

ГЕОГРАФИЯ КАРСТА В ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОДАХ

В поверхностной части земной коры деятельность воды обуславливает появление рельефа, называемого карстовым. Первоначально карстовые явления связывали, главным образом, с известняками и доломитами. Затем они были установлены в гипсах, ангидритах и каменной соли, а также в льде глетчеров, айсбергов и мерзлых грунтах. В последнее время карстовыми стали называть явления, происходящие под влиянием воздействия воды на конгломераты с гипсовым или известковым цементом, песчаники с известковым или гипсовым цементом, лёссы, лёссовидные суглинки и им подобные образования, глины, содержащие растворимые вещества, вулканический пепел и другие горные породы.

Отечественным исследователям принадлежит заслуга выделения карста в кластических горных породах. Степные блюдца были давно подмечены русскими почвоведом и геологами. Они указываются в работах И. Леваковского (1867), Д. Л. Иванова (1887), В. В. Докучаева (1883, 1892а и 1892б), П. А. Тутковского (1899, 1910) и др. Л. С. Берг еще в 1908 г. описал своеобразные карстовые явления в лёссах и лёссовидных глинах. Это явление он отмечает и в последующих своих работах (1916–1947).

В настоящее время о просадках и других карстовых явлениях в лёссах и лёссовидных суглинках имеется обширная литература. Необходимо отметить работы М. М. Решеткина (1929), Ф. П. Саваренского (1931), Г. А. Максимовича (1941, 1948а) и ряда других авторов.

Интерес к карсту в лёссах и лёссовидных суглинках особенно усилился, когда при ирригационных и строительных работах выяснилось отрицательное влияние просадок на всевозможные такого рода инженерные сооружения.

Происхождению деформаций в лёссовидных породах посвящены работы различных авторов, а также специальные сборники. Глиняный карст был установлен А. Д. Нацким в 1916 г., а затем изучался И. С. Щукиным (1928, 1933), Ф. П. Саваренским (1931) и другими авторами.

Карст в конгломератах был описан Л. И. Маруашвили (1947). Карст в вулканическом материале был установлен В. И. Влодавцем (1944).

Образование карстовых форм обусловлено растворяющим и механическим воздействием воды на породу и может сопровождаться оседанием или обрушением под влиянием силы тяжести. Химическая и механическая суффозия проявляется в разной степени в зависимости от происхождения горных пород.

Карстующиеся породы относятся, главным образом, к четырем основным типам осадочных пород:

1. Химические и органогенные осадочные породы [пегнитолиты (Пустовалов, 1940)]: известняки, мел, доломиты, доломитизированные известняки, гипсы, ангидриты, каменная соль, сильвинит и другие. К этому типу относятся и метаморфизированные известняки – мраморы.

2. Кластические горные породы: продукты вулканических извержений (главным образом вулканический пепел), конгломераты, песчаники, лёссы, глины.

3. Смешанные химические и кластические осадочные горные породы. Сюда относятся известняки, обогащенные вулканическим или песчаным материалом.

4. Льды и льдистые породы, представляющие твердую фазу воды. Автор считает необходимым выделить их из пегнитолитов (Пустовалов, 1940), т. к. отнесение снега к продуктам химической дифференциации не правильно. Вечная мерзлота и снег – это фазовые образования воды, обусловленные температурой при давлениях, имеющих на поверхности. Третья разность криосферы (Максимович, 1946а) – морские, речные, озерные гидрогенные льды – также не пегнитолиты.

Карстовыми явлениями называют процесс разрушения горных пород первого типа, который характеризуется, главным образом, растворением при малой роли механического воздействия воды. При этом преобладает вынос материала в растворенном виде. При наличии примеси пластического материала химическая денудация может сопровождаться механической.

Химическая и механическая суффозия при известных условиях сочетаются с оседанием и обрушением.

Явления в пластических горных породах (второй тип) автор предложил называть кластокарстом (Максимович, 1947в, 1948а).

Кластокарстовые явления характеризуются преобладанием механической денудации. Меньшую роль играет химическая денудация, выражающаяся, в зависимости от породы, в растворении цемента, включений солей или в разбавлении растворов. Оседание и обрушение здесь также имеют место.

