

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КАРСТОВЫХ ОЗЕР ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

До последнего времени карстовые озера Пермской области генетически оставались неизученными. Анализ классификаций озерных котловин отечественных и некоторых зарубежных ученых показывает, что среди многочисленных их типов многие исследователи выделяют карстовые, называя их просто провальными или иногда котловинами растворения (Первухин, 1937; Богословский, 1960; Хаттчинсон, 1957 и др.).

Согласно гидрогеологической классификации К. А. Горбуновой (1968), котловины карстовых озер Пермской области относятся к скульптурному типу. По своему происхождению и процессам, участвующим в их образовании, они весьма многообразны и объединить их в одну какую-либо категорию было бы неверно. В результате многолетних исследований и на основании некоторых литературных данных (Максимович, 1969; Горбунова, Максимович, 1970) нами выделяются три генетических типа карстовых озер: 1) кольматационные области поглощения; 2) преимущественно провальные области стока; 3) родниковые области разгрузки.

Кольматационные озерные котловины области поглощения образуются в зоне вертикальной нисходящей циркуляции и эпизодического стока карстовых вод и приурочены к водораздельным пространствам и высоким эрозионным террасам. Озера лежат в различных карстовых воронках, днища которых расположены значительно выше уровня карстовых вод и являются по отношению к ним как бы подвешенными.

Учитывая уже известные схемы развития карстовых форм в зонах вертикальной (Варфоломеева, 1966) и горизонтальной (Максимович, 1963) циркуляции карстовых вод, мы выделяем 4 этапа эволюции кольматационных озерных котловин области поглощения.

Доозерный этап включает последовательно трещинную, щелевую, суффозионно-щелевую и просадочно-каналовую стадии. Фильтрация атмосферных осадков через покровные отложения (трансфильтрация) приводит к выщелачиванию вертикальных трещин разного генезиса в карстующихся породах. В покровных отложениях происходит суффозия, вызывая их просадку. Просадка покровных отложений приводит к

образованию коррозионно-суффозионной или коррозионно-про-
садочной воронки. В зависимости от размеров подземной
полости и ряда местных условий может произойти провал и
образоваться коррозионно-провальная воронка.

Озерный этап развития котловины начинается эмбрио-
нально-озерной стадией. По мере образования воронки и за-
полнения канала садками процессы коррозии и суффозии
становятся менее интенсивными. За счет сноса со склонов на-
чинается аккумуляция кластического материала. Трансфилт-
рация вод становится менее значительной и в воронке скап-
ливается вода. Этот процесс особенно быстро протекает на
водоразделах, где мощность покровных образований более
значительна, чем на склоновых участках, и поноры на дне
воронок быстро закупориваются глинистым материалом.
Многочисленные периодически существующие озера между-
речий Чусовой и Камы, Шаквы и Сылвы, Ирени и Сылвы
находятся в этой стадии развития. Заполнение воронок в ве-
сенне-летнее время талыми водами сопровождается значи-
тельным привносом кластического материала и постепенным
его осаждением на дне и стенках котловин. Многократное
повторение этого процесса приводит к окончательному заку-
пориванию водоотводящих каналов и образованию озер.

В озерную стадию заканчивается аккумуляция осадков в
подземном канале. Коррозия незначительна. В покровных от-
ложениях суффозия почти затухает, т. к. с накоплением твер-
дых осадков в озерной котловине трансфилтрация вод стано-
вится незначительной. В периоды активного снеготаяния и
интенсивного притока талых вод суффозия может усилиться,
повлечь за собой вынос материала из ранее закупоренных
поноров и уход воды из котловины. Такие исчезающие озера
области поглощения известны в исследуемом районе (Яшен-
ко, 1963).

Озерно-аккумулятивная стадия развития котловины харак-
теризуется полной кольматацией водоотводящих пустот и ка-
налов, затуханием процессов коррозии и суффозии и интен-
сивной аккумуляцией осадков в котловине. Отсутствие тече-
ний, небольшая глубина и хороший прогрев водной массы
озера способствует появлению растительности, что в свою
очередь обуславливает накопление органического материала
на дне котловины. Своеобразен химический состав воды этих
озер. Поскольку связь с подземными водами отсутствует, пи-
таются они атмосферными осадками. Отсюда низкая минера-

лизация боды, редко превышающая 100—150 мг/л при гидрокарбонатно-кальциевом составе.

Постепенно накопление осадков на дне и развитие растительности в озере переводит котловину в озерно-болотную, последнюю стадию развития озера в превращения его в болото. Это уже **болотный этап** развития озера. Он характеризуется полным заполнением котловины минеральными и органическими осадками и переходом ее в **последний этап** — древнюю воронку, выраженную в рельефе обычно слабым блюдцеобразным понижением. Древние воронки, сплошь vyplненные осадками и утратившие уже облик озера, весьма характерны для междуречья. Камы и Чусовой.

Преимущественно провальные озерные котловины области подземного стока образуются в карстовых воронках и депрессиях, днища которых лежат ниже максимального уровня подземных вод. Они обычно приурочены к долинам рек (низкие пойменные террасы), днищам эрозионно-карстовых логов и карстовым депрессиям. В питании основное значение имеют подземные воды. По мере заполнения котловины осадками роль их уменьшается, и все большее значение приобретают атмосферные воды. Для этого типа котловин нами выделено три этапа развития: доозерный, озерный и болотный. Примером древних сухих воронок, выполненных озерно-болотными отложениями, нами не отмечено.

