

УДК 627.157:551.311.21

Р. О. ТЕР-МИНАСЯН

ВЛИЯНИЕ ЭРОЗИОННОЙ СПОСОБНОСТИ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ НА ВЕЛИЧИНУ СРЕДНЕВЗВЕШЕННОГО ДИАМЕТРА СЕЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Средневзвешенный диаметр наносов в зависимости от расхода воды, рельефа дна и геологического строения речных бассейнов изменяется в широких пределах.

Крупность наносов для одного и того же створа реки не является постоянной величиной, она часто меняется. Каждому режиму потока соответствует свой гранулометрический состав. Поэтому для расчетных целей использовать результаты полевых измерений гранулометрического состава наносов, не связав с руслоформирующим расходом воды, чельзя. Руслоформирующий расход, по эмпирическим данным С. Т. Алтуняна [1], А. Н. Крошкина [5], может быть определен по кривой обеспеченности пиковых максимальных расходов и приближенно отвечает 10% обеспеченности. Это подтвердил и анализ наших данных селевого паводка, прошедшего по р. Веди 12 июля 1965 года [9].

Для селевых потоков, не имеющих длительный ряд наблюдений, невозможно построить кривую обеспеченности максимальных расходов воды, но селевым потокам характерно следующее. После прохождения селя в зависимости от рельефа дна, в русле реки откладываются наносы различных размеров, т. е. происходит естественная сортировка наносов по крупности. Наиболее крупные фракции откладываются на поворотах, или на участках с переломами уклона дна, в так называемых отложениях на большом массиве. Можно считать, что наносы на больших массивах отлагаются при прохождении максимального пикового расхода воды. Таким образом, выделив определенный комплекс русловых отложений (среднюю из максимальной крупности), можно для них руслоформирующим считать максимальный расход данного селя.

На величину средневзвешенного диаметра наносов большое влияние имеет и средний уклон русла в створе замера максимального расхода. В. Ф. Талмаза и А. Н. Крошкин [8] считают, что увеличение или уменьшение уклона в 2—4 раза соответственно увеличивает или уменьшает среднюю крупность камней в 2—3 раза при одних и тех же расходах воды. С. Т. Алтунян [1] установил эмпирическую зависимость между средним диаметром наносов и уклоном в виде:

$$d_{cp} = 4210 J^{0.9}. \quad (1)$$

Зависимость (1) не удовлетворяет принципу размерностей и не учитывает влияния расхода воды.

А. Н. Крошкин [6], используя принцип размерностей, по данным материалов наблюдений на реках Средней Азии и Якутии, получил эмпирическую зависимость в виде:

$$d_{\text{ср}} = 0,2 \left(\frac{\gamma_{\text{н}} K_{\text{н}}}{\mu} \right)^{0,25} J^{0,9} \left(\frac{Q}{V \sqrt{g}} \right)^{0,4}, \quad (2)$$

где Q — руслоформирующий расход,

J — средний уклон, по тальвегу русла,

$K_{\text{н}}$ — коэффициент неоднородности гранулометрического состава влекомых наносов; в среднем равен 4.

μ — средневзвешенная по живому сечению, концентрация наносов,

$\gamma_{\text{н}}$ — удельный вес наносов, $\gamma_{\text{н}} = 2650 \text{ кг/м}^3$.