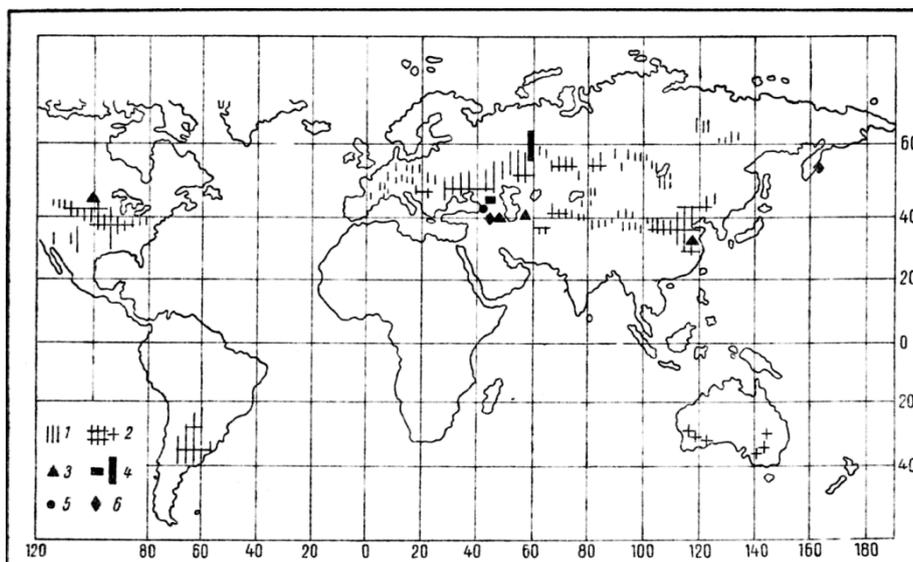
Термокарст свойствен горным породам четвертого типа и проявляется в ледниках и вечной мерзлоте несколько по-разному. Большое сходство с собственно карстом имеют явления в ледниках, где вода просачивается по трещинам и образует пустоты во льду за счет термического (и механического) воздействия.

Таким образом, каждый тип горных пород характеризуется своеобразной разностью карста. Собственно карст приурочен к породам первого типа, кластокарст – к породам второго и термокарст – четвертого типов. Что же касается горных пород третьего типа, то здесь будет иметь место процесс переходный между собственно карстом и кластокарстом, и, в зависимости от количества включенного пластического материала, будем иметь явления, близкие то к собственно карсту, то к кластокарсту.

Рассмотрим географию кластокарста.

В лесостепной и степной зонах, а также в зоне, переходной от степей к пустыням, широко развиты степные блюдца. Эти просадочные явления объясняли вначале иллювиальными процессами. Особенно ярко просадки

выражены в лёссах и лёссовидных суглинках. Изучение их в связи с промышленным и гидротехническим строительством показало, что здесь имеет место процесс, подобный карстовому. Поступающая с поверхности атмосферная вода разбавляет почвенно-грунтовые растворы. Трение между частицами высокопористых пород уменьшается, и происходит просадка. Аналогия с карстовым процессом состоит в том, что растворяется не твердая порода, а ее раствор – происходит разбавление его. Подземные воды здесь действуют в кластолите. Размеры пор уменьшаются, и, подобно карсту, процесс сопровождается просадкой.



Карст кластолитов.

- 1 – лёссы и лёссовидные суглинки; 2 – просадки в лёссах и лёссовидных породах и другие кластокарстовые явления;
 3 – карст в глинах и рельеф «дурных земель»; 4 – карст песчаников; 5 – карст конгломератов;
 6 – карст пирокластического материала.

Все три стороны карстового процесса – химическая и механическая денудация и перемещение под влиянием силы тяжести – здесь имеют место.

Сходство с карстовым процессом усиливается еще тем, что почвенногрунтовые растворы относятся к трем основным гидрохимическим фациям (Максимович, 1943–1945, 1946б–1947б): гидрокарбонатно-кальциевой, сульфатно-кальциевой и хлоридно-натриевой. Кластокарст алевролитов (лёссов и лёссовидных суглинков) характеризуется разбавлением известкового, гипсового и соляного растворов подобно растворению известняков, гипсов и солей в обычном карсте. Подземные воды здесь растворяют (разбавляют) воды состава, аналогичного типичным карстующимся породам. При этом интенсивность кластокарстовых процессов зависит от концентрации растворов. В лёссовидных суглинках, встречающихся в экстрагляциальной области Евразии (Максимович, 1941–1948), при $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ гидрохимической фации раствора наблюдаются только эмбриональные формы карста – блюдца. В засушливых областях с $\text{SO}_4\text{-Ca}$ гидрохимической фацией растворов известны карстовые колодцы, овраги, мосты и другие формы кластокарста алевритов (Решеткин, 1929). Вероятно и наличие среди растворов Cl-Na гидрохимической фации. Интенсивность кластокарста зависит от концентрации разбавляемого раствора. Карстообразование в гипсах и, тем более, в солях происходит интенсивнее, чем в известняках.

Кластокарст алевролитов широко развит в Венгрии, Румынии, на Украине, на Сев. Кавказе, в Закавказье, Сибири, Ср. Азии, Китае, в степях Сев. Америки, в пампасах Южн. Америки и в австралийских сухих низменностях. Площадь, где развит карст алевролитов, составляет до 30 млн км².

Кластокарст конгломератов с растворимым цементом развит менее широко. Цементом конгломерата являются обычно кальцит или гипс с различной примесью глинистого и песчаного материала. Растворение цемента, сопровождающееся выносом галечника, гравия и песчано-глинистого материала, обуславливает образование пещер с террасами, а также воронок и провалов.

Кластокарст конгломератов известен в зап. Грузии – Абхазия, Мегрелия (Маруашвили, 1947).

Несколько шире распространен кластокарст песчаников. Как и в конгломератах, здесь растворяется известковый или гипсовый цемент и выносятся песчаные частицы.

