера Кунгурской пещеры	3	58,6	52,0	55,0	Данные автора	
Илы глинистые в дельте р. Миссисипи (Новый Орлеан) глубина 30 м	–	–	–	39,2	Терцаги (1929)	По содержанию воды
То же – глубина 45 и 75 м	–	27,7	23,0	–	Терцаги Г1929)	По содержанию воды
Песок в озере Мюгель	–	–	–	26,6	Вайгмайер (1871)	

При этом в свежем состоянии илы состоят на $\frac{4}{5}$ из воды и только 20 % приходится на твердую фазу. На глубине 30 м на дне реки под давлением 3 ат пористость составляет уже 39,2, т. е. уменьшается примерно вдвое. На глубинах в 45–75 м от дневной поверхности или 15–35 м под дном реки пористость снижается до 27,7–23 % или уменьшается почти в 4 раза. Пески же, повидимому, часто откладываются весьма плотно. Таковы старые данные по озеру Мюгель. Это же подтверждает на основе своей практики и Терцаги.

Таблица 3

Пористость песков и галечников нижней части коры выветривания

Почвы	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
<i>Эоловые отложения</i>					
Песок донный (тонкосреднезернистый)	1	–	–	45,8	Рамани (1911)
Песок донный	–	–	–	24,0	Гефер-Геймгальт (1920)
<i>Делювиальные отложения</i>					
Песок делювиальный	много	–	–	40,0	Нестеров (1938)
Песок водоносный послеледниковый (делювий?). (Ст. Подмосковная)	23	40,44	33,33	36,21	Сахарова (1937)
<i>Антропогенные отложения</i>					
Пески и суглинки культурного слоя (гор. Москва)	–	45,40	35,30	–	Моро (1936)
<i>Аллювиальные отложения</i>					
Пески первой террасы р. Мулянки (г. Молотов)	5	39,73	31,82	35,15	Максимович
Песок террасы р. Волги у Куйбышева	11	48,0	37,0	43,0	Семенов (1934)
Песок террасы р. Жестянки	5	37,45	24,46	33,82	Беляев (1936)*
Песок поймы Заволжье (0,7–10,5 м)	16	–	–	41,4	» » *
Песок мелкозернистый р. Сарпа у Красноармейска	1	–	–	39,0	Каменский (1933)
Песок крупный речной	–	25	14	–	Винтгенс (1911)
Пески глинистые мелкозернистые с. Богородское	–	40,0	30,0	35,0	Моро (1936)
Песок речной немного суглинистый	1	41,6	–	41,6	Терцаги (1929)
Песок с галькой (Федоровский створ)	20	47,0	36,0	37,4	Семенов (1934)
Песок с глиной поймы (Молебский створ)	6	40,0	38,0	39,0	Семенов (1934)
Песок с галькой терраса (Федоровский створ)	23	41,43	32,0	38,24	» »
Песок с галькой (Молебский створ)	15	42,10	37,0	36,44	» »
Песок с галькой, и галька с песком (Дарев Курган)	5	46,0	42,0	43,00	» »
Песок с галькой, р. Уса (Волга)	23	42,0	30,0 (20)	36,55	Прохоров (1934)
Песок среднезернистый малоглинистый с гравием р. Яуза	3	33,54	17,33	27,96	Моро (1986)
Пески, суглинки аллювия р. Яуза	–	55,42	–	–	Моро (1936)
Песок долины р. Арканзас (Колорадо)	–	–	–	29,0	Блюмер (1922)
<i>Флювио-гляциальные отложения</i>					
Песок среднезернистый	73	40,6	26,2	34,7	Басов (1933)
Песок тонкий однородный	1	–	–	48,0	Мейнцер (1923)
Песок однородный от тонкого до среднего	1	–	–	37,6	» »
Песок рыхлый тонкий с алевритом	1	–	–	36,0	» »
Песок и гравий с редкой крупной галькой	1	–	–	25,2	» »
Грубый песок с гравием	1	–	–	33,2	» »
Гравий с песком	1	–	–	20,0	» »
Гравий тонкий или чистый грубый дресвяник	1	–	–	28,0	» »
<i>Без указания генезиса</i>					
Песок границы пористости	–	–	–	40,28	Винтгенс (1911)
Крупный песок $d = 2$ мм	–	–	–	36,0	» »
Средний песок $d = 1$ мм	–	–	–	40,0	» »
Мелкий песок $d = 0,3$ мм	–	–	–	42,0	» »
Песок однородный	–	–	–	37,0	» »
Пески однородные	много	47,0	26,0	35,0	Кинг (1898)
Пески неоднородные	»	40,0	35,0	38,0	» »
Песок неоднородный	–	–	–	29,0	Винтгенс
Песок и гравий	–	42,0	36,0	–	Гефер-Геймгальт (1920)
Очень крупный песок с гравием	–	–	–	38,0	Винтгенс (1911)
Средний гравий $d = 7$ мм	–	–	–	37,0	» »
Мелкий гравий $d = 4$ мм	–	–	–	36,0	» »

Нижняя часть коры выветривания. Нижняя часть коры выветривания, находящаяся ниже зоны особого обогащения органическим веществом, или гипопедосфера, обладает несколько меньшей, но все же значительной пористостью. Рассмотрим эти данные для различных генетических типов отложений. Все они содержат воду в жидкой фазе и являются гидрофильными. Пески эолового происхождения, делювиальные и из культурного слоя г. Москвы характеризуются пористостью, изменяющейся от 46,6 до 30 (24 %) или в среднем, по немногочисленным данным, в 37 %.

Пески аллювиальных образований, а также пески с галькой и галька с песком, отложившиеся в стадии русла

* Здесь и дальше данные Беляева необходимо увеличить на 10–22 %. Это обусловлено техникой отбора образцов.

(Максимович, 1941), обладают пористостью от 47 до 17,33 %. В среднем она составляет также около 37 %.

Флювио-гляциальные отложения, как состоящие из чистого песка, так и с галькой, в общем характеризуются такой же пористостью. Максимум она 48,0 %, минимум 20 %, а в среднем близка к 35,0 %. Поэтому для песков и галечников коры выветривания мы примем среднюю пористость в 35 %.

Детальные данные о пористости песчано-галечных образований коры выветривания приведены в табл. 3. Значительная часть приводимых в ней средних пористостей подсчитана нами из отдельных определений первоисточников.

Другой распространенной разностью являются лёссы, лёссовидные и другие покровные суглинки. Генезис их различен. Поэтому они подразделены на три основных группы по литологическому признаку.

Пористость лёссов изменяется от 53,0 до 38 % и может быть принята в среднем в 45 %. Более детальные данные приведены в табл. 4, где большинство средних пористостей подсчитано нами.

Лёссовидные суглинки, широко распространенные в Евразии от Атлантического до Тихого океана (Герасимов и Марков, 1939), изучены в отношении пористости в связи с инженерно-геологическими работами. Благодаря высокой пористости от 59–40 % (редко ниже до 30 %) и составляющей в среднем 45 % они обладают способностью давать под нагрузкой большие осадки. Величина осадки возрастает при увлажнении.

Таким образом, лёссовые породы обладают в общем одинаковой средней пористостью. При этом проницаемость их в различных направлениях не одинакова. Они наиболее проницаемы в вертикальном направлении (Ватгер, 1919) и плохо проницаемы в горизонтальном. Количественные данные получены Саваренским (1939), по которому водопроницаемость в вертикальном направлении в 4–38 раз больше горизонтальной.

Это вместе с высокой пористостью обуславливает возможность инфильтрации вод атмосферного происхождения в грунтовые. На границе горизонтов с различной проницаемостью образуется верховодка.

Разнообразные покровные суглинки, главным образом элювиально-делювиального происхождения, обладают несколько меньшей пористостью – от 50 до 27 % или в среднем 35 %.

Меньше данных имеется о пористости глин различного происхождения. Для аллювиальных глин она изменяется от 47,92 до 19,02. Так как данные, вследствие техники отбора, преуменьшены на 10–22 %, то в среднем пористость аллювиальных глин может быть принята в 35 %. Эта же цифра средней пористости может быть принята и для делювиальных глин.

Глины ледникового происхождения обладают пористостью от 55 до 31,0 %, и для них средняя пористость составляет 35 %. Это совпадает со средней величиной по пределам пористости для глин, даваемым Терцаги. Примесь гравия и гальки снижает пористость ледниковых глин.

К отложениям коры выветривания необходимо отнести и известковые туфы, отлагаемые источниками в месте их выхода на дневную поверхность.

Выделение углекислоты в атмосферу сопровождается выпадением карбонатов из раствора. Пористость известковых туфов изменяется от 32,2 до 20,2 и может быть принята в среднем 25 %.

Стратифера. Породы этой геосферы образовались из неплотных морских или континентальных илов и частично других отложений. Они обладают меньшей пористостью, чем пелосфера и кора выветривания, из которых они образовались. Это обусловлено уплотнением и цементацией или, вообще говоря, диагенетическими процессами.

Породы, слагающие стратиферу, характеризуются своей гидрофильностью. Они могут быть подразделены на четыре основных группы.

Первая составлена ареальными коллекторами гравитационных вод. Они обладают, главным образом, сверхкапиллярными и капиллярными порами. Основная их разность – песчаники. Меньшее значение имеют пески, конгломераты и пористые известняки. Пески в стратифере представляют более редкое явление. Они могут иметь место в геосинклинальных условиях для только недавно отложившихся осадков верхнетретичного и четвертичного времени, где процесс диагенеза и динамометаморфизма либо еще не завершен, либо слабо проявлялся.

В платформенной обстановке неогеновые образования, выведенные на дневную поверхность движениями земной коры, зачастую имеют несцементированные пески, например, Балтские отложения (Жаманин, 1933). Это может быть следствием слабой первоначальной цементации, либо результатом последующего выщелачивания цемента. В Ухтинском районе имеются верхнедевонские пески с глинистым цементом (Авдусин, 1938).

В геосинклинальных областях пески встречаются в плиоценовых и частично миоценовых образованиях, где за счет фациальных условий цементация при последующем диагенезе была слаба, а динамометаморфизм проявился не особенно сильно.

Таковы апшеронские пески горы Таш-Кала в окрестностях г. Грозного. Пески продуктивной толщи на Апшеронском полуострове и пески Эхабинской и Окобыкайской свит восточной части Советского Сахалина своим движением создают затруднения при эксплуатации нефтяных скважин. В Майкопских отложениях также имеются слабо сцементированные песчаники (пески). Конгломераты не играют большой роли в стратифере. Галечники представляют еще большую редкость и имеют место, главным образом, в тех же условиях, что и пески.

Основными ареальными коллекторами в стратифере являются песчаники. Определения их пористости сравнительно многочисленны, так как с ними связаны основные нефтяные месторождения. Второе место среди ареальных коллекторов стратиферы занимают пористые известняки (и доломиты).

Пористость лёсса и суглинков нижней части коры выветривания

Лёссы	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Лёсс	–	46,0	41,0	–	Гефер-Геймгальт (1920)
Лёсс просадочный, Ташкентский район	60	53,0	42,0	49,0	Андрухин (1937)
Лёсс просевший	48	47,0	39,0	43,0	» »
Лёсс, частично просевший	30	52,0	41,0	45,66	» »
Лёсс, просевший на непросевшем	30	45,0	38,0	41,80	» »
Лёсс	много	50,0	45,0	–	Замарин (1932)
Лёсс района Николая	много	50,0	45,0	48,0	Литвинов (1939)
Лёсс, Запорожье	2	47,0	42,0	44,5	Кругляк (1939)
Лёсс, первый горизонт Украины	2	51,0	45,1	48,05	Токарь (1937)
Лёсс, второй горизонт Украины	3	41,4	41,2	41,3	» »
Лёсс, Дунай	–	–	–	40,997	Герасимов и Марков (1939)
Лёссовидные грунты	много	50,0	40,0	–	Абелев (1939)
Лёссовидные суглинки	много	56,0	40,0	–	Абелев (1935)
Суглинки пылеватые макропористые (Москва)	16	47,0	37,8	42,72	Сахарова (1937)
Лёссовидные суглинки, Бобрики	12	42,0	24,0	36,0	Саваренский (1939)
Лёссовидные суглинки, Сталиногорск. 2-я очередь		54,9–49,8	–	–	» »
Лёссовидные суглинки, Тула	1	–	–	42,2	Абелев (1935)
Лёссовидные суглинки, Ефремово	много	53,8	47,4	–	» »
Лёссовидные суглинки р. Мулянки (г. Молотов)	17	59,06	26,97	40,66	Максимович (1941)
Лёссовидные суглинки, Курган	много	49,5	43,5	–	Абелев (1935)
Лёссовидные суглинки, Бедово, Томской ж. д.	»	44,7	43,6	–	» »
Лёссовидные суглинки, Кузнецкстрой	10	–	40,0	45,05	» (1934)
Лёссовидные суглинки, Дунай		–	–	29,397	Герасимов, Марков (1939)
Лёссовидные суглинки, Украина	3	47,0	46,2	46,5	Токарь (1937)
Лёссовидные суглинки	4	41,7	38,5	39,35	» »
Лёссовидные суглинки, Кривой Рог	много	56,0	40,0	–	Абелев (1935)
То же	»	41,0	35,3	–	» »
Лёссовидные суглинки, Никополь	»	52,0	46,0	49,0	Литвинов (1939)
Лёссовидные суглинки, Запорожье	2	48,0	43,0	45,5	Кругляк (1939)
Лёссовидные суглинки, Горловка	2	52,0	49,5	–	Абелев (1935)
Лёссовидные суглинки, Мариуполь	2	39,0	36,0	–	» »
Лёссовидные суглинки, Батайск	2	46,0	44,0	–	» »
Лёссовидные суглинки, Новочеркасск	2	50,5	44,0	–	» »
Лёссовидные суглинки и супеси, Армавир	2	56,0	53,0	–	» »
Лёссовидная глина, Грозный	1	–	–	50,73	Михеев (1930)
Лёссовидные суглинки, Узбекистан	много	–	–	46,0	Решеткин (1934)
Лёссовидные суглинки, Чирчикская долина	много	50,0	40,0	–	Решеткин (1933)*
Суглинки покровные (Волоколамское шоссе)	20	50,0	27,0	32,0	Приклонский (1940)
Суглинки покровные (Калужское шоссе)	57	40,0	38,0	39,0	» »
Суглинки покровные р. Мулянка (г. Молотов)	5	48,79	24,23	36,42	Максимович (1941)
Суглинки покровные тонкие, Заволжье	3	43,0	38,0	41,33	Кузин (1936)*
То же	3	37,5	36,0	36,6	» »
Суглинки делювиально-аллювиальные (г. Молотов)	5	37,68	31,64	33,77	Максимович (1941)

Вторую группу составляют ареальные коллекторы пленочных вод, обычно не рассматриваемых в гидрогеологии. Это глины, которые обладают субкапиллярными порами. Они содержат в порах воду. Наличие этой пленочной воды, называемой часто горной влагой, а также ее состав обуславливают различную электропроводность глин. Это установлено сильно развивающимися в последнее время электрометрическими работами.

Третью группу составляют породы стратисферы, обладающие незначительной пористостью, гидрофильность которых проявляется в их легкой растворимости с образованием по трещинам разнообразных пустот. Это разнообразные соли (галит, карналлит, сильвин и т. д.), гипс, ангидрит, плотные известняки и отчасти доломиты. Между первой и второй, а также второй и третьей группами существуют переходные образования. Это глинистые пески и песчаные глины, с одной стороны, и мергели и им подобные отложения, с другой.

Наконец, к четвертой группе отнесены разнообразные органогенные образования, роль которых как коллекторов подземных вод невелика. Из малопористых сюда относится уголь. Значительной пористостью обладают мел, опока, инфузурная земля.

* Данные необходимо увеличить на 10–22 %

Пористость глин нижней части коры выветривания

Глины	Число определений	Пористость в %			Источник
		макси-мальная	мини-мальная	средняя	
<i>Аллювий и делювий</i>					
Глины (и тяжелые суглинки) древне-аллюв (0–18 м), Заволжье	129	47,92	19,53	22,37	Беляев (1936)*
Глины верхних террас, Заволжье (0–10 м)	25	45,59	19,02	27,77	» »
Глины (и суглинки) аллювиальные современные Заволжья	16	33,86	25,17	29,21	» »
Глины верхних террас Заволжья	много	–	–	41,0	Кузин (1941)*
Глины (и суглинки) аллювиально-делювиальные Заволжья (глуб. 1,4–13,2 м)	43	38,57	18,30	29,62	Беляев (1936)*
Глины делювиальные, Заволжье (0–10 м)	78	44,57	23,14	31,65	» »
<i>Ледниковые глины</i>					
Глины ледниковые выветрелые	6	40,0	31,0	36,0	Лукашев (1939)
Глины ленточные	10	55,0	43,0	50,1	» »
Глины ленточные	3	39,0	34,0	36,3	» »
Глина ледниковая с песком и гравием	1	–	–	21,0	Мейнцер (1923)
Глина ледниковая с гравием	4	14,0	11,5	12,75	» »
Глина ледниковая плотная	1	–	–	16,0	» »
Глина флювио-гляциальная с алевритом	1	–	–	18,0	» »
<i>Без указания генезиса</i>					
Глины сухие	много	40,0	30,0	35,0	Терцаги (1929)
Известковый туф	–	32,2	20,2	–	Гефер-Геймгальт (1920)
Известковый туф	2	25,7	24,1	24,9	Гиришвальд (1912)

Рассмотрим пористость различных пород стратиферы.

Данные о пористости песков приведены в табл. 6. В основном это продуктивная толща Апшеронского полуострова. При этом в литературе песчаные отложения этой толщи подразделяются на рыхлые и уплотненные пески. Наибольшей пористостью обладают рыхлые пески. Они характеризуются по работам Авдусина (1938) глинистым цементом. Пористость их изменяется от 50,9 до 26,4 % и составляет в среднем 35 %. Интересно, что максимальная пористость превышает наибольшую теоретическую. По существу, это и есть собственно пески. Пористость их в среднем равна пористости песков коры выветривания.

Вторую группу составляют так называемые уплотненные пески. Судя по микрофотографиям Авдусина (1938), это во многих случаях, повидимому, слабо сцементированные песчаники. Именуются они в нефтяном деле по традиции песками. Не располагая материалом для решения этого вопроса, мы оставили их в числе песков. Они выделены в таблице в отдельную графу. Пористость этих уплотненных песков изменяется от 29,5 до 11,2 % и составляет в среднем 25 %. Интересно, что девонские среднезернистые пески Ухты обладают пористостью в 25,9 %.

Весьма значительны данные о пористости песчаников стратиферы. Пористость здесь зависит от ряда факторов. Помимо величины зерен, их соотношения, здесь большую роль играет примесь тонкого материала, а также характер и обилие цемента. Интересна в этом отношении работа Авдусина (1938). По данным Донабедова (1940) вместе с плотностью изменяется и пористость. При этом для Донбасса установлено изменение плотности (и пористости) пород в зависимости от геотектонических условий. В пределах Большого Донбасса породы одного возраста и состава обладают в центральной части пористостью, близкой к нулю. Пористость растет вместе с плотностью и на периферии доходит до 15–20 %. Такое же изменение пористости палеозойских песчаников внутреннего западного бассейна в США от 5,7 % на Севере в Уачита, через 7,8 в долине р. Арканзас, до 10,9 % в районе плато Озарк на юге.

Таким образом, пористость изменяется в зависимости от степени метаморфизма песчаников. Это обусловлено не только степенью цементации, но в основном давлением.

В приводимой ниже табл. 7, различные части которой составлены с разной степенью детальности, данные о пористости распределены по стратиграфическим горизонтам. По более чем 683 определениям пористость мезокайнозойских песчаников изменяется от 42,0 до 2,23(0,6) % и составляет в среднем 20 %. При этом замечается известная зависимость между пористостью и мощностью песчаника. По большей части более мощные пласты более пористы. Это объясняется тем, что, при прочих равных условиях, при смене глинистых песчаниками, растет процентное содержание крупных частиц и убывают иллиты. Поэтому, в большинстве случаев, более чистыми являются те песчаники, которые более мощны. Мощность необходимо считать от глинистой подошвы песчаника до кровли или до первого глинистого пропластка. Приводимые ориентировочные данные о мощности пластов песчаника это в общем подтверждают.

Пористость зависит также от давления вышележащих пород на пласт. Это можно иллюстрировать пористостью второго водяного пласта караганских отложений Старо-Грозненского района, по данным Старобинца (1935).