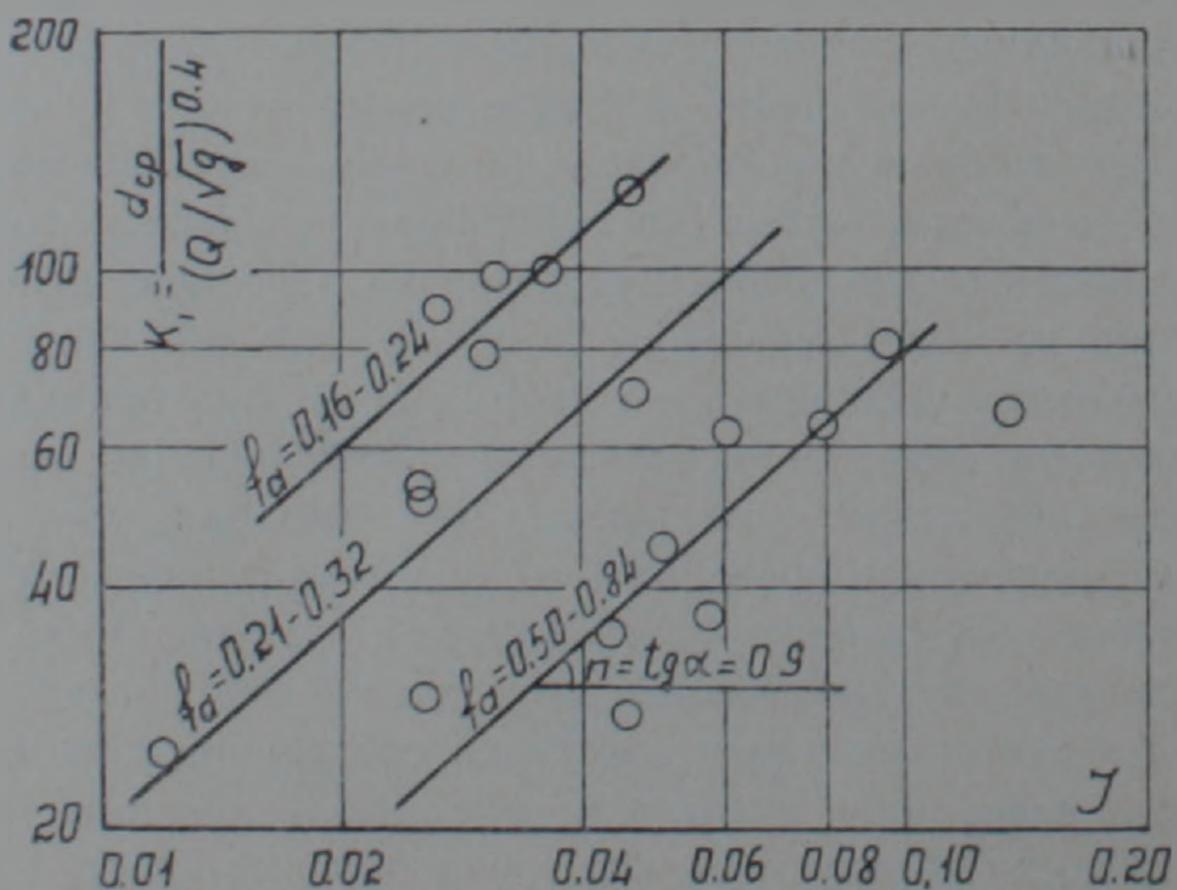
Правильно отражая динамическую сторону формирования речного русла, зависимость (2) не учитывает влияния геологического строения речных бассейнов. При одинаковых гидравлических условиях, в зависимости от литологических типов пород, слагающих данный бассейн, в руслах рек могут оказаться наносы с разными средними крупностями. Например, в гранулометрическом составе селевых отложений р. Маймудлу, протекающей по долине с выходами известняков, содержатся фракции менее 1 см в 2—3 раза больше, чем на реках Кюсуз и Ах-су, протекающих в гранитовых и базальтовых породах. Поэтому нами принята попытка получить для средневзвешенного диаметра наносов такую эмпирическую формулу, в которой кроме динамических характеристик учитывалось также и влияние геологического строения речных бассейнов.

Для учета влияния геологического строения водосбора на процесс формирования русловых отложений, надо найти такой коэффициент, который более правильно характеризовал бы подверженность горных пород процессам эрозии и денудации. Вначале показалось, что коэффициент прочности, применяемый при определении физико-механических свойств пород, может быть использован для оценки средневзвешенного диаметра наносов. Но пестрота геологического строения и разновозрастность пород, слагающих речные бассейны, не позволяют найти обобщенные коэффициенты прочности. Например, по данным З. А. Ацагорцяна [2], прочность группы базальтов в зависимости от кристаллизации изменяется в пределах 300—2000 кг/см². Естественно, что ввод в формулу коэффициента, изменяющегося в пределах 6—7 раз, может привести к значительным ошибкам, а его применение станет затруднительным.

