

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Р. Г. АРУТЮНЯН

**ГИДРОГЕОХИМИЯ
ПЛАСТОВЫХ ВОД
ТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
АРАРАТСКОЙ КОТЛОВИНЫ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Научный руководитель — доктор геолого-
минералогических наук, профессор А. И.
СИЛИН-БЕКЧУРИН.

Е Р Е В А Н 1 9 6 6

акад. Левкий Глеус С.С.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Р. Г. АРУТЮНЯН

421

**ГИДРОГЕОХИМИЯ
ПЛАСТОВЫХ ВОД
ТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
АРАРАТСКОЙ КОТЛОВИНЫ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Научный руководитель — доктор геолого-
минералогических наук, профессор А. И.
СИЛИН-БЕКЧУРИН.



ЕРЕВАН 1966

Ереванский Государственный Университет направляет Вам автореферат диссертации Р. Г. Арутюняна на тему: «Гидрогеохимия пластовых вод третичных отложений Араратской котловины», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация выполнена в секторе гидрогеологии института геологических наук АН Армянской ССР.

Защита диссертации назначена на *11 июля 1966 г.*
Автореферат разослан 14/IX/66 1966 г.
Отзывы на автореферат в двух экземплярах просим направлять по адресу: Ереван-49, ул. Мравяна 1, Ереванский Государственный Университет.

Ученый секретарь Совета ЕГУ

(Г. М. МНАЦАКАНЯН)

АННОТАЦИЯ

Работа состоит из введения, семи глав, основных выводов, указателя литературы и приложений.

Рукопись содержит 220 стр. машинописного текста, включая графический материал в виде фото, таблиц и приложений, общее количество которых составляет 75 шт.

Список использованной литературы включает 112 названий.

ВВЕДЕНИЕ

До настоящего времени в пределах Араратской котловины изучались подземные воды зоны неглубокой циркуляции, а пластовые воды осадочного комплекса третичного времени не исследовались. Реферлируемая работа, выполненная в Институте геологических наук АН Армянской ССР, ставит целью восполнить этот пробел.

В работе рассматриваются условия и закономерности формирования химического состава пластовых вод третичных образований котловины (Ереванский и Октемберянский прогибы) с применением метода палеогеологического анализа.

За время работы изучены также воды зоны неглубокой циркуляции, изучен и обобщен материал по химическому и газовому составу пластовых вод. В кернах из глубоких разведочных скважин проведены определения содержания хлора, поглощенного комплекса пород разных литологических разновидностей, проведены опыты по выщелачиванию воднорастворимых солей. По некоторым образцам изучались легкорастворимые карбонатные соли для определения коэффициента солености вод древних водоемов. Кроме того, использованы опубли-

ликованные работы других исследователей по геологии и гидрогеологии Араратской котловины.

Работа проводилась автором в течение 1962—1965 гг. под руководством проф. А. И. Силина-Бекчурина. В процессе работы автор пользовался ценными указаниями и советами проф. А. Т. Асланяна, кандидатов геол.-минер. наук—Н. И. Долухановой, В. А. Аветисяна, А. Л. Ананяна, П. М. Каплянана, А. Р. Галстяна, И. Х. Петросова, М. А. Мовсисяна, С. К. Арзуманяна и всесторонней помощью коллектива геологов нефтеразведочной экспедиции.

Химические анализы вод, водных вытяжек, поглощенного комплекса и содержания хлора в породах проведены в гидрохимической лаборатории ИГН АН Арм. ССР под руководством кандидата химических наук Э. А. Кюрегян, а также в физико-химической лаборатории Института курортологии аналитиком Л. Г. Дарбинян. Указанным товарищам автор выражает глубокую благодарность.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

В главе «Природные условия» приводится краткая характеристика физико-географических и климатических условий района. Дается небольшая сводка по гидрографии.

Далее в первом подразделе второй главы описывается история геолого-гидрогеологической изученности района как дореволюционного, так и послереволюционного периодов.

Выявилось, что большинство работ исследователей посвящено вопросам геолого-стратиграфического характера, а имеющиеся работы по гидрогеологии касаются вод только верхней зоны, неглубокой циркуляции.

Вопросы формирования химического состава пластовых вод третичных отложений изученного межгорного прогиба освещаются впервые.

В геологическом очерке приводится стратиграфическая схема района (по А. Т. Асланяну и А. А. Габриеляну).

В разрезе третичных отложений выделяются следующие стратиграфические подразделения: комплекс эоценовых отложений, нижний-средний олигоцен (шорахбюрская толща), верх. олигоцен-ниж. миоцен (пестроцветная толща), средний миоцен (гипсоносно-соленосная толща), верхний миоцен (зангинская толща), плиоцен. Общая мощность третичных отложений Ереванского и Октемберянского прогибов составляет соответственно 3000—3500 м и 5000 м.

Выделенные образования смяты в брахискладки различной ориентации.

Тектоническое районирование исследуемой территории приводится по схемам А. А. Габриеляна (1958), А. Т. Асланяна (1955, 1958) и С. К. Арзуманяна (1962). Дается краткое описание выделенных структур, их местоположение и распространение, геологическое строение и пр.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ГЛАВА III

КРАТКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ВЗГЛЯДОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ХЛОРИДНЫХ-НАТРИЕВО-КАЛЬЦИЕВЫХ ВОД

Изложение главы построено в разрезе истории развития взглядов по этому вопросу в соответствии с разными этапами развития гидрохимии и геологии. Автор присоединяется к мнению исследователей о том, что к рассмотрению условий формирования химического состава подземных вод нужно подходить комплексным путем, применяя различные методы изучения: экспериментальный, сравнительно-гидрогеологический, геолого-исторический и др.

Из изложенного становится понятно, что не может существовать единая схема, объясняющая генезис подземных вод. Для каждой территории в отдельности следует исходить из специфических геолого-тектонических условий и рассматривать его на базе палеогидрогеологического анализа.

