Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1985, т. 103

УДК 551.49

ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРЕДГОРНЫХ ПРОГИБОВ АЛЖИРА

ЛАНУР АЙССА

Географо-геологический очерк Северного Алжира. Алжирская складчатая область ограничивается с юга Сахарским Атласом, а с севера береговой флексурой; здесь выделяются четыре зоны: Кабилийская, Телль-Атласская, Высоких плато и Сахарского Атласа.

Первая зона орографически выражена горными цепями Большой и Малой Кабилии, образующими сложную геоантиклинальную структуру с докембрийским ядром в центральной части.

Телль-Атласская зона представляет собой геосинклинальный прогиб, который с конца олигоцена превратился в приподнятую область. От устойчивого выступа Высоких Плато обе зоны отделены системой субширотных разрывных дислокаций типа надвигов и шарьяжей. Высокие плато сложены пологодислоцированными мезозойско-кайнозойскими отложениями, залегающими на складчатом палеозойском фундаменте. От Сахарского Атласа третья зона отделена серией сбросов, флексур и опрокинутых складок. Последняя зона является геосинклинальным прогибом, выполненным 10-километровой толщей мезозойско-кайнозойских отложений, который во время эоценовой и олигоценовой фаз альпийской складчатости превратился в складчатую область. Эта зона отделяется от Сахарской платформы Южно-Атласским разломом, который прослеживается от Марокко (г.Агадир) до Туниса.

Гидрогеологическое районирование территории. При выделении гидрогеологических районов учитывались существующие схемы районирования Алжирского Атласа (М.Б.Горнунг, 1958) и схема гидрогеологического районирования Северной Африки (А.И.Силин-Бекчурин, 1962) и Алжира (И.Я.Пантелеев, 1978).

В Северном Алжире выделяются гидрогеологические массивы и артезианские бассейны (рис.1). К гидрогеологическим массивам отнесены Большая и Малая Кабилии и Дахра. Эти зоны гидрогеологически изучены очень мало. Подземные воды, использующиеся здесь, приурочены к аллювиальным отложениям в пределах надпойменных террас и конусов выноса, а также к делювиально-аллювиальным отложениям в верхней трещиноватой зоне коренных пород (древних сланцев). Воды пресные. Колодцы и источники малодебитны.

В пределах Телль-Атласских артезианских бассейнов выделяются Шелифский, Митиджинский и Аннабинский.