* Данные необходимо увеличить на 10–22 %

Пористость песков стратисферы

Пески	Горизонт	Число определений	Пористость			Источник
			максимальная рыхлые	минимальная уплотненные	средняя	
О. Артема – продуктивная толща плиоцен.						
Песок уплотненный	ИКС	–	–	27,3	–	Мирчинк (1938)
Песок уплотненный и рыхлый	ПКС	–	34,8	29,5	–	» »
Песок уплотненный	ШКС	–	–	27,5	–	» »
» »	IVКС	–	–	25,8	–	» »
» »	VКС	–	–	25,1	–	» »
Пески рыхлые и уплотненные	ПК	–	33,2	25,6	–	» »
Биби-Эйбат – продуктивная толща						
Песок рыхлый	II	–	38,2	–	–	» »
Песок рыхлый и уплотненный	IV	–	37,3	20,3	–	» »
То же	V	–	36,4	24,7	–	» »
» »	VII	–	38,3	24,3	–	» »
» »	X	–	34,7	24,9	–	» »
» »	XI	–	33,4	23,2	–	» »
» »	XIIa	–	34,6	21,8	–	» »
» »	XIVa	–	35,0	20,0	–	» »
» »	XV	–	28,7	19,3	–	» »
Песок уплотненный	XVI	–	32,1	–	–	» »
Песок рыхлый и уплотненный	XVII	–	35,6	11,2	–	» »
Бинагады – продуктивная толща						
Песок рыхлый «Перерыв»	–	–	43,4	–	–	» »
Песок рыхлый	НКП	–	39,6	–	–	» »
Песок рыхлый и уплотненный	СКГ	–	36,9	25,2	–	» »
То же	НКГ	–	35,8	27,4	–	» »
» »	ПК	–	32,6	25,4	–	» »
Ленинский район						
Песок уплотненный	Д	–	–	–	27,1	» »
Уплотненный песок	I	–	32,7	23,3	–	» »
Песок рыхлый и уплотненный	II	–	42,0	26,6	–	» »
То же	III	–	42,5–41,5	23,6	–	Мирчинк (1938), Муравьев (1937)
» »	IV	–	43,7–33,3	25,6	–	» »
Песок рыхлый	IVa	–	50,9–47,9	–	–	» »
Песок уплотненный	IVa	–	32,4	–	–	Мирчинк (1938)
Песок рыхлый и уплотненный	IVc	–	39,2	26,1	–	» »
Песок уплотненный	V	–	38,4–32,0	–	–	» »
Песок крупнозернистый. «Перерыв»	–	–	32,5	–	–	» »
Песок рыхлый и уплотненный	НКП	–	36,6	26,8	–	Мирчинк (1938)
Песок нефтяной фонтанный	НКП	–	45,8–42,2	–	–	Муравьев (1937)
Песок уплотненный	КС	–	–	26,5–22,2	–	Мирчинк (1938)
Сурахины						
Песок светлосерый цементированный	B	–	–	20,3–20,2	–	» »
Песок светлосерый	C	2	29,8–29,05	–	–	» »
Песок светлосерый среднезерн. цементированный	II	–	33,1	25,2	–	» »
Песок светлосерый, рыхлый и цементированный	III–IV	8	31,6–30,1	29,2–26,1	–	Муравьев (1937)
То же	IVb	–	28,4–26,8	25,7–21,9	–	» »
» »	IVc	–	38,4–32,6	20,6–12,5	–	» »
Песок рыхлый и цементированный	V	–	36,5	24,8	–	Мирчинк (1938)
Песок рыхлый и цементированный	VI	–	33,3	22,7	–	» »
Песок уплотненный	VII	–	–	13,7	–	» »
Песок рыхлый и уплотненный	IX–X	–	31,4	27,8	–	» »
Песок уплотненный «Перерыв»	–	–	–	18,8	–	» »
Кара-Чухур						
Песок уплотненный	II	–	–	21,7	–	» »
Песок рыхлый и уплотненный	V	–	35,2	23,8	–	» »
То же	VI	–	34,8	25,0	–	» »
Пески Калифорнии	–	–	40,0	30,0	35	Лиллей (1930)
Пески третичные нефтяные	–	–	30,0	25,0	27,5	» »
Пески нефтяные, Калифорния	–	–	–	–	25,0	Бломер (1922)
Пески среднезернистые, продуктивная толща	I	–	–	–	33,53	Авдусин (1938)
Песок рыхлый, В. Сызранский ярус Волги	–	–	54,09	33,36	–	Можаровский (1936)
Песок среднезернистый, девон, Ухта	III	1	–	–	25,9	Авдусин (1938)

Пласты	Пористость		
	максимальная	минимальная	средняя
2 вод. пласт глубина 92–266 м скважины	26,8	13,0	22,1
2 » » » 51–94 штольня	29,9	19,7	23,2
2 » » » 0 обнаженные	38,3	24,1	28,4

Произведенный параллельно механический анализ тех же образцов, для которых было произведено определение пористости, показал, что, помимо уменьшения давления, в обнажении имеет место вымывание глинистых частиц, а в керне из скважин примесь глинистых частиц извне.

Данные о палеозойских песчаниках менее многочисленны. На основании более 110 определений пористость их изменяется от 26,6 до 1,09 и составляет в среднем 10–12 %. При этом пористость более 20 % очень редка и известна в 3–4 случаях.

Меньшая пористость палеозойских песчаников обусловлена рядом причин. Основная причина в большой метаморфизации этих более древних отложений.

Кроме того, песчаные отложения окраин палеозойских геосинклиналей с более крупными зернами и большей первоначальной пористостью, превращены по большей части в кварциты и рассматриваются в метаморфосфере.

Т а б л и ц а 7

Пористость песчаников стратиферы

Порода	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
<i>Без указания возраста и места взятия</i>					
Песчаник	16	28,28	4,81	15,89	Беклей (1898)
»	–	22,80	3,46	10,22	» »
»	17	27,3	6,85	10,22	Рейх (1936)
»	много	–	–	7,0	Нестеров (1938)
Микропесчаник	»	–	–	5,8	» »
Граувакка	2	4,2	0,41	2,3	Рейх (1936)
<i>Песчаники третичные</i>					
Песчаник, Ширакская свита	1	–	–	16,16	Авдусин (1938)
Песчаник, Продуктивная толща	2	31,41	22,70	27,05	» »
Песчаник, Сарматский Венский бассейн	–	17,4	4,0	–	Блюмер (1922)
<i>Караганские отложения</i>					
Песчаники тонкозернистые и мелкозернистые, г. Горская	6	28,40	23,35	27,03	Елин (1937)
Песчаники, Вознесенский район	20	39,6	10,4	–	» »
Песчаники, Малгобекский район	31	35,07	14,2	–	» »
Песчаники, Старо-Грозненский район	74	42,0	4,29	–	Брод (1937)
Песчаники, Ново-Грозненский район	67	37,76	20,36	–	Максимович (1933)
<i>Чокракские отложения</i>					
Песчаник, Малгобекский район	18	40,86	22,99	–	Елин (1937)
Песчаник, Вознесенский район	2	33,7	16,3	–	» »
Песчаник, Старо-Грозненский район	26	29,58	7,64	–	Брод (1937)
Песчаник, Ново-Грозненский район	185	29,65	14,75	–	Максимович (1933)
Песчаник, Серноводск	5	31,0	23,7	27,8	Сельский (1932)
Песчаник, р. Аксай	2	29,3	28,1	28,7	» (1932)
<i>Майкопские отложения</i>					
Песчаники, с. Кавказ Муцидакальская свита	–	17,0	–	–	Успенская (1937)
Песчаники, Керченский п/о Н-Майкопская свита	10	15,72	4,33	8,4	Маймин (1939)
Песчаники, Керченский п/о в. Керлеут	3	23,79	12,43	16,80	» »
Песчаник рыхл, мелкозерн. р. Кадахчин, Майкопские слои	1	30,69	29,80	30,24	Зильберминц (1928)
Песчаник крепкий тонкозернистый, р. Фиагдон, Майкопские слои	1	7,0	–	7,0	» »

Т а б л и ц а 7 (продолжение)

Порода	Число опреде- лений	Пористость в %			Источник
		макси- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя	
Песчаники, р. Аргун, Муцидакальские слои	13	21,96	11,85 (2,14)	15,23	Макаренко (1934)
Песчаники, р. Ярык-су, Муцидакальские слои	17	24,43	15,50	17,40	» »
Песчаники плотные, р. Ачи-су, Муцидакальские слои	4	18,13	5,50 (2,95)	13,74	Зильберминц (1928)
Песчаники, р. Яман-су, Муцидакальские слои	56	20,14	2,23	11,46	Макаренко (1934)
Песчаники, Муцидакальские слои	2	3,83	3,13	3,48	Зильберминц (1928)
Песчаники рыхлые, р. Фиэгдон, Муцидакальские слои	2	33,8	32,3	33,05	Муравьев (1937)
Песчаники тонкозернистые, р. Фиэгдон, Муцидакальские слои	2	6,93	4,35	5,67	» »
Песчаники мелкозернистые, р. Кодахчин, Муцидакальские слои	4	33,82	–	30,25	» »
Песчаник тонкозернистый крепкий, р. Асса, Муцидакальские слои	1	–	–	10,45	» »
Песчаник, тонкозернистый сливной, р. Кодахчин, Муцидакальские слои	2	4,35	3,65	4,00	» »
Песчаник рыхлый, р. Асса, Муцидакальские слои	–	30,0	–	–	Долицкий (1929)
Песчаник, пл., р. Асса, Муцидакальские слои	–	–	3,5	–	» »
Песчаник, р. Асса, Муцидакальские слои	–	17,0	9,0	16,0	» »
Песчаник, р. Ачи-су, Муцидакальские слои	4	24,78	21,5	22,87	Муравьев (1937)
Песчаник, р. Ярык-су, Муцидакальские слои	8	21,08	16,5	18,92	» »
Песчаник, р. Аргун, Н.-Майкоп	2	23,3	22,8	23,01	Сельский (1932)
Песчаник опоковый, В.-Сызранский ярус, р. Волга	–	–	–	12,8	Можаровский (1936)
Песчаник Олигоцен Пешельброн (мощи. 2–4 м)	–	–	–	6,0	Бломер (1922)
<i>Мезозой</i>					
Песчаник Вудбайн. в. мел, Восточный Техас	11	29,0	8,1	23,38	Фенчер (1934)
Песчаники и пески Вудбайн, в. мел, Шрэвепорт	21	37,7	9,2	22,7	Мельчер (1920)
Песок газов, в. мел, Мексия-Гросбек, Ц. Техас	8	37,7	10,7	24,4	» »
Песчаник Уолл-Крик, мел, Солт-Крик, Уайоминг	1	–	–	25,8	Лиллей (1930)
Песчаник 2, Уолл-Крик, мел, Элк Уайоминг	–	20,0	18,0	–	Бертран (1929)
Песчаник, н. мел	17	23,2(8,81	18,4	Гиршвальд (1912)
Песчаник Юрский, Зап. Германия	–	6,8	4,2	–	Бломер (1922)
Песчаник пестрый, триас	30	27,7	1 7,7	17,7	Гиршвальд (1912)
Песчаник Кейпер (триас Зап. Германия)	–	0,8	0,6	–	Бломер (1922)
Песчаник пестрый, триас, р. Верра	–	–	–	3,23	» »
<i>Палеозой</i>					
Песчаники палеозоя	–	20,0	–	–	Лиллей (1930)
Песчаники Солт, в. карбон, Пенсильвания	3	15,0	13,7	14,6	Фенчер (1934)
Песчаник Бартлесвилльский, в. карбон, Оклахома	4	17,7	16,1	16,7	Мельчер (1920)
Песчаник, карбон	9	7,09	1,09	3,61	Гиршвальд (1912)
Песчаник углистый, карбон, Вестфалия	–	1,9	1,4	–	Бломер (1922)
Песчаник Робинзон, в. карбон, Иллинойс	4	20,6	18,4	19,7	Фенчер (1934)
Песчаники, в. карбон, Донбасс	–	20,0	0,0	7,0	Нестеров (1938)
Песчаник Береа, н. карбон, Западная Вирджиния	9	21,7	4,8	17,5	Мельчер (1920)
То же	–	–	–	19,3	Губкин (1937)
Песчаник Береа, н. карбон, Охайо	–	–	–	11,2	» »
Песчаник Биг Инжен, н. карбон	–	–	–	13,1	» »
Песчаник, девон	11	12,98	1,36	4,4	Гиршвальд (1912)
Песчаник, Бредфорд, девон, Пенсильвания	2	17,8	7,9	12,8	Мельчер (1920)
Песчаник Бредфорд, девон, Пенсильвания	52	17,8 (21)	2,0	12,05	Фенчер (1934)
Песчаник, Бредфорд	–	17,3	11,5	15,0	Мельчер (1925)
Песчаник Вилькокс, н. силур, Оклагома Семинол	2	16,3	15,9	16,1	Фенчер (1934)
Песчаник (Биг Лайм), н. силур, Петролия	4	26,6	18,5	22,9	Мельчер (1920)

Пористость известняков различного происхождения. Здесь имеется первичная пористость, представляющая пространство между оолитами в оолитовом известняке, либо между раковинами в слабо уплотненном раковинном.

Часто встречается вторичная пористость в виде трещин доломитизации и растворения известняков при карстовых процессах, с образованием каверн и брекчиевидных пористых пород. Вопросы эти разбираются Говардом (1928, 1934), Мерреем (1934) и другими. По существу, и при наличии вторичной пористости мы имеем дело уже с коллекторами, переходными от ареальных к жильным.

Ниже (табл. 8) приводятся данные о пористости известняковых доломитов. Значительная часть данных получена из буровых скважин нефтяных районов.

Пористость оолитовых известняков невелика. Она изменяется от 16,9 до 3,28 %. Пористость обычных известняков изменяется от 13,36 до 0,2 %.

Особую группу составляют, кавернозные артинские известняки В. Чусовских Городков и Ишимбаева, а также трещиноватые доломитизированные палеогеновые известняки Хаудага. Здесь пористость изменяется от 27,2 до 0,21 %. Для Хаудага и некоторых ситчатых известняков Ишимбаева пористость превышает 20 %. В среднем для пористых участков известняков, составленных порами, кавернами и трещинами, может быть принята пористость в 5 %.

Пористость пористых известняков и доломитов

Известняки	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Известняк (мрамор и доломит)	11	13,36	0,53	48,5	Берклей (18981)
Известняк раковистый	9	27,6	0,8	11,6	Гиршвальд (1912)
Известняк	много	–	–	5,8	Нестеров (1938)
Известняк юрский	3	34,0	24,0	28,0	Гиршвальд (1912)
Известняк ниагарский (Висконсин)	–	6,4	0,8	–	Блюмер (1922)
Известняк Онондага (Канада)	2	26,5	19,6	23,05	Фенчер (1934)
Известняк, Ишимбаево	много	12,0	2,4	–	Мирчинк (1938)
» »	»	27,0	2,0	8,0	Сермягин (1938)
» »	–	20,0	–	–	Мирчинк (1938)
Известняк В. Чусовских Городков	43	16,8	0,21	3,41	Максимович (1935)
Известняк заглисованный доломитизированный, Уч-Кизил	много	20,0	–	20,0	Линдтроп (1938)
Известняк оолитовый	–	16,93	13,6	–	Блюмер (1922)
Оолит	8	12,44	3,28	7,18	Мерилл (1898)
Доломит трещиноватый (Спидельтоп)	–	–	–	33,0	Блюмер (1922)
Доломит (Пайнкрик)	–	–	–	12,8	» »
Доломит (Гранд Манитулин)	–	8,8	7,4	–	» »
Доломит	много	–	–	4,9	Нестеров (1938)
Доломит, Н. Кунгур (Краснокамск)	–	25 (29)	4,0	–	Герасимов (1935)
Мергель	–	–	–	47,5	Блюмер (1922)
Мергель валунный	–	52,0	35,0	40,1	Рейх (1936)

Наконец, для мергеля имеется, повидимому, преувеличенная цифра пористости в 47,5 %. Рейх для валунного мергеля указывает в среднем 40,1 %.

Глины стратиферы реже изучались в отношении пористости, так как они не являются нефтяными коллекторами. Часть приводимых ниже данных не содержит указаний, какие глины имеются в виду – глины стратиферы или коры выветривания. Поэтому мы приводим только некоторые общие данные. Основной материал взят, из работы Сельского (1932), причем глины нами сгруппированы по возрасту и для них подсчитаны средние.

В Грозненском районе, поскольку об этом можно судить по небольшому числу анализов, в общем наблюдается уменьшение пористости глин от более молодых третичных отложений к более древним. Для дислоцированных образований это вполне закономерно. Некоторое уменьшение средней пористости криптомантровых отложений, вероятно, обусловлено заполнением пор карбонатами, столь обильными в этих бурно вскипающих с соляной кислотой глинах.

Данные немногочисленных определений пористости палеогеновых, мезозойских и частично карбоновых глин на русской платформе показывают в общем повышенную пористость. Возможно, что тут играет роль не только близость к дневной поверхности и увеличение пористости за счет выветривания. Не исключена возможность, что это – явление, обусловленное геотектонической обстановкой. Глины в платформенной обстановке, при прочих равных условиях, должны подвергаться меньшему давлению, после своего образования из морских илов, за счет отсутствия динамометаморфизма. К сожалению, данных в нашем распоряжении еще очень мало. По имеющимся небольшим материалам пористость глин изменяется от 54,93 до 10 %. Пористость глин в платформенной обстановке несколько больше и может быть принята в среднем в 40 %. Для складчатых областей среднее составляет около 20 %. Результаты определений пористости приведены в табл. 8 и 9.

Интересный опыт подсчета нагрузок на Майкопские глины с момента их формирования произведен Макеевым (1939). По этим данным нагрузка здесь не превышает 30 кг/см². Сейчас они разгружены. Это подтверждается их высокой пористостью.

Группа плотных, в разной степени растворяющихся пород стратиферы представлена различными солями, ангидритами, гипсом, плотными известняками и доломитами. В нашем распоряжении имеются только немногочисленные данные о пористости ангидритов и гипсов. Для ангидритов она составляет 1 %, а для гипсов 6–0,11 % или в среднем около 3,0 %. Пористость плотных известняков изменяется от 6,9 до 0,2 % и составляет в среднем также около 3,0 %.

Пористость глин стратиферы

Глина	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Глина	много	–	–	27,0	Нестеров (1938)
»	»	47	44	45	Кинг (1898)
»	–	–	–	53	Гижи (1903)
»	–	50–45	–	31–34	Гефер-Геймгальт (1920)
Глина чистая	–	–	–	44–50	» » »
Глина красная (Днепропетровск)	–	–	–	45,57	Бульчев (1937)
Глина грубая (выветрелая), сыртовая (Заволжье)	1	–	–	40,67	» »
Глины (и тяжелые и легкие суглинки) древн. аллювий (Заволжье) глубина 0–18 м	2	39	36	37,5	Кузин (1936)
Глины (и тяжелые и легкие суглинки) древн. аллювий (Заволжье) глубина 0–18 м	129	47,92	19,53	22,37	Беляев (1936)*
Глины, Хазарский ярус р. Иргиз (2,6–10 м)	10	31,0	25,65	28,29	» »
Глины и тяжелые суглинки сыртовые, Саратов (глубина 12–30 м)	151	43,22	17,23	28,3	» »
Глины и тяжелые суглинки (Заволжье) (глубина 0–25 м)	31	40,79	24,91	33,06	» »
Глины жирные древнекаспийские (Заволжье)	1	–	–	29,0	Кузин (1936)
Глины тонкие древнекаспийские (Заволжье)	1	–	–	35,0	
Глины тонкие лимановые, Каспийского моря	1	–	–	28,0	» »
Грозненский район					
Глина, ачкагийские отложения	1	50,8	–	50,8	Сельский (1932)
Глина, меотические отложения	1	29,5	–	29,5	» »
Глина, частично песчаная, Криптомангровые слои	4	25,3	15,0	18,8	» »
Глина, Грозненские слои	1	24,8	–	24,8	» »
Глина, Синдесмиевые слои	2	20,3	10,4	15,35	» »
Глина, Караганские отложения	10	32,7	16,6	21,31	» »
Глина, Чокракские отложения	5	34,7	15,3	23,42	» »
Глина, Майкоп	2	17,4	10,9	14,15	» »
Глина Майкопская, Майран-Адаг	1	17,0	–	17,0	Зильберминц (1928)
Глина, фораминиферовые слои	1	10,8	–	10,8	Сельский (1932)
Глины Майкопские, весьма пластичнее, Волга–Дон.	–	54,93	47,13	–	Макеев (1939)
Глины Мелетовые, Ергени	3	24,0	17,0	21,3	Зильберминц (1928)
Глина плотная, Сенон	1	–	–	42,81	Бульчев (1937)
Глина битуминозная, н. мел	1	–	–	44,87	» »
Глина Юрская	1	–	–	53,21	» »
Глина (суглинок) Юрская (Москва)	39	47,98	41,54	44,73	Сахарова (1937)
Глина пластичная жирная каменноугольная (Москва)	1	–	–	40,0	Моро (1936)

Таблица 10

Пористость ангидрита и гипса

Породы	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Ангидрит	много	–	–	1,0	Нестеров (1938)
Гипс	»	–	–	6,0	» »
»	–	–	–	0,11	Люгер (1911)
»	2	3,96	1,32	2,64	Гижи (1903)
Известняк	–	2,55	0,65	–	Блюмер (1922)
Известняк кристаллический	3	6,9	3,07	4,54	Рейх (1936)
Известняк плотный Донбасс	–	0,9	0,2	–	Зильбермини (1928)

Заканчивая рассмотрение стратиферы, приведем данные о пористости некоторых органогенных пород. Они составляют весьма незначительную долю от объема стратиферы. Сюда относятся уголь, опока и инфузорная земля.

