

Новый тип моделей пористых пластов для нейтронного каротажа

Н. К. Кухаренко, Я. Н. Басин, Ю. П. Бальвас, Ю. В. Тюкаев

Успешное решение исследовательских задач нейтронного каротажа, связанных с изучением геологического разреза скважин, невозможно без широкого моделирования пористых пластов [1]. В зарубежной практике принята следующая технология изготовления моделей [2]. В карьерах изготавливают блоки естественных горных пород определенной литологии и пористости, которым придают нужную форму и размеры. Горные породы на обнажениях частично высушены, поэтому перед монтажом модели их насыщают водой или какой-либо другой жидкостью. Эта технология весьма трудоемка, к тому же такие модели обладают недостатками: трудно подобрать достаточно крупные блоки горных пород с хорошо выдержанной пористостью по всему объему; прочные монолитные блоки пород обычно имеют слабую проницаемость, что крайне осложняет их насыщение, которое обычно является неполным; практически невозможна смена флюида, заполняющего поровое пространство модели (например, смена воды на нефть), что резко ограничивает ее использование в экспериментах.

В последние годы был предложен метод моделирования, основанный на принципе подобия [3]. Однако этот метод имеет также недостатки. Во-первых, для каждой новой модели с иным коэффициентом подобия требуется существенное преобразование скважинного прибора, во-вторых, создание таких моделей затруднено подбором вещества, идентичного флюиду, заполняющему скважину и пласт, и сменой флюида для других условий измерения.

Авторами статьи разработан* новый тип моделей пористых пластов, свободный от указанных недостатков. Особенность новых моделей — наличие в них искусственного порового пространства. Последнее представляет собой систему горизонтальных полостей между плитами плотной породы и вертикальных отверстий в плитах. Объем тех и других одинаков. Толщина плиты и расстояния между отверстиями (каналами) меньше длины свободного пробега быстрых нейтронов. Поровое пространство и скважина модели легко могут быть заполнены любым нужным флюидом.

По размерам, форме и распределению в породе искусственное поровое пространство существенно отличается от естественной пористости пласта. Это требует расчетного или экспериментального обоснования их взаимозаменяемости.

Результаты необходимой точности с помощью расчетов могут быть получены лишь методом Монте-Карло, однако он не дает общего решения и требует составления программы расчета на быстродействующей электронно-счетной машине для каждого варианта модели. Для упрощенной геометрии порового пространства такие работы начаты. В то же время были проведены эксперименты на модели песчаного пласта с пористостью 40%, влажностью 4%. По замедляющим свойствам песок с такой влажностью примерно эквивалентен известняку с влажностью 1%. Дополнительное водородсодержание в пласте (табл. 1) создавалось

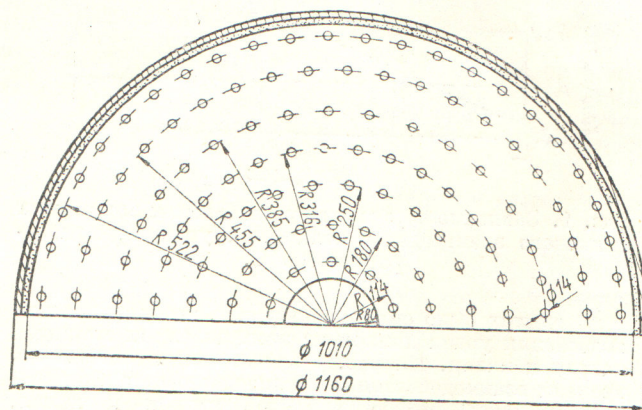
* Разработка велась во ВНИИ геофизики и ВНИИ ядерной геофизики и геохимии.

Таблица 1

Водород- и хлорсодержание моделей

Пласт	Водородсодержание в водных эквивалентах, %				Cl, г/л (для общего объема пласта)
	равномерное распределение	в горизонтальных слоях	в вертикальных стержнях	суммарное	
Песок	4	—	—	4	—
Песок с горизонтальными слоями целлулоида	4	2,5	—	6,5	—
Песок с равномерно распределенным по объему измельченным целлулоидом	6,5	—	—	6,5	—
Песок с решеткой	4	2,5	3,0	9,5	10
Песок с измельченным материалом решетки	9,5	—	—	9,5	10

системой горизонтальных слоев из листового целлулоида (толщиной 2 мм через 50 мм песка), решеткой из тех же слоев и вертикальных стержней (трубок из винипласта диаметром 14/11 мм, залитых парафином) (см. рисунок),



Расположение водородсодержащих стержней в экспериментальной гетерогенной модели «песок с решеткой».

равномерно смешанным с песком раздробленным материалом горизонтальных слоев и решетки. В состав целлулоида, парафина и винипласта помимо водорода и хлора входит ряд других элементов. Их влиянием можно пренебречь в связи с небольшим количеством

и близостью по нейтронным свойствам к кислороду, одному из главных компонентов песка.