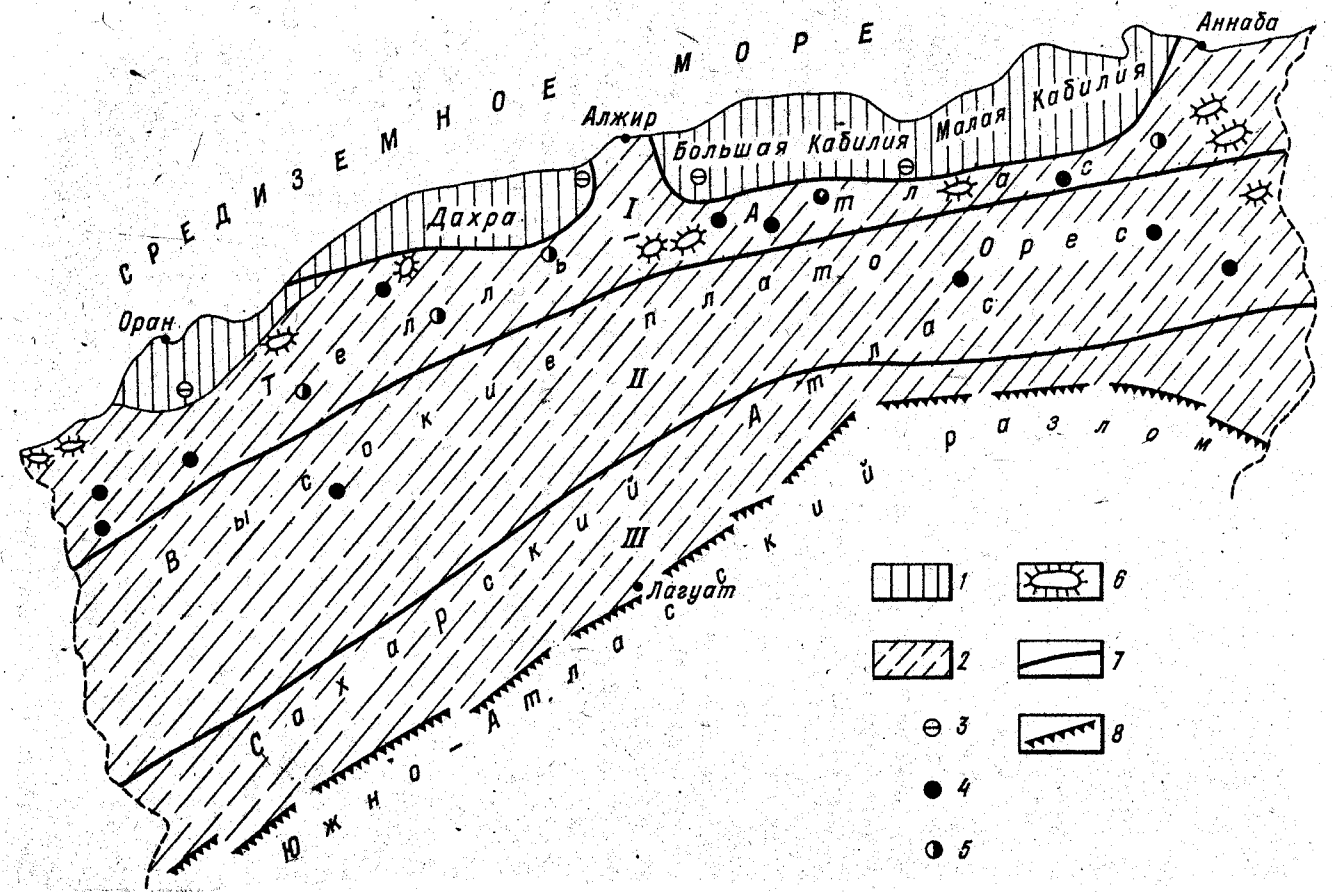


Рис.1. Схема провинций минеральных вод Северного Алжира

I, II и III – артезианские бассейны, соответственно Телль-Атласские, Высоких плато и прогибов и Сахарского Атласа; 1 и 2 – провинции соответственно углекислых вод и азотно-метановых терм; 3, 4 и 5 – источники соответственно углекислых, сероводородных и азотно-метановых вод; 6 – диапиры триасовых пород; 7 – границы гидрологических массивов и артезианских бассейнов; 8 – разлом

К артезианским бассейнам прогибов Высоких плато и Сахарского Атласа относятся районы возвышенных равнин Константины, Западно-Теллького, Шелладинского, Шерги и Сахарского Атласа. Здесь наибольший интерес представляют баррем-альбский и аллювиальный водоносные горизонты и комплексы. Воды пресные и солоноватые. Дебиты скважин и источников изменяются в широких пределах и достигают 300 л/с (источники Рмель, Хамин и Абхаб в долине реки со временным водотоком Уэрк).

Районирование минеральных и термальных вод территории. Минеральные и термальные воды широко распространены, но, к сожалению, мало изучены. Геологические и гидрохимические закономерности размещения минеральных вод территории легли в основу выделения гидрохимических провинций, идея которых была выдвинута в 1938 г. Н.И.Толстихиным. Здесь выделены провинции углекислых вод и азотно-метановых терм.

Углекислые воды найдены на южных склонах древних массивов Большой и Малой Кабилии и на юго-западе г.Орана, в зоне молодой магматической деятельности. Такое ограниченное распространение углекислых вод связано со слабым развитием вулканизма.

Обширная провинция азотно-метановых терм охватывает Телль-Атласскую зону, Предтельский прогиб и Высокие Плато. Выходы вод часто приурочены к областям дизъюнктивных нарушений и проявлений триасовых диапиров (рис.2).

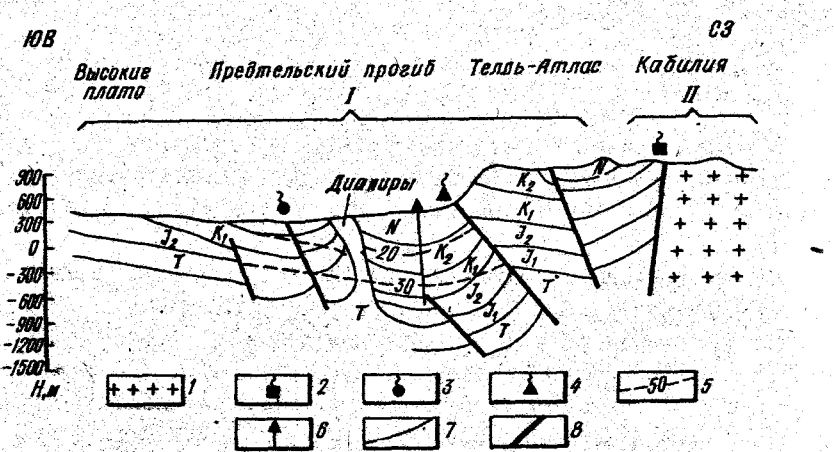


Рис.2. Схематический разрез через Алжирские Атласы
I и II – провинции азотно-метановых терм и углекислых вод; N – терригенные породы; K_1 и K_2 – песчаники и известняки; J_1 – известняки и доломиты; J_2 – мергели; T – ангидриты, гипсы и терригенные породы; 1 – сланцы и граниты докембрия; 2, 3 и 4 – источники соответственно углекислых, сероводородных и азотно-метановых вод; 5 – изотермы азотно-метановых терм, °С; 6 – скважина; 7 и 8 – геологические границы и разрывные нарушения

Особенности формирования минеральных и термальных вод. Территория Северного Алжира и, в частности, зона Предтельского прогиба богаты минеральными и термальны-

ми водами различного химического и газового состава. Однако используются они все еще крайне недостаточно и главным образом в местах выхода на поверхность в виде минеральных источников.