Кластокарст описан в артинских песчаниках с гипсовым цементом в зап. Приуралье, на Сев. Кавказе в западной области куэст для нижнемеловых и лейасовых песчаников с известковым (и гипсовым) цементом.

Кластокарст глин описан для глин и других пластических образований под названием рельефа бедленд. Его называют также глинистым или глиняным карстом. Он образуется в условиях аридного и семиаридного климатов. Вынос растворимых солей здесь играет уже небольшую роль. Преобладают механическая денудация и провальное явление, сопровождающиеся образованием воронок, слепых оврагов, пещер и других форм.

Кластокарст глин описан на Сев. Кавказе (р. Черем), в вост. Закавказье (р. Кура), в Ср. Азии (Балханы, Копет-даг) и в Сев. Америке (Южн. Дакота, Набраска) (Нацкий, 1916; Щукин, 1928, 1933).

Малое распространение имеет кластокарст пирокластического материала. Он описан для туфогенных палеогеновых отложений Армении – Даралагез (Шукин, 1933) и рыхлого вулканического материала Ключевского вулкана на Камчатке (поныры) (Влодавец, 1944).

Сопоставляя распространение кластокарста, мы видим зависимость его развития от современных климатических условий. Это имеет место для алевролитов, приуроченных к степной зоне и глин, а также других образований, дающих рельеф бедленд, свойственный аридному и семиаридному климатам.

Кластокарст конгломератов и песчаников, а также современного пирокластического материала, по имеющимся в настоящее время данным, не зависит от климатических условий.

Различна и гидрогеология разных типов кластокарста. Карст алевролитов и глин вследствие безводия областей их развития и сравнительно малой мощности толщ не имеет постоянных подземных потоков. Кластокарст конгломератов характеризуется довольно значительными подземными реками.

