

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И НАРОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 551.311.24 (471.62)

Н. И. КОЧЕТОВ, Н. И. ДУБРОВИН, В. Ф. БЕЗРУКОВ

ИНТЕНСИВНОСТЬ СОВРЕМЕННОЙ ДЕНУДАЦИИ ОТКОСОВ
ДОРОЖНЫХ ВЫЕМОК СОЧИНСКОГО РАЙОНА
(Западный Кавказ)

Приводятся результаты экспериментальных определений интенсивности денудации откосов дорожных выемок в терригенных осадочных олигоценых породах. Выявлена зависимость процесса от крутизны откоса и его экспозиции.

Горные породы, слагающие природные склоны или вскрытые искусственными открытыми выработками, подвержены активному воздействию экзогенных факторов. Суммарный эффект этого воздействия может быть с достаточной полнотой охарактеризован степенью интенсивности денудации, показателем которой служит количество разрушенной горной породы, удаленной с единицы площади в единицу времени. Поскольку преобразование пород в зоне активного влияния экзогенных агентов ведет к их разуплотнению, снижению прочности и несущей способности, вызывая деформации склонов, откосов дорожных выемок, бортов карьеров и каналов, стенок котлованов и пр. (Фисенко, Кагермазова, 1971), становится понятной важность получения количественных оценок процесса денудации.

В настоящей статье приводятся результаты исследований интенсивности денудационной переработки откосов дорожных выемок в палеогеновых терригенных породах. В качестве показателей, характеризующих процесс, были приняты скорости денудации по весу, объему и линейная — скорость отступления поверхности склона (Золотарев, 1958; Клюкин, Толстых, 1968, 1973). Для вычисления скорости денудации при измерениях за любой промежуток времени использована формула, предложенная А. А. Клюкиным и Е. А. Толстых (1973):

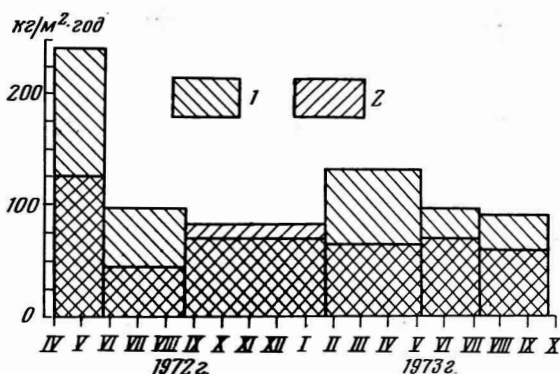
$$V = P \frac{365}{n},$$

где P — вес материала, снесенного с 1 м^2 откоса; n — количество дней в интервале между двумя наблюдениями. При этом рассчитанная величина означает, что если бы денудация продолжалась в течение года, то было бы снесено V обломочного материала.

Натурные наблюдения за скоростью денудации в откосах дорожных выемок проводились в 1972—1973 гг. в районе Большого Сочи с использованием двух стационарных учетных площадок.

Первая площадка (стационар 1 Чахцуцыр) была заложена на водоразделе рек Псоу и ее правого притока — Чахцуцыра в откосе выемки

автомобильной дороги. Участок сложен породами олигоценового субфлиша (хостинская свита), представленного переслаиванием аргиллитов, песчаников и алевролитов. Выемкой вскрыто 68 прослоев, среди которых преобладают аргиллиты (73%) с мощностью слоев от 2 до 15 см. Песчаников, мощность слоев которых меняется от 2 до 20 см, в разрезе 14%; на долю алевролитов приходится 13% разреза, а мощность их слоев незначительна — от 0,5 до 7 см. Породы падают в сторону откоса под углом 25—30°, крутизна откоса, имеющего северную экспозицию, составляет 60°. Поверхность учетной площадки занимает площадь 8,1 м².



