



# ПОДЗЁМНЫЕ ВО́ДЫ

Авторы: А. А. Коноплянцев, Р. С. Штенгелов

ПОДЗЁМНЫЕ ВО́ДЫ, воды, находящиеся в толщах горных пород верхней части земной коры в жидком состоянии. О П. в. в твёрдом и газообразном состоянии см. в статьях [Подземный лёд](#) и [Геотермальные воды](#). П. в. являются частью [водных ресурсов](#). По характеру пустот водовмещающих пород П. в. делятся: на поровые – в песках, галечниках и др. рыхлых обломочных породах; трещинные (жильные) – в скальных породах (гранитах, песчаниках); карстовые (трещинно-карстовые) – в растворимых породах (известняках, доломитах, гипсах и др.). П. в., перемещающиеся под влиянием силы тяжести, называют гравитационными или свободными водами, в отличие от связанных вод (гигроскопич., плёночных, капиллярных и кристаллизационных). Слои горных пород, насыщенные гравитац. водой, образуют водоносные горизонты, или пласты, составляющие водоносные комплексы. Горные породы водоносных комплексов обладают разл. степенью влагоёмкости (способность горных пород удерживать в пустотах воду), водопроницаемости (способность пород пропускать воду через пустоты под действием гравитац. сил, напора или капиллярного поднятия) и водоотдачи (способность водонасыщенных горных пород отдавать воду путём свободного стекания под влиянием силы тяжести либо в результате воздействия, напр. откачки). Первый от поверхности Земли постоянно существующий безнапорный водоносный горизонт называют горизонтом [грунтовых вод](#). Непосредственно над их поверхностью (зеркалом грунтовых вод) распространены капиллярные воды, которые могут быть подвешенными, т. е. несообщающимися с зеркалом грунтовых вод. Всё пространство от поверхности Земли до зеркала грунтовых вод называют зоной аэрации, в которой происходит просачивание вод с поверхности. В зоне аэрации на отд. разобщённых прослоях пород, обладающих меньшей фильтрац. способностью, в период питания грунтовых вод могут образовываться временные, или сезонные, скопления П. в., называемые [верховодкой](#).

Глубина залегания грунтовых вод зависит от географич. условий, закономерно изменяющихся от полюсов к экватору. В Европ. части России ср. глубина зеркала грунтовых вод постепенно увеличивается с севера на юг (в зоне тундр – близ поверхности, в ср. полосе – неск. метров, на юге – неск. десятков метров). Водоносные горизонты, залегающие ниже грунтовых вод, отделяются от них пластами водонепроницаемых (водоупорных) или слабопроницаемых пород и называются горизонтами межпластовых вод. Они обычно находятся под гидростатич. давлением ([артезианские воды](#)), реже имеют свободную поверхность, давление на которую равно атмосферному (безнапорные воды в не полностью насыщенных глубокозалегающих водоносных горизонтах). Область питания межпластовых вод находится в местах выхода водовмещающих пород на дневную поверхность (или в местах их неглубокого залегания); питание происходит также и путём перетекания воды из др. водоносных горизонтов.

## Состав и температура

П. в. – природные растворы, содержащие св. 60 химич. элементов (в наибольших количествах К, Na, Ca, Mg, Fe, Cl, S, C, Si, N), а также микроорганизмы (окисляющие и восстанавливающие разл. вещества). Как правило, П. в.

насыщены газами ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$  и др.). По степени минерализации (г/л) П. в. подразделяют (по В. И. Вернадскому) на пресные (до 1), солоноватые (1–10), солёные (10–50) и подземные рассолы (св. 50); в более поздних классификациях к подземным рассолам относят воды с минерализацией св. 36 г/л. Темп-ра П. в. колеблется от  $-14^\circ\text{C}$  (переохлаждённые рассолы) до  $450^\circ\text{C}$  (пар), давление – от неск. до 3000 МПа. В зависимости от темп-ры ( $^\circ\text{C}$ ) различают: переохлаждённые П. в. (ниже 0), весьма холодные (0–4), холодные (4–20), тёплые (от 20 до 37), горячие (от 37 до 50), весьма горячие (от 50 до 100) и перегретые (св. 100).