Пористость угля не велика и составляет в среднем 4–4,5 %. Пористость мела изменяется от 53,0–3,28 % и зависит от степени его уплотнения.

Опоки характеризуются пористостью от 49 до 20 %. Наиболее значительна пористость инфузорной земли, которая достигает 91,6 %.

Метаморфосфера. Породы этой оболочки отличаются своей гидрофобностью. Поры и пустоты, бывшие в стратифере, здесь уничтожены метаморфизацией, а вода, особенно ареальных коллекторов, не только вытеснена, но и вошла в состав содержащих воду минералов. Вода, мигрирующая по трещинам, здесь уже в большинстве случаев не образует пустот. Имеющиеся определения пористости касаются, главным образом, метаморфических пород в зоне выветривания.

* Пористость уменьшена, необходимо увеличивать на 10–22 %.

Пористость пород метаморфосферы зависит от степени метаморфизации, а также их выветрелости.

Более метаморфизированные породы: амфиболит, гнейс, кварцит и мрамор обладают пористостью от 6,0 до 0,11 %. Для них средняя пористость может быть принята в 1,0 %. Пористость кремнистых сланцев даже ниже.

Пористость кровельных сланцев, очевидно, определявшаяся для образцов, взятых из выработок вблизи поверхности, изменяется от 10,28 до 1,16 и может быть принята в среднем в 4 %.

Подобные же данные мы имеем для менее метаморфизованных глинистых сланцев 10,0–0,49 %. Для них может быть принята также средняя пористость 4 %.

Т а б л и ц а 1 1

Пористость различных органогенных пород

Породы	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Уголь-антрацит	много	–	–	4,46	Нестеров (1938)*
» »	»	–	–	4,03	» »
Мел	–	–	–	53,0	Гижи (1903)
Мел Камбэ	16	37,2	22,2	29,3	Саваренский (1935)
Мел пишущий	–	43,9	14,4	–	Блюмер (1922)
Мел, лондонский басе.	6	16,83	3,28	12,44	Саваренский (1935)
Мел твердый	2	8,3	7,7	8,0	» »
Мел	3	42,8	–	28,78	Рейх (1936)
Мел (эмшер), Волга	–	28,36	22,81	–	Можаровский (1936)
Опока (возр. неизвестен)	2	39,5	31,0	35,25	Зильберминц (1928)
Опоки пятнистые, Сызранских отложений	–	49,0	41,0	–	Можаровский (1936)
Опоки черные, Сызрань	–	42,0	23,0	–	» »
Опоки голубовато-серые, Н. Сызрань	–	48,0	28,0	–	» »
Опоки глинистые, в. мел	много	25,0	20,0	–	» »
Инфузорная земля	–	–	91,6	–	Рейх (1936)

Таблица 12

Пористость метаморфических пород

Породы	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Амфиболит	много	–	–	1,1	Нестеров (1938)
»	1	–	–	0,9	Рейх (1936)
Гнейс	много	–	–	2,4	Нестеров (1938)
»	–	–	–	0,3	Люгер (1910)
Кварцит	–	–	–	0,008	» »
»	–	–	–	0,21	Гижи (1903)
»	1	–	–	0,8	Мерилл (1898)
»	1	–	–	1,91	Рейх (1936)
»	много	–	–	3,4	Нестеров (1938)
Сланцы кремнистые	–	0,91	0,85	–	Люгер (1910)
» глинистые	8	10,0	–	2,69	Рейх (1930)
» »	2	7,55	0,49	3,95	Делесс (1862)
» »	–	0,7	0,54	–	Люгер (1910)
» »	много	–	–	8,8	Нестеров (1938)*
» песчаные	»	–	–	18,8	» »
» кровельные	59	10,28	1,16	3,8	Гиршвальд (1912)
»	11	7,74	1,28	3,6	» »
Мрамор	4	0,59	0,11	0,3	Люгер (1910)
»	4	–	–	6,0	Нестеров (1938)
» каррарский	–	0,22	0,11	–	Ланге (1933)
», Тироль	1	–	–	0,59	Блюмер (1922)

Гранитосфера. Эта оболочка также гидрофобна. Вода в жидкой фазе встречается здесь в очень небольшом количестве и входит в основном только в состав минералов. Породы интрузивных фаций слабо пористы, а эффузивные обладают несколько большим содержанием пустот. Обе фации, естественно, по трещинам слабо размываются, когда по ним мигрирует вода.

Определения пористости пород гранитосферы относятся, главным образом, к зоне выветривания.

* Повидимому речь идет о не вполне метаморфизованных породах. В дальнейшем данные Нестерова всюду несколько выше других.

Пористость кислых и средних пород

Породы	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Гранит	много	–	–	1,9	Нестеров (1938)
»	9	1,75	0,23	0,76	Рейх (1936)
» Висконсин	–	0,38	0,24	–	Блюмер (1922)
»	–	0,86	0,05	–	Люгер (1910)
» грубозернистый	–	0,86	0,36	–	Блюмер (1922)
» крупнозернистый	–	0,80	0,30	–	Каменский (1933)
» мелкозернистый	–	0,70	0,05	–	Ланге (1933)
» мелкозернистый	–	0,40	0,05	–	Каменский (1933)
» тонкозернистый	–	0,45	0,05	–	Блюмер (1922)
и кристаллические сланцы	22	1,85	0,37	1,2	Мерилл (1898)
Сланцы и гнейсы	14	0,56	0,02	0,16	Беклей (1898)
Сиенит	много	–	–	2,8	Нестеров (1938)
»	»	1,38	0,56	–	Люгер (1910)
»	»	0,60	0,50	–	Блюмер (1922)
»	–	1,38	0,5	0,55	Гефер-Геймгальт (1920)
Обсидиан	1	–	–	0,52	Делесс (1862)
Порфир	5	6,73	0,38	2,66	Рейх (1936)
»	–	1,3	0,4	–	Люгер (1910)
»	–	0,6	0,4	–	Блюмер (1922)
Фонолит	–	3,5	2,0	–	» »
»	5	3,89	1,17	1,65	Рейх (1936)
Грахит	1	9,00	–	9,00	Гефер-Геймгальт (1920)
Пемза	2	–	–	63,9	Рейх (1936)

Таким образом, для гранитосферы и для пород из группы сиенита пористость в среднем может быть принята не более 1,0 %.

Эффузивные разности, формирующиеся в иных термодинамических условиях, обладают более высокой пористостью. Здесь в среднем может быть принята пористость порядка 2,0 %.

Особое место занимает пемза с ее средней пористостью в 63,9 %. Эта пористость типична для поверхностных геосфер, в частности коры выветривания или стратисферы, к которым она по существу и принадлежит.

Базальтосфера. Основная оболочка – наиболее глубинная из нам доступных. Мы знаем собственно эпибазальтосферу в виде интрузивных и эффузивных пород. Они также гидрофобны.

Пористость пород базальтосферы невелика.

Пористость интрузивных пород меньше, она изменяется от 2,2 до 0,65 и может быть принята около 1 %. Пористость эффузивных пород изменяется от 6,0 как максимум до 0,6 и может быть принята в среднем около 2 %.

Итоги и выводы

Выше мы рассмотрели данные о пористости пород различных геосфер и оболочек. Попытаемся их сопоставить.

Для этого составим таблицу пределов изменения пористости и средней пористости для различных пород. К сожалению, не все авторы приводят данные о числе определений пористости. Поэтому в большинстве случаев мы вынуждены обозначать число определений со значком больше. Это значит, что пределы и средние выведены на основе значительно большего числа определений. Цифра указывает только достоверно известные. Учитывая сказанное, приведем данные о числе известных определений пористости по геосферам.

Педосфера	> 54	Стратисфера	> 1337
Пелосфера	> 18	Метаморфосфера	> 91
Нижняя часть коры выветривания	> 968	Гранитосфера	> 75
		Базальтосфера	> 29

Пористость основных пород

Породы	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Перидотит	много	–	–	1,15	Нестеров (1938)
Пироксенит	»	–	–	4,00	» »
Базальт	–	1,28	0,63	–	Блюмер (1922)
»	8	2,30	0,07	0,95	Рейх (1936)
»	–	0,95	0,63	–	Люгер (1910)
Базальтовая лава	–	5,6	4,4	–	Блюмер (1922)
Диабат	много	–	–	1,7	Нестеров (1938)
Диабаз	2	1,13	0,90	1,01	Мерилл (1898)
Норит	много	–	–	1,1	Нестеров (1938)
Габбро	1	–	–	0,84	Мерилл (1898)
»	–	0,7	0,6	0,65	Люгер (1910)
» норит	много	–	–	1,1	Нестеров (1938)
Диорит	»	–	–	0,25	Блюмер (1922)
»	»	–	–	2,2	Нестеров (1938)
Порфирит	»	–	–	5,4	» »
Андезит	–	–	–	6,0	» »
Серпентин (Пфальц)	–	–	–	0,56	Блюмер (1922)

Приводимые данные о пористости базируются в общей сложности больше чем на 2 572 определениях. Учитывая, что число этих определений в действительности было в 3–4 раза больше, можно считать, что средние пористости выведены на основе около 10 000 определений. Это позволяет считать, что приведенные в табл. 15 средние пористости в первом приближении могут характеризовать как отдельные геосферы, так и слагающие их породы. Во всяком случае за счет использования сравнительно большого числа первоисточников, даваемые нами цифры выведены на (основе во много раз большего числа данных, чем это имеет место в большинстве справочников и руководств.

Как охарактеризованы отдельные породы, видно из табл. 15 и предыдущих, на основе которых последняя составлена.

Интересно, что число определений убывает от стратисферы к базальтосфере. Это уменьшение числа определений с глубиной вполне естественно, так как человечество больше всего изучило те геосферы, которые ближе к дневной поверхности.

Метаморфосфера, гранитосфера и базальтосфера мало изучены в отношении пористости не только вследствие большей удаленности от дневной поверхности и малой площади выходов, но и как представляющие малый интерес для гидрогеологии. Мы их, как оболочки, почти не содержащие воду в жидком) состоянии, называем гидрофобными.

Педосфера, как наиболее близкая к дневной поверхности, лучше всего изучена в отношении пористости. Если в табл. 15 фигурирует цифра 54, то это потому, что число определений Департамента Земледелия США нам не известно. Оно, во всяком) случае, составляет несколько тысяч. Специальным же сбором данных по пористости почв по первоисточникам мы не занимались.

Иначе обстоит дело с пористостью пелосферы. Здесь малое число данных обусловлено их отсутствием. Между тем, сведения эти представляют весьма большой интерес. Знание пористости позволяет подсчитать количество иловых вод, которые накапливаются в пелосфере, впоследствии превращающейся в стратисферу. В связи с этим изучение пористости пелосферы необходимо всемерно расширить.

Пористость пород по геосферам

Геосферы и оболочки	Группы	Породы (и илы)	Число опре- деле- ний	Пористость в %		
				макси- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя
Пелосфера		Илы глинистые	> 18	90,0	19,83	50,9
Педосфера		Горф	> 4	89,0	76,0	80,0
		Почвы	> 50	65,0	43,75	55,0
Нижняя часть коры выветривания (гипопедосфера)		Пески	> 267	48,0	17,33	35,0
		Лёсс, лёссовидные суглинки	> 282	56,06	35,3	45,0
		Покровные суглинки	> 94	50,0	24,23	35,0
		Глины	> 321	55,0	18,30*	35,0
		Известковый туф	> 4	32,2	20,2	25,0
Стратисфера	I	Пески рыхлые	> 54	50,9	26,4	35,0
		Пески уплотненные	> 46	29,5	11,2	25,0
		Песчаники кайнозоя и мезозоя	> 683	42,0	2,23 (0,6)	20,0
		Песчаники палеозоя	> 110	26,5	1,09	10,2
		Известняки пористые	> 76	34,0	0,21	5,0
		Доломиты пористые	> 9	33,0	1,5	5,0
	II	Глины платформ	> 273	54,93	17,23	40,0
		Глины складчатых областей	> 28	50,8	10,4	20,0
		Известняки плотные	> 7	6,9	0,2	3,0
	III	Гипс	> 4	6,0	0,1	3,0
		Ангидрит	> 1	–	–	1,0
	IV	Уголь	> 2	–	–	4,0
		Мел	> 33	55,0	3,28	30,0
		Опока	> 10	49,0	20,0	35,0
Инфузорная земля		> 1	–	–	91,6	
Метаморфосфера		Сланцы глинистые	> 14	10,0	0,49	4,0
		Сланцы кровельные	> 59	10,28	1,16	4,0
		Сланцы кремнистые	> 2	0,91	0,85	11,0
		Мрамор	> 7	6,0	0,11	1,0
		Кварцит	> 5	3,4	0,008	1,0
		Гнейс	> 2	2,4	0,3	1,0
		Амфиболит	> 2	1,1	0,9	1,0
Гранитосфера	1	Порфиры	> 9	6,73	0,38	2,0
		Фонолит	> 7	3,89	1,17	2,0
	2	Гранит	> 50	1,9	0,02	1,0
		Сиенит	> 7	2,8	0,5	1,0
Базальтосфера	1	Эффузивные породы	> 19	6,0	0,6	2,0
	2	Интрузивные породы	> 10	2,2	0,65	1,0

Соотношения между средними пористостями по геосферам а также давлениями и температурами приведены ниже (стр. 319).

Таким образом, пористость отдельных поверхностных геосфер определяется их положением в земной коре и зависит от термодинамических условий. Она закономерно убывает от периферии земного шара к его ядру в зависимости от температуры и давления. С ростом давления средняя пористость уменьшается от 0,55 педосферы до 0,20–0,25 (в среднем) стратисферы. Поры эти заполнены водою и газами, содержащими в определенных условиях анаэробную жизнь. Эта вода попала в поры пород стратисферы в стадии илов. Стратисфера – это наиболее нижняя гидрофильная оболочка с сравнительно значительными порами, которые заполнены водою. В результате метаморфизма, под влиянием высоких давлений и температур, осадочные породы уплотняются. Поры при этом исчезают почти совсем. Пустоты уменьшаются до 0,01 объема.

	Средняя пористость	Давление в атмосферах**	Температура***
Педосфера	0,55	1,0	среди. 16° до 80°
Пелосфера	0,50	1,1–3*	0 + 30°
Гипопедосфера	0,45	1,1–6	до 60°
	0,35		
Стратисфера	0,30		
	0,20	6–1000	до 150°
Метаморфосфера	0,04	>1000	до 350° (?)
	0,01		

* Преуменьшено.

** Данные о пористости илов с глубины более 30 м у нас отсутствуют.

*** По А. Е. Ферману (1934).

Находящаяся в порах стратисферы вода частично поднимается по тектоническим трещинам и дает начало жильным образованиям. Это явление, как палеогидрогеологическое, неоднократно подчеркивалось Чирвинским (1929, 1933, 1939). Большая же часть воды повидимому остается в тех же пластах, в порах которых она была в стратисфере.

Под влиянием высоких давлений и температуры, при превращении осадочных пород в метаморфические, вода входит в состав вновь образующихся водных минералов кристаллических сланцев. Повидимому, из более проницаемых песчаников большая часть воды вытесняется и уходит по трещинам. Боды пор, плохо проницаемых, в основном входят в состав водных минералов метаморфических пород.

Благодаря этому и гранитосфера, образовавшаяся из метаморфических пород, содержит водные минералы. Часть воды поднимается по разломам и из гранитосферы. Поэтому термин ювенальные воды, как потерявший свой первоначальный смысл, мы заменяем термином литогенные воды.

Метаморфосфера и гранитосфера и тем более базальтосфера почти не содержат пустот. Приведенные в табл. 15 данные о пористости, 0,01 и, 0,04 для метаморфосферы и 0,09 и 0,01 соответственно для эффузивных и интрузивных пород гранитосферы и базальтосферы, получены для пород этих геосфер в зоне выветривания. Таким образом, это собственно данные о пористости пород эпизон этих оболочек и притом в области выветривания. Эти три оболочки, как почти не имеющие пор и содержащие очень малое количество воды в жидкой фазе, мы и называем гидрофобными. Вместе с убыванием объема пустот и переходом от коллоидов поверхностных геосфер к кристаллам нижних оболочек, растет и удельный вес, который по А. Е. Ферсману (1934) составляет:

Кора выветривания	2,2
Стратисфера	2,5
Метаморфосфера	2,7
Гранитосфера	2,6–2,8
Базальтосфера	2,7–3,3

Уплотнение и метаморфизм илов сопровождается значительным сокращением объема образовавшихся из них пород. Так, для торфа, где твердое вещество составляло 11–19 %, а для угля 96 %, мы имеем сокращение объема в 5–9 раз. Для глинистых илов в среднем будем иметь сокращение объема:

в коре выветривания	в 1,3
в стратисфере – платформы	1,2
» – складчатые области	1,6
в метаморфосфере	2,0

Меньше сокращаются песчаные образования. К сожалению, данных о пористости песков пелосферы в нашем распоряжении нет. Она в среднем будет вероятно около 40 %. Тогда мы будем иметь сокращение объема в среднем:

в коре выветривания	в 1,17
в стратисфере – пески	1,17–1,25
» – песчаники	1,33–1,5
в метаморфосфере	1,65

Данных о пористости известковых илов мы также не имеем. Так как пористость известняков стратисферы составляет в среднем 3–5 %, то сокращаются они в объеме в стратисфере менее чем 1,5 раз.

В заключение рассмотрим распределение твердой, жидкой и газообразной фаз вещества по геосферам.

Если взять только субаэральную обстановку, то будем иметь следующее.

Тропосфера – это геосфера преобладания газообразной фазы. Пары воды, имеющиеся в атмосфере у земной поверхности, составляют в среднем в год на 70° северной широты 0,22 объемных процента. На 50° – 0,92 % и на экваторе 2,63 %. Для влажного и жаркого экваториального пояса содержание водяных паров в атмосфере может доходить до 5 %.

Эти пары воды могут образовать капли диаметром от $5 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ см. При низких температурах по Шмаусу (1933) образуются твердые кристаллы диаметром от $5 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ см. Таким образом, в среднем содержание жидкой фазы в нижней части атмосферы составляет около 1 %.

Содержание твердой фазы в атмосфере в виде пыли минерального и органического происхождения изменяется во времени и в пространстве. По наблюдениям Виганда во время свободных полетов количество пыли сильно уменьшается с высотой:

Высота в м	Число пылинок в 1 см ³
100	44 000
500	13 000
1 000	5 000
2 000	550
3 000	200
5 000	50
8 500	5

В больших городах и промышленных центрах имеется 100 000 пылинок в 1 см³, а в пустынях в засушливое время года количество их достигает 200 000 в 1 см³.

Твердые вещества в атмосфере составлены, таким образом, твердыми гидрометеорами, пылевыми

частицами, которые Шмаус, вслед за Л. Вебером, называет воздушным планктоном, и, наконец, солевых ядер конденсации. Последние представляют частицы величиной до 10^{-5} см. При этом в литре воздуха облаков может содержаться до $35 \cdot 10^{-4}$ г морской соли или $2 \cdot 10^{-5}$ % от объема. Содержание воздушного планктона над г. Молотовым составляет 0,152 мг/м³ или $1,5 \cdot 10^{-8}$ % (Рязанов, 1941).

Таким образом, в нижней части тропосферы в среднем не более 1 объемного процента жидкой фазы и около $3 \cdot 10^{-5}$ % – твердой. Количество последней нарастает по направлению к земной поверхности.

В педосфере твердая фаза уже составляет в среднем 45 %. Пустоты заполнены водой и газом. При этом в среднем на долю газообразной фазы приходится 45 % и 10 % на жидкую.

Биосфера, как геосфера наземных растительных и животных организмов, находится между тропосферой и педосферой. По содержанию твердой, жидкой и газообразной фаз она занимает промежуточное положение, как это и должно быть по ее месту в разрезе нашей планеты.

В коре выветривания, в верхней части, выше уровня гравитационных ненапорных вод, имеется наряду с жидкой и газообразной водой также и свободная подземная атмосфера. Так как средняя глубина залегания грунтовых вод составляет около 12 м, то это и есть граница свободной подземной атмосферы. В этой части коры выветривания на твердую фазу приходится от 55 до 65 % от объема.

Жидкая фаза, содержание которой периодически меняется, в среднем составляет 5–10 % от объема.

С глубиной роль жидкой фазы растет и после капиллярной каймы у поверхности грунтовых вод составляет 35 %. Роль газообразной фазы убывает в этом же направлении от 40–35 % в верхней части коры выветривания до 0 % у зеркала грунтовых вод.

Ниже зеркала грунтовых вод мы имеем в основном уже только две фазы – твердую и жидкую. Подземные атмосферы по большей части растворены в воде.

В стратифере содержание твердой фазы составляет 65–80 % и жидкой 35–20 %. Обособленные скопления газов здесь имеют место, но в общем' большой роли не играют. Стратифера – это тоже геосфера твердой и жидкой фаз.