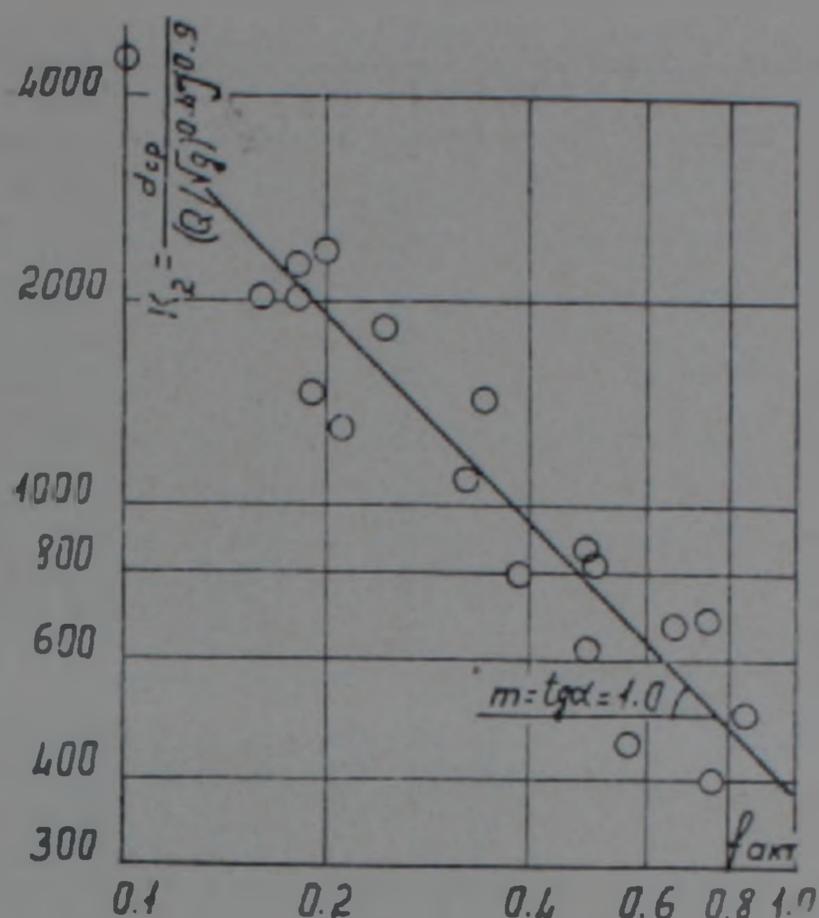
А между тем эродированность почв дает более наглядное представление о прочностных характеристиках слагающих данный бассейн пород. Глины, известняки, туфы и прочие малоустойчивые породы на земной поверхности образуют сильно эродированные участки. На более крепких породах — базальтах, гранитах, порфирах и т. д. почва слабо эродируется.

Отношение активной площади селеобразования ($F_{\text{акт}}$) к площади водосбора (F), $f_{\text{акт}} = \frac{F_{\text{акт}}}{F}$ количественно характеризует эродированность. $f_{\text{акт}}$, являясь индикатором взаимодействия геологии, почв, климата, прежде всего характеризует устойчивость коренных пород всего водосборного бассейна к агентам эрозии и денудации. Большая величина коэффициента $f_{\text{акт}}$ означает, что бассейн сложен малоустойчивыми породами. Наоборот, низкая величина $f_{\text{акт}}$ свидетельствует о том, что бассейн сложен высокоустойчивыми породами. Карта $f_{\text{акт}}$ для территории Армянской ССР приведена в работе [3].

Когда уже выбран коэффициент, характеризующий устойчивость пород, можно перейти к определению параметров эмпирической формулы. Для этой цели использована формула (2) с введением величины $f_{\text{акт}}$. Для вывода формулы использованы данные по расходам, гранулометрии и средним уклонам селевых потоков, прошедших по притокам рр. Памбак-Дебед, Веди и Вохчи. В полевых условиях измерения максимальных расходов, уклонов и отложившихся наносов производились следующим образом. После прохождения селевых потоков в более или менее однородных, слабо размываемых участках русла нивелированием определялись продольный уклон и площадь поперечного сечения по следам максимального уровня селя, что позволило рассчитать максимальный расход прошедшего селевого паводка. Ниже створа замера максимального уровня, на расстоянии не больше, чем 100—200 м определялся гранулометрический состав свежееотложившихся наносов, прошедших через створ замера. Обработка данных наблюдений осуществлена графически, путем последовательного исключения влияния определенного фактора (фиг. 1 и 2).



Фиг. 1. Зависимость параметра $K_1 = \frac{d_{\text{ср}}}{(Q/Vg)^{0.4}}$ от уклона русла.



Фиг. 2. Зависимость параметра $K_2 = \frac{d_{cp}}{(Q/V\sqrt{g})^{0.4} J^{0.9}}$ от $f_{акт}$.

В результате формула для определения средневзвешенного диаметра селевых отложений имеет следующий вид:

$$d_{cp} = \frac{380 (Q/V\sqrt{g})^{0.4} J^{0.9}}{f_{акт}} \quad (3)$$

Для проверки полученного уравнения (3) подсчитаны отклонения вычисленных значений от наблюдаемых (разность между средними и фактическими значениями параметров K_{cp} и $K_{ф}$, отнесенную к $K_{ф}$.) Относительная погрешность формулы (3) в пределах $\pm 36\%$ обеспечена из 96%. Формула дает наиболее удовлетворительные результаты при $f_{акт} > 0,1$. Для сопоставления полученной зависимости (3) с натурными данными других селей, нами использованы данные селевых паводков, прошедших по притокам рр. Памбак и Веди, опубликованные в «Каталоге селеопасных рек Армянской ССР» [7]. Однако, в «Каталоге» имеются сведения только о величине максимальных камней, перемещенных селем. Для перехода от максимальной крупности к средневзвешенному, использовано отношение И. В. Егнazarова [4] $d_{cp} = d_{max} : 5$. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, величины средневзвешенных диаметров наносов, рассчитанные по формуле (3) и измеренные в натуре, практически близки, что указывает на правильность выбранной нами зависимости.