Литература

- Берг Л. С. Аральское море. Изв. Туркест. отд. РГО, т. 5, вып. IX, 1915, стр. 144.
Берг Л. С. О происхождении лёсса. Изв. Русск. геогр. общ., т. 52, 1916, стр. 579–646.
Берг Л. С. О происхождении лёсса. Климат и жизнь, 1922, стр. 69–110.
Берг Л. С. Фауна лёсса. Тр. Инст. геогр., вып. 37 (Пробл. палеогеогр. четвертичн. периода), 1941, стр. 225–240.
Берг Л. С. Справка по истории лёссового вопроса. Почвовед., 1946, № 3, стр. 164.
Берг Л. С. Географические зоны Советского Союза. 1947а, стр. 5–387.
Берг Л. С. Лёсс как продукт выветривания и почвообразования. Климат и жизнь, 1947б, стр. 156–307.
Бондарчук В. Г. О физико-географических условиях образования лёсса и гумусовых горизонтов юга СССР. Тр. Инст. геогр., вып. 37 (Пробл. палеогеогр. четвертичн. периода), 1946, стр. 195–206.
Влодавец В. И. Классификация отрицательных вулканических форм рельефа. Изв. АН СССР, сер. геол., 1944, № 5, стр. 137–147.
Герасимов И. И. О генетических типах микрорельефа. Изв. Гос. Геогр. общ., т. 66, вып. 3, 1934, стр. 348–350.
Герасимов И. И. Дискуссия в американском журнале о происхождении лёсса. Почвовед., 1948, № 1, стр. 73–74.
Герасимов И. И., Марков К. К. Ледниковый период на территории СССР. Тр. Инст. геогр., вып. 33, 1939, стр. 380–382.
Глинка К. Д. Почвоведение, 1931, стр. 460, 553.
Дерягин Б. В. О зависимости краевого угла от микрорельефа или шероховатости смачиваемой поверхности. ДАН СССР, т. 51, 1946, № 5, стр. 357–360.
Димо Н. А., Келлер Б. А. В области полупустыни. 1907.
Димо Н. А. Роль и значение термитов в жизни почв и грунтов Туркестана, 1916. Русский почвовед, 1916, № 7–10.
Докучаев В. В. Русский чернозем. 1883, стр. 86–87.
Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. 1892а, стр. 128.
Докучаев В. В. Устройство поверхности и воды наших степей. Правит. вестн., 1892б, №№ 54 и 55, стр. 1–10.
Захаров С. А. Курс почвоведения. 1931, стр. 299–300, 350.
Иванов Д. Л. Исследования в Ставропольской губернии в 1887 г. Горн. журн., т. II, 1887, стр. 454–475.
Игнатъев О. Отчего мелеют реки. Русск. вестн., 1885, № 1, стр. 204–242.
Ильин Р. С. Происхождение лёсса в свете учения о зонах природы. Почвовед., 1935, № 1.
Краснов А. Н. Травянистые степи Северного полушария. Тр. Геогр. отд. Моск. общ. любит. ест., антропол. и этногр., т. 21, вып. 1, 1894, стр. 1–294.
Ларин И. В. Растительность, почвы и сельскохозяйственная оценка Чижинских разливов. 1937.
Леваковский И. О современных геологических явлениях в южной России, произведенных действием воды. Журн. Мин. нар. пр., ч. 133, 1867, стр. 270.
Максимович Г. А. Происхождение аккумулятивного комплекса речных террас. ДАН СССР, т. 30, 1941, № 6, стр. 515–518.
Максимович Г. А. Гидрохимические фации речных вод и их зональность. ДАН СССР, т. 37, 1942, № 5–6, стр. 211; Изв. Всесоюзн. Геогр. общ., т. 75, вып. 1, 1943а, стр. 38.
Максимович Г. А. Гидрохимические фации поверхностных геосфер. ДАН СССР, т. 39, 1943б, № 8, стр. 359.
Максимович Г. А. К характеристике гидрохимических фаций пластовых вод стратосферы. ДАН СССР, т. 45, 1944, № 6, стр. 268.
Максимович Г. А. Гидрохимические фации вод озер (и морей). Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., т. 8, 1944, № 4, стр. 212; ДАН СССР, т. 47, 1945, № 8, стр. 582.
Максимович Г. А. Пористость криосферы. ДАН СССР, т. 51, 1946а, № 2, стр. 115.
Максимович Г. А. Гидрохимические фации речных вод Молотовской области. Докл. научн. конф. Молот, унив., № 1, 1946б, стр. 12.
Максимович Г. А. Гидрохимические фации грунтовых вод и их зональность. ДАН СССР, т. 56, 1947а, № 6, стр. 625–628.
Максимович Г. А. Зональность почвенных, грунтовых, речных и озерных вод и гидродинамические зоны. ДАН СССР, т. 58, 1947б, № 5, стр. 831–834.
Максимович Г. А. Типы карстовых явлений. Тез. докл. Молот, карстов, конф., 1947в, стр. 6.
Максимович Г. А. Задачи карстовой конференции. Карствед., 1948а, № 1, стр. 5–10.
Максимович Г. А. Происхождение отложений 1-й террасы р. Мулянки. Уч. зап. Молот, унив., т. IV, вып. 4, 1948б, стр. 23–53.
Маруашвили Л. И. Карстовые явления в неогеновом конгломерате центральной Мегрелии (западная Грузия), геоморфологическая характеристика криптокарста. Тез. Молот, карстов, конф., 1947, стр. 1–3.
Мешков А. Р. Западнине леса лесостепи как зональное явление. Тез. докл. на научн. конф. геогр. факульт., 1947, январь, Воронеж, стр. 8–9.
Москвитин А. И. Лёсс и лёссовидные отложения Сибири. Тр. Инст. геол. наук, вып. 14, сер. геол., 4, 1940, стр. 1–82.
Нацкий А. Д. Геологический очерк Малого Балхана по исследованиям в 1914 и 1916 гг. Мат. по общ. и прикладн. геол., вып. 4, 1916, стр. 17–24.
Неуструев С. С. Элементы географии почв, гл. II, § 7. Сельхозгиз, 1930.
Отоцкий П. В. Орогидрографический очерк Полтавской губернии. Мат. для оценки земель Полтавок, губ., Естеств. истор. ч., вып. 16, 1894, стр. 23–25.
Попов Т. И. Происхождение и развитие основных кустов в пределах Воронежской губ. (Геоботанический очерк). Тр. Докуч. почв, комит., вып. 2, 1914, стр. 22.
Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород, т. II, 1940.
Пяковский Б. В. Лёсс как глубокопочвенное образование. Почвовед., 1946, № 11, стр. 686–696.
Решеткин М. О карстовых явлениях в лёссах. Вести. ирриг., 1929, № 10, стр. 92–96.
Саваренский Ф. П. Инженерная геол., 1931, стр. 118, 149.
Сибирцев Н. М. Почвовед., вып. 1, 1900, стр. 69.
Соколовский А. Н. Роль почвенных процессов в генезисе лёсса. Изв. АН СССР, сер. геол., 1943, № 6, стр. 125–142.
Суслов С. П. Западная Сибирь, 1947, стр. 8–169.

- Танфильев Г. Пределы лёссов на юге России. 1894, стр. 109–110.
- Танфильев Г. Болота и торфяники Полесья. 1895, стр. 20. – Танфильев Г. И. География России, Украины и примыкающих к ним с запада территорий в пределах России 1914 года, ч. II, вып. 1 (Рельеф Европейской России и Кавказа). Одесса, 1922.
- Тутковский П. А. К вопросу о способе образования лёсса. Землевед., кн. I–II, 1899, стр. 213–311.
- Тутковский П. А. Ископаемые пустыни северного полушария. (Приложение к «Землеведению» за 1909 г.). 1910, стр. 140–150.
- Штромберг. Степные блюдца в киргизских степях. Лесной журнал, 1894, № 1.
- Щукин И. С. Исследования в Центральном Кавказе летом 1927 г. Землевед., т. 30, вып. 3, 1928.
- Щукин И. С. Общая морфология суши, т. I, 1933, стр. 190–191.
- Щукин И. С. Общая морфология суши, т. II, 1938, стр. 118–122.
- Эберзин А. Г. О неогеновых конгломератах правобережья р. Бзыбь (Абхазия) и их фауна. ДАН СССР, т. 56, 1947, стр. 411–413.

