

Н. И. КОЧЕТОВ

ПРОСАДОЧНЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА В ЗАПАДНОМ
ПРЕДКАВКАЗЬЕ

Просадки развиваются в массивах лессовых пород при их увлажнении и представляют наиболее известную форму проявления эпигенетических процессов рельефообразования (Ларионов, 1970). Согласно В. Д. Ломтадзе (1977), лессовые породы обладают важными в инженерно-геологическом отношении признаками: макропористостью, высокой пылеватостью, часто значительным содержанием карбонатных и сульфатных солей, легкой размокаемостью и размываемостью, склонностью многих разностей к просадкам при увлажнении, условиями залегания в виде мощных толщ и покровов.

Изучение просадочных форм рельефа требует знания природы и механизма самого просадочного процесса, который не является простым механическим доуплотнением, как полагал Н. Я. Денисов (1956), а сопровождает литификацию рыхлых осадочных пород в субаэральных условиях и протекает под воздействием внешних и внутренних факторов (Ларионов, 1966, 1970). К первым относятся характер напряженного состояния породы, зависящий от действующих природного и дополнительного давления и способа их приложения; дополнительное механическое воздействие (сейсмический толчок, взрыв, вибрация и т. д.); условия увлажнения; химический состав смачивающей воды. Среди внутренних факторов важны структурный класс и величина активной пористости, характеризующая недоуплотненность лессовой породы; характер водостойкости агрегатов, составляющих породу; ее химико-минералогический состав; степень начальной увлажненности породы или тип ее структуры.

Просадочному процессу свойственна стадийность (Ларионов, 1970). В случае интенсивного разрушения неводостойких связей, первого этапа уплотнения, выноса легкорастворимых солей, исчезновения капиллярных сил и т. д. происходит быстрая («провальная») стадия просадки. Напротив, при действии в массиве пород медленных процессов (растворение карбонатов и сульфатов, разрушение водостойких агрегатов, пластические течения и т. д.) в развитии просадки выделяется длительная стадия, переходящая в послепросадочную — суффозионную. При этом известны случаи проявления просадочных деформаций в течение более 20 лет. Продолжительность процесса определяется режимом увлажнения, химическим составом поровых вод, физической и химической природой исходной породы, зависящей от условий ее образования (Белый, Попов, 1975).

А. Л. Рубинштейн (1951, 1961; Рубинштейн и др., 1955) в соответствии с характером просадочного процесса выделяет три вида деформаций лессовых пород: 1 — уплотнение под влиянием увеличивающегося давления — осадка; 2 — уплотнение, протекающее при неизменной величине давления, обусловленное ослаблением структурной прочности породы вследствие повышения ее влажности — просадка; 3 — уплотнение вследствие дальнейшего ослабления структурной прочности при длительном увлажнении — послепросадочная деформация. При этом названные виды просадок могут происходить в одном и том же массиве пород независимо друг от друга или одновременно; собственно просадка, таким образом, представляет сложный процесс.

Из сказанного выше следует, что просадочными свойствами обладают те рыхлые породы, в которых нет соответствия между плотностью и

давлением в условиях их естественного залегания, а просадочные деформации в них возникают при дополнительном увлажнении, нарушающем их равновесное напряженное состояние в условиях недоуплотненности породы. Иными словами, просадочные деформации — следствие уменьшения структурной прочности пород (Белый, Попов, 1975).

В Предкавказье просадочные явления широко развиты в покровной лессовой толще, мощность которой изменяется от нескольких м в предгорьях до 50—80 м на равнинах (Милановский, Хаин, 1963). В процессе накопления этой толщи она испытала несколько этапов просадочного уплотнения, однако, по данным А. К. Ларионова (1970), процесс этот далек от завершения.

Крайняя неравномерность процесса уплотнения от места к месту и его быстрое развитие, особенно в первую стадию, ведет к образованию просадочных форм рельефа, часто опасных для гидротехнического, промышленного, жилищного и дорожного строительства и неблагоприятных для сельского хозяйства. К ним относятся степные блюдца и западины, возникающие на плоских водоразделах и площадках террас (Лисицын, 1932; Балаев, Царев, 1964; Сафронов, 1973; Джулай, 1974; Величко, 1975), ступенеобразные уступы, протягивающиеся вдоль каналов и по берегам водоемов, сочетающиеся с размывами берегов, оползнями и сплывами (Гвоздев, 1930; Денисов, 1937; Кириенко, 1968; Шадунц, Нетребко, 1968; Шадунц, 1972; Гольятин, 1973; Васильев, 1974), размывы берегов Азовского моря и водохранилищ (Мамыкина, 1961; Губкин, 1973; Сафронов, 1973), просадки грунтов в основании зданий и сооружений (Михеев, 1930; Ананьев, Коробкин, 1973; Галай, 1973; Белый, Попов, 1975).