ГЛАВА IV

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ АРАРАТСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Весь комплекс пород, слагающих Араратскую котловину и заключенные в них подземные воды можно подразделить на два структурных этажа (гидродинамические зоны): верхний и нижний.

В верхнюю зону входят воды аллювиально-деллювиальных, пролювиальных, озерно-речных и лавовых образований четвертичного периода, а также базальтов и андезито-базальтов плиоцена.

Нижнюю гидродинамическую зону составляют воды отложений эоцена, олигоцена и миоцена.

А. Подземные воды верхней гидродинамической зоны

Грунтовые воды (верховодка) равнинной части котловины заключены в аллювиально-пролювиальных отложениях. Отмечаются несколько источников питания. Это, в основном, воды атмосферных осадков, выпадающих в предгорной части котловины, воды, идущие с горных массивов (Арагац, Гегамское нагорье), воды долин и конусов выносов рек. Особенно обильными являются воды рамы гор. Часть из них, стекая, поступает в наносы; другая часть выходит на дневную поверхность в виде родников. Глубина стояния уровня грунтовых вод колеблется от 0,5 до 2,5 м. Общее направление движения—восточное.

Химизм грунтовых вод обуславливается климатическими факторами. На участках, где глубина залегания значительна, встречаются воды пресные или слабоминерализованные, гидрокарбонатного-кальциево-натриевого состава; там, где на них накладывается климатический фактор (испарение), воды становятся минерализованными (минерализация больше 2 г/л), хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатного-натриево-кальциевого состава.

Подземные воды в андезито-базальтовых лавах характеризуются гидрокарбонатным-кальциевым типом с незначительной минерализацией (до 1,4 г/л). Широкое распространение имеют воды гидрокарбонатного-натриевого типа, в составе которых часто отсутствуют сульфаты и магний.

Напорные воды озерно-речного комплекса развиты преимущественно в центральной (равнинной) части котловины. Они обнаружены многочисленными скважинами в Октемберянском, Эчмиадзинском, Арташатском районах на глубинах до 200—300 м.

Песчаные прослои, которые являются водоносными горизонтами, разобщены пластами относительно водоупорных глин. Количество напорных водоносных горизонтов обуславливается количеством и степенью однородности глинистых пластов. На отдельных участках подземные воды имеют неодинаковый пьезометрический напор, обусловленный неодинаковостью морфологического и гипсометрического положения толщи указанного комплекса.

Движение подземных вод, согласно построенной нами карты гидроизопъез, происходит в основном в направлении СЗ—ЮВ.

В гидрохимическом отношении подземные воды указанного комплекса можно разбить на три основных типа: гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные. Преимущественное распространение имеют воды первого типа, представленные гидрокарбонатно-хлоридными-натриевыми и гидрокарбонатно-хлоридными-кальциевыми составами с минерализацией 0,2—1,0 г/л. Воды сульфатного и хлоридного типов имеют весьма ограниченное распространение и развиты в северо-западной и северо-восточной частях площади распространения озерно-речного комплекса. Не исключена возможность подтока и смешения этих вод из относительно глубоких водоносных комплексов по системам трещин.

Б. Подземные воды нижней гидродинамической зоны

Воды осадочных образований третичного периода (эоцен, олигоцен, миоцен) составляют нижнюю гидродинамическую зону и разделены от водоносного комплекса верхней зоны толщей глинистых соленосно-гипсоносных отложений. Основными водоносными горизонтами здесь являются песчаники, глинистые песчаники, туфопесчаники и пр.

В пластовых водах обнаружены газы как растворенные, так и свободно выделяющиеся. Исследования показали, что газы состоят, в основном, из метана и более тяжелых газов углеводородного ряда, азота и инертных, а также CO_2 и частично O_2 .

Такие газы, как H_2 и CO в водах не обнаружены. Исключение составляет скважина 1 опорная (Октемберян), где в двух пробах обнаружен водород.

Состав газов и вод получен в результате анализов, выполненных в газовой лаборатории нефтеразведочной экспедиции. Произведен расчет упругости растворенных газов по методике, предложенной Т. А. Мишиной, О. И. Авдеевой и Т. К. Божовской (1961), а также по опытным данным М. Р. Лозовского (1957).

I. Разданская площадь (СВ часть Араратской котловины). Гидрогеохимическая характеристика пластовых вод этой площади дается по данным глубоких скважин (4-р, 11-р, 15-р).

Водоносный комплекс в. олигоцена-н. миоцена. Подземные воды охватывают в основном пестроцветную толщу.

В комплексе отложений выделяются несколько маломощных водоносных горизонтов, залегающих на глубинах 900—1200 м. Воды хлоридно-гидрокарбонатного-натриево-магниевого типа с минерализацией от 22 до 55 г/л. В составе вод обнаружена нафтеновая кислота 0,97 мг/л. Генетические коэффициенты вод колеблются в широких пределах. Так, $\frac{rNa}{rCl}$ варьирует от 0,98 до 0,61; Cl/Vг коэффициент достигает больших величин (10 000), а коэффициент метаморфизации $\frac{rCl-rNa}{rMg}$ —0,06—1,2. Ионно-солевой состав вод характеризуется преобладанием хлора над натрием, незначительным (до 3% экв.) содержанием сульфатов. Состав растворенных газов отличается большим содержанием углекислоты и частично азота. Общий объем растворенного газа в водах составляет 570—690 мл в одном литре.

Водоносный комплекс олигоцена. Включает несколько маловодообильных водоносных горизонтов, залегающих на глубинах порядка 1200—2400 м. Минерализация составляет 27—28 г/л. Тип воды не меняется. Наблюдается увеличение J до 65 мг/л и Vг до 25 мг/л. Значение Cl/Vг коэффициента остается высоким (до 10 000). Коэффициент $\frac{rNa}{rCl}$ достигает 0,98. Коэффициент метаморфизации равен 0,7. Состав растворенных газов представлен углекислотой, азотом и метаном. Парциальное давление азота и инертных газов составляет около 30 ат; на долю метана и тяжелых углеводородов приходится всего 2 ат и значительно меньше на углекислоту.