Г. А. МАКСИМОВИЧ

ГЕОГРАФИЯ КАРСТА В ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОДАХ

В поверхностной части земной коры деятельность воды обуславливает появление рельефа, называемого карстовым. Первоначально карстовые явления связывали, главным образом, с известняками и доломитами. Затем они были установлены в гипсах, ангидритах и каменной соли, а также в льде глетчеров, айсбергов и мерзлых грунтах. В последнее время карстовыми стали называть явления, происходящие под влиянием воздействия воды на конгломераты с гипсовым или известковым цементом, песчаники с известковым или гипсовым цементом, лёссы, лёссовидные суглинки и им подобные образования, глины, содержащие растворимые вещества, вулканический пепел и другие горные породы.

Отечественным исследователям принадлежит заслуга выделения карста в кластических горных породах. Степные блудца были давно отмечены русскими почвоведом и геологами. Они указываются в работах И. Леваковского (1867), Д. Л. Иванова (1887), В. В. Докучаева (1883, 1892а и 1892б), П. А. Тутковского (1899, 1910) и др. Л. С. Берг еще в 1908 г. описал своеобразные карстовые явления в лёссах и лёссовидных глинах. Это явление он отмечает и в последующих своих работах (1916—1947).

В настоящее время о просадках и других карстовых явлениях в лёссах и лёссовидных суглинках имеется обширная литература. Необходимо отметить работы М. М. Решеткина (1929), Ф. П. Саваренского (1931), Г. А. Максимовича (1941, 1948а) и ряда других авторов.

Интерес к карсту в лёссах и лёссовидных суглинках особенно усилился, когда при ирригационных и строительных работах выяснилось отрицательное влияние просадок на всевозможные такого рода инженерные сооружения.

Происхождению деформаций в лёссовидных породах посвящены работы различных авторов, а также специальные сборники. Глиняный карст был установлен А. Д. Нацким в 1916 г., а затем изучался И. С. Щукиным (1928, 1933), Ф. П. Саваренским (1931) и другими авторами.

Карст в конгломератах был описан Л. И. Маруашвили (1947). Карст в вулканическом материале был установлен В. И. Влодавцем (1944).

Образование карстовых форм обусловлено растворяющим и механическим воздействием воды на породу и может сопровождаться оседанием или обрушением под влиянием силы тяжести. Химическая и механическая

суффозия проявляется в разной степени в зависимости от происхождения горных пород.

Карстующиеся породы относятся, главным образом, к четырем основным типам осадочных пород:

1. Химические и органогенные осадочные породы [пегнитолиты (Пустовалов, 1940)]: известняки, мел, доломиты, доломитизированные известняки, гипсы, ангидриты, каменная соль, сильвинит и другие. К этому типу относятся и метаморфизированные известняки — мраморы.

2. Кластические горные породы: продукты вулканических извержений (главным образом вулканический пепел), конгломераты, песчаники, лёссы, глины.

3. Смешанные химические и кластические осадочные горные породы. Сюда относятся известняки, обогащенные вулканическим или песчаным материалом.

4. Льды и льдистые породы, представляющие твердую фазу воды. Автор считает необходимым выделить их из пегнитолитов (Пустовалов, 1940), т. к. отнесение снега к продуктам химической дифференциации не правильно. Вечная мерзлота и снег — это фазовые образования воды, обусловленные температурой при давлениях, имеющих на поверхности. Третья разность криосферы (Максимович, 1946а) — морские, речные, озерные гидрогенные льды — также не пегнитолиты.

Карстовыми явлениями называют процесс разрушения горных пород первого типа, который характеризуется, главным образом, растворением при малой роли механического воздействия воды. При этом преобладает вынос материала в растворенном виде. При наличии примеси кластического материала химическая денудация может сопровождаться механической.

Химическая и механическая суффозия при известных условиях сочетаются с оседанием и обрушением.

Явления в кластических горных породах (второй тип) автор предложил называть кластокарстом (Максимович, 1947~~б~~, 1948~~а~~).

Кластокарстовые явления характеризуются преобладанием механической денудации. Меньшую роль играет химическая денудация, выражающаяся, в зависимости от породы, в растворении цемента, включений солей или в разбавлении растворов. Оседание и обрушение здесь также имеют место.