Форма просадочных образований часто зависит от особенностей источника замачивания. По В. П. Ананьеву и В. И. Коробкину (1973), площадное замачивание (скопление дождевых и талых вод, подъем уровня грунтовых вод) вызывает просадки на значительных площадях с формированием блюдцеобразных плоских понижений, западин, воронок и ложбин. С точечными источниками замачивания (прорыв водопроводной и канализационной сети и т. д.) связываются локальные понижения земной поверхности, с линейными (инфильтрация вод через траншеи, каналы и т. д.) — продольные деформации.

Особо остановимся на механизме формирования степных блюдец и западин, являющихся важными элементами рельефа Азово-Кубанской низменности и Закубанской наклонной равнины и занимающих в пределах одного лишь Краснодарского края площадь в 230—250 тыс. га (Величко, 1975).

Степные блюдца представляют собой замкнутые плоскодонные понижения, в большом количестве разбросанные по поверхностям плоских водоразделов и речных надпойменных террас. Днища таких впадин от центра к периферии незаметно повышаются и часто без видимой бровки сливаются с окружающей равниной. В плане блюдца имеют округлую, овальную или слегка вытянутую форму с размерами в поперечнике от нескольких м до сотен м и относительной глубиной до 1,5 м.

Первопричиной возникновения таких форм рельефа несомненно служит локальное замачивание лессовой толщи атмосферными или грунтовыми водами, скопившимися или выклинившимися в микропонижениях, и последующая быстрая просадка («провальная» стадия, по А. К. Ларионову, и деформация типа просадки, по А. Л. Рубинштейну). Следовательно, степные блюдца — внешнее проявление просадочного процесса. Поскольку они образуются и развиваются в субаэральных условиях, в их моделировке участвуют такие рельефообразующие процессы, как эрозия, суффозия, и поэтому, согласно А. К. Ларионову (1970), можно говорить о существовании просадочных, просадочно-эрозийных, просадочно-суффозионных и прочих формах рельефа степей.

Наряду с эрозией и суффозией действуют и другие факторы физического и химического преобразования почвогрунтов: термическое выветривание, выщелачивание, осыпание, обваливание и оползание со стенок, а также абразия, нивация и режеляция, на что справедливо указал недавно М. А. Манько (1973).

В ходе эволюции в послепросадочную стадию (Рубинштейн, 1951, 1961; Ларионов, 1970) степные блюдца способны расширяться и увеличивать глубину, превращаясь в западины, как за счет просадочного уплотнения днища, так и за счет отступления стенок (бровок) под действием плоскостного смыва, струйчатого размыва, осыпания, обваливания, оплывания, нивации, абразии (в случае заполнения водой относительно крупной отрицательной формы) и режеляции, когда при мощности льда 0,51—0,61 м на пологие берега оказывается давление силой 5,4—8,6 т/м, а на крутые — в 2—3 раза больше (Песчанский, 1967).

Продукты разрушения стенок и днищ блюдец и западин в виде мелкозема выносятся водой к центру понижения. Естественно, что некоторая часть мелкозема остается у подошвы отступающей стенки или перетлагается на поверхности днища, образуя своеобразные микроформы. В центре понижения формируются почвы, отличающиеся весьма неблагоприятными физическими свойствами (Джулай, 1974). Они очень плотные, малоструктурные, заплывают при увлажнении, покрываются плотной коркой, быстро теряют влагу летом, сильно растрескиваются. В зимне-весенний период в понижениях появляются водоемы, контуры которых с каждой весной расширяются в соответствии с последовательным разрастанием блюдец и увеличением их водосборной площади (Джулай, 1974). Сток со склонов, повторяющийся из года в год в замкнутом контуре, способствует выносу водно-растворимых солей почвенного профиля в более глубокие горизонты. Сначала эти процессы затрагивают соли натрия, затем они охватывают и труднорастворимые соли кальция, вследствие чего почва теряет способность к структурообразованию, особенно в центре блюдца, где вода задерживается дольше всего.