Водоносный комплекс эоцена. Водоносные горизонты залегают на глубине 1400—2300 м. Минерализация вод достигает 21 г/л. Увеличение значения коэффициента $\frac{rNa}{rCl}$ до 1,4 ука-

зывает на заметное увеличение натрия в ионно-солевом составе, что, в свою очередь, связано с поступлением в состав вод гидрокарбонатов щелочных металлов. Cl/Vg коэффициент 3000.

Газонасыщенность вод различна для разных интервалов глубин. На глубинах порядка 1400—1600 м общий объем растворенного газа составляет 20—22 мл/л, а на глубине 1600—2000 м и ниже доходит до 300 мл/л. Общая упругость колеблется в пределах 15—55 ат.

II. Октемберьянская площадь (юго-западная часть Ара-ратской котловины). Гидрогеохимическая характеристика вод дается по данным глубоких скважин (5-р, I опорная и 2-р).

Водоносный комплекс миоцена. Подземные воды в отложениях этого комплекса обнаружены в породах понт-мэотиса. Водоносные горизонты залегают на глубине 400—2200 м. Это, в основном, воды хлоркальциевого типа или хлоридные-нариево-кальциевые (по М. Курлову) с минерализацией до 118 г/л. Впрочем, воды с такой высокой минерализацией обнаружены только в двух горизонтах опорной скважины. Очевидно, это глубины, где наряду с процессом метаморфизации происходит процесс концентрирования. В остальных водоносных горизонтах комплекса минерализация вод не превышает минерализацию пластовых вод того же комплекса в северо-восточной части котловины.

Наблюдается уменьшение коэффициента $\frac{rNa}{rCl}$ до 0,37, а Cl/Vg до 286.

О процессах метаморфизации подземных вод и о наличии в недрах вод хлоркальциевого типа указывают повышение значения генетических коэффициентов (от 1,02 до 20).

Содержание Vg колеблется в пределах 35—90 мг/л и выше, а J —30 мг/л. В понт-мэотических образованиях состав растворенных газов характеризуется значительно большим содержанием азота и метана. Общий объем растворенных газов составляет 110 мл/л.

Водоносный комплекс в. олигоцена-н. миоцена. Характеризуется наличием вод хлоркальциевого типа малой минерализации (2—17 г/л). Содержание Vg доходит до 104 мг/л; иод

обнаруживается в следах. Коэффициент $\frac{rNa}{rCl}$ достигает 0,59. Уменьшается также Cl/Bг коэффициент, который на глубине 2680 доходит до 20. Аномальное снижение коэффициента можно объяснить возможным поступлением в воду из органических веществ брома биогенного происхождения. Высоким остается коэффициент метаморфизации. Состав растворенных газов отличается значительным содержанием азота и инертных газов, а также метана и более тяжелых углеводородов. Углекислота имеет подчиненное значение.

Далее в главе описываются результаты сопоставления величин общей упругости газов с величинами пластовых давлений. В результате сопоставления было выяснено, что наиболее газонасыщенны воды понт-мэотических образований на Октемберянском участке.

Глава заканчивается подразделом, в котором на основе имеющихся данных освещается общая характеристика подземного стока.

По предложенной А. И. Силиным-Бекчурным (1948) формуле нами высчитаны приведенные давления пластовых вод, и по ним построена приблизительная схема движений подземных вод в олигоценовом комплексе пород.

Видимых очагов разгрузки нет. Можно предположить наличие скрытой разгрузки, при которой основная масса подземных вод поступает в соседний Октемберян-Арташатский прогиб. В зоне залегания Ереванского глубинного разлома (А. Т. Асланян, 1955), вероятно, происходит подток части соленых вод в верхние горизонты. На это указывают естественные и искусственные выходы соленых вод в районе с. Агамзалу и др.

Основываясь на общих геологических и гидрогеологических условиях, можно предположить, что движение подземных вод в перекрывающих и подстилающих образованиях, в общем, сходно с таковыми для олигоценовых пород, так как весь комплекс слагающих котловину образований (осадочная толща) имеет согласное залегание с постоянством структурно-тектонических условий (зоны разломов, сводовых поднятий и др.).

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА
ПОДЗЕМНЫХ ВОД АРАРАТСКОЙ КОТЛОВИНЫА. Формирование химического состава подземных вод
верхней гидродинамической зоны

Условия залегания и распространения подземных вод в озерно-речном комплексе привели к образованию двух типов: верховодки, формирование химического состава которой находится в полной зависимости от сезонных климатических изменений, и напорных, артезианских. Основная же роль в их формировании принадлежит атмосферным осадкам, выпадающим в областях питания (Арагацский и Гегамский массивы).

По данным химических анализов атмосферных осадков и пород, в пределах которых циркулируют подземные воды, прослеживается ход процессов метаморфизации атмосферных осадков в направлении от областей питания к областям разгрузки. Схематически это можно представить так: атмосферные осадки, выпадающие в пределах распространения эффузивных образований, благодаря наличию сети трещин просачиваются вглубь лавового потока, входя в физико-химическое взаимодействие с вмещающими породами. По пути миграции они частью разгружаются в региональных дренах (каньон р. Раздан), частью же по понижениям водоупоров двигаются в направлении равнинной части Араратской котловины. Входя в пределы равнины, подземные воды распределяются в песчаных слоях, разобщенных отдельными прослоями синих глин, образуя напорные воды.

Формирование вод гидрокарбонатного типа в озерно-речном комплексе происходит за счет разложения известково-натриевых полевых шпатов, входящих в состав андезито-базальтов и катионного обмена с глинистыми прослоями.

Формирование подземных вод сульфатного и хлоридного типов связано с процессами выщелачивания сульфатных и хлоридных солей в составе глинистых водоупорных пород.