Газы же растворены в жидкой фазе метаморфосферы, гранитосферы. Так же как и базальтосфера это оболочки, составленные в основном твердой фазой, которая составляет 96–99 и более почти до 100 %. Распределение различных фаз вещества позволяет наметить 2 основных поверхности разграничения. Первая проходит у поверхности земли, где резко отграничены газовые геосферы и оболочки, а вторая – между стратиферой и метаморфосферой, ниже которой жидкая фаза с растворенными в ней газами играет столь же ничтожную роль, как и твердая и жидкая в газе тропосферы.

Молотовский государственный
университет

Получено
8. III. 1943

ЛИТЕРАТУРА

Абелев Ю. М., Практика строительства на лёссовидных грунтах по опыту Кузнецкстроя. Труды ВИОС, 1934, стр. 75.

Абелев Ю. М., Строительные свойства лёссовидных грунтов. Труды ВИОС, сб. 5, 1935, стр. 20–41.

Абелев Ю. М., Основные результаты изучения особенностей строительных свойств лёссовидных грунтов и методы их упорядочения. Строительство на лёссовидных грунтах, 1939. стр. 7–53.

Авдусин П. П. и Батурич В. П., Опыт методики исследования механических осадков. Труды АЗНИИ, 1930.

Авдусин П. П. и Цветкова М. А., О структурах поровых пространств песчаных коллекторов нефти. ДАН, т. 20, № 2–3, 1938, стр. 163–167.

Авдусин П. П. и Цветкова М. А., О структуре поровых пространств песчаных коллекторов нефти. «Нефтяное хозяйство», № 6, 1938, стр. 24–27.

Андрюхин Ф. Л., Свойства лёссовых грунтов Прикаспийского района и методы их изучения. Тр. Ср. Азиатского Геол. Треста, в. 2, 1937, стр. 132.

Архангельский А. Д. и Жиркевич М. А., К познанию свойств нефтяных песков. «Нефтяное хозяйство», № 2, 1929,

Басов Г. Ф. Предварительные материалы к характеристике флювио-гляциальных вод Воронежского района. «Водные богатства недр на службу соц. строительства». 1-й Всесоюзный гидрогеологический съезд, сб. 6, 1933, стр. 200–205

Беляев Н. И., Опыт физико-химической характеристики генетических комплексов верхнеплиоценовых и четвертичных отложений Заволжья. Тр. НИИ Геологии ССР, т. I, в. 1. 1936, стр. 104–146.

Брод И. О., Промышленно-нефтеносные площади Дагестана. Нефтяные месторождения Восточного Предкавказья, 1937, стр. 137–186.

Брод И. О., Грозненский нефтепромысловый район. Нефтяные месторождения Восточного Предкавказья, 1937, стр. 137–186.

Брод И. О., Грозненский нефтепромысловый район. Нефтяные месторождения Восточного Предкавказья. Грозный 1937, стр. 27–94.

Бузинский Н. И., Практика строительства Криворожского металлургического завода на лёссовидных грунтах. Строительство на лёссовидных грунтах, 1939, стр. 192–205.

- Булычев В. Г. и Синельщиков С. И., Об определении компрессионных свойств грунтов. Вопросы инженерно-геологических исследований в строительных целях. Труды ВИОС, сб. 7, 1937, стр. 14–35.
- Васильев А. М. Псевдопесчаные грунты и способы их распознавания. «Сов. Геология», № 5–6, 1940, стр. 137–144,
- Герасимов И. П. и Марков К. К., Четвертичная геология, 1939.
- Герасимов И. П. и Марков К. К., Ледниковый период на территории СССР. Тр. Инст. географии АН, т. 33, 1939.
- Герасимов Н. П., Краснокамское месторождение нефти и перспективы Краснокамского района, «Нефтяное хозяйство», № 7, 1935, стр. 51–61.
- Гринев В. Я., Характеристика трещинных вод Центральной части Северо-восточного Казахстана. Исслед. подземных вод СССР, вып. VI, 1935, стр. 102–148.–Губкин М. И., Учение о нефти., 1932, 1937.
- Донабедов А. Т., Об изучении физических свойств пород угленосных бассейнов СССР. «Сов. Геология», № 7, 1940, стр. 77–85.
- Долицкий В. А., Материалы по геологии Датыхского нефтяного района. Азербайджанское нефтяное хозяйство, № 6–7, 1929, стр. 28–43.
- Елин Н. Д., Гора Горская (Северный Кавказ), Грозненский нефтяник, № 5, 1937, стр. 10–19.
- Елин Н. Д., Нефтяные месторождения Терского антиклинория. Нефтяные месторождения Восточного Предкавказья, Грозный, 1937, стр. 95–136.– Елфимов Т. Н., Геометрические соотношения между объемной пористостью и наименьшим живым сечением песков. «Разведка недр», № 1, 1940, стр. 69–71.
- Замарин Е. и Решеткин М. М., Просадки и водопроницаемость лёсса, Тр. Ср.-Азиатск. научно-исследов. института, 1932.
- Зильберминц В. А. и Крестовников В. Н., К вопросу о методике определения пористости горных пород. Тр. Гос. Научн. Исслед. Нефтяного Института., в 2, 1928.
- Ильинский В. П., Клебанов Г. С. и Бадер Ф. Ф., Соляное озеро Куули. Тр. Сол. лаб. АН, в. 111, 1932, стр. 31.
- Ильинский С. М. О связи между пористостью и механическим составом песчаников Старо-Грозненской площади, «Нефтяное хозяйство», № 1, 1933.
- Каменский Г. Н., Основы динамики подземных вод, ч. I, 1933.
- Корсунский А. И., К вопросу об определении удельного веса пористых тел. Зап. Мин. О-ва, 71, 1–2, 43–48, 1942.
- Крестовников В., Пористость и механический состав песчаников и песков Грозненского района, «Нефтяное хозяйство», т. XVIII, № 9, 1929.
- Кругляк С. И. Практика строительства металлургического Комбината Запорожааль на лёссовидных грунтах, Строительство на лёссовидных грунтах, 1939, стр. 115–147.
- Кузин В. Н., Краткая инженерно-геологическая характеристика четвертичных отложений Заволжья. Тр. НИИ Геологии Сар. Г. У., т. I, в 1, 1936, стр. 147–192,
- Кузнецов В. Г., Физические свойства иловых отложений соляных озер. Соляные озера Крыма, 1936, стр. 235–263.
- Линдтроп Н. Т., Уч. Кизыл. Азерб. Нефтяное хоз., № 3, 1938, стр. 21–26.
- Литвинов И. М., Опыт строительства Южно-Трубного Металлургического завода (Никопольская). Строительство на лёссовидных грунтах, 1939, стр. 147–191.
- Лукашев К. И., Грунты СССР, 1939.
- Майми н З. Л., Материалы к изучению майкопских отложений Керченского полуострова. Тр. НГРИ, сер. А, В, 117, 1939, стр. 86
- Макаренко Г. А., К тектонике Ново-Грозненской промысловой площади. Промысловые площади Грознефти, в. 4, 1933, стр. 17–40.
- Макаренко Г. А., Пористость и механический состав песчаников нижнего Майкопа. «Грозненский Нефтяник». № 9–10, 1934, стр. 17–19.
- Макаренко Г. А., Краткие сведения о пористости нижнемайкопских песчаников Аргунского разреза. «Грозненский нефтяник» № 4, 1936, стр. 36–38.
- Макеев З. А., Краткая инженерно-геологическая характеристика майкопских глин в области Волго-Донских сооружений. Тр. Геолог. Ин-та АН, IX, 1939, стр. 11–100,
- Максимов М. В., Мощность и физические свойства песчаников некоторых пластов Ново-Грозненского района. «Грозненский нефтяник», № 9–10, 1935, стр. 35–38.
- Максимович Г. А., Пористость и механический состав песчаников Ново-Грозненского района, 48 стр., фонд Гр<нефти, № 1350, 1933.
- Максимович Г. А., Режим XIX–XXI пластов Ново-Грозненского нефтяного района. «Грозненский нефтяник», № 5–6, 1933, стр. 4.
- Максимович Г. А., Режим пластов Вознесенской Площади, Артемовского нефтяного района. «Грозненский нефтяник», № 8, 1933, стр. 33.
- Максимович Г. А., Очередные работы в области режима нефтяных месторождений. «Азербайджанское нефтяное хозяйство», № 4, 1934, стр. 23.
- Максимович Г. А., К методике составления генеральных планов разработки нефтяных месторождений (с планом разработки XIX пласта Ново-Грозненского района).

- Тр. Всесоюз. съезда ВНИТО нефтян., в 2, Плановая разработка нефт. месторожд., 1934, стр. 335.
- Максимович Г. А., Режим нефтяного месторождения Верхне-Чусовские городки. «Азербайджанское нефтяное хозяйство», № 5, 1935, стр. 25–33.
- Максимович Г. А., Происхождение аккумулятивного комплекса речных террас. ДАН, т. 30, № 6, 1941, стр. 515.
- Маландин Г. А., Почвы Урала, Свердловск, 1936, стр. 328.
- Малый Ф. А., Определение пористости и величины пор горных пород в порозиметре. «Нефтяное хозяйство», № 8, 1934.
- Мирчинк М. Ф., Билибин В. В. и Гаврилов Я. В., Пористость нефтесодержащих пород. «Нефтепромысловая геология», 1938.
- Михеев Б. И., О причинах разрушения зданий на территории Грозненских промыслов. «Строительная промышленность», № 8–9, 1930.
- Можаровский Б. А., Геологическое и гидрогеологическое описание разведанных створов плотин, проектируемых на нижней Волге. Труды НИИ Геологии Сар. Г. У., т. I, в 1, 1936, стр. 193
- Моро А. И., Вопросы инженерной геологии в связи с реконструкцией р. Язуы. Труды Московск. Геолог. Треста, в. 22, 1936, стр. 75.
- Муравьев И. М. и Требин И. Ф., Курс эксплуатации нефтяных месторождений, ч. I, 1937.
- Невин Ч., Проницаемость, ее измерение и значение. Иностран. Нефтяная техника, в. 40, Баку, 1933.
- Нестеров Л. Я., Физические свойства горных пород. Краткий курс разведочной геофизики для геологов, 1938.
- Преображенский И. А., Определение пористости несыпучих пород. «Азербайджанское нефтяное хозяйство», № 1, 1931,
- Преображенский И. А., Определение пористости сыпучих пород. Тр. АЗНИИ, в. V, 1932.
- Приклонский В. А., Некоторые данные по физико-механическим свойствам покровных суглинков окрестности г. Москвы. Тр. ЩН АН, в. 23, 1940, стр. 11–28.
- Прозорович Э. А., Механический состав и пористость песков и песчаников продуктивной толщи, АЗНИИ, 1934.
- Прохоров С. П., Характеристика инженерно-геологических условий долины р. Усы и Волго-усинского водораздела. Инженерно-геол. исслед. Волгостроя у Самарской Луки, 1937, стр. 100–113. Развитие пористости в известняках. «Новости нефтяной техники». Баку–Москва, № 7, 1937, стр. 27–28.
- Рейх Г., Плотность геологических тел. «Прикладная геофизика», в. Г, 1936, стр. 14–24.
- Решеткин М. М., Материалы по изучению явлений деформаций грунтов на Джунских землях под Ташкентом. «Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии», ч. 3, 1933.
- Рязанов В. А., О содержании копоти в воздухе г. Молотова. «Гигиена и здоровье», 1941, стр. 55.
- Саваренский Ф. П., Приклонский В. А. и Коломенский Н. В., Инженерно-геологические условия строительства железнодорожной магистрали и т. д. Тр. Геол. Инст. АН, т. 17, 1939, стр. 17–34,
- Сахарова М. П., Взятие образцов грунта с ненарушенной структурой из скважины. Вопросы Инженерно-геологических исследований в строительных целях. Тр. ВИОС, сб. 7, 1937, стр. 122–139.
- Сельский В. А., Опыт исследования третичных отложений Грозненского района, 1932, стр. 197.
- Семенов М. П., Характеристика инженерно-геологических условий на вариантах плотины. Инженерно-геол. исслед. для Волгостроя у Самарской Луки за 1929–30. ВОДГЕО, 1934, стр. 54–81.
- Сермягин В. А., Литологическая характеристика известняков Ишимбаевского месторождения нефти. Труды НГРИ, сер. А, в. 101, 1938, стр. 5–13.
- Старобинец Е. Я., Материалы по изучению физических свойств верхних спаниодоителловых пластов Старо-Грозненского района. «Грозненский нефтяник», № 11–12, 1935, стр. 19–24.
- Старобинец Е. Я., Мощность и физические свойства продуктивных пластов Старо-Грозненского района, «Грозненский нефтяник», № 2, 1937, стр. 20–31.
- Сухарев Г. М. О новой промышленно-нефтеносной площади Ачи-Су в Дагестане. «Грозненский нефтяник», № 11–12, 1935, стр. 7–19.
- Токарь Р. А., Количественная характеристика макропористых (лёссовидных) грунтов. Вопросы Инженерно-геологических исследований в строительных целях. Тр. ВИОС, сб. 7, 1937, стр. 99–120,
- Успенская Н. Ю., Нефтеносность палеогена Северо-восточного Кавказа. «Нефтеносные месторождения восточного Предкавказья», 1937, стр. 187–206.
- Фенчер Д., Льюис Д. и Бернс К., Физические испытания пород нефтеносных и газовых пластов и их свойства. Иностранная нефтяная техника, в. 105, 1939, стр. 32,
- Чирвинский П. Н., Общее представление об ископаемой гидрогеологии Северного Кавказа. Сводный геологический и гидрогеологический очерк бассейнов рек Терек и Кумы. Тр. Северо-Кавк. АСС. Научн. Иссл. Инст, № 56, 1929, стр. 235–247.
- Чирвинский П. Н., Палеогидрогеология, «Проблемы сов. геологии», № 8, 1933.
- Чирвинский П. Н., Палеогидрогеология Хибинских тундр. Изв. АН., Сер. геол., № 4, 1939, стр. 23–42.
- Шмаус А. и Виганд А., Атмосфера как коллоиды, 1935,
- Шульгин С. В., К вопросу изучения геолого-физических свойств нефтяных песков и песчаников. «Нефтяное хозяйство», № 7, 1935, стр. 62–69.

- Ферсман А. Е., Геохимия, т. I, стр. 246, 1934.
- Adams J. E. Origin, migration and accumulation of petroleum in limestone reservoir in the Western United States and Canada. Problems of petroleum geology, pp. 347–363, 1934.
- Athy L. F. Density, porosity and compaction of sedimentary rocks. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., n 14, 1930.
- Athy L. F. Compaction and its effect on local structure. Problems of Petroleum Geology, pp. 511–533, 1934.
- Bartram J. G. Elk. Basin oil and gas field. Structures of typical American oil fields, v. 11, pp. 577–588, 1929.
- Blumer E. Die Erdollagerstätten und Kohlen-Wasserstoffvorkommen der Erdrinde Grundlagen der Petroleumgeologie. Stuttgart, 1922.
- Branner G. Sandstone porosities in Paleozoic region in Arkansas. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., n 1, 1937.
- Buckley E. R. Building and ornamental stones of Wisconsin. Wisconsin Geol. Survey Bull. 4, pp. 400–403, 1898.
- Delesse A. Recherches sur l'eau dans l'intérieur de la terre. Soc. Gdolog. France. Bull. 2, sér., v. 19, p. G4, 1862.
- Fuller M. L. Amount of free water in the earth's crust. U. S. Geol. Survey, water Supply, paper 160, 1906.
- Geikee A. Textbook of Geology, v. 1, p. 410, 1903.
- Greedy K. Ueber die Bewertung von natürlichen Gesteinen für bautechnische Zwecke. Halle (Saale), S. 53–55, 1928.
- Hirschwald J. Handbuch der bauteilmischen Gesteinsprüfung, Berlin, 1912.
- Hofer-Heimhalt H. Grundwasser und Quellen. 1920.
- Hovard W. V. A classification of limestone reservoirs. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., v. 12, n 12, p. 1153–1161, 1928.
- Hovard W. V. Accumulation of oil and gas in limestone. Problems of Petrol. Geol, pp. 365–375, 1934.
- King E. H. Principles and condition of movements of ground waters. U. S. Geol. Survey. 19 Ann. Rep. pt. 2, p. 209–215, 1898.
- Lilley E. R. The geology of petroleum and natural gas. 1950.
- Luiger R. Die Wasserversorgung der Städte. Bd 1, S. 217, 1910.
- Meinzer O. E. The occurrence of ground water in the United States. With a Discussion of principles. U. S. Geol. Survey. Water supply paper, 489, 1923.
- Melcher A. E. Determination of pore space of oil and gas sands. Mining and metallurgy, n. 160, sec. 5 April 1920.
- Melcher A. E. The porosity of the Bradford sand near Custer City and its relation to the production of oil. U. S. Geol. Mem. 1008, 1925.
- Merrill G. P. Stones for building and decoration. Wisconsin Geol. Survey Bull. 4, Appendix, 1898.
- Muir I. M. Limestone reservoir rocks in the Mexican oil fields. Problems of Petrol. Geol., p. 377–398, 1934.
- Murray A. N. Limestone reserves in the North-Eastern United States and Ontario, Canada. Econ. Geol., v. 25, p. 435, 1930.
- Nevin C. M. Porosity, permeability, compaction. Problems of petrol. eol., p. 807–810, 1934.
- Nutting P. C. Some physical and chemical properties of reservoir rocks bearing on the accumulation and discharge of oil. Probi. of petrol, geol., 825–832, 1934.
- Ramann. Bodenkunde. S. 309, 1911.
- Sorby H. C. On the application of quantitative methods to the study of the structure and history of rocks. Geol. Soc. Quart. J., London, v. 64, p. 214, 1908.
- Terzaghi K. V., Redlich K. A., Karnpe R. Ingenieurgeologie. 1929.
- Vatter H. Eine Grundwasserstudie im Lossgebiet des Lundgians (Oberelsass). 1919.
- Waitmayer. Vorarbeiten zur Wasserversorgung der Stadt Berlin, 1871.
- Wintgens. Beitrag zur Geologie von Nordholland. 1911.

G. A. MAXIMOVICH. POROSITY OF GEOSPHERES

Summary

Author calculates (basing on about 10,000 determinations) the porosity of surface geospheres. It constitutes in percents:

in the pedosphere	55
» » pelosphere	50
» » hypopedosphere	45–35
» » stratisphere	30–20
» » metamorphosphere	4–1
» » granitosphere	1
» » basic subgranitic cover	<1.

Porosity stipulates the penetration of water and gas into the surface geospheres and forms one of their characteristics. It depends on temperature and pressure and is determined by the situation of geospheres in the profile of the Earth's crust.

For clays of the stratispheres a dependence of porosity upon the geotectonical conditions is observed (medium porosity of day of plateforms – 40 %, of folded regions – 20 %).

Г. А. МАКСИМОВИЧ

ПОРИСТОСТЬ ГЕОСФЕР

(Представлено академиком О. Ю. Шмидтом)

В статье автор на основании многочисленных определений вычисляет пористость поверхностных геосфер и оболочек.

Увеличение удельного веса пород земной коры с глубиной общеизвестно. Оно является отражением общей для нашей планеты закономерности — роста удельного веса вещества геосфер и оболочек от ионосферы к ядру земли.

Для поверхностных геосфер, от педосферы до стратисферы включительно, главным фактором, влияющим на удельный вес, является плотность слагающих их пород. Минералогический состав и цемент для сцементированных пород представляют второстепенные факторы. Это объясняется близостью удельного веса минералов, входящих в состав поверхностных геосфер.

Метаморфосфера, гранитосфера и базальтосфера (по существу эпибазальтосфера) характеризуются тем, что плотность составляющих их пород зависит не только от пористости, но и от состава. При этом для пород гранитосферы и эпибазальтосферы решающую роль для плотности имеет их состав. Однако и для них нельзя пренебрегать изменениями пористости.

Таким образом, пористость в поверхностных геосферах играет весьма важную роль. Наличием пор, трещин и пустот обусловлено проникновение поверхностных (и глубинных) вод в недра и сохранение их там в виде подземных гидросфер.

Рассмотрим вопрос об изменении пористости в земной коре. В многочисленных лабораториях мира проделано множество определений физических свойств пород и в том числе пористости. Данные эти не всегда публикуются. Однако и то, что уже опубликовано, могло бы явиться предметом специальной монографии о пористости пород. В настоящей работе для многочисленных определений пористости, рассеянных в инженерно-геологической, гидрогеологической и нефтяной литературе, нами произведены вычисления средней пористости.

Ниже приведена попытка хотя бы предварительно охарактеризовать различные геосферы с точки зрения их пористости. Насколько нам известно, это первая работа подобного рода. В дальнейшем, несомненно, даваемые нами цифры будут уточняться и дополняться, как это было с кларками в геохимии.

Педосфера является самой верхней геосферой земной коры. Для нее мы ограничимся только некоторыми данными.

Для примера воспользуемся материалом по почвам Урала (Маландин, 1936). Максимальная пористость составляет 64,31%, а минимальная 43,75%. Средняя пористость из 47 определений составляет, по нашим подсчетам 56,31%. Эта цифра близка к данным Департамента земледелия США, по которым, на основании многочисленных определений, пористость почв составляет: максимальная 65,0, минимальная 45,0 и в среднем 55,0% (Фуллер, 1906). Мощность почвенного покрова для

Урала составляет около 1 м. Пористость или скважность убывает с глубиной, отражая и в этой геосфере планетную закономерность.

