

STUDIES OF FREE MEANDERING RIVER CHANNELS (WITH SPECIAL REFERENCE TO THE LOWER IRTYSH)

GENDELMAN M. M.

Summary

Characteristics of the channel process within the lower reaches of the Irtysh River are described, some new regularities of the meanders' development being revealed. A technique is worked out which permits to check the meanders' theoretical approximations (and therefore the hypotheses on meandering causes and mechanism) against empirical morphometric correlations. The dynamic equilibrium notion is specified for free meandering channels; a new method of meander deformations calculation is outlined based on the assumption of balanced redeposition of load; formulae are derived for approximate estimation of mean and maximum rates of banks displacement within the deformations zone. Angular velocities of planar deformations appeared to bear a relationship to the meanders maturity. An expression is found connecting the channel maximum depth and the degree of the meander's development.

УДК 551.435.6(235.216)

ГОЛОСОВ В. Н., ПАНИН А. В.

ОСЫПНЫЕ ПРОЦЕССЫ НА СКЛОНАХ ОВРАГОВ В НИЗКОГОРНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Осыпание — один из наиболее интенсивно протекающих склоновых процессов, наблюдающийся практически повсеместно на оголенных склонах с крутизной, близкой к углу естественного откоса. В горных странах внимание исследователей чаще привлекают кластические осыпи в связи с решением задач защиты инженерных объектов от разрушения. Осыпание в связных, рыхлых породах изучено сравнительно слабо [1]. Разрушение и снос рыхлых пород со склонов эрозионных форм обычно оцениваются при выявлении источников питания селей [2]. Результаты исследований показывают, что интенсивность осыпания зависит от метеорологических условий [3—6], но характер связей не всегда ясен.

Стационарные исследования основных процессов денудации в низкогорной зоне Чаткальского хребта (Западный Тянь-Шань) в течение трех лет показали, что одним из ведущих факторов формирования и развития оврагов является осыпание лессовидных суглинков на их склонах. Сносимый в днища оврагов материал — один из важных источников формирования стока наносов селевых паводков в бассейнах горных рек. В результате наблюдений удалось оценить интенсивность процесса осыпания, его зависимость от динамики условий погоды и взаимодействия с эрозионными процессами.

Район работ представляет собой сильно расчлененное низкогорье с абс. высотами 1100—1500 м. Коренные кристаллические породы перекрыты чехлом лессовидных суглинков мощностью до 40 м. Овраги, достигающие сотен метров в длину с глубиной вреза до 25 м, расчленяют склоны небольших горных рек. Ведущими процессами денудации являются эрозия на склонах и в оврагах, эоловый перенос и осыпание, наиболее активно протекающее на бортах оврагов в их привершинных частях. Интенсивное развитие эрозии связано с неограниченным выпасом скота, приведшим к практически полному исчезновению на склонах междуречий травянистой растительности и значительному ухудшению водопроницаемости сероземов, что способствовало увеличению поверх-

Интенсивность осыпания лёссов на склонах оврагов

Стенка срыва, №	Площадь, м²	Длина, м	Крутизна, град.	Экспозиция	Интенсивность осыпания, кг/м²·сут		Модуль сноса за цикл, кг/м²
					средняя	максимальная	
Наблюдения 1984 г.							
1	30	8	35	В—Ю—В	0,04	0,11	0,25
2	35	9	35	В—Ю—В	0,15	0,5	1,12
Наблюдения 1985 г.							
1	29	9	49	Ю—З	1,98	4,44	11,87
2	4,2	3	45	Ю—З	1,54	3,24	7,69
Наблюдения 1986 г.							
1	23,6	10,5	49	Ю—З	1,79	2,86	12,51
2	4,5	3,6	50	Ю—Ю—В	1,52	3,2	10,64

ностного стока. При годовой норме осадков 776 мм — 74% приходится на дожди, выпадающие преимущественно в мае — апреле в виде ливней средней интенсивностью до 10—15 мм/ч.