Ионно-солевой состав, небольшая температура (до 12—13°) и минерализация (до 2 г/л) вод озерно-речного комплекса указывают на близость расположения областей питания и стока. Все эти условия позволяют выделить их в группу вод зоны неглубокой циркуляции.

Б. Формирование химического состава подземных вод нижней гидродинамической зоны

1. **Ереванский прогиб.** Формирование химического состава пластовых вод осадочного чехла (эоцен, олигоцен, миоцен) протекает в условиях тесного физико-химического взаимодействия поверхностных вод с вмещающими и контактирующими породами.

Питание осуществляется двумя путями: грунтовыми водами лавовых потоков, проникающими вглубь породы по тектоническим нарушениям, и атмосферными осадками, инфильтрующимися в местах обнажения осадочной толщи. В процессе миграции вглубь породы по контакту с отложениями каменной соли подземные воды выщелачивают легкорастворимые соли этих отложений и распространяются в пределах водоносных коллекторов (песчаников, туфопесчаников и пр.). Солевой состав вод, в основном, обогащается хлоридами натрия, содержание которых в соленосных отложениях доходит до 98%, а хлоридов магния—2,53% (А. А. Джафаров, 1957).

Дальнейшая метаморфизация подземных вод происходит в пестроцветной толще, где они становятся хлоридно-магниевыми. Значения генетического коэффициента $\frac{rNa+rK+rMg}{rCl}$

$= 1,05-1,2$ (для пестроцветной толщи) совместно со значением коэффициента $\frac{rNa}{rCl} < 1$ определяет хлормагниевый тип воды (Н. В. Тагеева, 1960), характерный для зоны среднего водообмена. Вероятнее всего, что пластовые воды в олигоцен-и. миоценовых образований (пестроцветная толща) образовались в результате миграции и смешения инфильтрационных вод с рассолами хлоридно-натриево-кальциевого типа. Последние по системам тектонических нарушений и, в основном, под влиянием большого количества углекислого газа, поступающего из более глубоких зон, поднимаются в близповерхностные участки и в подластовом пространстве разбавляются водами, выщелачивающими соленосно-гипсоносные отложения.

Нижние части разреза, охватывающие олигоценовые и эоценовые образования, характеризуются водами хлоркаль-

циевого типа. Формирование их происходит в условиях, связанных с геохимическими особенностям глубинной обстановки, т. е. с восстановительными условиями среды. Об этом свидетельствуют обнаруженные в составе пластовых вод J, Br—элементы, не свойственные для вод зоны свободного водообмена. Малосульфатность этих вод или почти их полное отсутствие связано с процессами восстановления сульфатов органическими веществами в породах, среднее содержание которых колеблется от 0,13 до 0,95 (Н. И. Гусева и В. В. Пайразян, 1963).

По данным содержания хлора в породах различных геологических комплексов и минерализации пластовых вод построен график зависимости, согласно которому высокое содержание хлора в породах обуславливает высокие значения минерализации пластовых вод. Данные сравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование толщ и возраст пород	Cl, %	Минерализация пластовых вод (ср. для толщи) г/л
Гипсоносно-соленосная (ср. миоцен)	21,7	Воды не обнаружены
Пестроцветная (в. олигоцен—н. миоцен)	1,98	42,0
Шорахбюр (ниж. ср.—олигоцен)	0,25	27,4
Эоцен	0,16	18,0

Результаты анализов водных вытяжек из пород (кернов) скважин Разданской площади подтверждают высказанные предположения об условиях формирования пластовых вод в Ереванском прогибе.

Ниже приводятся данные сравнения гидрогеохимических показателей пластовых вод и водных вытяжек (табл. 2).

Таблица 2

Возраст отложений	Пластовая вода			Водная вытяжка		
	rNa rCl	rCl—rNa rMg	Тип воды по классификации В. Сулины	rNa rCl	rCl—rNa rMg	Тип воды по классификации В. Сулины
Миоцен	0,98	0,06—0,8	Cl—Mg	1,09— 0,82	0,7	SO ₄ —Na Cl—Mg
Олигоцен	0,71	0,7	Cl—Mg	0,73— 0,11	0,9— 2,0	Cl—Mg Cl—Ca
Эоцен	1,1	6,0	Cl—Ca	0,10	1,4	Cl—Ca

На основании полученных данных по пластовым водам, водным вытяжкам и составу поглощенного комплекса дается заключение о том, что пластовые воды различных литологических комплексов в пределах Ереванского прогиба представляют собой воды выщелачивания. Обогащаясь в процессе движения хлористыми солями натрия в контакте с соленосно-гипсоносными отложениями ср. миоцена, они частью мигрируют в подстилающие олигоцен-эоценовые породы. В последних могут образоваться также воды, химический состав которых формируется только за счет физико-химического взаимодействия с вмещающими породами. Так формируются хлоридные-натриево-кальциевые воды выщелачивания. О том, что это, действительно, воды выщелачивания, свидетельствуют высокие значения хлор-бромного коэффициента (от 2000 до 10 000).

2. Октемберянский прогиб

Вопрос миграции и последующего распределения подземных вод во вмещающих породах в пределах прогиба в настоящее время остается не совсем ясным. Однако, основываясь на геолого-структурных особенностях территории, можно указать на источники питания подземных вод. Нам представляется, что питание подземных вод осуществляется в основном с северной (с массива горы Арагац) и южной (бассейн р. Аракс) областей.

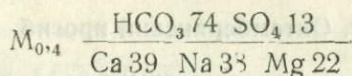
Подземный сток с массива горы Арагац составляет 23,1 м³/сек, тогда как приходная часть подземного стока в пределах прогиба составляет 20 м³/сек (Г. Г. Оганезов, 1962). Предполагается, что оставшаяся часть распределяется в подстилающие вулканогенные и озерно-речные образования. О влиянии вод массива г. Арагац свидетельствуют увеличения дебита пластовых вод снизу вверх по разрезу скважин.