Пористость торфа составляет 81,0%. Для Запинских болот (по Гетманову) для осоково-гипнового торфа верхний горизонт до 0,60 м имеет пористость 89%, а нижний на 0,80—0,90 м — 76—77%.

Таблица 1

Пористость образований педосферы

П о ч в ы	Число определений	Пористость в %			Источники, откуда заимствованы данные
		максимальная	минимальная	средняя	
Почвы Урала	47	64,31	43,75	56,31	Маландин (1938)
Почвы США	Многочисленн.	65,0	45,0	55,0	Фуллер (1906)
Почвы черноземные	—	60,0	—	—	Лукашев (1939)
Торф	—	85,2	—	81,0	Гефер Геймгальт (1920)
Осоково-гипновый торф	—	89,0	77,76	80,6	Каменский (1933)

Пелосфера. Наземная пелосфера слабо охарактеризована в отношении пористости. Являясь субаквальным аналогом почв, она обладает довольно высокой пористостью. Имеющиеся в нашем распоряжении немногочисленные данные это подтверждают.

Таблица 2

Пористость илов пелосферы

И л ы	Число определений	Пористость			Источник	Примечание
		максимальн.	минимальн.	средняя		
Осадки в дельте р. Миссисипи	—	90,0	80,0	85,0	Сорби (1906)	Цифра неточная
Озерные илы	—	—	—	36,0	Мейннер (1923)	
Илы озер Крыма	8	58,09	19,83	48,81	Кузнецов (1936)	По содержанию воды в илах
Илы озерные	—	—	—	50,0	Ильинский (1932)	
Илы подземного озера Кунгурской пещеры	3	58,6	52,0	55,0	Данные автора	
Илы глинистые в дельте р. Миссисипи (Новый Орлеан) глубина 30 м	—	—	—	39,2	Терцаги (1929)	По содержанию воды
То же—глубина 45 и 75 м	—	27,7	23,0	—	Терцаги (1929)	По содержанию воды
Песок в озере Мюгель	—	—	—	26,6	Вайтмайер (1871)	

При этом в свежем состоянии илы состоят на $\frac{4}{5}$ из воды и только 20% приходится на твердую фазу. На глубине 30 м на дне реки под давлением 3 ат пористость составляет уже 39,2, т. е. уменьшается примерно вдвое. На глубинах в 45—75 м от дневной поверхности или 15—35 м под дном реки пористость снижается до 27,7—23% или уменьшается почти в 4 раза. Пески же, повидимому, часто откладываются весьма плотно. Таковы старые данные по озеру Мюгель. Это же подтверждает на основе своей практики и Терцаги.

Таблица 3

Пористость песков и галечников нижней части коры выветривания

П о ч в ы	Число опреде- лений	Пористость в %			И с т о ч н и к
		максим- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя	
<i>Эоловые отложения</i>					
Песок дюнный (тонкосредне- зернистый)	1	—	—	45,8	Рамани (1911)
Песок дюнный	—	—	—	24,0	Гефер Геймгальт (1920)
<i>Делювиальные отложения</i>					
Песок делювиальный	много	—	—	40,0	Нестеров (1938)
Песок водоносный последе- дниковый (делювий?). (Ст. Подмосковная)	23	40,44	33,33	36,21	Сахарова (1937)
<i>Антропогенные отложения</i>					
Пески и суглинки культур- ного слоя (гор. Москва)	—	45,40	35,30	—	Моро (1936)
<i>Аллювиальные отложения</i>					
Пески первой террасы р. Му- лянки (г. Молотов)	5	39,73	31,82	35,15	Максимович
Песок террасы р. Волги у Куйбышева	11	48,0	37,0	43,0	Семенов (1934)
Песок террасы р. Жестянки	5	37,45	24,46	33,82	Беляев (1936) *
Песок поймы Заволжье (0,7— 10,5 м)	16	—	—	41,4	» » *
Песок мелкозернистый р. Сар- па у Красноармейска	1	—	—	39,0	Каменский (1933)
Песок крупный речной	—	25	14	—	Винтгенс (1911)
Пески глинистые мелкозер- нистые с Богородское	—	40,0	30,0	35,0	Моро (1936)
Песок речной немного сугли- нистый	1	41,6	—	41,6	Терцаги (1929)
Песок с галькой (Федоров- ский створ)	20	47,0	36,0	37,4	Семенов (1934)
Песок с глиной поймы (Мо- лебский створ)	6	40,0	38,0	39,0	Семенов (1934)
Песок с галькой терраса (Фе- доровский створ)	23	41,43	32,0	38,24	» »
Песок с галькой (Молебский створ)	15	42,10	37,0	36,44	» »
Песок с галькой, и галька с песком (Шарев Курган)	5	46,0	42,0	43,00	» »
Песок с галькой, р. Уса (Волга)	23	42,0	30,0 (20)	36,55	Прохоров (1934)
Песок среднезернистый мало- глинистый с гравием р. Яуза	3	33,54	17,33	27,96	Моро (1986)
Пески, суглинки аллювия р. Яуза	—	55,42	—	—	Моро (1936)
Песок долины р. Арканзас (Колорадо)	—	—	—	29,0	Блюмер (1922)

* Здесь и дальше данные Беляева необходимо увеличить на 10—22%. Это обусловлено техникой отбора образцов.

Таблица 3 (продолжение)

П о ч в ы	Число опреде- лений	Пористость в %			И с т о ч н и к
		макси- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя	
<i>Флювио-гляциальные отложения</i>					
Песок среднезернистый	73	40,6	26,2	34,7	Басов (1933)
Песок тонкий однородный	1	—	—	48,0	Мейнцер (1923)
Песок однородный от тонкого до среднего	1	—	—	37,6	» »
Песок рыхлый тонкий с алевроитом	1	—	—	36,0	» »
Песок и гравий с редкой крупной галькой	1	—	—	25,2	» »
Грубый песок с гравием	1	—	—	33,2	» »
Гравий с песком	1	—	—	20,0	» »
Гравий тонкий или чистый грубый дресвяник	1	—	—	28,0	» »
<i>Без указания генезиса</i>					
Песок границы пористости	—	—	—	40,28	Винтгенс (1911)
Крупный песок $d = 2$ мм	—	—	—	36,0	» »
Средний песок $d = 1$ мм	—	—	—	40,0	» »
Мелкий песок $d = 0,3$ мм	—	—	—	42,0	» »
Песок однородный	—	—	—	37,0	» »
Пески однородные	много	47,0	26,0	35,0	Книг (1898)
Пески неоднородные	»	40,0	35,0	38,0	» »
Песок неоднородный	—	—	—	29,0	Винтгенс
Песок и гравий	—	42,0	36,0	—	Гефер Геймгальт (1920)
Очень крупный песок с гравием	—	—	—	38,0	Винтгенс (1911)
Средний гравий $d = 7$ мм	—	—	—	37,0	» »
Мелкий гравий $d = 4$ мм	—	—	—	36,0	» »

Нижняя часть коры выветривания. Нижняя часть коры выветривания, находящаяся ниже зоны особого обогащения органическим веществом, или гипопедосфера, обладает несколько меньшей, но все же значительной пористостью. Рассмотрим эти данные для различных генетических типов отложений. Все они содержат воду в жидкой фазе и являются гидрофильными. Пески эолового происхождения, делювиальные и из культурного слоя г. Москвы характеризуются пористостью, изменяющейся от 46,6 до 30 (24%) или в среднем, по немногочисленным данным, в 37%.

Пески аллювиальных образований, а также пески с галькой и галька с песком, отложившиеся в стадии русла (Максимович, 1941), обладают пористостью от 47 до 17,33%. В среднем она составляет также около 37%.

Флювио-гляциальные отложения, как состоящие из чистого песка, так и с галькой, в общем характеризуются такой же пористостью. Максимум она 48,0%, минимум 20%, а в среднем близка к 35,0%. Поэтому для песков и галечников коры выветривания мы примем среднюю пористость в 35%.

Детальные данные о пористости песчано-галечных образований коры выветривания приведены в табл. 3. Значительная часть приводимых в ней средних пористостей подсчитана нами из отдельных определений первоисточников.

Другой распространенной разновидностью являются лёссы, лёссовидные и другие покровные суглинки. Генезис их различен. Поэтому они подразделены на три основных группы по литологическому признаку.

Пористость лёссов изменяется от 53,0 до 38% и может быть принята в среднем в 45%. Более детальные данные приведены в табл. 4, где большинство средних пористостей подсчитано нами.

Лёссовидные суглинки, широко распространенные в Евразии от Атлантического до Тихого океана (Герасимов и Марков, 1939), изучены в отношении пористости в связи с инженерно-геологическими работами. Благодаря высокой пористости от 59—40% (редко ниже до 30%) и составляющей в среднем 45% они обладают способностью давать под нагрузкой большие осадки. Величина осадки возрастает при увлажнении.

Таким образом, лёссовые породы обладают в общем одинаковой средней пористостью. При этом проницаемость их в различных направлениях не одинакова. Они наиболее проницаемы в вертикальном направлении (Ваттер, 1919) и плохо проницаемы в горизонтальном. Количественные данные получены Саваренским (1939), по которому водопроницаемость в вертикальном направлении в 4—38 раз больше горизонтальной.

Это вместе с высокой пористостью обуславливает возможность инфильтрации вод атмосферного происхождения в грунтовые. На границе горизонтов с различной проницаемостью образуется верховодка.

Разнообразные покровные суглинки, главным образом элювиально-делювиального происхождения, обладают несколько меньшей пористостью — от 50 до 27% или в среднем 35%.

Меньше данных имеется о пористости глин различного происхождения. Для аллювиальных глин она изменяется от 47,92 до 19,02. Так как данные, вследствие техники отбора, преуменьшены на 10—22%, то в среднем пористость аллювиальных глин может быть принята в 35%. Эта же цифра средней пористости может быть принята и для делювиальных глин.

Глины ледникового происхождения обладают пористостью от 55 до 31,0%, и для них средняя пористость составляет 35%. Это совпадает со средней величиной по пределам пористости для глин, даваемым Терцаги. Примесь гравия и гальки снижает пористость ледниковых глин.

К отложениям коры выветривания необходимо отнести и известковые туфы, отлагаемые источниками в месте их выхода на дневную поверхность.

Выделение углекислоты в атмосферу сопровождается выпадением карбонатов из раствора. Пористость известковых туфов изменяется от 32,2 до 20,2 и может быть принята в среднем 25%.

Стратисфера. Породы этой геосферы образовались из неплотных морских или континентальных илов и частично других отложений. Они обладают меньшей пористостью, чем пелосфера и кора выветривания, из которых они образовались. Это обусловлено уплотнением и цементацией или, вообще говоря, диагенетическими процессами.

Породы, слагающие стратисферу, характеризуются своей гидрофильностью. Они могут быть подразделены на четыре основных группы.

Первая составлена ареальными коллекторами гравитационных вод. Они обладают, главным образом, сверхкапиллярными и капиллярными порами. Основная их разность — песчаники. Меньшее значение имеют пески, конгломераты и пористые известняки. Пески в стратисфере представляют более редкое явление. Они могут иметь место в геосинклинальных условиях для только недавно отложившихся осадков верхнетретичного и четвертичного времени, где процесс диагенеза и динамометаморфизма либо еще не завершен, либо слабо проявлялся.

В платформенной обстановке неогеновые образования, выведенные на дневную поверхность движениями земной коры, зачастую имеют несцементированные пески, например, Балтские отложения (Каманин, 1933). Это может быть следствием слабой первоначальной цементации, либо результатом последующего выщелачивания цемента. В Ухтинском

Таблица 4

Пористость лёсса и суглинков нижней части коры выветривания

Л ё с с ы	Число опреде- лений	Пористость в %,			И с т о ч н и к
		макси- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя	
Лёсс	—	46,0	41,0	—	Гефер-Геймгальт (1920)
Лёсс просадочный, Ташкент- ский район	60	53,0	42,0	49,0	Андрухин (1937)
Лёсс просевший	48	47,0	39,0	43,0	» »
Лёсс, частично просевший	30	52,0	41,0	45,66	» »
Лёсс, просевший на непросев- шем	30	45,0	38,0	41,80	» »
Лёсс	много	50,0	45,0	—	Замарин (1932)
Лёсс района Никополя	много	50,0	45,0	48,0	Литвинов (1939)
Лёсс, Запорожье	2	47,0	42,0	44,5	Кругляк (1939)
Лёсс, первый горизонт Украин- ны	2	51,0	45,1	48,05	Токарь (1937)
Лёсс, второй горизонт Украин- ны	3	41,4	41,2	41,3	» »
Лёсс, Дунай	—	—	—	40,997	Герасимов и Марков (1939)
Лёссовидные грунты	много	50,0	40,0	—	Абелев (1939)
Лёссовидные суглинки	много	56,0	40,0	—	Абелев (1935)
Суглинки пылеватые макро- пористые (Москва)	16	47,0	37,8	42,72	Сахарова (1937)
Лёссовидные суглинки, Боб- рики	12	42,0	24,0	36,0	Саваренский (1939)
Лёссовидные суглинки, Ста- линогорск. 2-я очередь	—	54,9— 49,8	—	—	» »
Лёссовидные суглинки, Тула	1	—	—	42,2	Абелев (1935)
Лёссовидные суглинки, Ефре- мово	много	53,8	47,4	—	» »
Лёссовидные суглинки р. Му- лянки (г. Молотов)	17	59,06	26,97	40,66	Максимович (1941)
Лёссовидные суглинки, Кур- ган	много	49,5	43,5	—	Абелев (1935)
Лёссовидные суглинки, Бело- во, Томской ж. д.	»	44,7	43,6	—	» »
Лёссовидные суглинки, Куз- нецкстрой	10	—	40,0	45,05	» (1934)
Лёссовидные суглинки, Ду- най	—	—	—	29,397	Герасимов, Марков (1939)
Лёссовидные суглинки, Ук- раина	3	47,0	46,2	46,5	Токарь (1937)
Лёссовидные суглинки	4	41,7	38,5	39,35	» »
Лёссовидные суглинки, Кри- вой Рог	много	56,0	40,0	—	Абелев (1935)
То же	»	41,0	35,3	—	» »
Лёссовидные суглинки, Ни- кополь	»	52,0	46,0	49,0	Литвинов (1939)
Лёссовидные суглинки, За- порожье	2	48,0	43,0	45,5	Кругляк (1939)
Лёссовидные суглинки, Гор- ловка	2	52,0	49,5	—	Абелев (1935)
Лёссовидные суглинки, Ма- риуполь	2	39,0	36,0	—	» »
Лёссовидные суглинки, Ба- тайск	2	46,0	44,0	—	» »
Лёссовидные суглинки, Ново- черкасск	2	50,5	44,0	—	» »
Лёссовидные суглинки и суп- еси, Армавир	2	56,0	53,0	—	» »
Лёссовидная глина, Грозный	1	—	—	50,73	Михеев (1930)
Лёссовидные суглинки, Уз- бекистан	много	—	—	46,0	Решеткин (1934)

Таблица 4 (продолжение)

Л ё с с ы	Число опреде- лений	Пористость в %			И с т о ч н и к
		макси- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя	
Лёссовидные суглинки, Чир- чикская долина	много	50,0	40,0	—	Решеткин (1933)*
Суглинки покровные (Воло- коламское шоссе)	20	50,0	27,0	32,0	Приклонский (1940)
Суглинки покровные (Калуж- ское шоссе)	57	40,0	38,0	39,0	» »
Суглинки покровные р. Му- лянка (г. Молотов)	5	48,79	24,23	36,42	Максимович (1941)
Суглинки покровные тонкие, Заволжье	3	43,0	38,0	41,33	Кузин (1936)*
То же	3	37,5	36,0	36,6	» »
Суглинки делювиально-аллю- виальные (г. Молотов)	5	37,68	31,64	33,77	Максимович (1941)

Таблица 5

Пористость глин нижней части коры выветривания

Г л и н ы	Число опреде- лений	Пористость в %			И с т о ч н и к
		макси- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя	

Аллювий и делювий

Глины (и тяжелые суглинки) древне-аллюв (0—18 м), За- волжье	129	47,92	19,53	22,37	Беляев (1936)*
Глины верхних террас, За- волжье (0—10 м)	25	45,59	19,02	27,77	» »
Глины (и суглинки) аллю- виальные современные За- волжья	16	33,86	25,17	29,21	» »
Глины верхних террас За- волжья	много	—	—	41,0	Кузин (1941) *
Глины (и суглинки) аллю- виально-делювиальные За- волжья (глуб. 1,4—13,2 м)	43	38,57	18,30	29,62	Беляев (1936) *
Глины делювиальные, За- волжье (0—10 м)	78	44,57	23,14	31,65	» »

Ледниковые глины

Глины ледниковые выветре- лые	6	40,0	31,0	36,0	Лукашев (1939)
Глины ленточные	10	55,0	43,0	50,1	» »
Глины ленточные	3	39,0	34,0	36,3	» »
Глина ледниковая с песком и гравием	1	—	—	21,0	Мейндер (1923)
Глина ледниковая с гравием	4	14,0	11,5	12,75	» »
Глина ледниковая плотная	1	—	—	16,0	» »
Глина флювио-гляциальная с алевритом	1	—	—	18,0	» »

Без указания генезиса

Глины сухие	много	40,0	30,0	35,0	Терцаги (1929)
Известковый туф	—	32,2	20,2	—	Гефер-Геймгальт (1920)
Известковый туф	2	25,7	24,1	24,9	Гиршвальд (1912)

* Данные необходимо увеличить на 10—22%

районе имеются верхнедевонские пески с глинистым цементом (Авдусин, 1938).

В геосинклинальных областях пески встречаются в плиоценовых и частично миоценовых образованиях, где за счет фациальных условий цементация при последующем диагенезе была слаба, а динамометаморфизм проявился не особенно сильно.

Таковы апшеронские пески горы Таш-Кала в окрестностях г. Грозного. Пески продуктивной толщи на Апшеронском полуострове и пески Эхабинской и Окобыкайской свит восточной части Советского Сахалина своим движением создают затруднения при эксплуатации нефтяных скважин. В Майкопских отложениях также имеются слабо сцементированные песчаники (пески). Конгломераты не играют большой роли в стратисфере. Галечники представляют еще большую редкость и имеют место, главным образом, в тех же условиях, что и пески.

Основными ареальными коллекторами в стратисфере являются песчаники. Определения их пористости сравнительно многочисленны, так как с ними связаны основные нефтяные месторождения. Второе место среди ареальных коллекторов стратисферы занимают пористые известняки (и доломиты).

Вторую группу составляют ареальные коллекторы пленочных вод, обычно не рассматриваемых в гидрогеологии. Это глины, которые обладают субкапиллярными порами. Они содержат в порах воду. Наличие этой пленочной воды, называемой часто горной влагой, а также ее состав обуславливают различную электропроводность глин. Это установлено сильно развивающимися в последнее время электрометрическими работами.

Третью группу составляют породы стратисферы, обладающие незначительной пористостью, гидрофильность которых проявляется в их легкой растворимости с образованием по трещинам разнообразных пустот. Это разнообразные соли (галит, карналлит, сильвин и т. д.), гипс, ангидрит, плотные известняки и отчасти доломиты. Между первой и второй, а также второй и третьей группами существуют переходные образования. Это глинистые пески и песчаные глины, с одной стороны, и мергели и им подобные отложения, с другой.

Наконец, к четвертой группе отнесены разнообразные органогенные образования, роль которых как коллекторов подземных вод невелика. Из малопористых сюда относится уголь. Значительной пористостью обладают мел, опока, инфузурная земля.

Рассмотрим пористость различных пород стратисферы.

Данные о пористости песков приведены в табл. 6. В основном это продуктивная толща Апшеронского полуострова. При этом в литературе песчаные отложения этой толщи подразделяются на рыхлые и уплотненные пески. Наибольшей пористостью обладают рыхлые пески. Они характеризуются по работам Авдусина (1938) глинистым цементом. Пористость их изменяется от 50,9 до 26,4% и составляет в среднем 35%. Интересно, что максимальная пористость превышает наибольшую теоретическую. По существу, это и есть собственно пески. Пористость их в среднем равна пористости песков коры выветривания.

Вторую группу составляют так называемые уплотненные пески. Судя по микрофотографиям Авдусина (1938), это во многих случаях, повидимому, слабо сцементированные песчаники. Именуются они в нефтяном деле по традиции песками. Не располагая материалом для решения этого вопроса, мы оставили их в числе песков. Они выделены в таблице в отдельную графу. Пористость этих уплотненных песков изменяется от 29,5 до 11,2% и составляет в среднем 25%. Интересно, что девонские среднезернистые пески Ухты обладают пористостью в 25,9%.

Весьма значительны данные о пористости песчаников в страти-

Таблица 6

Пористость песков стратисферы

Пески	Горизонт	Число опреде- лений	Пористость			Источник
			макси- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя	
			рыхлые	уплот- ненные		

О. Артема—продуктивная толща плиоцен.