В тектоническом отношении выходы минеральных и термальных вод приурочены к узлам пересечения субширотных и субмеридиональных зон дизъюнктивных нарушений типа разломов и надвигов и к зонам диапировых образований вдоль Южно-Телльской складчатой области.

I. Провинция углекислых вод. Все углекислые воды провинции характеризуются сравнительно высоким содержанием CO_2 (до 3,5 г/л). Других газов, в частности азота и метана, ничтожно мало.

Эта провинция протягивается узкой полосой вдоль побережья Средиземного моря. Источники встречены у подножья массивов докембрийского возраста, сложенных сланцами, гранитами и риолитами (Малая и Большая Кабилии), а также в области молодого вулканизма в районе г.Айн-Темушент, в пределах которого развиты базальты и туфы.

В Большой Кабилии известны источники углекислых вод типа Бен-Харун и Танитунт. Эти воды по составу гидрокарбонатно-хлоридные и гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые:

Источник	Содержание CO_2, мг/л	Минерализация, мг/л	Формула
Бен-Харун	3,2	3,5	$\frac{HCO_3\,60\,Cl\,21\,SO_4\,19}{Na\,47\,Ca\,44}$
Такитунт	0,8	2,2	$\frac{HCO_3\,86\,Cl\,11}{Na\,59\,Ca\,31\,Mg\,10}$

Минерализация их колеблется от I до 3,5 г/л. Воды, преимущественно холодные (I9-24°) и приурочены к интенсивно-дислоцированной известняково-мергельной толще сенона, местами прорванной диапирами триасовых образований.

В зоне молодого вулканизма встречаются углекислые воды типа Бу-Хаджар, в которых содержание свободного CO_2 составляет I,8 г/л. По Ж.Байль (I947), источники бьют из четвертичных отложений, которые образовали бассейн большого соленого озера. Вокруг источников отлагаются травертины. Состав вод хлоридно-гидрокарбонатный и хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый с минерализацией M = 4,4 г/л. Воды в основном холодные.

Основная масса углекислого газа, насыщающего вышеописанные источники минеральных углекислых вод северного Телль-Атласа, образуется, видимо, в результате термометаморфических процессов и поступает в верхние горизонты по ослабленным тектоническим зонам.

2. Провинция азотно-метановых терм. Эта область включает южную часть Телль-Атласа, всю территорию Предтельского прогиба и Высокие Плато. Здесь широко распространены сероводородные воды, источники которых встречаются на Высоких равнинах Константина, во впадине Ходна и на северо-западе Высоких плато (главные зоны распространения триасовых образований).

Большинство сероводородных источников известно в пределах зон диапиров галогенных пород триаса, по которым поступает вода с сильным запахом H_2S. По составу воды преимущественно хлоридные натриевые с минерализацией от 0,4 до 60 г/л. Температура отдельных источников достигает 60 °С. Воды в основном приурочены к породам нижнего мела.

На химический состав подземных минеральных сероводородных вод воздействуют соляное ядро триасовых куполов, которое прорывает вышележащие отложения местами до верхненеогеновых, а также воды нижележащих отложений, омывающие ангидрит-гипсовые породы. Это обуславливает их почти однообразный гидрохимический состав с повышенной концентрацией кальция и натрия в водах отложений нижнего мела и триаса, а также магния в водах отложений юры.

Независимо от различия гидрогеологических и геолого-структурных условий участков обнаружения сероводородных вод Предтельского прогиба и Высоких плато общим для них являются высокая гидрогеологическая закрытость водоносных комплексов, где эти воды формируются и длительно сохраняются, и наличие в них органических веществ, обеспечивающих жизнедеятельность сульфатредуцирующих организмов. В пределах Северного Алжира многие скважины обнаружили в отложениях юры, мела, палеогена и неогена признаки битуминозности и нефтегазоносности, играющие большую роль в сульфатредукции. Главные источники сероводородных вод следующие:

Источник	Содержание H_2S, мг/л	M, мг/л	Формула	Температура, °С
Аин-Ментила	160	60	$\frac{Cl\,95}{Na\,96}$	60
Красная Скала	Н.о.	17	$\frac{Cl\,90\ SO_4\,9}{Na\,89\ Ca\,9}$	55
Хаммам Бугара	Н.о.	0,4	$\frac{HCO_3\,69\ Cl\,30}{Na\,46\ Ca\,28\ Mg\,25}$	45

Примечание. Н.о. – не обнаружено.