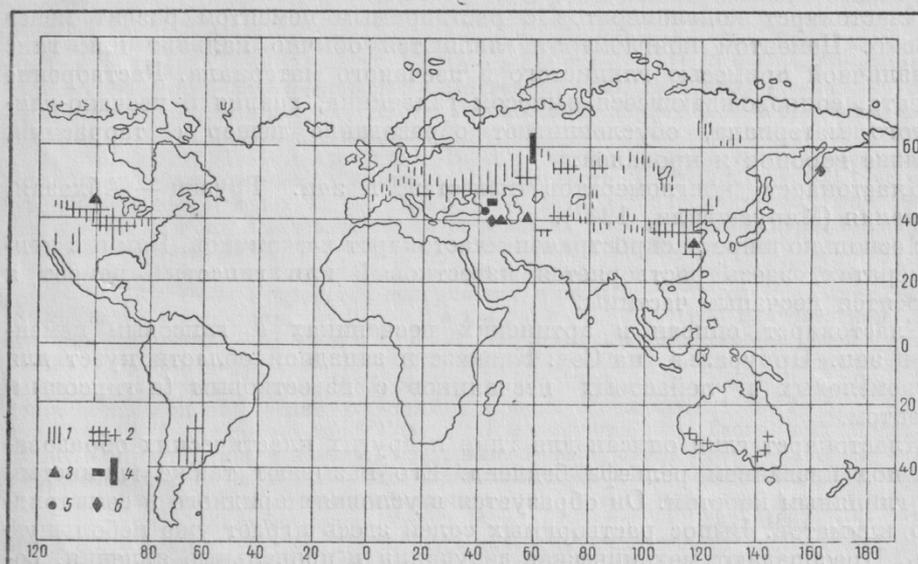
Термокарст свойствен горным породам четвертого типа и проявляется в ледниках и вечной мерзлоте несколько по-разному. Большое сходство с собственно карстом имеют явления в ледниках, где вода просачивается по трещинам и образует пустоты во льду за счет термического (и механического) воздействия.

Таким образом, каждый тип горных пород характеризуется своеобразной разностью карста. Собственно карст приурочен к породам первого типа, кластокарст — к породам второго и термокарст — четвертого типов. Что же касается горных пород третьего типа, то здесь будет иметь место процесс переходный между собственно карстом и кластокарстом, и, в зависимости от количества включенного кластического материала, будем иметь явления, близкие то к собственно карсту, то к кластокарсту.

Рассмотрим географию кластокарста.

В лесостепной и степной зонах, а также в зоне, переходной от степей к пустыням, широко развиты степные блюдца. Эти просадочные явления

объясняли вначале иллювиальными процессами. Особенно ярко просадки выражены в лёссах и лёссовидных суглинках. Изучение их в связи с промышленным и гидротехническим строительством показало, что здесь имеет место процесс, подобный карстовому. Поступающая с поверхности атмосферная вода разбавляет почвенно-грунтовые растворы. Трение между частицами высокопористых пород уменьшается, и происходит просадка. Аналогия с карстовым процессом состоит в том, что растворяется не твердая порода, а ее раствор — происходит разбавление его. Подземные воды здесь действуют в кластолите. Размеры пор уменьшаются, и, подобно карсту, процесс сопровождается просадкой.



Карст кластолитов.

1 — лёссы и лёссовидные суглинки; 2 — просадки в лёссах и лёссовидных породах и другие кластокарстовые явления; 3 — карст в глинах и рельеф «дурных земель»; 4 — карст песчаников; 5 — карст конгломератов; 6 — карст пирокластического материала.

Все три стороны карстового процесса — химическая и механическая денудация и перемещение под влиянием силы тяжести — здесь имеют место.

Сходство с карстовым процессом усиливается еще тем, что почвенно-грунтовые растворы относятся к трем основным гидрохимическим фациям (Максимович, 1943—1945, 1946б—1947б): гидрокарбонатно-кальциевой, сульфатно-кальциевой и хлоридно-натриевой. Кластокарст алевролитов (лёссов и лёссовидных суглинков) характеризуется разбавлением известкового, гипсового и соляного растворов подобно растворению известняков, гипсов и солей в обычном карсте. Подземные воды здесь растворяют (разбавляют) воды состава, аналогичного типичным карстующимся породам. При этом интенсивность кластокарстовых процессов зависит от концентрации растворов. В лёссовидных суглинках, встречающихся в экстрагляциальной области Евразии (Максимович, 1941—1948), при $\text{HCO}_3\text{—Ca}$ гидрохимической фации раствора наблюдаются только эмбриональные формы карста — блюдца. В засушливых областях

с $\text{SO}_4\text{—Ca}$ гидрохимической фазией растворов известны карстовые колодцы, овраги, мосты и другие формы кластокарста алевролитов (Решеткин, 1929). Вероятно и наличие среди растворов Cl—Na гидрохимической фазии. Интенсивность кластокарста зависит от концентрации разбавляемого раствора. Карстообразование в гипсах и, тем более, в солях происходит интенсивнее, чем в известняках.

Кластокарст алевролитов широко развит в Венгрии, Румынии, на Украине, на Сев. Кавказе, в Закавказье, Сибири, Ср. Азии, Китае, в степях Сев. Америки, в пампасах Южн. Америки и в австралийских сухих низменностях. Площадь, где развит карст алевролитов, составляет до 30 млн км².

Кластокарст конгломератов с растворимым цементом развит менее широко. Цементом конгломерата являются обычно кальцит или гипс с различной примесью глинистого и песчаного материала. Растворение цемента, сопровождающееся выносом галечника, гравия и песчано-глинистого материала, обуславливает образование пещер с террасами, а также воронок и провалов.

Кластокарст конгломератов известен в зап. Грузии — Абхазия, Мегрелия (Марушвили, 1947).

Несколько шире распространен кластокарст песчаников. Как и в конгломератах, здесь растворяется известковый или гипсовый цемент и выносятся песчаные частицы.