Гистограммы интенсивности денудации откосов дорожных выемок

1 — стационар 1 Чакхуцур; 2 — стационар 2 Илларионовка

Вторая площадка (стационар 2 Илларионовка) заложена в откосе автомобильной дороги на левом склоне долины р. Западной Хосты. Откос имеет южную экспозицию, крутизна его 45°, площадь учетной площадки 11,1 м². Откос сложен также породами олигоцена (мацестинская свита), представленными чередованием аргиллитов (71% разреза), алевролитов (20%) и песчаников (9%). Породы падают в массив под углом около 10°, разрез содержит 98 различных прослоев. Мощность слоев аргиллитов варьирует от 1 до 18 см, алевролитов — от 0,2 до 5 см, песчаников — от 4 до 14 см.

В апреле 1972 г. обе площадки были зачищены с поверхности на глубину 10—20 см вплоть до относительно монолитных пород, спланированы, оборудованы ограничительными стенками и деревянными коробами-уловителями лоткового типа, установленными у подножия откосов на уровне полотна дороги. Продукты денудации, смещающиеся вниз по откосу и накапливающиеся в коробах, периодически выбирались и взвешивались. После определения веса обломков, снесенных с 1 м² каждого откоса, по приведенной выше формуле рассчитывались весовые скорости денудации и через объемный вес, принятый равным для коренных пород 2,2 г/см³, производился пересчет полученных значений на объемную и линейную скорости денудации.

Цикл наблюдений составил 513 суток. За этот отрезок времени на каждой из учетных площадок проведено шестикратное взвешивание продуктов денудации. Наряду со взвешиванием в полевых условиях определялись объемный вес обломочного материала (взвешивание в мерном ведре) и его гранулометрический состав путем рассева на крупногабаритных ситах. Результаты исследований представлены в табл. 1 и 2 и гистограмме (рисунок).

Скорости денудации откосов дорожных выемок Сочинского района

Периоды наблюдений	Количество продуктов денудации		Скорость денудации		
	за период, кг/м²	за сутки, кг/м²	весовая, кг/м²·год	объемная, м³/м²·год	линейная, мм/год
Стационар 1 Чахцуцыр					
27 апреля — 26 мая 1972 г. 30 суток	20,3	0,677	241,0	0,109	109
27 мая — 17 августа 1972 г. 84 суток	20,8	0,248	90,4	0,041	41
18 августа 1972 г. — 25 января 1973 г. 162 суток	30,9	0,191	69,6	0,032	32
26 января — 8 мая 1973 г. 102 суток	35,4	0,346	126,7	0,058	58
9 мая — 10 июня 1973 г. 63 суток	16,0	0,254	92,7	0,042	42
11 июня — 20 сентября 1973 г. 72 суток	17,3	0,240	87,7	0,040	40
Весь цикл 513 суток	140,7	0,274	100,1	0,046	46

Стационар 2 Илларионовка

27 апреля — 26 мая 1972 г. 30 суток	10,3	0,343	125,3	0,057	57
27 мая — 18 августа 1972 г. 85 суток	10,1	0,119	44,1	0,020	20
19 августа 1972 г. — 25 января 1973 г. 161 сутки	36,1	0,024	81,3	0,037	37
26 января — 10 мая 1973 г. 104 суток	17,8	0,171	62,5	0,028	28
11 мая — 5 июня 1973 г. 56 суток	10,2	0,182	66,4	0,030	30
6 июня — 20 сентября 1973 г. 77 суток	12,3	0,160	58,3	0,026	26
Весь цикл 513 суток	96,8	0,189	68,9	0,031	31

Таблица 2

Гранулометрический состав продуктов денудации откосов дорожных выемок
(по Безрукову и Мирошниченко, 1973)

Дата отбора пробы	Общий вес, кг	Размер фракций, мм									
		более 50	30—50	25—30	20—25	10—20	7—10	5—7	3—5	2—3	1—2 менее 1

Сухой рассев
Стационар 1 Чахцуцыр

26 мая 1972 г.	15,00	—	4,7	3,1	8,9	32,8	11,7	10,9	10,7	9,7	7,5	—
----------------	-------	---	-----	-----	-----	------	------	------	------	-----	-----	---

Стационар 2 Илларионовка

26 мая 1972 г.	14,07	—	—	—	—	—	21,2	21,7	23,9	13,8	19,4	—
----------------	-------	---	---	---	---	---	------	------	------	------	------	---