Немаловажное значение имеют воды р. Аракс, питающие пластовые воды с южной стороны прогиба. Возможность такого питания основывается на том, что на участке впадения р. Ахурян в р. Аракс, вдоль ее ущелья обнажаются песчано-глинистые молассовые отложения (средний миоцен-средний сармат). Отметка места слияния рек составляет 950—955 м, тогда

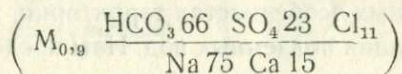
как высотное положение равнинной части определяется отметками 800—900 м. Расход реки Аракс на участке выходов молассовых отложений составляет десятки кубометров (по данным гидрометслужбы). Вниз по течению, где указанные образования перекрыты наносными озерно-речными образованиями, расход р. Аракс несколько уменьшается.

Основываясь на этих данных, можно отметить, что пластовые воды питаются за счет инфильтрации речного стока. На это указывают увеличения дебита от 0,4 до 2,0 л/сек на глубине 400—500 м (скв. 5-р).

Формирование химического состава происходит следующим образом. Воды р. Аракс в процессе миграции по песчано-глинистым отложениям вступают в физико-химическое взаимодействие с солевым составом вмещающих пород. Формула химического состава вод р. Аракс следующая:



На дальнейший ход метаморфизации показывают данные химического анализа вод родника с. Хербеклу



По глубине разреза меняется состав воды от хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатных-натриевых к хлоридным-натриевым соленым водам и рассолам повышенной минерализации.

В составе вод сульфаты исчезают, что связано с восстановлением органическими веществами. Среднее содержание последних колеблется от 0,20 до 1,51% (В. В. Пайразян, 1964).

На наш взгляд, воды р. Аракс и массива г. Арагац не могут проникать в глубокие горизонты разреза (олигоцен), в связи с уменьшением пористости (16,7 до 6,9%), слагающих пород (А. А. Садоян). Принимая во внимание такое предположение, можно заключить, что нижние слои разреза (олигоцен?) содержат метаморфизованные воды древних морских бассейнов, отжатые в водоносные коллекторы на различных стадиях диагенеза осадков. На это указывают близкие к морским водам значения Cl/Vг коэффициентов.

Низкие значения Cl/Vg коэффициента сопровождаются и низкими значениями $\frac{rNa}{rCl}$. Это обстоятельство объясняется процессами обменной сорбции между натрием воды и кальцием породы. Переход в воду кальциевых солей приводит к формированию вод хлоридного-натриево-кальциевого типа. О возможном протекании процессов катионного обмена свидетельствует содержание в водах ионов кальция и уменьшение или почти полное отсутствие сульфат-ионов. Бессульфатная обстановка является благоприятной для катионного обмена, ибо образование хлоридов кальция и их последующее удержание в растворе возможно только при удалении из раствора сульфатов магния. На возможные пути подобного образования подземных соленых вод указывал ряд исследователей (В. А. Сулин, А. И. Силин-Бекчурин, А. М. Овчинников и др.).

На основе фактического материала по гидрохимии пластовых вод Араратской котловины построены схематические карты гидрохимической зональности по кровле эоценовых, нижне-среднеолигоценых и в. олигоцен-н. миоценовых отложений, а также схематические гидрохимические разрезы.

ГЛАВА VI

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АРАРАТСКОЙ КОТЛОВИНЫ

В процессе работы мы старались охватить комплекс факторов, влияющих на формирование подземных вод. Палеогидрогеологические реконструкции, базировались на фацциально-палеогеографических, литологических и геоструктурных данных, охватывающих несколько этапов третичного периода развития Араратской котловины. Большое внимание уделялось вопросу выяснения гидрохимической характеристики подземных вод в различных литологических комплексах пород.

Для этого принимались следующие основные типы вод: 1) морские, соленые, седиментационные; 2) пресные, инфильтрационные; 3) воды сложного состава — седиментационно-инфильтрационные.

Для морского этапа формирования основное внимание уделялось вопросу состава вод древних водоемов. С этой целью проводились определения состава и емкости поглощенного комплекса и содержания хлора в глинистых породах (методом сплавления с последующим контролем по методике Р. Л. Телешовой, 1964).

На основе проведенных исследований и результатов работ за последние годы по изучению геологии, литологии, минералогии Ереванского и Октемберянского прогибов (А. Т. Асланян, А. А. Габриелян, И. Х. Петросов, М. А. Мовсесян и др.) рассматриваются условия формирования подземных вод этих регионов в различные периоды третичного времени.

В истории гидрогеологического развития исследуемой территории выделяются четыре основных этапа: а) нормально-морской, б) континентально-лагунный, в) опресненно-морской, г) континентально-озерный.

Каждый из выделенных этапов охватывает несколько периодов третичного времени: первый этап охватывает периоды от эоцена до верхнего олигоцена, второй от в. олигоцена до сармата, третий—в. сармат-н. плиоцен и четвертый—нижний-средний плиоцен.

Первый этап. Характеризуется общим прогибанием Арагатской котловины и трансгрессией моря.

Воды морского бассейна имели нормальную соленость. Об этом свидетельствуют данные по содержанию хлора в породах (0,20—0,32%).

Палеогидрогеологические условия этого периода можно представить в следующем виде.

Ереванский и Октемберянский прогибы были залиты морем, в котором происходило отложение песчано-глинистого материала.

Последующие процессы диагенеза привели к тому, что содержащаяся в глинистых образованиях морская вода под воздействием сначала седиментационного, а в дальнейшем и гравитационного уплотнения, постепенно вытеснялась в водоем и окружающие породы.

Песчанистые горизонты заполнялись при этом водами, выжимаемыми из глинистых прослоев.

В сопредельных областях суши происходило накопление вод различного состава.

В отложениях дат-палеоцена в связи с литологическими характером пород (терригенные, песчано-известковые отложения) и длительностью их нахождения в континентальных условиях, были развиты пресные инфильтрационные воды. Вследствие интенсивной вулканической деятельности в Памбакско-Севанской зоне были распространены минерализованные воды.