Песок уплотненный	IKC	—	—	27,3	—	Мирчинк (1938)
Песок уплотненный и рыхлый	PKC	—	34,8	29,5	—	» »
Песок уплотненный	IIKC	—	—	27,5	—	» »
» »	IVKC	—	—	25,8	—	» »
» »	VKC	—	—	25,1	—	» »
Пески рыхлые и уплот- ненные	PK	—	33,2	25,6	—	» »

Биби-Эйбат — продуктивная толща

Песок рыхлый	II	—	38,2	—	—	» »
Песок рыхлый и уплот- ненный	IV	—	37,3	20,3	—	» »
То же	V	—	36,4	24,7	—	» »
» »	VII	—	38,3	24,3	—	» »
» »	X	—	34,7	24,9	—	» »
» »	XI	—	33,4	23,2	—	» »
» »	XIIa	—	34,6	21,8	—	» »
» »	XIVa	—	35,0	20,0	—	» »
» »	XV	—	28,7	19,3	—	» »
Песок уплотненный	XVI	—	32,1	—	—	» »
Песок рыхлый и уплот- ненный	XVII	—	35,6	11,2	—	» »

Бинагады — продуктивная толща

Песок рыхлый «Перерыв»	—	—	43,4	—	—	» »
Песок рыхлый	HKП	—	39,6	—	—	» »
Песок рыхлый и уплот- ненный	CKГ	—	36,9	25,2	—	» »
То же	HKГ	—	35,8	27,4	—	» »
» »	PK	—	32,6	25,4	—	» »

Ленинский район

Песок уплотненный	D	—	—	—	27,1	» »
Уплотненный песок	I	—	32,7	23,3	—	» »
Песок рыхлый и уплот- ненный	II	—	42,0	26,6	—	» »
То же	III	—	42,5— 41,5	23,6	—	Мирчинк (1938), Муравьев (1937)
» »	IV	—	43,7— 33,3	25,6	—	» »
Песок рыхлый	IVa	—	50,9— 47,9	—	—	» »
Песок уплотненный	IVa	—	32,4	—	—	Мирчинк (1938)
Песок рыхлый и уплот- ненный	IVc	—	39,2	26,1	—	» »
Песок уплотненный	V	—	38,4— 32,0	—	—	» »
Песок крупнозернистый. «Перерыв»	—	—	32,5	—	—	» »

Таблица 6 (продолжение)

Пески	Горизонт	Число опреде- лений	Пористость			Источник
			макси- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя	
			рыхлые	уплот- ненные		
Песок рыхлый и уплот- ненный	НКП	—	36,6	26,8	—	Мирчинк (1938)
Песок нефтяной фонтан- ный	НКП	—	45,8— 42,2	—	—	Муравьев (1937)
Песок уплотненный . . .	КС	—	—	26,5— 22,2	—	Мирчинк (1938)

Сураханы

Песок светлосерый сце- ментированный	В	—	—	20,3— 20,2	—	» »
Песок светлосерый	С	2	29,8— 29,05	—	—	» »
Песок светлосерый средне- зерн. цементированный	II	—	33,1	25,2	—	» »
Песок светлосерый, рыхлый и цементированный . . .	III—IV	8	31,6— 30,1	29,2— 26,1	—	Муравьев (1937)
То же	IVв	—	28,4— 26,8	25,7— 21,9	—	» »
» »	IVс	—	38,4— 32,6	20,6— 12,5	—	» »
Песок рыхлый и сцементи- рованный	V	—	36,5	24,8	—	Мирчинк (1938)
Песок рыхлый и сцемен- тированный	VI	—	33,3	22,7	—	» »
Песок уплотненный	VII	—	—	13,7	—	» »
Песок рыхлый и уплот- ненный	IX—X	—	31,4	27,8	—	» »
Песок уплотненный «Пе- рерыв»	—	—	—	18,8	—	» »

Кара-Чухур

Песок уплотненный	II	—	—	21,7	—	» »
Песок рыхлый и уплот- ненный	V	—	35,2	23,8	—	» »
То же	VI	—	34,8	25,0	—	» »
Пески Калифорнии	—	—	40,0	30,0	35	Лиллей (1930)
Пески третичные нефтя- ные	—	—	30,0	25,0	27,5	» »
Пески нефтяные, Кали- форния	—	—	—	—	25,0	Блюмер (1922)
Пески среднезернистые, продуктивная толща	—	—	—	—	—	—
Песок рыхлый, В. Сызран- ский ярус Волги	I	—	—	—	33,53	Авдусин (1938)
Песок среднезернистый, девон, Ухта	III	1	54,09	33,36	—	Можаровский (1936)
					25,9	Авдусин (1938)

сферы. Пористость здесь зависит от ряда факторов. Помимо величины зерен, их соотношения, здесь большую роль играет примесь тонкого материала, а также характер и обилие цемента. Интересна в этом отношении работа Авдусина (1938). По данным Донабедева (1940) вместе с плотностью изменяется и пористость. При этом для Донбасса установлено изменение плотности (и пористости) пород в зависимости от геотектонических условий. В пределах Большого Донбасса породы одного возраста и состава обладают в центральной части пористостью, близкой к нулю. Пористость растет вместе с плотностью и на периферии достигает до 15—20%. Такое же изменение пористости палеозойских песчаников внутреннего западного бассейна в США от 5,7% на Севере в Уачита, через 7,8 в долине р. Арканзас, до 10,9% в районе плато Озарк на юге.

Таким образом, пористость изменяется в зависимости от степени метаморфизма песчаников. Это обусловлено не только степенью цементации, но в основном давлением.

В приводимой ниже табл. 7, различные части которой составлены с разной степенью детальности, данные о пористости распределены по стратиграфическим горизонтам. По более чем 683 определениям пористость мезокайнозойских песчаников изменяется от 42,0 до 2,23 (0,6)% и составляет в среднем 20%. При этом замечается известная зависимость между пористостью и мощностью песчаника. По большей части более мощные пласты более пористы. Это объясняется тем, что, при прочих равных условиях, при смене глин песчаниками, растет процентное содержание крупных частиц и убывают илстые. Поэтому, в большинстве случаев, более чистыми являются те песчаники, которые более мощны. Мощность необходимо считать от глинистой подошвы песчаника до кровли или до первого глинистого пропластка. Приводимые ориентировочные данные о мощности пластов песчаника это в общем подтверждают.

Пористость зависит также от давления вышележащих пород на пласт. Это можно иллюстрировать пористостью второго водяного пласта караганских отложений Старо-Грозненского района, по данным Старобинца (1935).

П л а с т ы	П о р и с т о с т ь		
	максимальная	минимальная	средняя
2 вод. пласт глубина 92—266 м скважины	26,8	13,0	22,1
2 » » » 51—94 штольня	29,9	19,7	23,2
2 » » » 0 обнаженные	38,3	24,1	28,4

Произведенный параллельно механический анализ тех же образцов, для которых было произведено определение пористости, показал, что, помимо уменьшения давления, в обнажении имеет место вымывание глинистых частиц, а в керне из скважин примесь глинистых частиц извне.

Данные о палеозойских песчаниках менее многочисленны. На основании более 110 определений пористость их изменяется от 26,6 до 1,09 и составляет в среднем 10—12%. При этом пористость более 20% очень редка и известна в 3—4 случаях.

Меньшая пористость палеозойских песчаников обусловлена рядом причин. Основная причина в большой метаморфизации этих более древних отложений.

Кроме того, песчаные отложения окраин палеозойских геосинклиналей с более крупными зернами и большей первоначальной пористостью, превращены по большей части в кварциты и рассматриваются в метаморфосфере.

Таблица 7

Пористость песчаников стратисферы

Порода	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
<i>Без указания возраста и места взятия</i>					
Песчаник	16	28,28	4,81	15,89	Беклей (1898)
»	—	22,80	3,46	10,22	» »
»	17	27,3	6,85	10,22	Рейх (1936)
»	много	—	—	7,0	Нестеров (1938)
Микропесчаник	»	—	—	5,8	» »
Граувакка	2	4,2	0,41	2,3	Рейх (1936)
<i>Песчаники третичные</i>					
Песчаник, Ширакская свита	1	—	—	16,16	Авдусин (1938)
Песчаник, Продуктивная толща	2	31,41	22,70	27,05	» »
Песчаник, Сарматский Венский бассейн	—	17,4	4,0	—	Блюмер (1922)
<i>Караганские отложения</i>					
Песчаники тонкозернистые и мелкозернистые, г. Горская	6	28,40	23,35	27,08	Елин (1937)
Песчаники, Вознесенский район	20	39,6	10,4	—	» »
Песчаники, Малгобекский район	31	35,07	14,2	—	» »
Песчаники, Старо-Грозненский район	74	42,0	4,29	—	Брод (1937)
Песчаники, Ново-Грозненский район	67	37,76	20,36	—	Максимович (1933)
<i>Чокракские отложения</i>					
Песчаник, Малгобекский район	18	40,86	22,99	—	Елин (1937)
Песчаник, Вознесенский район	2	33,7	16,3	—	» »
Песчаник, Старо-Грозненский район	26	29,58	7,64	—	Брод (1937)
Песчаник, Ново-Грозненский район	185	29,65	14,75	—	Максимович (1933)
Песчаник, Серноводск	5	31,0	23,7	27,8	Сельский (1932)
Песчаник, р. Аксай	2	29,3	28,1	28,7	» (1932)
<i>Майкопские отложения</i>					
Песчаники, с. Кавказ Муцидакальская свита	—	17,0	—	—	Успенская (1937)
Песчаники, Керченский п/о Н-Майкопская свита	10	15,72	4,33	8,4	Маймин (1939)
Песчаники, Керченский п/о в. Керлеут	3	23,79	12,43	16,80	» »
Песчаник рыхл. мелкозерн. р. Кадахчин, Майкопские слои	1	30,69	29,80	30,24	Зильберминц (1928)
Песчаник крепкий тонкозернистый, р. Фиагдон, Майкопские слои	1	7,0	—	7,0	» »

Таблица 7 (продолжение)

Порода	Число опреде- лений	Пористость в %			Источник
		макси- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя	
Песчаники, р. Аргун, Муци- дакальские слои	13	21,96	11,85 (2,14)	15,23	Макаренко (1934)
Песчаники, р. Ярык-су, Му- цидакальские слои	17	24,43	15,50	17,40	» »
Песчаники плотные, р. Ачи- су, Муцидакальские слои	4	18,13	5,50 (2,95)	13,74	Зильберминц (1928)
Песчаники, р. Яман-су, Му- цидакальские слои	56	20,14	2,23	11,46	Макаренко (1934)
Песчаники, Муцидакальские слои	2	3,83	3,13	3,48	Зильберминц (1928)
Песчаники рыхлые, р. Фиэг- дон, Муцидакальские слои	2	33,8	32,3	33,05	Муравьев (1937)
Песчаники тонкозернистые, р. Фиэгдон, Муцидакаль- ские слои	2	6,93	4,35	5,67	» »
Песчаники мелкозернистые, р. Кодахчин, Муцидакаль- ские слои	4	33,82	—	30,25	» »
Песчаник тонкозернистый крепкий, р. Асса, Муцида- кальские слои	1	—	—	10,45	» »
Песчаник тонкозернистый сливной, р. Кодахчин, Му- цидакальские слои	2	4,35	3,65	4,00	» »
Песчаник рыхлый, р. Асса, Муцидакальские слои	—	30,0	—	—	Долицкий (1929)
Песчаник, пл., р. Асса, Муци- дакальские слои	—	—	3,5	—	» »
Песчаник, р. Асса, Муцида- кальские слои	—	17,0	9,0	16,0	» »
Песчаник, р. Ачи-су, Муци- дакальские слои	4	24,78	21,5	22,87	Муравьев (1937)
Песчаник, р. Ярык-су, Муци- дакальские слои	8	21,08	16,5	18,92	» »
Песчаник, р. Аргун, Н.-Май- коп	2	23,3	22,8	23,05	Сельский (1932)
Песчаник опоковый, В.-Сыз- ранский ярус, р. Волга	—	—	—	12,8	Можаровский (1936)
Песчаник Олигоцен Пешель- брон (мощн. 2—4 м)	—	—	—	6,0	Блюмер (1922)

Мезозой

Песчаник Вудбайн. в. мел, Восточный Тексас	11	29,0	8,1	23,38	Фенчер (1934)
Песчаники и пески Вудбайн, в. мел, Шрэвепорт	21	37,7	9,2	22,7	Мельчер (1920)
Песок газов, в. мел, Мек- сия-Гросбек, Ц. Тексас	8	37,7	10,7	24,4	» »
Песчаник Уолл-Крик, мел, Солт-Крик, Уайоминг	1	—	—	25,8	Лиллей (1930)
Песчаник 2, Уолл-Крик, мел, Элк Уайоминг	—	20,0	18,0	—	Бертран (1929)
Песчаник, и. мел.	17	23,26	8,81	18,4	Гиршвальд (1912)
Песчаник Юрский, Зап. Гер- мания	—	6,8	4,2	—	Блюмер (1922)
Песчаник пестрый, триас	30	27,72	7,7	17,7	Гиршвальд (1912)
Песчаник Кейнер (триас Зап. Германия)	—	0,8	0,6	—	Блюмер (1922)
Песчаник пестрый, триас, р. Верра	—	—	—	3,23	» »

Таблица 7 (продолжение)

Порода	Число опреде- лений	Пористость в %			Источник
		макся- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя	
<i>Палеозой</i>					
Песчаники палеозоя	—	20,0	—	—	Лиллей (1930)
Песчаники Солт, в. карбон, Пенсильвания	3	15,0	13,7	14,6	Фенчер (1934)
Песчаник Бартлесвильский, в. карбон, Оклахома	4	17,7	16,1	16,7	Мельчер (1920)
Песчаник, карбон	9	7,09	1,09	3,61	Гиршвальд (1912)
Песчаник углистый, карбон, Вестфалия	—	1,9	1,4	—	Блюмер (1922)
Песчаник Робинзон, в. кар- бон, Иллинойс	4	20,6	18,4	19,7	Фенчер (1934)
Песчаники, в. карбон, Дон- басс	—	20,0	0,0	7,0	Нестеров (1938)
Песчаник Береа, н. карбон, Западная Вирджиния	9	21,7	4,8	17,5	Мельчер (1920)
То же	—	—	—	19,3	Губкин (1937)
Песчаник Береа, н. карбон, Охайо	—	—	—	11,2	» »
Песчаник Биг Инжен, н. кар- бон	—	—	—	13,1	» »
Песчаник, девон	11	12,98	1,36	4,4	Гиршвальд (1912)
Песчаник, Бредфорд, девон, Пенсильвания	2	17,8	7,9	12,8	Мельчер (1920)
Песчаник Бредфорд, девон, Пенсильвания	52	17,8 (21)	2,0	12,05	Фенчер (1934)
Песчаник, Бредфорд	—	17,3	11,5	15,0	Мельчер (1925)
Песчаник Вилькоккс, н. силур, Оклагома Семинол	2	16,3	15,9	16,1	Фенчер (1934)
Песчаник (Биг Лайм), н. си- лур, Петролиа	4	26,6	18,5	22,9	Мельчер (1920)

Пористость известняков различного происхождения. Здесь имеется первичная пористость, представляющая пространство между оолитами в оолитовом известняке, либо между раковинами в слабо уплотненном раковинном.

Часто встречается вторичная пористость в виде трещин доломитизации и растворения известняков при карстовых процессах, с образованием каверн и брекчиевидных пористых пород. Вопросы эти разбираются Говардом (1928, 1934), Мерреем (1934) и другими. По существу, и при наличии вторичной пористости мы имеем дело уже с коллекторами, переходными от ареальных к жильным.

Ниже (табл. 8) приводятся данные о пористости известняковых доломитов. Значительная часть данных получена из буровых скважин нефтяных районов.

Пористость оолитовых известняков невелика. Она изменяется от 16,9 до 3,28%. Пористость обычных известняков изменяется от 13,36 до 0,2%.

Особую группу составляют кавернозные артинские известняки В. Чусовских Городков и Ишимбаева, а также трещиноватые доломитизированные палеогеновые известняки Хаудага. Здесь пористость изменяется от 27, 2 до 0,21%. Для Хаудага и некоторых ситчатых известняков Ишимбаева пористость превышает 20%. В среднем для пористых участков известняков, составленных порами, кавернами и трещинами, может быть принята пористость в 5%.

Наконец, для мергеля имеется, повидимому, преувеличенная цифра

Таблица 8

Пористость пористых известняков и доломитов

Известняки	Число опреде- лений	Пористость в %			Источник
		макси- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя	
Известняк (мрамор и доломит)	11	13,36	0,53	48,5	Берклей (1898)
Известняк раковистый	9	27,6	0,8	11,6	Гиршвальд (1912)
Известняк	много	—	—	5,8	Нестеров (1938)
Известняк юрский	3	34,0	24,0	28,0	Гиршвальд (1912)
Известняк пиагарский (Висконсин)	—	6,4	0,8	—	Блюмер (1922)
Известняк Онондага (Канада)	2	26,5	19,6	23,05	Фенчер (1934)
Известняк, Ишимбаево	много	12,0	2,4	—	Мирчинк (1938)
»	»	27,0	2,0	8,0	Сермягин (1938)
»	—	20,0	—	—	Мирчинк (1938)
Известняк В. Чусовских Городков	43	16,8	0,21	3,41	Максимович (1935)
Известняк загипсованный доломитизированный, Уч-Кизил	много	20,0	—	20,0	Линдтроп (1938)
Известняк оолитовый	—	16,93	13,6	—	Блюмер (1922)
Оолит	8	12,44	3,28	7,18	Мерилл (1898)
Доломит трещиноватый (Спиндельтоп)	—	—	—	33,0	Блюмер (1922)
Доломит (Пайнкрик)	—	—	—	12,8	»
Доломит (Гранд Манитулин)	—	8,8	7,4	—	»
Доломит	много	—	—	4,9	Нестеров (1938)
Доломит, Н. Кунгур (Краснокамск)	—	25 (29)	4,0	—	Герасимов (1935)
Мергель	—	—	—	47,5	Блюмер (1922)
Мергель валунный	—	52,0	35,0	40,1	Рейх (1936)

пористости в 47,5%. Рейх для валунного мергеля указывает в среднем 40,1%.

Глины стратисферы реже изучались в отношении пористости, так как они не являются нефтяными коллекторами. Часть приводимых ниже данных не содержит указаний, какие глины имеются в виду — глины стратисферы или коры выветривания. Поэтому мы приводим только некоторые общие данные. Основной материал взят из работы Сельского (1932), причем глины нами сгруппированы по возрасту и для них подсчитаны средние.

В Грозненском районе, поскольку об этом можно судить по небольшому числу анализов, в общем наблюдается уменьшение пористости глин от более молодых третичных отложений к более древним. Для дислоцированных образований это вполне закономерно. Некоторое уменьшение средней пористости криптомантровых отложений, вероятно обусловлено заполнением пор карбонатами, столь обильными в этих бурно вскипающих с соляной кислотой глинах.

Данные немногочисленных определений пористости палеогеновых, мезозойских и частично карбоновых глин на русской платформе показывают в общем повышенную пористость. Возможно, что тут играет роль не только близость к дневной поверхности и увеличение пористости за счет выветривания. Не исключена возможность, что это — явление, обусловленное геотектонической обстановкой. Глины в платформенной обстановке, при прочих равных условиях, должны подвергаться меньшему давлению, после своего образования из морских илов, за счет отсутствия динамометаморфизма. К сожалению, данных в нашем распоряжении еще очень мало. По имеющимся небольшим материалам

Т а б л и ц а 9

Пористость глин стратисферы

Г л и н а	Число опреде- лений	Пористость в %			Источник
		макси- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя	
Глина	много	—	—	27,0	Нестеров (1938) *
»	»	47	44	45	Кинг (1898)
»	—	—	—	53	Гижи (1903)
»	—	50—45	—	31—34	Гефер-Геймгальт (1920)
Глина чистая	—	—	—	44—50	» » »
Глина красная (Днепропетровск)	—	—	—	45,57	Булычев (1937)
Глина грубая (выветрелая), сыровая (Заволжье)	1	—	—	40,67	» »
Глины (и тяжелые и легкие суглинки) древн. аллювий (Заволжье) глубина 0—18 м	2	39	36	37,5	Кузин (1936)
Глины, Хазарский ярус р. Иргиз (2,6—10 м)	129	47,92	19,53	22,37	Беляев (1936) *
Глины и тяжелые суглинки сыровые, Саратов (глубина 12—30 м)	10	31,0	25,65	28,29	» »
Глины и тяжелые суглинки сыровые, Саратов (глубина 12—30 м)	151	43,22	17,23	28,3	» »
Глины и тяжелые суглинки (Заволжье) (глубина 0—25 м)	31	40,79	24,91	33,06	» »
Глины жирные древнекаспийские (Заволжье)	1	—	—	29,0	Кузин (1936)
Глины тонкие древнекаспийские (Заволжье)	1	—	—	35,0	» »
Глины тонкие лимановые, Каспийского моря	1	—	—	28,0	» »

Грозненский район

Глина, акчагильские отложения	1	50,8	—	50,8	Сельский (1932)
Глина, неотические отложения	1	29,5	—	29,5	» »
Глина, частично песчаная, Криптомантровые слои	4	25,3	15,0	18,8	» »
Глина, Грозненские слои	1	24,8	—	24,8	» »
Глина, Синдесмиевые слои	2	20,3	10,4	15,35	» »
Глина, Караганские отложения	10	32,7	16,6	21,31	» »
Глина, Чокракские отложения	5	34,7	15,3	23,42	» »
Глина, Майкоп	2	17,4	10,9	14,15	» »
Глина Майкопская, Майран-Адаг	1	17,0	—	17,0	Зильберминц (1928)
Глина, фораминиферовые слои	1	10,8	—	10,8	Сельский (1932)
Глины Майкопские, весьма пластичные, Волга—Дон	—	54,93	47,13	—	Макеев (1939)
Глины Мелетовые, Ергени	3	24,0	17,0	21,3	Зильберминц (1928)
Глина плотная, Сенон	1	—	—	42,81	Булычев (1937)
Глина битуминозная, н. мел	1	—	—	44,87	» »
Глина Юрская	1	—	—	53,21	» »
Глина (суглинок) Юрская (Москва)	39	47,98	41,54	44,73	Сахарова (1937)
Глина пластичная жирная каменноугольная (Москва)	1	—	—	40,0	Моро (1936)

* Пористость приуменьшена, необходимо увеличивать на 10—22%.