Систематическое затопление блюдец и западин привело к интенсивному выщелачиванию почв в их пределах и выносу илистых частиц и коллоидов из пахотного горизонта в нижележащие. Почвы здесь, сильно уплотнившись и претерпев колымаж, потеряли проницаемость для воды, воздуха и корней растений. По данным А. П. Джулая (1974), мощность уплотненного горизонта в степных блюдцах изменяется от 0,4 до 1,5 м и стоит в прямой зависимости от возраста просадочной формы и ее размеров. Водопроницаемость грунта в ложе блюдца по опытным данным в 2,4 раза ниже, чем на соседнем водоразделе относительной высотой 0,7 м.

Таким образом, в ходе развития центральная, наиболее опущенная часть просадочной формы оказывается как бы «бронированной», изолированной от дальнейшего интенсивного замачивания сверху. По данным Е. Б. Величко (1975), даже после двух-трех месяцев пребывания под водой она оказывается промоченной на глубину всего 0,4—0,6 м. Вместе с тем тот же объем стока в сложившихся условиях способен затопить большую часть днища, в том числе и ту, которая концентрически примыкает к «забронированной» центральной части, вызывая ее замачивание на глубину и, следовательно, просадку. Вокруг центрального понижения последовательно нарастают кольца просадок. Происходит постепенное увеличение площади и глубины степных блюдец и западин. Рассмотренный выше процесс почвообразования, идущий одновременно с расширением просадочных форм, приводит к разрастанию «бронированной» центральной части понижения и в конце концов изолирует лежащие ниже породы от замачивания; последующее уплотнение лессовой толщи осуществляется лишь за счет внутренних факторов.

В настоящее время в Западном Предкавказье сохраняется тенденция как расширения существующих просадочных форм, так и возникновения новых. При этом, вслед за М. А. Манько (1973), мы считаем, что степные блюдца являются первым, а западины — вторым элементом одного генетического ряда отрицательных форм рельефа равнинных территорий, сложенных лессовыми породами.

Степные блюдца широко развиты на территории всего Предкавказья, однако различны в районах с различным увлажнением. Так, по данным А. П. Джулая (1974), степные блюдца дельтовой области Кубани переувлажнены за счет высокого стояния уровня грунтовых вод, блюдца Закубанской равнины заняты «мочаками» из-за большого количества атмосферных осадков, а эти же формы на правобережье Кубани в условиях незначительного увлажнения покрыты водой лишь зимой и весной.

Западины наиболее ярко выражены на северо-западе Азово-Кубанской низменности, где некоторые из них занимают довольно обширные площади: западина «Зайцева» — 116 га, «Круглая» — 256 га, «Воронцовская» — 900 га, и др. Относительная глубина этих форм изменяется от 5 до 30 м. В связи с малой удельной водосборной площадью (из-за значительных размеров днищ) и малым количеством атмосферных осадков за осенне-зимний и весенний периоды (185 мм) переувлажнение здесь вызвано, видимо, лишь уплотненной почвой (Джулай, 1974).

Замкнутые понижения рельефа просадочного генезиса в Предкавказье весьма неблагоприятны для сельского хозяйства: озимые здесь вымокают, посев ранних яровых сильно задерживается или вообще невозможен, а поздние яровые страдают из-за крайне неблагоприятных водно-физических свойств почвы и нехватки воды летом (Величко, 1975). В результате мелиорации (планировка земной поверхности, перераспределение поверхностного стока и т. д.) эти участки могут быть возвращены в категорию полноценных пахотных земель.

ЛИТЕРАТУРА

- Ананьев В. П., Коробкин В. И. Инженерная геология. М., «Высшая школа», 1973.
- Балаев Л. Г., Царев П. В. Лессовые породы Центрального и Восточного Предкавказья. М., «Наука», 1964.
- Бельий Л. Д., Попов В. В. Инженерная геология. М., Стройиздат, 1975.
- Васильев В. А. Современные просадочные и эрозионные явления на орошаемых землях (на примере Юго-Восточного Предкавказья). «Изв. СКНЦ ВШ». Сер. естест. наук, № 1, 1974.
- Величко Е. Б. Оросительные мелиорации на Кубани. Краснодар, 1975.
- Галый Б. Ф. Развитие просадочных деформаций грунтов на территории городов и поселков Ставропольского края. В сб. «Геогр. проблемы изучения, охраны и рационального использования природных условий и ресурсов Сев. Кавказа». Ставрополь, 1973.
- Гвоздев В. С. Просадки на Малокабардинской оросительной системе (данные исследований и наблюдений). «Изв. Научно-мелиор. ин-та», вып. 21, 1930.
- Гольятин А. Н. Распространение и типы оползней в средней части долины р. Кубани. В сб. «Геогр. проблемы изучения, охраны и рационального использования природных условий и ресурсов Сев. Кавказа». Ставрополь, 1973.
- Губкин Н. М. Разрушение восточных берегов Азовского моря и возможные меры борьбы с ним. «Геоморфология», № 1, 1973.
- Денисов Н. Я. Просадочные явления на Терской оросительной системе. «Разведка недр», № 17, 1937.
- Денисов Н. Я. Строительные свойства лесса и лессовидных суглинков. М., Госэнергоиздат, 1956.
- Джулай А. П. Борьба с переувлажнением почвы и повышение ее плодородия в замкнутых понижениях рельефа. Краснодар, 1974.
- Кириенко А. И. Явления просадок при орошении и меры по их предотвращению. Нальчик, 1968.
- Ларионов А. К. Инженерно-геологическое изучение структуры рыхлых осадочных пород. М., «Наука», 1966.
- Ларионов А. К. Механизм и природа просадок и их роль в рельефообразовании. В сб. «Современные экзогенные процессы рельефообразования». М., «Наука», 1970.
- Лисицин К. И. О деформациях суглинистых грунтов Предкавказья в связи с вопросом об образовании степных блюдец. Новочеркасск, 1932.