Начиная с нижнего олигоцена территория испытывает дальнейшее прогибание. Центральная часть котловины несколько была приподнята, где обнажались туфогенные флишиодные отложения верхнего эоцена. В последних находились морские воды, которые постепенно замещались пресными, инфильтрационными водами гидрокарбонатного-кальциевого состава.

Отжатые из глинистых пластов морские сингенетичные воды, вероятно, могли разгружаться только по глубинному разлому в зоне сочленения последнего с выходом в эоценовых и дат-палеоценовых отложений.

Второй этап. Характеризуется отходом среднеолигоценого моря и сокращением областей осадконакопления.

В озёрном бассейне, заполненном щелочными водами, происходило переотложение молассовых образований.

Участки, освобожденные от моря, промывались поверхностными и грунтовыми водами, поступающими в прогиб с областей сноса. Нижне-среднеолигоценовые отложения, развитые в северо-восточных областях подвергались промыванию, которое не распространялось на большую глубину вследствие глинистости отложений.

Движение поверхностных и грунтовых вод в песчано-глинистых отложениях эоцен-олигоцена привело к тому, что седиментационные воды стали постепенно замещаться пресными и оттесняться к участкам, погруженным под изолированный бассейн. Эти процессы привели к формированию отдельных водоносных горизонтов с маломинерализованной водой.

Учитывая огромную динамическую силу палеопотоков, транспортировавших весь грубообломочный материал (М. А.

Мовсесян, 1963), можно предполагать, что движение их в прибрежной зоне локализованного бассейна не претерпевало заметных изменений. Фронт поступающих вод мог проникнуть гораздо глубже, чем это имело место в предыдущие геологические периоды.

Дальнейшее прогибание котловины в среднемиоцен — сарматское время приводит к установлению лагунного режима (А. А. Габриелян, 1964).

Лагунный бассейн был заполнен соленой водой хлоридно-натриево-кальциевого состава. На это указывают очень большие содержания хлора в соленосно-гипсоносных отложениях (до 40%).

На суше обнажаются отложения в. олигоцена—н. миоцена, в которых происходят процессы выщелачивания и разрушения солевых комплексов и вытеснение щелочных вод пресными инфильтрационными.

В конце ср. сармата на исследуемой территории откладывается мощный водоупорный чехол галогенных пород, который в значительной степени снизил интенсивность метаморфизации морских и щелочных вод в породах эоцен-миоцена.

Кроме того, мощная толща галогенных пород усилила гравитационное уплотнение подстилающих отложений, вследствие чего уровень морских вод в водоносных горизонтах поднимался выше.

Третий этап. К концу среднего, а, возможно, и в начале верхнего сармата территория испытывает общее опускание, благодаря чему наступает трансгрессия верхнесарматского моря. Приток пресных поверхностных и грунтовых вод в бассейн седиментации в значительной степени опреснил сарматское море, на что указывают данные по содержанию хлора в глинах, которые в среднем составляют 0,20—0,25%.

В образовавшемся морском бассейне происходит отложение глин и песчаников. По мере накопления они заполнялись опресненной морской водой. Дальнейшие процессы диагенеза способствовали постепенному вытеснению опресненных вод в водоем и окружающие породы. Песчаные горизонты заполнялись выжимаемыми водами, образуя опресненные водоносные горизонты.

Учитывая фациально-палеогеографические условия этого времени, можно предположить, что северная граница в. сарматского моря была сравнительно отодвинута к югу, в связи с чем ср. миоцен—ср. сарматские галогенные образования узкой полосой оказались вне пределов моря.

На суше шел процесс интенсивного разрушения, выщелачивания солевых комплексов пород.

Интенсивность процессов промыва была неодинакова и зависела, в основном, от литологии пород. Что касается галогенной толщи, то загипсованность и засоленность слагающих пород в значительной степени препятствовали усиленному промыванию атмосферными водами. Медленный промыв галогенных толщ привел к формированию соленых вод повышенной минерализации.

В прибрежной зоне располагалась область смешанных (опресненных и соленых) вод. Однако, количество поступающих пресных вод было настолько велико, что за указанный период времени гидрохимический режим бассейна не нарушался.

Четвертый этап. В результате предметических тектонических движений происходит поднятие в Среднеараксинской депрессии, в связи с чем граница сарматского моря отходит далеко к северу. В межгорном прогибе устанавливается континентально-озерный режим, при котором происходит формирование вулканогенно-обломочных пород.

В породах, освободившихся от сарматского моря, начинают поступать инфильтрационные пресные воды гидрокарбонатно-кальциевого состава. На большей части территории происходит разрушение, выщелачивание солевых комплексов атмосферными водами. Однако условия формирования подземных вод в Ереванском и Октемберянском прогибах существенно отличались друг от друга.

В Ереванском прогибе в связи с литологическим характером верхнесарматских отложений (песчаный и известковистый материал) промыв и дальнейшее опреснение водоносных горизонтов захватывает значительные глубины. Происходит нарушение ранее созданного геохимического равновесия между породой и опресненной морской водой.

В Октемберянской прогибе, в связи с большой мощностью и глинистым характером сарматских отложений, поток инфильтрационных (пресных) вод не мог проникнуть на значительную глубину. Более того, интенсивность проникновения пресных вод, по мере накопления толщи молассовых отложений, постепенно затухала.

Предверхнеплиоценовые движения сопровождаются интенсивной вулканической деятельностью. Наряду с процессами инверсий вулканических нагорий, центральная часть Арагатской котловины проявляет тенденцию к опусканию. Подпруживание вод в районе Волчьих ворот способствует установлению здесь озерного режима, в котором происходит накопление пресноводных отложений (песчаники, глины, галечники, конгломераты и др.) с общей мощностью 300—400 м.

В процессе переотложения песчаники, глины и пр. заполняются пресной озерной водой.