Таблица 1

Сравнение вычисленных и измеренных средних диаметров наносов

Название реки, створ	Дата прохождения селя	Максимальный расход селя, м/сек	Уклон русла в расчетном участке	Относительная активная площадь селеобразования	Диаметр наиболее крупных камней, перемещенных потоком в мм по Каталогу	Средне-взвешенный диаметр наносов, мм	
						по измерениям в натуре $d_{ср} = d_{max} : 5$	по формуле (3)
Сараландж — с. Сараландж	14/VI—63	13,6	0,041	0,45	600	120	86
Чичхан — ст. Налбанд	20/VI—63	26,6	0,011	0,26	400	80	59
Гогаран — устье	14/VI—63	10,2	0,036	0,46	400	80	67
Сараарт — с. Сараарт	4/VI—59	25,0	0,036	0,33	700	134	140
Шенаван — устье	14/VI—63	26,5	0,051	0,42	1000	200	146
Чигдамал — устье	14/VI—63	10,9	0,041	0,49	300	60	73
Бзовдал — с. Жданов	27/VII—63	62,2	0,022	0,19	800	160	206
Караберд — с. Караберд	27/VI—59	31,4	0,050	0,26	1500	300	252
Заманлу — с. Шагали	19/IV—60	45,9	0,038	0,15	2000	400	393
Антарамут — устье	26/V—60	20,4	0,033	0,16	1000	200	240
Хосров — 0,1 км выше устья	18/V—59	32,3	0,032	0,18	1500	300	243
Кетуз — 6 км выше устья	8/V—63	73,5	0,038	0,40	1000	200	178
Кетуз — 0,5 км выше устья	18/V—59	58,2	0,027	0,40	1000	200	120
Маймудлу в начале селепропускного канала	8/V—03	30,6	0,019	0,63	300	60	42

Институт водных проблем и гидротехники

Поступила 25.X.1973.

Ռ. Ն. ՏԵՐ-ՄԻՆԱՍՅԱՆ

ԳԵՏԱՅԻՆ ԱՎԱՂԱՆՆԵՐԻ ԷՐՈՋԻՈՆ ՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ԱՂԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՍԵԼԱՎԱՅԻՆ ՆՍՏԱՎԱԾՔՆԵՐԻ ՄԻՋԻՆ ՏՐԱՄԱԳԾԻ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ու մ

Նստվածքների միջին տրամագիծը կախված էլքից, հունի թեքությունից և դետային ավազանների երկրաբանական կազմությունից բնորոշում է սուրբեր շափեր: Գետային նստվածքների միջին տրամագծերի հաշվարկման գոյություն ունեցող բանաձևերը չեն արտացոլում ավազանների ապարների երկրաբանական կազմի ազդեցությունը: Այդ ազդեցությունը հաշվի առնելու համար օգտագործված է հարաբերական էրոզացման գործակից $\bar{I}_{\text{էր}}$, որը բնորոշում է ապարների կայունության աստիճանը էրոզիոն և դենուդացիոն պրոցեսների նկատմամբ: $\bar{I}_{\text{էր}}$ մտցնելը Ա. Ն. Կրոշկինի բանաձևի մեջ թույլ տվեց ստանալու նոր բանաձև (3): Ստացված բանաձևի համեմատումը այլ սելավների բնական տվյալների հետ հաստատեց, որ հաշվարկային և բնական մեծությունները բավարար չափով համընկնում են:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Алтунин С. Т. Регулирование русел рек при водозаборе. Сельхозгиз, М., 1956.
2. Ацагорцян З. А. Природные каменные материалы Армении. Стройиздат, М., 1967.
3. Временные методические указания по расчету основных параметров ливневых селевых паводков на территории Армянской ССР. Ереван, 1972.
4. Егиазаров И. В. Значение гранулометрических кривых для русловых расчетов и их эмпирическое построение. Селевые потоки и горные русловые процессы. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1968.
5. Крошкин А. Н. Некоторые вопросы морфологии горных рек Киргизии. Известия АН Киргиз. ССР, серия естеств. и техн. наук, т. V, вып. 3, Фрунзе, 1963.
6. Крошкин А. Н. Определение средневзвешенного диаметра наносов горных рек Киргизии. Селевые потоки и горные русловые процессы. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1968.
7. Каталог селеопасных рек на территориях Северного Кавказа и Закавказья. Гидрометиздат, Тбилиси, 1969.
8. Талмаза В. Ф. и Крошкин А. Н. Гидроморфометрические характеристики горных рек. Изд-во «Киргизстан», Фрунзе, 1968.
9. Тер-Минасян Р. О. и Торосян З. Н. Гранулометрия русловых отложений бассейна р. Веди. Селевые потоки и горные русловые процессы. Изд-во АН АрмССР, Ереван, 1968.