Наблюдения за осыпанием осуществлялись на ряде специально подготовленных площадок, расположенных у подножий осыпных склонов по бортам оврагов в бассейне р. Таваших-сай. Стенки срыва тщательно обмерялись (таблица), а у их подножий устанавливались ловушки, собирающие осыпавшийся материал. Ловушки представляли собой проволочный каркас в форме четырехугольной призмы, по основанию и трем сторонам которого натягивалась полиэтиленовая пленка. Полнота попадания частиц в ловушку обеспечивалась боковыми экранами-отражателями. Количество осыпавшегося материала определялось весовым методом в дневное время через 1—3 ч. В эти же сроки у каждой стенки измерялась температура приземного слоя воздуха и почвы на глубинах 0,5, 10 и 20 см. Ход температуры воздуха в ночные часы устанавливался по записям на ленте термографа, минимальному и максимальному термометрам. Регулярно отбирались образцы для определения влажности осыпавшихся частиц. Впоследствии в расчеты интенсивности осыпания вносились поправки на влажность. Периодически с помощью альбедометра оценивался радиационный баланс склонов разной экспозиции.

Осыпание развивается на просыхающих участках бортов оврагов в период таяния снега и сопровождается выработкой сегментообразных углублений. В дальнейшем за счет концентрации гравитационного сноса по направлению наибольших уклонов в нижней части склона образуется лоток. Углубление и линейный рост лотка происходит вследствие его корразии скатывающимися обломками. Регрессивное отступление лотка вверх по склону может со временем привести к прорыву дернины по верхнему краю стенки срыва и слиянию лотковых ложбин с эрозийными бороздами на вышележащем более покатом склоне междуречья. В результате происходит рост оврага в длину с одновременной активизацией осыпания на вновь образовавшихся овражных склонах. Многовершинность оврагов исследуемого района и большое количество более мелких склоновых оврагов, прорезающих их борта, указывает на типичность такого развития овражных форм.

В годовом, сезонном и суточном циклах интенсивность осыпания лесов крайне неравномерна и тесно связана с ходом основных метеорологических элементов — температурой воздуха и почвы, осадками, облачностью и ветром. В течение года пик осыпания приходится на январь — март, когда наблюдается активная атмосферная циркуляция — чередование циклонов, проникающих с юга, вторжение влажных холодных масс с северо-запада и сухого холодного воздуха сибирского антицикло-

на с северо-востока. Минимум осыпания на склонах оврагов отмечается в июне — октябре при устойчиво сухой жаркой погоде. В этот период осыпание происходит только под воздействием сильных ветров скоростью более 10 м/с.

Во внутрисезонном цикле, начинающемся с момента выпадения свежего снега, максимум осыпания наблюдается на второй — третий день после схода снега со стенки срыва осыпного склона. В дальнейшем по мере таяния снега на прилегающих к оврагам склонах междуречья процесс осыпания ослабевает, а после окончания таяния практически останавливается (рисунок). В среднем за каждый цикл осыпается порядка 8—12 кг/м² (таблица), что соответствует среднему отступанию склонов оврага на 0,5—1,0 см. Цикл может не завершиться полностью ввиду нового вторжения холодного воздуха и выпадения осадков в виде снега, как это было в 1984 г. (таблица). По данным расположенной в районе исследований метеостанции Суок, в течение декабря — марта наблюдаются 2—4 случая выпадения и полного схода снежного покрова. Таким образом, в среднем за счет осыпания овраг расширяется на 3—5 см/год.

Интенсивность осыпания изменяется и в течение суток. Начиная с полудня, за счет таяния снега на приводораздельных склонах и фильтрации талой воды в грунт постоянно растет влажность лёссов на стенке срыва. В ночные часы при переходе температуры поверхности почвы через ноль внутрипочвенная влага замерзает и расширяет тем самым межагрегатные пространства в лёссах. Важную роль при этом играет капиллярное подтягивание влаги к поверхности склона кристаллами льда. Утром грунт прогревается, особенно быстро в солнечную погоду, происходит вытаивание и испарение цементирующего отдельные агрегаты льда. Влажность грунта при этом снижается с 18—25 до 10—12%, и обособившийся слой лёссов под воздействием сил гравитации постепенно осыпается. Максимум осыпания приходится на 11—12 часов, а к 14—16 часам, когда подготовленный к осыпанию грунт истощается, процесс быстро затухает (рисунок). Так повторяется ежедневно при условии перехода температуры поверхности почвы через 0°С и увлажнения грунта талыми водами.

Массовые обмеры овражных склонов показали, что осыпание развивается в диапазоне уклонов 35—50°. Более пологие склоны, как правило, постепенно задерновываются, и процесс осыпания затухает. Склоны крутизны более 50° устойчивы ввиду формирования на их поверхности плотной карбонатной корки по структурным отдельностям лёссовых монолитов. С увеличением длины склонов усиливается коррозия его подножия скатывающимися обломками и быстрее формируется лоток.