С конца плиоцена территория испытывает общее поднятие, в связи с чем в сформировавшиеся породы озерного комплекса начинают поступать подземные воды атмосферного генезиса. Приток их в котловину осуществляется с окружающих вулканических нагорий, в пределах которых шло интенсивное эрозионное расчленение рельефа. Вступая в пределы участков с озерными отложениями, подземные воды распределялись в песчаных горизонтах, разделенных слабо водоупорными глинистыми пластами.

На контакте этих вод с глинами, вероятно, имело место частичное замещение (сорбция) кальция воды на поглощенный натрий, что привело к формированию пресных вод гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевого состава.

В восточной части котловины, вдоль линии регионального разлома располагалась область смешанных вод (пресных и минерализованных). Описанные выше условия сохраняются по настоящее время. Пути движения поверхностных и грунтовых вод с вулканических нагорий в озерную толщу, видимо, совпадают в настоящее время с таковыми.

ПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ АРАРАТСКОЙ КОТЛОВИНЫ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Гидрохимическая характеристика, а также анализ истории развития подземных вод показали, что в бассейнах стока и осадконакопления в различные периоды геологического времени формировались воды разного состава. Смена вод одних типов другими была вызвана различными гидрогеологическими условиями, всецело зависящими от геотектонического режима региона. В сфере этих изменений роль подземных вод в формировании различных полезных ископаемых очень велика. Построенные палеогидрогеологические схемы для отдельных геологических периодов дают возможность проследить историю развития подземных вод и установить наиболее благоприятные участки, в которых проходило формирование полезных ископаемых. Из схемы для нижнего и среднего олигоцена видно, что мощность осадков в пределах прогиба достигает 700 м (с. Арамус, Ариндж и др.).

В Октемберянском прогибе мощность отложений полностью не вскрыта за исключением скв. 2-р, где она достигает 300 м. На участках же Кара-Кала, Масис, Зейва на глубинах соответственно 1650, 2300, 2500 отложения указанного периода не вскрыты. Подобное распределение мощностей указывает на то, что в Октемберянском прогибе отмечается максимальное прогибание кровли фундамента и перекрывающих пород.

Оба прогиба представляли собой области развития органики и сноса терригенного материала.

Здесь могли создаваться благоприятные условия для аккумуляирования жидких и газообразных флюидов. Однако, наличие туфогенного материала (туфопесчаники) в нижней подлите разреза указывает на проявление в восточной части Ереванского прогиба процессов вулканизма. Последний выступает как весьма неблагоприятный фактор для сохранения жидких и газообразных углеводородов.

Палеогидрогеологические данные и литологическая характеристика пород шорахбюрской толщи показывают, что наи-

более благоприятным для дальнейших поисков на газ и нефть участком является Октемберянский прогиб, в особенности, восточная его часть (район Масис, Зейва), где породы указанной толщи залегают значительно глубоко и перекрыты мощной толщей водоупорных пород. Заслуживает внимания также район участка Кара-Кала.

По лито-фаціальным особенностям в олигоцен-н. миоценовые отложения в обоих прогибах обнаруживают полное сходство. Наибольшая мощность отложений зафиксирована в Ереванском прогибе.

В течение указанного периода палеогеографическая и геохимическая обстановка в области сноса способствовали развитию процессов разложения, химического выветривания и пр. в результате которых подземные и грунтовые воды в пределах суши обогащались железом и переносили его в ионно-растворимой форме в области осадконакопления.

Здесь вследствие различных геохимических условий железо вместе с молассовыми породами переотлагалось.

Исходя из палеогидрогеологических условий и литологии отложений, можно заключить, что в породах пестроцветной толщи, лишенных органических остатков, нельзя ожидать скоплений жидких углеводородов.

Мощной толщей галогенных пород были перекрыты почти все комплексы подстилающих пород. Наличие такого чехла обуславливало затрудненный водобомен нижележащих горизонтов и при благоприятных термодинамических условиях в восстановительной обстановке способствовало сохранению органики и переходу его в жидкие и газообразные продукты.

Палеогидрогеологические условия формирования подземных вод сарматского периода показывают, что за указанное время на исследуемой территории не была создана благоприятная обстановка для перехода органики в жидкие и газообразные продукты. Относительно лучше обстояло дело в западной части Октемберянского прогиба, где процессы инверсии и размыва сарматских отложений не имели места. Наоборот, здесь шло накопление озерно-речных молласовых отложений (нижний—ср. плиоцен) общей мощностью до 500 м.

Эта толща, несомненно, способствовала установлению замедленного (слабого) водообмена и сохранению органики в сарматских отложениях. Следовательно, наиболее благоприятным, с точки зрения сохранения и образования жидких и газообразных углеводородов, в сарматских отложениях является западная часть октемберянского прогиба.

Пресные воды озерно-речного комплекса (верхняя зона) обладают большими запасами (А. Амроян, 1964). В настоящее время они многочисленными скважинами выведены на поверхность и с успехом используются в народном хозяйстве (питьевое и сельскохозяйственное водоснабжение). Дальнейшее использование этих вод должно идти по пути установления строго контроля за расходом воды как отдельных скважин, так и месторождения в целом.

Огромное практическое значение, как ценного полезного ископаемого могут иметь воды нижней зоны. До настоящего времени в пределах исследуемой территории соленые воды и рассолы не нашли применения (кроме вод курорта Арзни). Не только воды курорта, но и воды Приереванского и Октемберянского районов могут иметь промышленное и бальнеологическое значение.

Согласно гидрохимической характеристике пластовых вод отдельные водоносные горизонты можно рассматривать как зоны накопления азотно-метановых, йодо-бромистых вод, поскольку содержание последних вкладывается в пределы критерий, разработанных Н. А. Плотниковым (1959) для выделения промышленных и лечебных вод.

Как видно из приведенных ранее данных, пластовые воды Араратской котловины содержат бром, йод, азот, метан и углекислоту и, при наличии высокодебитных источников, могут служить прекрасной лечебной водой. Они заслуживают особого внимания и потому, что могут быть использованы как полезное ископаемое, из которого можно получить некоторые промышленные вещества. Они могли бы рассматриваться как ценное сырье для получения поваренной соли. Однако при наличии мощной толщи соленосных отложений (до 900 м), которая в настоящее время разрабатывается, организация добычи из пластовых вод представляется нерентабельной.