Кластокарст описан в артинских песчаниках с гипсовым цементом в зап. Приуралье, на Сев. Кавказе в западной области куэст для нижнемеловых и лейасовых песчаников с известковым (и гипсовым) цементом.

Кластокарст глиен описан для глиен и других кластических образований под названием рельефа бедленд. Его называют также глинистым или глиняным карстом. Он образуется в условиях аридного и семиаридного климатов. Вынос растворимых солей здесь играет уже небольшую роль. Преобладают механическая денудация и провальные явления, сопровождающиеся образованием воронок, слепых оврагов, пещер и других форм.

Кластокарст глиен описан на Сев. Кавказе (р. Чегем), в вост. Закавказье (р. Кура), в Ср. Азии (Балханы, Копет-даг) и в Сев. Америке (Южн. Дакота, Набраска) (Нацкий, 1916; Щукин, 1928, 1933).

Малое распространение имеет кластокарст пирокластического материала. Он описан для туфогенных палеогеновых отложений Армении — Даралагез (Щукин, 1933) и рыхлого вулканического материала Ключевского вулкана на Камчатке (поноры) (Влодавец, 1944).

Сопоставляя распространение кластокарста, мы видим зависимость его развития от современных климатических условий. Это имеет место для алевролитов, приуроченных к степной зоне и глиен, а также других образований, дающих рельеф бедленд, свойственный ариднему и семиариднему климатам.

Кластокарст конгломератов и песчаников, а также современного пирокластического материала, по имеющимся в настоящее время данным, не зависит от климатических условий.

Различна и гидрогеология разных типов кластокарста. Карст алевролитов и глиен вследствие безводия областей их развития и сравнительно малой мощности толщ не имеет постоянных подземных потоков. Кластокарст конгломератов характеризуется довольно значительными подземными реками.

Литература

- Берг Л. С. Аральское море. Изв. Туркест. отд. РГО, т. 5, вып. IX, 1915, стр. 144. — Берг Л. С. О происхождении лёсса. Изв. Русск. геогр. общ., т. 52, 1916, стр. 579—646. — Берг Л. С. О происхождении лёсса. Климат и жизнь, 1922, стр. 69—110. — Берг Л. С. Фауна лёсса. Тр. Инст. геогр., вып. 37 (Пробл. палеогеогр. четвертич. периода), 1941, стр. 225—240. — Берг Л. С. Справка по истории лёссового вопроса. Почвовед., 1946, № 3, стр. 164. — Берг Л. С. Географические зоны Советского Союза. 1947а, стр. 5—387. — Берг Л. С. Лёсс как продукт выветривания и почвообразования. Климат и жизнь, 1947б, стр. 156—307. — Бондарчук В. Г. О физико-географических условиях образования лёсса и гумусовых горизонтов юга СССР. Тр. Инст. геогр., вып. 37 (Пробл. палеогеогр. четвертич. периода), 1946, стр. 195—206. — Володавцев В. И. Классификация отрицательных вулканических форм рельефа. Изв. АН СССР, сер. геол., 1944, № 5, стр. 137—147. — Герасимов И. П. О генетических типах микрорельефа. Изв. Гос. Геогр. общ., т. 66, вып. 3, 1934, стр. 348—350. — Герасимов И. П. Дискуссия в американском журнале о происхождении лёсса. Почвовед., 1948, № 1, стр. 73—74. — Герасимов И. П., Марков К. К. Ледниковый период на территории СССР. Тр. Инст. геогр., вып. 33, 1939, стр. 380—382. — Глинка К. Д. Почвоведение, 1931, стр. 460, 553. — Дерягин Б. В. О зависимости краевого угла от микрорельефа или шероховатости смачиваемой поверхности. ДАН СССР, т. 51, 1946, № 5, стр. 357—360. — Димо Н. А., Келлер Б. А. В области полупустыни. 1907. — Димо Н. А. Роль и значение термитов в жизни почв и грунтов Туркестана, 1916. Русский почвовед, 1916, № 7—10. — Докучаев В. В. Русский чернозем. 1883, стр. 86—87. — Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. 1892а, стр. 128. — Докучаев В. В. Устройство поверхности и воды наших степей. Правит. вестн., 1892б, №№ 54 и 55, стр. 1—10. — Захаров С. А. Курс почвоведения. 1931, стр. 299—300, 350. — Иванов Д. Л. Исследования в Ставропольской губернии в 1887 г. Горн. журн., т. II, 1887, стр. 454—475. — Игнатьев О. Отчего мелеют реки. Русск. вестн., 1885, № 1, стр. 204—242. — Ильин Р. С. Происхождение лёсса в свете учения о зонах природы. Почвовед., 1935, № 1. — Краонов А. Н. Травянистые степи Северного полушария. Тр. Геогр. отд. Моск. общ. любит. ест., антропол. и этногр., т. 21, вып. 1, 1894, стр. 1—294. — Ларин И. В. Растительность, почвы и сельскохозяйственная оценка Чижинских разливов. 1937. — Леваковский И. О современных геологических явлениях в южной России, произведенных действием воды. Журн. Мин. нар. пр., ч. 133, 1867, стр. 270. — Максимович Г. А. Происхождение аккумулятивного комплекса речных террас. ДАН СССР, т. 30, 1941, № 6, стр. 515—518. — Максимович Г. А. Гидрохимические фации речных вод и их зональность. ДАН СССР, т. 37, 1942, № 5—6, стр. 211; Изв. Всесоюз. Геогр. общ., т. 75, вып. 1, 1943а, стр. 38. — Максимович Г. А. Гидрохимические фации поверхностных геосфер. ДАН СССР, т. 39, 1943б, № 8, стр. 359. — Максимович Г. А. К характеристике гидрохимических фаций пластовых вод стратосферы. ДАН СССР, т. 45, 1944, № 6, стр. 268. — Максимович Г. А. Гидрохимические фации вод озер (и морей). Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., т. 8, 1944, № 4, стр. 212; ДАН СССР, т. 47, 1945, № 8, стр. 582. — Максимович Г. А. Пористость криосферы. ДАН СССР, т. 51, 1946а, № 2, стр. 115. — Максимович Г. А. Гидрохимические фации речных вод Молотовской области. Докл. научн. конф. Молот. унив., № 1, 1946б, стр. 12. — Максимович Г. А. Гидрохимические фации грунтовых вод и их зональность. ДАН СССР, т. 56, 1947а, № 6, стр. 625—628. — Максимович Г. А. Зональность почвенных, грунтовых, речных и озерных вод и гидродинамические зоны. ДАН СССР, т. 58, 1947б, № 5, стр. 831—834. — Максимович Г. А. Типы карстовых явлений. Тез. докл. Молот. карстов. конф., 1947в, стр. 6. — Максимович Г. А. Задачи карстовой конференции. Карстовед., 1948а, № 1, стр. 5—10. — Максимович Г. А. Происхождение отложений 1-й террасы р. Мулянки. Уч. зап. Молот. унив., т. IV, вып. 4, 1948б, стр. 23—53. — Маруашвили Л. И. Карстовые явления в неогеновом конгломерате центральной Мегрелии (западная Грузия), геоморфологическая характеристика криптокарста. Тез. Молот. карстов. конф., 1947, стр. 1—3. — Мешков А. Р. Западные леса лесостепи как зональное явление. Тез. докл. на научн. конф. геогр. факульт., 1947, январь, Воронеж, стр. 8—9. — Москвитин А. И. Лёсс и лёссовидные отложения Сибири. Тр. Инст. геол. наук, вып. 14, сер. геол., 4, 1940, стр. 1—82. — Нацкий А. Д. Геологический очерк Малого Балхана по исследованиям в 1914 и 1916 гг. Мат. до общ. и прикладн. геол., вып. 4, 1916, стр. 17—24. — Неуструев С. С. Элементы географии почв, гл. II, § 7. Сельхозгиз, 1930. — Отоцкий П. В. Орогидрографи-