пористость глин изменяется от 54,93 до 10%. Пористость глин в платформенной обстановке несколько больше и может быть принята в среднем в 40%. Для складчатых областей среднее составляет около 20%. Результаты определений пористости приведены в табл. 8 и 9.

Интересный опыт подсчета нагрузок на Майкопские глины с момента их формирования произведен Макеевым (1939). По этим данным нагрузка здесь не превышает 30 кг/см². Сейчас они разгружены. Это подтверждается их высокой пористостью.

Группа плотных, в разной степени растворяющихся пород стратисферы представлена различными солями, ангидритами, гипсом, плотными известняками и доломитами. В нашем распоряжении имеются только немногочисленные данные о пористости ангидритов и гипсов. Для ангидритов она составляет 1%, а для гипсов 6—0,11% или в среднем около 3,0%. Пористость плотных известняков изменяется от 6,9 до 0,2% и составляет в среднем также около 3,0%.

Таблица 10

Пористость ангидрита и гипса

Породы	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Ангидрит	много	—	—	1,0	Нестеров (1938)
Гипс	»	—	—	6,0	»
»	—	—	—	0,11	Люгер (1911)
»	2	3,96	1,32	2,64	Гшкн (1903)
Известняк	—	2,55	0,65	—	Блюмер (1922)
Известняк кристаллический	3	6,9	3,07	4,54	Рейх (1936)
Известняк плотный Донбасс	—	0,9	0,2	—	Зильберминн (1928)

Заканчивая рассмотрение стратисферы, приведем данные о пористости некоторых органогенных пород. Они составляют весьма незначительную долю от объема стратисферы. Сюда относятся уголь, опока и инфузорная земля.

Пористость угля не велика и составляет в среднем 4—4,5%. Пористость мела изменяется от 53,0—3,28% и зависит от степени его уплотнения.

Опоки характеризуются пористостью от 49 до 20%. Наиболее значительна пористость инфузорной земли, которая достигает 91,6%.

Метаморфосфера. Породы этой оболочки отличаются своею гидрофобностью. Поры и пустоты, бывшие в стратисфере, здесь уничтожены метаморфизацией, а вода, особенно ареальных коллекторов, не только вытеснена, но и вошла в состав содержащих воду минералов. Вода, мигрирующая по трещинам, здесь уже в большинстве случаев не образует пустот. Имеющиеся определения пористости касаются, главным образом, метаморфических пород в зоне выветривания.

Пористость пород метаморфосферы зависит от степени метаморфизации, а также их выветрелости.

Более метаморфизированные породы: амфиболит, гнейс, кварцит и мрамор обладают пористостью от 6,0 до 0,11%. Для них средняя пористость может быть принята в 1,0%. Пористость кремнистых сланцев даже ниже.

Пористость кровельных сланцев, очевидно, определявшаяся для образцов, взятых из выработок вблизи поверхности, изменяется от 10,28 до 1,16 и может быть принята в среднем в 4%.

Подобные же данные мы имеем для менее метаморфизованных глинистых сланцев 10,0—0,49%. Для них может быть принята также средняя пористость 4%.

Таблица 11

Пористость различных органогенных пород

Породы	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Уголь-антрацит	много	—	—	4,46	Нестеров (1938)*
»	»	—	—	4,03	»
Мел	—	—	—	53,0	Гижи (1903)
Мел Камбэ	16	37,2	22,2	29,3	Саваренский (1935)
Мел пишущий	—	43,9	14,4	—	Блюмер (1922)
Мел, лондонский басс.	6	16,83	3,28	12,44	Саваренский (1935)
Мел твердый	2	8,3	7,7	8,0	»
Мел	3	42,8	—	28,78	Рейх (1936)
Мел (эмшер), Волга	—	28,36	22,81	—	Можаровский (1936)
Опока (возр. неизвестен)	2	39,5	31,0	35,25	Зильберминц (1928)
Опоки пятнистые, Сызранских отложений	—	49,0	41,0	—	Можаровский (1936)
Опоки черные, Сызрань	—	42,0	23,0	—	»
Опоки голубовато-серые, Н. Сызрань	—	48,0	28,0	—	»
Опоки глинистые, в. мел	много	25,0	20,0	—	»
Инфузорная земля	—	—	91,6	—	Рейх (1936)

Таблица

Пористость метаморфических пород

Породы	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Амфиболит	много	—	—	1,1	Нестеров (1938)
»	1	—	—	0,9	Рейх (1936)
Гнейс	много	—	—	2,4	Нестеров (1938)
»	—	—	—	0,3	Люгер (1910)
Кварцит	—	—	—	0,008	»
»	—	—	—	0,21	Гижи (1903)
»	1	—	—	0,8	Мерилл (1898)
»	1	—	—	1,91	Рейх (1936)
»	много	—	—	3,4	Нестеров (1938)
Сланцы кремнистые	—	0,91	0,85	—	Люгер (1910)
» глинистые	8	10,0	—	2,69	Рейх (1930)
»	2	7,55	0,49	3,95	Делесс (1862)
»	—	0,7	0,54	—	Люгер (1910)
»	много	—	—	8,8	Нестеров (1938) ¹
» песчаные	—	—	—	18,8	»
» кровельные	59	10,28	1,16	3,8	Гиршвальд (1912)
»	11	7,74	1,28	3,6	»
Мрамор	4	0,59	0,11	0,3	Люгер (1910)
»	4	—	—	6,0	Нестеров (1938)
» каррарский	—	0,22	0,11	—	Ланге (1933)
» , Тироль	1	—	—	0,59	Блюмер (1922)

Гранитосфера. Эта оболочка также гидрофобна. Вода в жидкой фазе встречается здесь в очень небольшом количестве и входит в основном только в состав минералов. Породы интрузивных фаций слабо пористы, а эффузивные обладают несколько большим содержанием пустот. Обе фации, естественно, по трещинам слабо размываются, когда по ним мигрирует вода.

Определения пористости пород гранитосферы относятся, главным образом, к зоне выветривания.

* Повидимому речь идет о не вполне метаморфизованных породах. В дальнейшем данные Нестерова всюду несколько выше других.

Таблица 13

Пористость кислых и средних пород

Породы	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Гранит	много	—	—	1,9	Нестеров (1938)
»	9	1,75	0,23	0,76	Рейх (1936)
» . Висконсин	—	0,38	0,24	—	Блюмер (1922)
»	—	0,86	0,05	—	Люгер (1910)
» грубозернистый	—	0,86	0,36	—	Блюмер (1922)
» крупнозернистый	—	0,80	0,30	—	Каменский (1933)
» мелкозернистый	—	0,70	0,05	—	Ланге (1933)
» мелкозернистый	—	0,40	0,05	—	Каменский (1933)
» тонкозернистый	—	0,45	0,05	—	Блюмер (1922)
и кристаллические сланцы	22	1,85	0,37	1,2	Мерилл (1898)
Сланцы и гнейсы	14	0,56	0,02	0,16	Беклей (1898)
Сиенит	много	—	—	2,8	Нестеров (1938)
»	»	1,38	0,56	—	Люгер (1910)
»	»	0,60	0,50	—	Блюмер (1922)
»	—	1,38	0,5	0,55	Гефер-Геймгальт (1920)
Обсидиан	1	—	—	0,52	Делесс (1862)
Порфир	5	6,73	0,38	2,66	Рейх (1936)
»	—	1,3	0,4	—	Люгер (1910)
»	—	0,6	0,4	—	Блюмер (1922)
Фонолит	—	3,5	2,0	—	»
»	5	3,89	1,17	1,65	Рейх (1936)
Трахит	1	9,00	—	9,00	Гефер-Геймгальт (1920)
Пемза	2	—	—	63,9	Рейх (1936)

Таким образом, для гранитосферы и для пород из группы мениа пористость в среднем может быть принята не более 1,0%.

Эффузивные разности, формирующиеся в иных термодинамических условиях, обладают более высокой пористостью. Здесь в среднем может быть принята пористость порядка 2,0%.

Особое место занимает пемза с ее средней пористостью в 63,9%. Эта пористость типична для поверхностных геосфер, в частности коры выветривания или стратисферы, к которым она по существу и принадлежит.

Базальтосфера. Основная оболочка — наиболее глубинная из нам доступных. Мы знаем собственно эпибазальтосферу в виде интрузивных и эффузивных пород. Они также гидрофобны.

Пористость пород базальтосферы невелика.

Пористость интрузивных пород меньше, она изменяется от 2,2 до 0,65 и может быть принята около 1%. Пористость эффузивных пород изменяется от 6,0 как максимум до 0,6 и может быть принята в среднем около 2%.

Итоги и выводы

Выше мы рассмотрели данные о пористости пород различных геосфер и оболочек. Попытаемся их сопоставить.

Для этого составим таблицу пределов изменения пористости и средней пористости для различных пород. К сожалению, не все авторы приводят данные о числе определений пористости. Поэтому в большинстве случаев мы вынуждены обозначать число определений со значком больше. Это значит, что пределы и средние выведены на основе значительно большего числа определений. Цифра указывает только достоверно известные. Учитывая сказанное, приведем данные о числе известных определений пористости по геосферам.

Пелосфера	> 54	Стратисфера	> 1337
Пелосфера	> 18	Метаморфосфера	> 91
Нижняя часть коры выветривания	> 968	Гранитосфера	> 75
		Базальтосфера	> 29

Таблица 14

Пористость основных пород

Породы	Число определений	Пористость в %			Источник
		максимальная	минимальная	средняя	
Перидотит	много	—	—	1,15	Нестеров (1938)
Пироксенит	»	—	—	4,00	»
Базальт	—	1,28	0,63	—	Блюмер (1922)
»	8	2,30	0,07	0,95	Рейх (1936)
»	—	0,95	0,63	—	Люгер (1910)
Базальтовая лава	—	5,6	4,4	—	Блюмер (1922)
Диабат	много	—	—	1,7	Нестеров (1938)
Диабаз	2	1,13	0,90	1,01	Мерилл (1898)
Норит	много	—	—	1,1	Нестеров (1938)
Габбро	1	—	—	0,84	Мерилл (1898)
»	—	0,7	0,6	0,65	Люгер (1910)
» норит	много	—	—	1,1	Нестеров (1938)
Диорит	»	—	—	0,25	Блюмер (1922)
»	»	—	—	2,2	Нестеров (1938)
Порфирит	»	—	—	5,4	»
Андезит	—	—	—	6,0	»
Серпентин (Пфальц)	—	—	—	0,56	Блюмер (1922)

Приводимые данные о пористости базируются в общей сложности больше чем на 2572 определениях. Учитывая, что число этих определений в действительности было в 3—4 раза больше, можно считать, что средние пористости выведены на основе около 10 000 определений. Это позволяет считать, что приведенные в табл. 15 средние пористости в первом приближении могут характеризовать как отдельные геосферы, так и слагающие их породы. Во всяком случае за счет использования сравнительно большого числа первоисточников, даваемые нами цифры выведены на основе во много раз большего числа данных, чем это имеет место в большинстве справочников и руководств.

Как охарактеризованы отдельные породы, видно из табл. 15 и предыдущих, на основе которых последняя составлена.

Интересно, что число определений убывает от стратисферы к базальтосфере. Это уменьшение числа определений с глубиной вполне естественно, так как человечество больше всего изучило те геосферы, которые ближе к дневной поверхности.

Метаморфосфера, гранитосфера и базальтосфера мало изучены в отношении пористости не только вследствие большей удаленности от дневной поверхности и малой площади выходов, но и как представляющие малый интерес для гидрогеологии. Мы их, как оболочки, почти не содержащие воду в жидком состоянии, называем гидрофобными.

Пелосфера, как наиболее близкая к дневной поверхности, лучше всего изучена в отношении пористости. Если в табл. 15 фигурирует цифра 54, то это потому, что число определений Департамента Земледелия США нам не известно. Оно, во всяком случае, составляет несколько тысяч. Специальным же сбором данных по пористости почв по первоисточникам мы не занимались.

Иначе обстоит дело с пористостью пелосферы. Здесь малое число данных обусловлено их отсутствием. Между тем, сведения эти представляют весьма большой интерес. Знание пористости позволяет подсчитать количество иловых вод, которые накапливаются в пелосфере,

Таблица 15

Пористость пород по геосферам

Геосферы и оболочки	Группы	Породы (и илы)	Число опре- де- лен- ный	Пористость в %		
				макси- маль- ная	мини- маль- ная	сред- няя
Пелосфера		Илы глинистые	> 18	90,0	19,83	50,0
Педосфера	{	Торф	> 4	89,0	76,0	80,0
		Почвы	> 50	65,0	43,75	55,0
Нижняя часть коры выветривания (гипо- педосфера)	{	Пески	> 267	48,0	17,33	35,0
		Лёсс, лёссовидные суглинки	> 282	56,06	35,3	45,0
		Покровные суглинки	> 94	50,0	24,23	35,0
		Глины	> 321	55,0	18,30*	35,0
		Известковый туф	> 4	32,2	20,2	25,0
Стратисфера	I	Пески рыхлые	> 54	50,9	26,4	35,0
		Пески уплотненные	> 46	29,5	11,2	25,0
		Песчаники кайнозоя и мезо- зоя	> 683	42,0	2,23 (0,6)	20,0
		Песчаники палеозоя	> 110	26,5	1,09	10,2
		Известняки пористые	> 76	34,0	0,21	5,0
		Доломиты пористые	> 9	33,0	1,5	5,0
	II	Глины платформ	> 273	54,93	17,23	40,0
		Глины складчатых областей	> 28	50,8	10,4	20,0
	III	Известняки плотные	> 7	6,9	0,2	3,0
		Гипс	> 4	6,0	0,1	3,0
		Ангидрит	> 1	—	—	1,0
	IV	Уголь	> 2	—	—	4,0
		Мел	> 33	55,0	3,28	30,0
		Опока	> 10	49,0	20,0	35,0
Инфузорная земля		> 1	—	—	91,6	
Метаморфосфера	{	Сланцы глинистые	> 14	10,0	0,49	4,0
		Сланцы кровельные	> 59	10,28	1,16	4,0
		Сланцы кремнистые	> 2	0,91	0,85	11,0
		Мрамор	> 7	6,0	0,11	1,0
		Кварцит	> 5	3,4	0,008	1,0
		Гнейс	> 2	2,4	0,3	1,0
		Амфиболит	> 2	1,1	0,9	1,0
Гранитосфера	1	Порфиры	> 9	6,73	0,38	2,0
		Фонолит	> 7	3,89	1,17	2,0
	2	Гранит	> 50	1,9	0,02	1,0
		Сиенит	> 7	2,8	0,5	1,0
Базальтосфера	1	Эффузивные породы	> 19	6,0	0,6	2,0
	2	Интрузивные породы	> 10	2,2	0,65	1,0

впоследствии превращающейся в стратисферу. В связи с этим изучение пористости пелосферы необходимо всемерно расширить.

Соотношения между средними пористостями по геосферам а также давлениями и температурами приведены ниже (стр. 320).

Таким образом, пористость отдельных поверхностных геосфер определяется их положением в земной коре и зависит от термодинамических условий. Она закономерно убывает от периферии земного шара к его ядру в зависимости от температуры и давления. С ростом давления средняя пористость уменьшается от 0,55 педосферы до 0,20—0,25

* Преуменьшено.

	Средняя пористость	Давление в атмосферах*	Температура **
Педосфера	0,55	1,0	средн. 16° до 80° 0 + 30° до 60°
Пелосфера	0,50	1,1—3*	
Гипопедосфера	0,45	1,1—6	
Стратисфера	0,35 0,30	6—1000	до 150°
	0,20		
Метаморфосфера	0,04 0,01	>1000	до 350° (?)

(в среднем) стратисферы. Поры эти заполнены водою и газами, содержащими в определенных условиях анаэробную жизнь. Эта вода попала в поры пород стратисферы в стадии илов. Стратисфера — это наиболее нижняя гидрофильная оболочка с сравнительно значительными порами, которые заполнены водой. В результате метаморфизма, под влиянием высоких давлений и температур, осадочные породы уплотняются. Поры при этом исчезают почти совсем. Пустоты уменьшаются до 0,01 объема.

Находящаяся в порах стратисферы вода частично поднимается по тектоническим трещинам и дает начало жильным образованиям. Это явление, как палеогидрогеологическое, неоднократно подчеркивалось Чирвинским (1929, 1933, 1939). Большая же часть воды повидимому остается в тех же пластах, в порах которых она была в стратисфере.

Под влиянием высоких давлений и температуры, при превращении осадочных пород в метаморфические, вода входит в состав вновь образующихся водных минералов кристаллических сланцев. Повидимому, из более проницаемых песчаников большая часть воды вытесняется и уходит по трещинам. Воды пор, плохо проницаемых, в основном входят в состав водных минералов метаморфических пород.

Благодаря этому и гранитосфера, образовавшаяся из метаморфических пород, содержит водные минералы. Часть воды поднимается по разломам и из гранитосферы. Поэтому термин ювенальные воды, как потерявший свой первоначальный смысл, мы заменяем термином литогенные воды.

Метаморфосфера и гранитосфера и тем более базальтосфера почти не содержат пустот. Приведенные в табл. 15 данные о пористости, 0,01 и 0,04 для метаморфосферы и 0,09 и 0,01 соответственно для эффузивных и интрузивных пород гранитосферы и базальтосферы, получены для пород этих геосфер в зоне выветривания. Таким образом, это собственно данные о пористости пород эпизон этих оболочек и притом в области выветривания. Эти три оболочки, как почти не имеющие пор и содержащие очень малое количество воды в жидкой фазе, мы и называем гидрофобными. Вместе с убыванием объема пустот и переходом от коллоидов поверхностных геосфер к кристаллам нижних оболочек, растет и удельный вес, который по А. Е. Ферсману (1934) составляет:

Кора выветривания	2,2
Стратисфера	2,5
Метаморфосфера	2,7
Гранитосфера	2,6—2,8
Базальтосфера	2,7—3,3.

Уплотнение и метаморфизм илов сопровождается значительным сокращением объема образовавшихся из них пород. Так, для торфа, где

* Данные о пористости илов с глубины более 30 м у нас отсутствуют.

** По А. Е. Ферсману (1934).

твердое вещество составляло 11—19%, а для угля 96%, мы имеем сокращение объема в 5—9 раз. Для глинистых илов в среднем будем иметь сокращение объема:

в коре выветривания	в 1,3
в стратифере — платформы	1,2
» — складчатые области	1,6
в метаморфосфере	2,0

Меньше сокращаются песчаные образования. К сожалению, данных о пористости песков пелосферы в нашем распоряжении нет. Она в среднем будет вероятно около 40%. Тогда мы будем иметь сокращение объема в среднем:

в коре выветривания	в 1,17 раз
в стратифере — пески	1,17—1,25
» — песчаники	1,33—1,5
в метаморфосфере	1,65

Данных о пористости известковых илов мы также не имеем. Так как пористость известняков стратиферы составляет в среднем 3—5%, то сокращаются они в объеме в стратифере менее чем 1,5 раз.

В заключение рассмотрим распределение твердой, жидкой и газообразной фаз вещества по геосферам.

Если взять только субаэральную обстановку, то будем иметь следующее.

Тропосфера — это геосфера преобладания газообразной фазы. Пары воды, имеющиеся в атмосфере у земной поверхности, составляют в среднем в год на 70° северной широты 0,22 объемных процента. На 50° — 0,92% и на экваторе 2,63%. Для влажного и жаркого экваториального пояса содержание водяных паров в атмосфере может достигать до 5%.

Эти пары воды могут образовать капли диаметром от $5 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ см. При низких температурах по Шмаусу (1933) образуются твердые кристаллы диаметром от $5 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ см. Таким образом, в среднем содержание жидкой фазы в нижней части атмосферы составляет около 1%.