Доозерный этап развития провальных котловин включает также три стадии (трещинную, щелевую и полостную) и мало чем отличается от доозерного этапа развития кольматационных котловин. Карстовые воды, циркулирующие по трещинам и каналам в переходной зоне и зоне горизонтальной циркуляции, расширяют их. Образующиеся пустоты, иногда довольно значительных размеров, вызывают сначала просадку, а затем обрушение бышележащих пород в карстовую полость. Это могут быть коренные карстующиеся и некарстующиеся породы и рыхлые покровные отложения. Основным процессом в карстующихся породах является выщелачивание. В покровных отложениях — фильтрация атмосферных осадков, частично суффозия. Возможна просадка нижних слоев над пустотой, иногда не выраженная или весьма слабо выраженная в рельефе.

Озерный этап начинается с провальной стадии в карстующемся массиве и образования провальной воронки. Покровные отложения, обрушившиеся в полость, частично заполня-

ют ее. Если провал образовался в период минимального уровня карстовых вод, она заполняется водой несколько позже, после поднятия зеркала в связи с снеготаянием, обильными дождями и т. д.

Многочисленные провальные озера в с. Усть-Кишерть осложняют рельеф I и II надпойменных террас рек Кишертки и Сылвы. К. А. Горбунова (1965) описывает четыре озерных котловины на I террасе р. Кишертки, называя их озерами-окнами. На дне одного из них, имеющего поперечник 6,5—7,2 м и глубину 6,6 м, обнаружен канал до 22 м глубиной. Остальные три озера с поперечниками 16—25 м имеют глубину до 7 м. Вода в них имеет повышенную минерализацию (552—857 мг/л) и гидрокарбонатно-сульфатный состав. Накопление донных отложений в озере происходит в озерно-аккумулятивную стадию и способствует заилению дна, уменьшению роли подземных вод и увеличению значения атмосферных осадков в питании. По мере заполнения котловины осадками, озеро теряет связь с подземными водами, переходит на атмосферное питание, и дальнейшее его развитие аналогично котловинам кольматационного типа. Так, в оз. Провал в течение 20 лет отмечено понижение минерализации от 967 до 156 мг/л.

Болотный этап характеризуется озерно-болотной стадией развития, когда аккумуляция осадков и уменьшение глубины, атмосферное питание и ряд других факторов приводят к заболачиванию. Необходимо отметить, что в целом процесс заболачивания провальных котловин идет путем нарастания сплавнины и значительно медленнее, нежели у котловин кольматационного типа. Этому способствует их значительная глубина (3—20 м), довольно длительная связь с подземными водами, своеобразная форма котловин (озера Малое и Савушкин Ложок в Дурнятской карстовой депрессии, Карасье в окрестностях д. Мазуевка).

Родниковые озерные котловины области разгрузки образуются в зонах вертикальной восходящей и сифонной циркуляции карстовых вод. Питаются они напорными карстовыми водами и приурочены к днищам речных долин. Стадии развития процесса в карстующихся и покровных отложениях не совпадают. В карстующихся породах происходит коррозия стенок водовыводящих трещин, щелей или каналов восходящей струей карстовых вод, сопровождающаяся механическим выносом покровных отложений формирование воронки, обычно конической формы, происходит вначале в покровных отло-

жениях и зависит от их мощности и дебита родников. Коническая стадия в покровных отложениях соответствует канальной стадии в карстующихся породах.

Расширение канала коррозией и эрозией приводит к образованию воронки в карстующихся породах, а при слиянии нескольких каналов могут выработаться котловины чашеобразной формы, которым соответствует озерная или озерно-аккумулятивная стадии в покровных осадках.

В Пермской области на дне Дурнятской карстовой депрессии в бассейне нижней Косвы расположены глубокие озера Черное, Роголек, Каменка и Белое, котловины которых выработались в зоне разгрузки карстовых сульфатных и хлоридных вод. Эти озера находятся в озерной и озерно-аккумулятивной стадиях развития. Озера Черное, Роголек и Каменка сточные, слабо заросли у берегов. По данным химических анализов и замеров температуры воды (Бутырина, 1966; Бутырина и Ященко, 1967) озера питаются преимущественно трещинно-карстовыми водами, поступающими со дна, и имеют минерализацию воды от 1,76 до 2,45 г/л и сульфатно-кальциевый состав.

Рассмотрение приведенной схемы не претендует на универсальность и не исчерпывает всего многообразия сложного процесса формирования карстовых озерных котловин. Нами выделены лишь общие стадии их развития.

Пермский университет

Л. Н. УСОЛЬЦЕР

КЛАССИФИКАЦИЯ КАРСТОВЫХ ПРОВАЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ПРИМЕРАХ УРАЛА И ПРИУРАЛЬЯ

В настоящее время о карстовых провальных явлениях на Урале и в Приуралье накопился довольно обширный материал, обобщение которого затруднено в связи с отсутствием дробной их классификации. Нельзя полностью согласиться с предложенной В. С. Лукиным (1964) классификацией провалов (применительно к Уралу и Предуралью). В основу ее были положены два признака: происхождение первичной подземной полости и способы перемещения верхних слоев земной коры в нее. Если с первым признаком согласиться можно, то со вторым — нельзя.