Измерения в моделях проводились методом нейтронного γ -каротажа (НГК) с зондами длиной 50 и 24 см в скважине диаметром 15 см, заполненной пресной водой. Применялся счетчик типа ВС-14 с кадмиевым окружением толщиной 0,5 мм. Результаты измерений (табл. 2) выражены в условных единицах (через показания соответствующего зонда НГК в пресной воде).

Таблица 2

Результаты измерений по методу НГК при различном распределении водорода в моделях, усл. ед.

Пласт	Зонд 50 см		Зонд 24 см
	стенка скважины	центр	стенка скважины
Песок	4,47	3,32	1,51
Песок с горизонтальными слоями целлулоида	3,38	2,64	1,61
Песок с измельченным целлулоидом	3,62	2,96	1,45
Песок с решеткой	3,26	2,91	1,38
Песок с измельченным материалом решетки	3,30	2,97	1,41

Из рассмотрения табл. 2 следует:

1. При наличии горизонтальных водородсодержащих прослоев показания НГК для большого зонда (50 см) ниже и для малого зонда (24 см) выше, чем показания для однородной пористой среды такого же водородсодержания. Следовательно, указанное распределение водорода в пласте эквивалентно некоторому увеличению его водородсодержания против действительного (фиктивной водонасыщенности). Различия (по сравнению с показаниями для однородной среды) состав-

ляют 7% при большом зонде и 11% при малом. Можно приблизительно оценить величину дополнительной фиктивной водонасыщенности по измерениям с зондом 50 см, если принять для изучаемого диапазона линейную зависимость показаний НГК от логарифма водонасыщенности. Дополнительная фиктивная водонасыщенность составит примерно 1 абс. %.

2. Показания НГК при измерениях как с большим, так и с малым зондами в пластах, представляющих собой песок с решеткой и тот же песок с однородно размешанным в нем размельченным материалом решетки, почти одинаковы (различия 1—2%). Отсюда следует, в частности, что анизотропия пласта по водородсодержанию за счет вертикальных стержней сказывается на показаниях НГК примерно так же, как и анизотропия за счет горизонтальных слоев, но с обратным знаком. Делая такой вывод, мы пренебрегаем некоторым влиянием на показания НГК анизотропии по хлору пласта «песок с решеткой». Оценочные расчеты показывают, что оно незначительно.

Изложенное выше подтверждает возможность создания искусственных пористых пластов, названных нами гетерогенными. Новый тип моделей весьма перспективен и значительно облегчит решение исследовательских задач ядерной геофизики. В настоящее время созданы опытные гетерогенные модели карбонатных пластов с пористостью 11 и 15%, используемые для решения задач нейтронного каротажа.

Поступило в Редакцию 4/X 1962 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. А. Барсуков и др. Радиоактивные методы исследования нефтяных и газовых скважин. М., Гостоптехиздат, 1958.
2. И. Т. Деван. Сб. «Промысловая геофизика», № 2, М., Гостоптехиздат, 1960, стр. 40.
3. Ш. А. Губерман. Теория подобия и радиометрия скважин. М., Гостоптехиздат, 1962.

УДК 551.594.1

О вторичном пылевом компоненте радиоактивных загрязнений приземного слоя атмосферы

Б. И. Стыро, Ч. А. Гарбалюскас, В. И. Луянас, В. П. Матулявичус, Т. Н. Недвецкайте, И. С. Томкус

Несколько лет назад было высказано предположение [1], что в составе радиоактивных загрязнений атмосферного воздуха должен находиться компонент, поднимаемый ветром с земли вместе с мелкодисперсной пылью. Позднее Рейтер [2], измеряя концентрацию радиоактивных загрязнений воздуха на горе и в долине [2] и сопоставляя отношение величин долгоживущих и короткоживущих компонентов в этих пунктах, обнаружил, что первое отношение всегда больше единицы, а второе — меньше. Эта особенность была объяснена следующим образом [1]. Аэрозоли, оседающие из верхних слоев атмосферы, перемешиваются с радиоактивными веществами, накопившимися в течение длительного времени на поверхности земли и поднимаемыми турбулентными потоками в приземной слой воздуха.

Наземная же пыль содержит выпадения преимущественно долгоживущих изотопов.

С целью выделения вторичного компонента в радиоактивных выпадениях и оценки его величины в июле—августе 1961 г. был проведен отбор соответствующих проб в четырех пунктах: в районе поселка Нида на Куршской косе (ширина косы — 2 км), отделенной от материка 12-километровым заливом; на свайном посту в Куршском заливе в 5 км от косы и 7 км от материка; в районе поселка Шилуте, расположенном на расстоянии 15 км от берега, и в районе Вильнюса (пост Ерузале на расстоянии — 6 км от города), удаленном на 270 км от побережья.

Радиоактивные выпадения собирали на поверхность дистиллированной воды в сосуды площадью 3200 см²,