Мокрый рассев
Стационар 1 Чахцуцыр

24 августа 1972 г.	45,58	0,58	1,18	1,04	2,36	2,45	92,39	—	—	—	—	—
--------------------	-------	------	------	------	------	------	-------	---	---	---	---	---

Стационар 2 Илларионовка

24 августа 1972 г.	18,76	0,51	0,49	1,00	3,56	6,40	2,06	2,99	9,98	5,3	6,7	61,0
--------------------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	------

Установлено, что за весь цикл наблюдений с каждого квадратного метра стационара 1 Чахцуыр денудацией было снесено 140,7 кг, стационара 2 Илларионовка — 96,8 кг обломочного материала, а стенки откосов отступили в среднем соответственно на 64 и 44 мм. Рассчитанные среднегодовые скорости денудации откосов составили соответственно 100,1 и 68,9 кг/м²/год и 46 и 31 мм/год (табл. 1). Денудационный метр в этих случаях характеризуется величинами 22 и 32 года.

Представляют интерес данные о гранулометрическом составе продуктов денудации (табл. 2). Несмотря на близкий литологический состав исходных пород в откосах выемок, обнаружено (Безруков, Мирошниченко, 1973), что при сухом расसेве содержание песчано-глинистых частиц в продуктах денудации изменяется от 7,5% на первой площадке до 19,4% на второй. При этом в первом случае среди обломков преобладают фракции 7—20 мм — 44,5%, во втором — 3—7 мм — 45,6%. Еще больший контраст вскрывает мокрый рассев: среди обломков стационара 1 Чахцуыр преобладает фракция 7—10 мм — 92,4%, стационара 2 Илларионовка — до 2 мм — 67,7%.

Выявленные количественные различия в интенсивности денудации и гранулометрическом составе при сходных литологическом составе коренных пород и физико-географических условиях могут быть объяснены, вероятно, прежде всего различиями в крутизне и экспозиции исследованных откосов. Так, именно более крутой откос первой площадки отстывает почти в 1,5 раза быстрее, с ним же связываются и более крупные фракции продуктов денудации (табл. 1 и 2).

Влияние же экспозиции откосов при близких абс. отметках (около 300 м над ур. моря) проявляется через внутригодовой ход процесса денудационной переработки их поверхностей. Из табл. 1 и рисунка отчетливо видно, что в пределах цикла наблюдений обособлены шесть неравнозначных по продолжительности периодов. Одни из них характеризуются активным разрушением откосов, в течение других породы разрушались в относительно замедленном темпе. Здесь следует, однако, подчеркнуть, что повышенные значения показателей как суточного сноса, так и скоростей денудации для обеих площадок в первом периоде обусловлены, вероятно, механическим нарушением профилей откосов при их оборудовании для наблюдений и более интенсивным накоплением обломков на начальном этапе опыта.

Максимальные значения показателей приходятся на осенне-зимне-весеннее время, т. е. на период максимума атмосферных осадков. Минимальные показатели характерны для летнего и летне-осеннего времени, поскольку лето и ранняя осень на Черноморском побережье Кавказа отличаются, как правило, минимальным количеством выпадающих осадков. Сравнение экстремальных показателей интенсивности денудации обеих площадок показывает, что на стационаре 1 Чахцуыр процесс несколько запаздывает по времени: здесь отмечаются весенний максимум и летне-осенний минимум, тогда как на откосе южной экспозиции стационара 2 Илларионовка максимум характерен для осенне-зимнего сезона, а минимум — для летнего периода. Несомненно, что выявленный сдвиг по времени максимума и минимума интенсивности денудации определяется различиями в экспозиции откосов изученных дорожных выемок.