- Ломтадзе В. Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л., «Недра», 1977.
- Мамыкина В. А. Типы берегов северо-восточной части Азовского моря и особенности их динамики. «Тр. Океанограф. комиссии АН СССР», т. 8. М., 1961.
- Манько М. А. Западины и роль абразии в их развитии. В сб. «Геогр. исследования на Сев. Кавказе и Нижнем Дону». Изд-во РГУ, Ростов н/Д, 1973.
- Милановский Е. Е., Хаин В. Е. Геологическое строение Кавказа. Изд-во МГУ, 1963.
- Михеев Б. И. О причинах разрушения зданий на территории Грозненских промыслов. «Строит. промышленность», № 8/9, 1930.
- Песчанский И. С. Ледоведение и ледотехника. Л., Гидрометеониздат, 1967.
- Рубинштейн А. Л. О природе деформации лессов под влиянием одновременного воздействия увлажнения и давления. «Гидротехн. и мелиорация», № 6, 1951.
- Рубинштейн А. Л. Грунтоведение, основания и фундаменты. М., Сельхозгиз, 1961.
- Рубинштейн А. Л., Кириллов А. А., Балаев Л. Г. Строительные свойства лессовых грунтов. «Гидротехн. и мелиорация», № 8, 1955.
- Сафронов И. Н. Геоморфология Западного и Центрального Предкавказья. В сб. «Вопросы геогр. С.-З. Кавказа и Предкавказья». Краснодар, 1973.
- Шадунц К. Ш. О механизме оползней правобережья р. Кубань. «Тр. ПНИИИС Госстроя СССР», т. 16. М., 1972.
- Шадунц К. Ш., Нетребко Ю. Н. Благоустройство малых городов и проблемы линейной эрозии. «Информ. бюл. № 4 (Центр. трест инж.-строит. изысканий)». М., 1968.

Кубанский государственный университет

Поступила в редакцию
22.XI.1977

LANDFORMS DUE TO SUBSIDENCE AT THE WESTERN CAUCASUS FORELAND

N. I. KOSCHETOV

Summary

Landforms due to subsidence result from epigenetic increase in density of thick cover loess series. Their formation is controlled by subaerial relief-forming processes, i. e. erosion, piping, leaching, processes due to gravity, nivation, abrasion and regelation. In the genetic sequence of negative landforms first are shallow saucer-like depressions and second — more pronounced basins. These forms affect hydrotechnique, industrial and civil engineering, housing and agriculture. Arable lands where the subsidence landforms appeared should be meliorated.

УДК 551.4.07 (234.851)

Л. А. МИНЯЙЛО

О ПРИЧИНАХ И ЭТАПАХ ПЕРЕСТРОЙКИ РЕЧНОЙ СЕТИ СЕВЕРО-СОСВИНСКОГО УРАЛА В ПОЗДНЕМ КАЙНОЗОЕ

В рельефе района выделяются две основные зоны: 1) кряж — среднегорье с абс. высотами 400—1000 м и 2) предгорье — увалисто-холмистая равнина (пъедмонт) с абс. высотами 140—350 м. Они простираются субмеридионально, согласно с основными геологическими структурами Урала, и разграничены четко выраженным эрозионно-тектоническим уступом.

Основное направление стока главных рек района субширотное. Морфология долин в каждой из указанных зон имеет свои характерные черты. В среднегорье форма долин корытообразная, ширина от 200 до