## Происхождение и обстановки формирования

По происхождению выделяется неск. типов П. в. Инфильтрационные воды образуются благодаря просачиванию с поверхности Земли дождевых, талых и речных вод. По составу они преим. гидрокарбонатно-кальциевые и магниевые. При выщелачивании гипсовых пород формируются сульфатно-кальциевые, а при растворении соленосных – хлоридно-натриевые воды. Конденсационные П. в. образуются в результате конденсации водяных паров в порах или трещинах пород. Седиментационные воды формируются в процессе геологич. осадкообразования и обычно представляют собой изменённые захороненные воды мор. происхождения (хлоридно-натриевые, хлоридно-кальцево-натриевые и др.). К ним же относятся погребённые рассолы солеродных бассейнов, а также ультрапресные воды песчаных линз в моренных отложениях. Воды, образующиеся из магмы при её кристаллизации и при метаморфизме горных пород, называются магматогенными или ювенильными водами. Один из показателей природной обстановки формирования П. в. – состав растворённых и свободно выделяющихся газов. Для верхних водоносных горизонтов с окислит. обстановкой характерно присутствие кислорода, азота; для нижних частей разреза, где преобладает восстановит. среда, типичны газы биохимич. происхождения (сероводород, метан). В очагах интрузий и термометаморфизма распространены воды, насыщенные углекислым газом (углекислые воды Кавказа, Памира, Забайкалья). У кратеров вулканов встречаются кислые сульфатные воды (т. н. фумарольные термы). Во многих водонапорных системах, которыми являются часто крупные артезианские бассейны, имеются три зоны, различающиеся степенью интенсивности водообмена с поверхностными водами и составом П. в. Верхние и краевые части бассейнов заняты обычно инфильтрационными пресными водами зоны активного водообмена или активной циркуляции. В центр. глубоких частях бассейнов выделяется зона весьма замедленного водообмена или застойного режима, где распространены высокоминерализов. воды. В промежуточной зоне относительно замедленного или затруднённого водообмена развиты смешанные воды разл. состава.

## Режим и закономерности распространения

Многие качественные и количественные показатели параметров П. в. (уровня, напора, расходов, химич. и газового состава, темп-ры и др.) подвергаются кратковрем., многолетним и вековым изменениям, определяющим режим подземных вод, который отражает процесс формирования П. в. во времени и на разл. территориях под влиянием естеств. (климатических, гидрологических, геологических, гидрогеологических) и техногенных факторов. Наибольшие колебания показателей режима происходят при неглубоком залегании П. в. Закономерности распространения П. в. зависят от мн. геологич. и физико-географич. особенностей территории. Согласно гидрогеологическому районированию, выделяют артезианские бассейны (напр., Большой артезианский бассейн), гидрогеологические массивы (Украинский щит, Анабарский массив и др.) и гидрогеологич. горноскладчатые области (Уральская, Алтае-Саянская и др.). В гидрогеологич. массивах и

горноскладчатых областях развиты П. в. трещинного типа. Своеобразные гидрогеологич. условия, определяющие характер циркуляции и состав П. в., создаются в областях развития многолетнемёрзлых горных пород, где формируются надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные воды. Площади водоносных горизонтов и их комплексов, в пределах которых имеются условия для отбора П. в. определённого состава, отвечающего установленным кондициям, в количестве, достаточном для экономически целесообразного их использования, называются месторождениями подземных вод.