Наблюдается определенная последовательность в распределении осыпных склонов по длине оврага. Абсолютное большинство их тяготеет к привершинным частям оврага. По мере движения вниз по течению возрастает количество частично задернованных склонов, сменяющихся в среднем течении, где овраги вскрывают граносенинты, ступенчатыми в продольном профиле значительно более устойчивыми склонами, сложенными скальными породами. Коллювий, накапливающийся в виде осыпных конусов и шлейфов, зачастую перекрывает все днище оврага. Объем отдельных осыпных тел достигает 2,5 м³. В результате обмера аккумулятивных образований по длине одного из оврагов выяснилось, что 56% материала накопилось в осыпных телах у подножия склонов восточной экспозиции и 44% — западной. Так как количество поступающей на склоны данных экспозиций радиации практически равно, то более интенсивное разрушение склонов восточной экспозиции объясняется, видимо, большим градиентом температуры поверхности склона и воздуха в утренние часы.

Накопившийся в течение зимних месяцев в днищах оврагов коллювий весной в период выпадения стокоформирующих ливней и прохождения селевых паводков выносится в речную, а затем в ирригационную сеть.

1. Борсук О. А., Спасская И. И., Тимофеев Д. А. Вопросы динамической геоморфологии//Геоморфология. Итоги науки. Т. 5. М.: ВИНТИ, 1978. 149 с.
2. Материалы научно-технического совещания по вопросам методики изучения и прогноза селей, обвалов и сползней. Душанбе, 1970. 282 с.
3. Дорошев П. Е. Эрозионно-денудационные проявления на обвально-осыпных склонах в зимнее время//Научные записки Воронежского отд. Географ. о-ва СССР. Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та. 1972. С. 68—73.
4. Золотарев Г. С. О скорости выветривания неокомских и альбских глинистых пород Ульяновского Поволжья//Вопросы изучения оползней и факторы, их вызывающие. М., 1968. С. 166.
5. Лисичек Е. Н. Передвижение рыхлого материала по склонам сая Май-Колот//Тр. Ин-та географии АН СССР. Т. 67. Работы Тянь-Шаньской физико-географической станции. Вып. 5. М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 54—62.
6. Ключин А. А., Толстых Е. А. Некоторые методы изучения скорости выветривания горных пород//Вопросы изучения оползней и факторы, их вызывающие. М., 1968. С. 115.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
5.1 1987

SCREE PROCESSES AT GULLIES' SLOPES IN THE WESTERN TIEN-SHAN LOW MOUNTAINS

GOLOSOV V. N., PANIN A. V.

Summary

The mechanism and rate are considered of the process of loess fragments fall on the gullies' slopes in the Western Tien-Shan low mountains. Seasonal and diurnal cycles of the fall's rate changes are studied under natural conditions using stationary observations data, a correlation has been traced between the falling and erosional processes, the fall rate being established to depend on meteorological factors.

УДК 551.435.162(470.31)

ЗОРИНА Е. Ф., НИКОЛЬСКАЯ И. И., ВЕРЕТЕННИКОВА М. В.,
КАТАШ И. Г.

ПЛАНОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОСБОРОВ ОБРАЖНО-БАЛОЧНОЙ СЕТИ ЮГА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Одной из основных характеристик, необходимых при изучении развития и распространения линейных эрозионных форм, является площадь их водосборного бассейна. Анализу площадей речных водосборов, их размеров и конфигурации уделено значительное внимание в работах целого ряда исследователей: Нежиховского Р. А., Ржаницина Н. А., Маккавеева Н. И. и др. Известно большое число формул, связывающих между собой длину рек и площадь их водосбора. Все они представляют собой, как правило, степенное уравнение типа

$$F = KL_0^n,$$

где F — площадь водосбора, L_0 — длина реки, K , n — эмпирические коэффициенты.

Исключение составляют зависимости, рекомендуемые для малых рек, в которых присутствует второй параметр — площадь, примыкающая к истоку реки [1]. Анализ формул для площадей водосбора показывает широкий диапазон значения коэффициентов K и n . Основываясь на методе размерностей, Н. И. Маккавеев считал наиболее целесообразным связь между длиной водотока и площадью его водосбора представить в виде параболы с переменным коэффициентом K , т. е. $F = KL_0^2$.