Полученные нами значения линейных скоростей денудации откосов в глинисто-песчаных отложениях на порядок ниже величин средних скоростей выветривания майкопских глин района Волго-Донского канала за первый год (Макеев, 1957) и вообще разновозрастных глин, аргиллитов и алевролитов — 0,4 м/год (Калмыкова и др., 1971). Однако они весьма близки к значению коэффициента скорости выветривания, приведенному Г. С. Золотаревым и В. Е. Коркиным (1971) для нижне-олигоценых глин смежного Сухумского района на откосе северо-

западной экспозиции в условиях сноса, —0,03 м/год. С близкой же скоростью (24,7—29,3 мм/год) отступает крутой (40—90°) склон долины р. Хотевури в бассейне Риони (Западная Грузия), сложенный мергелями палеоценового возраста (Гобеджишвили, 1973). Наши данные, однако, превышают в 5—8 раз скорость отступления крутого склона долины р. Жоквары в Абхазии —0,6 см/год (Маккаев и др., 1977), что, впрочем, вполне закономерно и легко объяснить: в разрезе здесь доминируют устойчивые против агентов денудации скальные (известняки) и полускальные (мергели) породы.

ЛИТЕРАТУРА

- Безруков В. Ф., Мирошниченко К. Г. О некоторых закономерностях изменения физических свойств обломочных элювиальных грунтов олигоцена. В сб. «Проблемы инж. геологии Сев. Кавказа», вып. 5. Сочи, 1973.
- Гобеджишвили Р. Г. Изучение гравитационных процессов в Западной Грузии методом повторной фототеодолитной съемки. «Геоморфология», № 4, 1973.
- Золотарев Г. С. О скорости выветривания неокотских и альбских глинистых пород Ульяновского Поволжья. «Научн. докл. высш. школы. Геол.-геогр. науки», вып. 3, 1958.
- Золотарев Г. С., Коркин В. Е. Инженерно-геологическая характеристика элювия в третичных глинистых породах Черноморского побережья Кавказа. В сб. «Вопросы инж.-геол. изучения процессов и кор выветривания». Изд-во МГУ, 1971.
- Калмыкова Н. И., Молоков Л. А., Разумов В. К. Опыт инженерно-геологического изучения разуплотнения и выветривания глинистых пород. В сб. «Вопросы инж.-геол. изучения процессов и кор выветривания». Изд-во МГУ, 1971.
- Клюкин А. А., Толстых Е. А. Некоторые методы изучения скорости выветривания горных пород. В сб. «Вопросы изучения оползней и факторов, их вызывающих», вып. 8. М., 1968.
- Клюкин А. А., Толстых Е. А. Методика и первые результаты стационарного наблюдения за скоростью денудаций известняковых обрывов в Горном Крыму. «Геоморфология», № 4, 1973.
- Макеев З. А. Инженерно-геологические свойства мейкопских глин в связи с условиями их формирования. «Тр. Совещ. по инж.-геол. свойствам пород, и методам их изучения», т. 1, 1957.
- Маккаев Н. И., Никулин Ф. В., Хмелева Н. В., Шевченко Б. Ф. Результаты стационарных исследований эрозийных и склоновых процессов в Абхазии. «Вестн. МГУ. География», № 2, 1977.
- Фисенко Г. Л., Кагермазова С. В. Закономерности выветривания и осыпания пород в откосах открытых горных выработок. В сб. «Вопросы инж.-геол. изучения процессов и кор выветривания». Изд-во МГУ, 1971.

Кубанский государственный университет
ПНИИИС Госстроя СССР

Поступила в редакцию
28.III.1979

PRESENT-DAY DENUDATION INTENSITY AT ROAD CUT SLOPES IN THE SOCHI REGION

(western caucasus)

N. I. KOCHETOV, N. I. DUBROVIN, V. F. BEZRUKOV

Summary

Field observations at test sites gave values of erosion of road cut slopes consisting of Oligocene terrigenous subflysch. During the period of observations (513 days) the quantity of rock matter removed by slope processes was 140,7 kg/m² at north-facing slope and 96,8 at the south-facing one, the slopes' retreat value being 64 and 44 mm respectively. Mean annual erosion intensity at the northern and southern slopes is 100,1 and 68,9 kg/m² or 46 and 31 mm. It will take respectively 22 and 32 years to remove a layer 1 meter thick. A certain dependence of the process on the Slope's exposition and steepness has been found. At the first test site the slope is north-facing 60° steep; it retreats 1,5 times faster than the south-facing slope 45° steep, debris dimensions at the first site being larger.