Содержание твердой фазы в атмосфере в виде пыли минерального и органического происхождения изменяется во времени и в пространстве. По наблюдениям Виганда во время свободных полетов количество пыли сильно уменьшается с высотой:

Высота в м	Число пылинок в 1 см ³
100	44 000
500	13 000
1 000	5 000
2 000	550
3 000	200
5 000	50
8 500	5

В больших городах и промышленных центрах имеется 100 000 пылинок в 1 см³, а в пустынях в засушливое время года количество их достигает 200 000 в 1 см³.

Твердые вещества в атмосфере составлены, таким образом, твердыми гидрометеорами, пылеватыми частицами, которые Шмаус, вслед за Л. Вебером, называет воздушным планктоном, и, наконец, солевых ядер конденсации. Последние представляют частицы величиной до 10^{-5} см. При этом в литре воздуха облаков может содержаться до $35 \cdot 10^{-4}$ г морской соли или $2 \cdot 10^{-5}$ % от объема. Содержание воздуш-

ного планктона над г. Молотовым составляет $0,152 \text{ мг/м}^3$ или $1,5 \cdot 10^{-8} \%$ (Рязанов, 1941).

Таким образом, в нижней части тропосферы в среднем не более 1 объемного процента жидкой фазы и около $3 \cdot 10^{-5} \%$ — твердой. Количество последней нарастает по направлению к земной поверхности.

В педосфере твердая фаза уже составляет в среднем 45%. Пустоты заполнены водою и газом. При этом в среднем на долю газообразной фазы приходится 45% и 10% на жидкую.

Биосфера, как геосфера наземных растительных и животных организмов, находится между тропосферой и педосферой. По содержанию твердой, жидкой и газообразной фаз она занимает промежуточное положение, как это и должно быть по ее месту в разрезе нашей планеты.

В коре выветривания, в верхней части, выше уровня гравитационных ненапорных вод, имеется наряду с жидкой и газообразной водой также и свободная подземная атмосфера. Так как средняя глубина залегания грунтовых вод составляет около 12 м, то это и есть граница свободной подземной атмосферы. В этой части коры выветривания на твердую фазу приходится от 55 до 65% от объема.

Жидкая фаза, содержание которой периодически меняется, в среднем составляет 5—10% от объема.

С глубиной роль жидкой фазы растет и после капиллярной каймы у поверхности грунтовых вод составляет 35%. Роль газообразной фазы убывает в этом же направлении от 40—35% в верхней части коры выветривания до 0% у зеркала грунтовых вод.

Ниже зеркала грунтовых вод мы имеем в основном уже только две фазы — твердую и жидкую. Подземные атмосферы по большей части растворены в воде.

В стратисфере содержание твердой фазы составляет 65—80% и жидкой 35—20%. Обособленные скопления газов здесь имеют место, но в общем большой роли не играют. Стратисфера — это тоже геосфера твердой и жидкой фаз.

Газы же растворены в жидкой фазе метаморфосферы, гранитосферы. Так же как и базальтосфера это оболочки, составленные в основном твердой фазой, которая составляет 96—99 и более почти до 100%. Распределение различных фаз вещества позволяет наметить 2 основных поверхности разграничения. Первая проходит у поверхности земли, где резко отграничены газовые геосферы и оболочки, а вторая — между стратисферой и метаморфосферой, ниже которой жидкая фаза с растворенными в ней газами играет столь же ничтожную роль, как и твердая и жидкая в газе тропосферы.

Молотовский государственный
университет

Получено
8.III.1943

ЛИТЕРАТУРА

- Абелев Ю. М., Практика строительства на лёссовидных грунтах по опыту Кузнецкстроя. Труды ВИОС, 1934, стр. 75. — Абелев Ю. М., Строительные свойства лёссовидных грунтов. Труды ВИОС, сб. 5, 1935, стр. 20—42. — Абелев Ю. М., Основные результаты изучения особенностей строительных свойств лёссовидных грунтов и методы их упорядочения. Строительство на лёссовидных грунтах, 1939, стр. 7—53. — Авдусин П. П. и Батурий В. П., Опыт методики исследования механических осадков. Труды АЗНИИ, 1930. — Авдусин П. П. и Цветкова М. А., О структурах поровых пространств песчаных коллекторов нефти. ДАН, т. 20, № 2—3, 1938, стр. 163—167. — Авдусин П. П. и Цветкова М. А., О структуре поровых пространств песчаных коллекторов нефти. «Нефтяное хозяйство», № 6, 1938, стр. 24—27. — Андрухин Ф. Л., Свойства лёссовых грунтов Пришкентского района и методы их изучения. Тр. Ср. Азиатского Геол. Треста, в. 2, 1937, стр. 132. — Архангельский А. Д. и Жиркевич М. А., К познанию свойств нефтяных песков. «Нефтяное хозяйство», № 2, 1929. — Басов Г. Ф.

Предварительные материалы к характеристике флювиогляциальных вод Воронежского района. «Водные богатства недр на службу соц. строительства». 1-й Всесоюзный гидрогеологический съезд, сб. 6, 1933, стр. 200—205.—Беляев Н. И., Опыт физико-химической характеристики генетических комплексов верхнеплиоценовых и четвертичных отложений Заволжья. Тр. НИИ Геологии Сар. Г. У., т. I, в. 1, 1936, стр. 104—146.—Брод И. О., Промышленно-нефтеносные площади Дагестана. Нефтяные месторождения Восточного Предкавказья, 1937, стр. 137—186.—Брод И. О., Грозненский нефтепромысловый район. Нефтяные месторождения Восточного Предкавказья, 1937, стр. 137—186.—Брод И. О., Грозненский нефтепромысловый район. Нефтяные месторождения Восточного Предкавказья. Грозный 1937, стр. 27—94.—Бузинарский Н. И., Практика строительства Кироворожского металлургического завода на лёссовидных грунтах. Строительство на лёссовидных грунтах, 1939, стр. 192—205.—Бульчев В. Г. и Синельщикова С. И., Об определении компрессионных свойств грунтов. Вопросы инженерно-геологических исследований в строительных целях. Труды ВИОС, сб. 7, 1937, стр. 14—35.—Васильев А. М. Псевдопесчаные грунты и способы их распознавания. «Сов. Геология», № 5—6, 1940, стр. 137—144.—Герасимов И. П. и Марков К. К., Четвертичная геология, 1939.—Герасимов И. П. и Марков К. К., Ледниковый период на территории СССР. Тр. Инст. географии АН, т. 33, 1939.—Герасимов Н. П., Краснокамское месторождение нефти и перспективы Краснокамского района, «Нефтяное хозяйство», № 7, 1935, стр. 51—61.—Гринев В. Я., Характеристика трещинных вод Центральной части Северо-восточного Казахстана. Исслед. подземных вод СССР, вып. VI, 1935, стр. 102—148.—Губкин М. И., Учение о нефти, 1932, 1937.—Донабедов А. Т., Об изучении физических свойств пород угленосных бассейнов СССР. «Сов. Геология», № 7, 1940, стр. 77—85.—Долицкий В. А., Материалы по геологии Датыхского нефтяного района. Азербайджанское нефтяное хозяйство, № 6—7, 1929, стр. 28—43.—Елин Н. Д., Гора Горская (Северный Кавказ), Грозненский нефтяник, № 5, 1937, стр. 10—19.—Елин Н. Д., Нефтяные месторождения Терского антиклинория. Нефтяные месторождения Восточного Предкавказья, Грозный, 1937, стр. 95—136.—Елфимов Т. Н., Геометрические соотношения между объемной пористостью и наименьшим живым сечением песков. «Разведка недр», № 1, 1940, стр. 69—71.—Замарин Е. и Решеткин М. М., Просадки и водопроницаемость лёсса, Тр. Ср.-Азиатск. научно-исследов. института, 1932.—Зильберминц В. А. и Крестовников В. Н., К вопросу о методике определения пористости горных пород. Тр. Гос. Научн. Исслед. Нефтяного Института, в. 2, 1928.—Ильинский В. П., Клебанов Г. С. и Бадер Ф. Ф., Соляное озеро Куули. Тр. Сол. лаб. АН, в. III, 1932, стр. 31.—Ильинский С. М. О связи между пористостью и механическим составом песчаников Старо-Грозненской площади, «Нефтяное хозяйство», № 1, 1933.—Каменский Г. Н., Основы динамики подземных вод, ч. I, 1933.—Корсунский А. И., К вопросу об определении удельного веса пористых тел. Зап. Мин. О-ва, 71, 1—2, 43—48, 1942.—Крестовников В., Пористость и механический состав песчаников и песков Грозненского района, «Нефтяное хозяйство», т. XVIII, № 9, 1929.—Кругляк С. И., Практика строительства металлургического Комбината Запорожсталь на лёссовидных грунтах, Строительство на лёссовидных грунтах, 1939, стр. 115—147.—Кузин В. Н., Краткая инженерно-геологическая характеристика четвертичных отложений Заволжья. Тр. НИИ Геологии Сар. Г. У., т. I, в. 1, 1936, стр. 147—192.—Кузнецов В. Г., Физические свойства иловых отложений соляных озер. Соляные озера Крыма, 1936, стр. 235—263.—Линдтроп Н. Т., Уч. Кизыл. Азерб. Нефтяное хоз., № 3, 1938, стр. 21—26.—Литвинов И. М., Опыт строительства Южно-Трубно-Металлургического завода (Никопольская). Строительство на лёссовидных грунтах, 1939, стр. 147—191.—Лукашев К. И., Грунты СССР, 1939.—Маймин З. Л., Материалы к изучению майкопских отложений Керченского полуострова. Тр. НГРИ, сер. А, в. 117, 1939, стр. 36.—Макаренко Г. А., К тектонике Ново-Грозненской промысловой площади. Промысловые площади Грознефти, в. 4, 1933, стр. 17—40.—Макаренко Г. А., Пористость и механический состав песчаников нижнего Майкопа. «Грозненский нефтяник», № 9—10, 1934, стр. 17—19.—Макаренко Г. А., Краткие сведения о пористости нижнемайкопских песчаников Аргунского разреза. «Грозненский нефтяник» № 4, 1936, стр. 36—38.—Макеев З. А., Краткая инженерно-геологическая характеристика майкопских глин в области Волго-Донских сооружений. Тр. Геолог. Ин-та АН, IX, 1939, стр. 11—100.—Максимов Г. М., Мощность и физические свойства песчаников некоторых пластов Ново-Грозненского района. «Грозненский нефтяник», № 9—10, 1935, стр. 35—38.—Максимович Г. А., Пористость и механический состав песчаников Ново-Грозненского района, 48 стр., фонд Грознефти, № 1350, 1933.—Максимович Г. А., Режим XIX—XXI пластов Ново-Грозненского нефтяного района. «Грозненский нефтяник», № 5—6, 1933, стр. 4.—Максимович Г. А., Режим пластов Вознесенской площади, Артемовского нефтяного района. «Грозненский нефтяник», № 8, 1933, стр. 33.—Максимович Г. А., Очередные работы в области режима нефтяных месторождений. «Азербайджанское нефтяное хозяйство», № 4, 1934, стр. 23.—Максимович Г. А., К методике составления генеральных планов разработки нефтяных месторождений (с планом разработки XIX пласта Ново-Грозненского района).

Тр. Всесоюз. съезда ВНИТО нефтян., в 2, Плановая разработка нефт. месторожд., 1934, стр. 335.— Максимович Г. А., Режим нефтяного месторождения Верхне-Чусовские городки. «Азербайджанское нефтяное хозяйство», № 5, 1935, стр. 25—33.— Максимович Г. А., Происхождение аккумулятивного комплекса речных террас. ДАН, т. 30, № 6, 1941, стр. 515.— Маладин Г. А., Почвы Урала, Свердловск, 1936, стр. 328.— Малый Ф. А., Определение пористости и величины пор горных пород в порозиметре. «Нефтяное хозяйство», № 8, 1934.— Мирчинк М. Ф., Билибин В. В. и Гаврилов Я. В., Пористость нефтесодержащих пород. «Нефте-промышленная геология», 1938.— Михеев Б. И., О причинах разрушения зданий на территории Грозненских промыслов. «Строительная промышленность», № 8—9, 1930.— Можаровский Б. А., Геологическое и гидрогеологическое описание разведанных створов плотин, проектируемых на нижней Волге. Труды НИИ Геологии Сар. Г. У., т. I, в. I, 1936, стр. 193.— Моро А. И., Вопросы инженерной геологии в связи с реконструкцией р. Яузы. Труды Московск. Геолог. Треста, в. 22, 1936, стр. 75.— Муравьев И. М. и Трещин И. Ф., Курс эксплуатации нефтяных месторождений, ч. I, 1937.— Невин Ч., Проницаемость, ее измерение и значение. Иностран. Нефтяная техника, в. 40, Баку, 1933.— Нестеров Л. Я., Физические свойства горных пород. Краткий курс разведочной геофизики для геологов, 1938.— Преображенский И. А., Определение пористости несупучих пород. «Азербайджанское нефтяное хозяйство», № 1, 1931.— Преображенский И. А., Определение пористости супучих пород. Тр. АЗНИИ, в. V, 1932.— Приклонский В. А., Некоторые данные по физико-механическим свойствам покровных суглинков окрестности г. Москвы. Тр. ИГАН, в. 23, 1940, стр. 11—28.— Прохоров Э. А., Механический состав и пористость песков и песчаников продуктивной толщи, АЗНИИ, 1934.— Прохоров С. П., Характеристика инженерно-геологических условий долины р. Усы и Волго-усинского водораздела. Инженерно-геол. исслед. Волгостроя у Самарской Луки, 1937, стр. 100—113. Развитие пористости в известняках. «Новости нефтяной техники», Баку—Москва, № 7, 1937, стр. 27—28.— Рейх Г., Плотность геологических тел. «Прикладная геофизика», в. I, 1936, стр. 14—24.— Решеткин М. М., Материалы по изучению явлений деформаций грунтов на Джунских землях под Ташкентом. «Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии», ч. 3, 1933.— Рязанов В. А., О содержании коллоид в воздухе г. Молотова. «Гигиена и здоровье», 1941, стр. 55.— Саваренский Ф. П., Приклонский В. А. и Коломенский Н. В., Инженерно-геологические условия строительства железнодорожной магистрали и т. д. Тр. Геол. Инст. АН, т. 17, 1939, стр. 17—34.— Сахарова М. П., Взятие образцов грунта с ненарушенной структурой из скважины. Вопросы инженерно-геологических исследований в строительных целях. Тр. ВИОС, сб. 7, 1937, стр. 122—139.— Сельский В. А., Опыт исследования третичных отложений Грозненского района, 1932, стр. 197.— Семенов М. П., Характеристика инженерно-геологических условий на вариантах плотин. Инженерно-геол. исслед. для Волгостроя у Самарской Луки за 1929—30. ВОДГЕО, 1934, стр. 54—81.— Сермягин В. А., Литологическая характеристика известняков Ишимбаевского месторождения нефти. Труды НГРИ, сер. А, в. 101, 1938, стр. 5—13.— Старобинец Е. Я., Материалы по изучению физических свойств верхних спандонделловых пластов Старо-Грозненского района. «Грозненский нефтяник», № 11—12, 1935, стр. 19—24.— Старобинец Е. Я., Мощности и физические свойства продуктивных пластов Старо-Грозненского района. «Грозненский нефтяник», № 2, 1937, стр. 20—31.— Сухарев Г. М., О новой промышленно-нефтеносной площади Ачи-Су в Дагестане. «Грозненский нефтяник», № 11—12, 1935, стр. 7—19.— Токарь Р. А., Количественная характеристика макропористых (лёссовидных) грунтов. Вопросы инженерно-геологических исследований в строительных целях. Тр. ВИОС, сб. 7, 1937, стр. 99—120.— Успенская Н. Ю., Нефтеносность палеогена Северо-восточного Кавказа. «Нефтеносные месторождения восточного Предкавказья», 1937, стр. 187—206.— Фенчер Д., Льюис Д. и Бернс К., Физические испытания пород нефтеносных и газовых пластов и их свойства. Иностранная нефтяная техника, в. 105, 1939, стр. 32.— Чирвинский П. Н., Общее представление об ископаемой гидрогеологии Северного Кавказа. Сводный геологический и гидрогеологический очерк бассейнов рек Терека и Кумы. Тр. Северо-Кавк. АССР. Научн. Иссл. Инст. № 56, 1929, стр. 235—247.— Чирвинский П. Н., Палеогидрогеология, «Проблемы сов. геологии», № 8, 1933.— Чирвинский П. Н., Палеогидрогеология Хибинских тундр. Изв. АН., Сер. геол., № 4, 1939, стр. 23—42.— Шмаус А. и Виганд А., Атмосфера как коллоиды, 1935.— Шулгин С. В., К вопросу изучения геолого-физических свойств нефтяных песков и песчаников. «Нефтяное хозяйство», № 7, 1935, стр. 62—69.— Ферсман А. Е., Геохимия, т. I, стр. 246, 1934.

Adams J. E. Origin, migration and accumulation of petroleum in limestone reservoir in the Western United States and Canada. Problems of petroleum geology, pp. 347—363, 1934.— Athy L. F. Density, porosity and compaction of sedimentary rocks. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., n 14, 1930.— Athy L. F. Compaction and its effect on local structure. Problems of Petroleum Geology, pp. 511—533, 1934.— Bartram J. G. Elk. Basin oil and gas field. Structures of typical American oil fields, v. II, pp. 577—588, 1929.— Blumer E. Die Erdöllagerstätten und Kohlen-Wasserstoffvorkommen der Erdrinde

Grundlagen der Petroleumgeologie. Stuttgart, 1922.—Branner G. Sandstone porosities in Paleozoic region in Arkansas. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., n 1, 1937.—Buckley E. R. Building and ornamental stones of Wisconsin. Wisconsin Geol. Survey Bull. 4, pp. 400—403, 1898.—Delesse A. Recherches sur l'eau dans l'intérieur de la terre. Soc. Géolog. France. Bull. 2, sér., v. 19, p. 64, 1862.—Fuller M. L. Amount of free water in the earth's crust. U. S. Geol. Survey, water Supply, paper 160, 1906.—Geikie A. Textbook of Geology. v. 1, p. 410, 1903.—Grendy K. Ueber die Bewertung von natürlichen Gesteinen für bautechnische Zwecke. Halle (Saale), S. 53—55, 1928.—Hirschwald J. Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung, Berlin, 1912.—Höfer-Heimhalt H. Grundwasser und Quellen. 1920.—Howard W. V. A classification of limestone reservoirs. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., v. 12, n 12, p. 1153—1161, 1928.—Howard W. V. Accumulation of oil and gas in limestone. Problems of Petrol. Geol., pp. 365—375, 1934.—King E. H. Principles and condition of movements of ground waters. U. S. Geol. Survey. 19 Ann. Rep. pt. 2, p. 209—215, 1898.—Lilley E. R. The geology of petroleum and natural gas. 1950.—Lüger R. Die Wasserversorgung der Städte. Bd 1, S. 217, 1910.—Meinzer O. E. The occurrence of ground water in the United States. With a Discussion of principles. U. S. Geol. Survey. Water supply paper, 489, 1923.—Melcher A. E. Determination of pore space of oil and gas sands. Mining and metallurgy, n. 160, sec. 5 april 1920.—Melcher A. E. The porosity of the Bradford sand near Custer City and its relation to the production of oil. U. S. Geol. Mem. 1008, 1925.—Merrill G. P. Stones for building and decoration. Wisconsin Geol. Survey Bull. 4, Appendix, 1898.—Muir I. M. Limestone reservoir rocks in the Mexican oil fields. Problems of Petrol. Geol., p. 377—398, 1934.—Murray A. N. Limestone reservoirs in the North-Eastern United States and Ontario, Canada. Econ. Geol., v. 25, p. 45, 1930.—Nevin C. M. Porosity, permeability, compaction. Problems of petrol. geol., p. 807—810, 1934.—Nutting P. C. Some physical and chemical properties of reservoir rocks bearing on the accumulation and discharge of oil. Probl. of petrol. geol., 825—832, 1934.—Ramann. Bodenkunde. S. 309, 1911.—Sorby H. C. On the application of quantitative methods to the study of the structure and history of rocks. Geol. Soc. Quart. J., London, v. 64, p. 214, 1908.—Terzaghi K. V., Redlich K. A., Kampe R. Ingenieurgeologie. 1929.—Vatter H. Eine Grundwasserstudie im Lössgebiet des Lundganes (Oberelsass). 1919.—Wattmayer. Vorarbeiten zur Wasserversorgung der Stadt Berlin, 1871.—Wintgens. Beitrag zur Geologie von Nordholland. 1911.

G. A. MAXIMOVICH. POROSITY OF GEOSPHERES

Summary

Author calculates (basing on about 10,000 determinations) the porosity of surface geospheres. It constitutes in percents:

in the pedosphere	55
» » pelosphere	50
» » hypopedosphere	45—35
» » stratisphere	30—20
» » metamorphosphere	4—1
» » granitosphere	1
» » basic subgranitic cover	< 1.

Porosity stipulates the penetration of water and gas into the surface geospheres and forms one of their characteristics. It depends on temperature and pressure and is determined by the situation of geospheres in the profile of the Earth's crust.

For clays of the stratispheres a dependence of porosity upon the geotectonical conditions is observed (medium porosity of clay of plateforms—40%, of folded regions—20%).