## Запасы и ресурсы

При оценке возможности использования П. в. производится подсчёт их запасов. Специфика оценки количества П. в. заключается в их возобновляемости в масштабе реального времени (в отличие от др. полезных ископаемых). Различают собственно запасы и ресурсы П. в. Под запасами понимается масса (для пресных вод объём) воды, которая может быть извлечена при гравитац. осушении пустотного пространства безнапорного водоносного горизонта (ёмкостные запасы) или за счёт разуплотнения воды и уплотнения водовмещающих горных пород напорного водоносного горизонта при снижении давления (упругие запасы). Ресурсы водоносного горизонта характеризуются суммарной величиной его питания. По происхождению различают естеств. и искусств. запасы и ресурсы. Естественные запасы и ресурсы формируются за счёт природных механизмов (инфильтрация атмосферных осадков, фильтрация из поверхностных водотоков и водоёмов, перетекание из др. водоносных горизонтов) и зависят в осн. от величины подземного стока. Искусственные запасы и ресурсы образуются в результате специально предпринятых мер (искусств. пополнение запасов П. в. на действующих водозаборах с помощью нагнетательных скважин и др.) или как побочное следствие при разл. видах водохозяйств. деятельности (фильтрац. потери на гидротехнич. сооружениях и на площадях с.-х. орошения, из коммунальных и пром. водонесущих коммуникаций). Возможность добычи П. в. как полезного ископаемого (для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения, бальнеологич. или теплоэнергетич. применения, в качестве сырья для химич. пром-сти) характеризуется величиной эксплуатационных запасов, под которой понимается производительность (дебит) рационального в геолого-экономич. отношении водозаборного сооружения в течение заданного расчётного срока (25–50 лет) при условии сохранения показателей качества извлекаемой воды в нормативных пределах и соблюдения ограничений по характеру и масштабам ущерба, наносимого окружающей природной среде. Эксплуатац. отбор П. в. обеспечивается: ёмкостными или упругими запасами; естественными и искусственно созданными ресурсами – в результате сокращения существующей разгрузки потока (родниками, испарением, в русла рек, в смежные горизонты); привлекаемыми ресурсами – за счёт усиления существующего и возникновения дополнит. питания водоносного горизонта (инфильтрация, фильтрация из поверхностной гидросети, перетекание из смежных горизонтов). Соотношение этих балансовых составляющих определяется гидрогеологич. условиями области гидродинамич. влияния водозабора и претерпевает изменения в ходе эксплуатации. Доля использования запасов во времени, как правило, значительно сокращается при соответствующем возрастании роли ресурсных составляющих. При полной компенсации водоотбора ресурсами устанавливается стационарный режим фильтрации и эксплуатац. запасы являются обеспеченными на неограниченно долгий срок работы водозабора. Эксплуатац. запасы П. в. в зависимости от степени разведанности месторождений, изученности качества вод и условий эксплуатации подразделяются на 4 категории (от наиболее высокой степени разведанности) – А, В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>. Различают также прогнозные ресурсы П. в., наличие которых предполагается на основе общих гидрогеологич. представлений,

теоретич. предпосылок, результатов геологич. и гидрогеологич. картирования, геофизич., гидрохимич. и воднобалансовых исследований. Они оцениваются в границах артезианских бассейнов, гидрогеологич. массивов и районов и отражают их потенциальные эксплуатац. возможности. Сведения о запасах и ресурсах используются при разработке схем развития хозяйства, составлении годовых и долгосрочных гос. планов экономич. и социального развития страны, планировании геолого-разведочных работ, а по месторождениям – для проектирования [водозаборных сооружений](#) и предприятий, добывающих и использующих подземные воды.

## Использование

По характеру использования П. в. в России подразделяются на 4 вида: питьевые и технические, применяемые для хозяйственно-питьевого и производственно-технич. водоснабжения, орошения земель и обводнения пастбищ; [минеральные воды](#) (лечебные), используемые в бальнеологич. целях и в качестве столовых напитков; геотермальные воды (включая пароводяные смеси) – для теплоснабжения, выработки электроэнергии (см. [Геотермальные ресурсы](#)); промышленные воды – для извлечения из них ценных компонентов. В ряде случаев П. в. одновременно являются минеральными и теплоэнергетическими, промышленными и теплоэнергетическими, в связи с чем они рассматриваются как комплексное полезное ископаемое. Месторождения пресных и солоноватых вод используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения.

## Мониторинг

Нарушение естеств. режима П. в. при водозаборе для целей водоснабжения или водопонижении для осушения месторождений полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации ряда пром. и гражд. сооружений (особенно гидротехнических) может вызывать катастрофич. явления. Для предотвращения этих явлений постоянно ведётся мониторинг природных и природно-технич. водных объектов (контролируются ресурсы, эксплуатац. запасы, режим, качество, уровень загрязнения и использование). Мониторинг охватывает водоносные горизонты, к которым приурочены выявленные и потенциально возможные месторождения питьевых и технич., минеральных, теплоэнергетич. и пром. вод, а также водоносные горизонты, испытывающие техногенное воздействие. Наблюдения проводятся за осн. водоносным горизонтом, смежными водоносными горизонтами и слабопроницаемыми разделяющими слоями, а также за первым от поверхности водоносным горизонтом и зоной аэрации. Задачи мониторинга: получение гидрогеологич. прогнозов и принятие управляющих решений по рациональному использованию П. в. с учётом их взаимодействия с окружающей средой в пределах природных и адм. регионов и страны в целом; получение информации для оценки и контроля за состоянием конкретных природно-технич. объектов, обоснование гидрогеологич. прогнозов и управляющих решений непосредственно по объектам. Контроль за качеством питьевой воды осуществляют санитарно-эпидемиологич. станции.

## Литература

Лит.: Коноплянцев А. А., Семенов С. М. Изучение, прогноз и картирование режима подземных вод. М., 1979; Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод. М., 1983; Гольдберг В. М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М., 1984.