ческий очерк Полтавской губернии. Мат. для оценки земель Полтавск. губ., Естеств.-истор. ч., вып. 16, 1894, стр. 23—25. — Попов Т. И. Происхождение и развитие основных кустов в пределах Воронежской губ. (Геоботанический очерк). Тр. Докуч. почв. комит., вып. 2, 1914, стр. 22. — Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород, т. II, 1940. — Пясковский Б. В. Лёсс как глубокопочвенное образование. Почвовед., 1946, № 11, стр. 686—696. — Решеткин М. О карстовых явлениях в лёссах. Вестн. ирриг., 1929, № 10, стр. 92—96. — Саваренский Ф. П. Инженерная геол., 1931, стр. 118, 149. — Сибирцев Н. М. Почвовед., вып. 1, 1900, стр. 69. — Соколовский А. Н. Роль почвенных процессов в генезисе лёсса. Изв. АН СССР, сер. геол., 1943, № 6, стр. 125—142. — Су слов С. П. Западная Сибирь, 1947, стр. 8—169. — Танфильев Г. Пределы лёссов на юге России. 1894, стр. 109—110. — Танфильев Г. Болота и торфяники Полесья. 1895, стр. 20. — Танфильев Г. И. География России, Украины и примыкающих к ним с запада территорий в пределах России 1914 года, ч. II, вып. 1 (Рельеф Европейской России и Кавказа). Одесса, 1922. — Тутковский П. А. К вопросу о способе образования лёсса. Землевед., кн. I—II, 1899, стр. 213—311. — Тутковский П. А. Ископаемые пустыни северного полушария. (Приложение к «Землеведению» за 1909 г.). 1910, стр. 140—150. — Штромберг. Стенные блюдца в киргизских степях. Лесной журнал, 1894, № 1. — Щукин И. С. Исследования в Центральном Кавказе летом 1927 г. Землевед., т. 30, вып. 3, 1928. — Щукин И. С. Общая морфология суши, т. I, 1933, стр. 190—191. — Щукин И. С. Общая морфология суши, т. II, 1938, стр. 118—122. — Эберзин А. Г. О неогеновых конгломератах правобережья р. Бзызь (Абхазия) и их фауна. ДАН СССР, т. 56, 1947, стр. 411—413.