Выходы вод азотно-метановых терм приурочены к крупным тектоническим нарушениям, которые пересекают отложения мелового, эоценового и миоценового возраста.

В Алжиро-Тунисском артезианском бассейне пластовые термальные воды вскрыты в его северо-восточной части (на равнинах Константина) на глубине 800–1000 м в нижнемеловых отложениях. Температура воды изменяется от 44 до 96 °С, а минерализация от 1,5 г/л до 10 г/л. По составу воды гидрокарбонатные, сульфатные и сульфатно-хлоридные натриевые.

Источник	M, мг/л	Формула	Температура, °С
Эс-Салихин	1,1	$\frac{Cl70\,SO_4 28}{Na87\,Ca24}$	40
Уарсенис	2,5	$\frac{Cl65\,SO_4 22\,HCO_3 13}{Na69\,Ca24}$	58

В пределах провинции азотно-метановых терм (Телль-Атлас, Высокие плато, Орес, равнины Константина и др.) распространены различные по химическому составу, минерализации и генезису минеральные и термальные воды, характеризующиеся достаточно четкой вертикальной гидрохимической зональностью. Она проявляется в постепенной смене маломинерализованных гидрокарбонатных и сульфатных вод зоны интенсивного водообмена сульфатно-хлоридными и ниже хлоридными водами с различной и, как правило, увеличивающейся с глубиной минерализацией.

Следует отметить, что в этой провинции найдены источники радоновых горячих вод. Источник Гергур (г.Сетиф) приурочен к контакту древних сланцев и нуммилитовых известняков (М.Дело, 1947). Выход источника Бу-Ханифия (г.Маскара) приурочен к трещинам в крупном травертиновом холме, под которым обнаружены тектонически нарушенные интенсивно трещиноватые мергели и известняки нижнего эоцена. Состав вод следующий:

Источник	M, мг/л	Формула	Температура, °С	Содержание Ra, мгм-Ки/л
Гергур	3,0	$\frac{SO_4 70\,Cl22}{Ca66\,Na28\,Mg16}$	42,5	155
Бу-Ханифиа	1,4	$\frac{Cl60\,HCO_3 35}{Na68\,Ca24}$	63-70	48

В пределах Предтельского прогиба азотно-метановые термы приурочены к известнякам и песчаникам мела и неогена. Глубина залегания подземных вод 250-1000 м. Формирование химического состава этих вод связано с выщелачиванием водосодержащих толщ - гипсов, ангидридов, доломитов и др.

Геотермические условия Северного Алжира весьма разнообразны. Особенно резкие колебания температур подземных вод наблюдаются в верхней части разреза, до глубин 2000-2500 м. В области Предтельского прогиба максимальная температура 127 °С вскрыта в скважине вблизи г.Айн-Бейда на глубине 3221 м. Среднее значение геотермического градиента в интервале 30-3000 м меняется от 25 до 80 °С на 1 км.

Выводы

В настоящее время в Северном Алжире выделены две провинции минеральных и термальных вод: провинция углекислых вод областей древних массивов и развития молодого вулканизма и провинция азотно-метановых терм артезианских бассейнов.

Область распространения углекислых вод охватывает узкую полосу вдоль средиземноморского побережья.

Углекислые воды относятся преимущественно к типу трещинных и трещинно-жильных, и их выходы приурочены к местам пересечения крупных тектонических нарушений. Большинство этих вод в настоящее время используются как столово-питьевые воды. Их распространение весьма ограничено. В провинции азотно-метановых терм самые распространенные минеральные воды - сероводородные, которые по химическому составу и генезису напоминают такие же воды Копет-Дага. Эти воды широко используются в лечебных целях. Условия, благоприятствующие формированию сероводородных вод, имеются также и в южных бассейнах Высоких Плато и Сахарского Атласа, где залегают мощные сульфатные толщи триаса.

Областями, перспективными для поисков азотно-метановых терм, являются, по-видимому, центральная и южная часть высоких плато и Сахарский Атлас, где нижнемеловые отложения развиты почти повсеместно. На территории Северного Алжира некоторые критерии (наличие азота и метана, хлоридные натриевые и кальциево-натриевые воды с разной минерализацией) могут служить признаком формирования йодо-бромных вод, особенно в пределах Южно-Тельского прогиба и северо-восточной части Высоких плато, где мощность комплекса кайнозойской группы достигает 4000 м. Перспективными для поисков термальных кремниевых вод являются возвышенные равнины Константина и впадина Орес, где концентрация SiO_2 часто достигает 90 мг/л и более.