Для успешного применения вод в народном хозяйстве республики необходима дальнейшая правильная научно-плановая организация гидрогеологических изысканий.

ВЫВОДЫ

На основании изложенного в предыдущих главах фактического материала и анализа гидрогеологических и гидрохимических условий, а также изучения истории развития подземных вод Араратской котловины с третичного времени, можно сделать следующие выводы.

1. Араратская котловина в гидрогеологическом отношении представляет собой полузакрытую водонапорную систему артезианского типа с неоднородным строением субстрата.

2. Комплекс пород, слагающих Араратскую котловину, и заключенные в них подземные воды, подразделяются на две гидрогеохимические зоны — верхнюю и нижнюю.

3. Верхняя зона сложена аллювиально-делювиальными, озерно-речными и лавовыми образованиями и представляет зону активного стока, находящуюся в сфере дренажа местных базисов эрозии. Подземные воды этой зоны характеризуются гидрокарбонатным-натриево-кальциевым составом и небольшой минерализацией (до 1,5 г/л).

4. Осадочная толща, выполняющая котловину, составляет нижнюю зону и характеризуется как зона относительно слабого водообмена (затрудненной циркуляции). Отделяется она от верхней зоны мощной толщей глинисто-песчаных и соленосных отложений.

5. В литологических разностях эоцена, олигоцена и миоцена обнаружены воды различного химического состава и минерализации.

В миоценовом комплексе, в составе которого соленосные отложения имеют значительную мощность, формируются воды сульфат-натриевого типа высокой минерализации. В комплексе олигоценых образований в СВ части котловины формируются воды смешанного хлормагнезиевого типа, а на Октемберянской площади — воды хлоркальциевого типа (по классифи-

кации В. А. Сулина). Эоценовый комплекс характеризуется водами хлоркальциевого типа пониженной минерализации до 18 г/л.

6. Интерпретация гидрогеохимических данных по пластовым водам дала возможность установить смену в комплексах отложений типов вод от сульфат-натриевых через хлормагние-вые к хлоркальциевым. На основании имеющихся данных мож-но предположить, что воды, охватывающие подсолёносные об-разования олигоцена и эоцена, являются метаморфизован-ными.

7. Газонасыщенность пластовых вод неодинакова для от-дельных комплексов пород. На Разданской площади наиболее газонасыщенными являются воды в. олигоцен-н. миоценовых отложений, а на Октемберянском—воды понт-мэотических об-разований. Состав газов, в основном, азотно-метановый и уг-лекислый. Особенно интересно обнаружение в газовой смеси водорода в количестве от 0,5 до 5,45%, что указывает на веро-ятную связь с большими глубинами.

8. По данным газового и химического состава подземных вод можно установить газогеохимическую зональность; для Октемберянского участка она выражается в следующем виде $O_2-CO_2-CH_4$; N_2-CH_4 ; для Разданской площади — $O_2-N_2-CO_2$; $CO_2-N_2-CH_2$.

9. Формирование пластовых вод в нижней зоне происхо-дит в условиях глубинной обстановки за счет выщелачивания и катионного обмена в бессульфатной среде.

10. Встречаемые ныне подземные воды различного хими-ческого состава в водоносных комплексах нужно рассматри-вать как результат сложного преобразования и взаимодейст-вия морских седиментационных вод с водами инфильтрацион-ными в различных термодинамических и физико-химических условиях.

11. Проведенный палеогидрогеологический анализ терри-тории позволил установить, что условия формирования под-земных вод неоднократно менялись.

В течение третичного периода территория испытывала об-щую тенденцию к нисходящим тектоническим движениям, что сыграло огромную роль в создании благоприятных условий

для затрудненного промыва структур. Вследствие седиментационного и гравитационного уплотнения пород верхняя граница морских седиментационных вод поднималась, захватывая новые комплексы пород.

При этом в отложения, освободившиеся от моря, внедрялись инфильтрационные воды, которые вызывали интенсивные процессы выщелачивания, разрушения и регенерации солевых комплексов пород, что приводило к формированию подземных вод переходного типа. Наиболее активно промыв пород происходит в пределах Ереванского прогиба и менее активно — в Октемберянском.

12. Наличие в пластовых водах J и Bг, растворенных углеводородных газов, незначительное или почти полное отсутствие сульфатов указывает на возможную связь их с газонефтяными скоплениями.

13. Гидрогеохимические и палеогидрогеологические особенности Араратской котловины позволяют предполагать, что наиболее перспективным в отношении газонефтеносности является Октемберянский прогиб, в особенности его западная и юго-восточная части. Предполагается также, что при вскрытии более глубоких горизонтов (олигоцен, эоцен) на Октемберянском участке можно встретить воды с более повышенным газосодержанием.

14. Пластовые воды Араратской котловины содержат в достаточном количестве J, Bг, N₂, CH₄ и CO₂. При наличии высокодебитных источников они могут быть использованы как лечебные воды и как ценное промышленное сырье.

Печатные работы по теме диссертации.

1. Арутюнян Р. Г. Гидрогеохимическая характеристика и генезис пластовых вод третичных отложений Араратской котловины. Изв. АН Арм. ССР, сер. Науки о Земле, т. XVII, № 3—4, 1964.
2. Арутюнян Р. Г. Гидрохимическая зональность подземных вод Араратской котловины. Геология Армении, т. 6 (Подземные воды), (в печати).
3. Арутюнян Р. Г. Газонасыщенность пластовых вод третичных отложений Араратской котловины. Сб. научных трудов Института курортологии Мин. Здр. Арм. ССР, вып. 9, 1965.
4. Арутюнян Р. Г. История развития подземных вод третичных отложений Араратской котловины. Изв. АН Арм. ССР, сер. Науки о Земле, т. XVII, № 3, 1966.

721