

УДК 556.535.6

**ОЦЕНКА ТВЕРДОГО СТОКА РЕК СЕВЕРНОГО СКЛОНА
ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ В МЕЖСЕЛЕВЫЕ ПЕРИОДЫ**

Э.А. Турсунов

Произведена оценка твердого стока рек с использованием связи аллювиальных значений расходов наносов от расходов воды.

Реки северного склона Заилийского Алатау характеризуются большой изменчивостью твердого стока. На характер режима наносов оказывают влияние многочисленные факторы, каждый из которых, в свою очередь, также имеет различные значения в различные периоды времени. «Если на режим жидкого стока большое влияние оказывают интенсивность таяния ледников, различие горных пород и почвенно-растительного покрова, перераспределяющих поверхностный и подземный сток, а также атмосферные осадки с их неравномерным распределением, как во времени, так и по территории, то на режим наносов оказывают влияние ещё и денудационные и гравитационные процессы, интенсивно происходящие в горных областях».[5] Все это говорит о сложности и многокомпонентности стока наносов на рассматриваемой территории.

Расход взвешенных наносов в большой степени зависит от водности рек. Поэтому, на реках Заилийского Алатау максимальные значения твердого стока также наблюдаются в летние месяцы и совпадают с периодом интенсивного таяния ледников. При этом максимальные расходы взвешенных наносов на реках рассматриваемого региона приходятся на период таяния снега в среднегорной части бассейнов и, следовательно, наблюдаются в апреле, мае месяцах. В период зимней межени сток наносов незначительный. Принято считать, что меженный сток наносов в холодный период составляет 5% от всего годового стока [2].

Основным показателем твердого стока реки является норма годового стока взвешенных наносов. Получение нормы твердого стока, близкой к истинной, возможно при наличии длительного периода наблюдений, охватывающего как многоводные, так и маловодные годы. К сожалению, пунктов с достаточно длинными рядами наблюдений, необходимыми для де-

тального исследования закономерностей формирования твердого стока рек на рассматриваемой территории, явно недостаточно. Достаточно длинные ряды наблюдений за твердым стоком имеются для р. Каскелен, р. Талгар и р. Тургенъ. На реках Большая и Малая Алматинки заслуживают внимания пункты наблюдений, которые находятся на выходе этих рек с гор на равнинную территорию. Сток наносов на этих пунктах показывает общий результат эрозионной деятельности горной части речных бассейнов.

Наблюдения, производимые на малых реках северного склона Заилийского Алатау, отличаются короткими периодами наблюдений. Для р. Кумбель, р. Проходная и р. Тересбутак (Казачка) период наблюдений охватывает всего 6 лет, с 1959 по 1964 год. Эти реки являются боковыми притоками р. Б. Алматинка. На боковых притоках р. М. Алматинка наблюдения велись только на р. Комиссаровка (в период с 1934 по 1956 годы) и на р. Казашка (в 1955 и 1956 годах). Следует отметить очень незначительные значения расходов наносов, наблюдаемых на этих пунктах. Так на р. Комиссаровка норма годового стока за 12 лет наблюдений составила всего 0,008 кг/с. Для р. Кумбель норма годового стока составила 0,024 кг/с, для р. Проходная норма составила 0,15 кг/с, а для р. Тересбутак 0,059 кг/с.

Попробуем подсчитать баланс твердого стока для участка р. Б. Алматинка между гидростворами, расположенными в 2 км выше устья р. Проходной и 2 км ниже устья р. Тересбутак. Среднемноголетний годовой сток наносов, проходящий через створ 2 км выше устья р. Проходной составляет 12 тыс. т, а через створ 2 км ниже устья р. Тересбутак - 38 тыс. т. Река Проходная приносит в русло р. Большая Алматинка 4,7 тыс. т, а р. Тересбутак - 1,7 тыс. т. Следует отметить, что на рассматриваемом участке площадь водосбора непосредственно р. Б. Алматинка, составляет всего 12 км². Площадь водосборов рек Проходная и Тересбутак составляют в совокупности 113 км². Площадь водосборов р. Б. Алматинка (для створа 2 км выше устья р. Проходной) равна 155 км², а в створе 2 км ниже устья р. Тересбутак - 280 км². Таким образом, получается, что на участок русла р. Б. Алматинка, расположенный между двумя этими створами поступает 18,5 тыс. т наносов. Следовательно, получается, что почти 20 тыс. т поступают в русло реки с площади 12 км². Объяснить это можно только наличием почти ежегодных селевых явлений в селевом очаге Кок-чека.

Однако, в работе [3] нами были получены значения среднемноголетних объемов наносов, найденных с использованием сглаженных хронологических графиков твердого стока.

Для створа р. Б. Алматинка – 2 км ниже устья р. Тересбутак среднемноголетний объем аллювиального стока, определенный с использованием сглаженного хронологического графика твердого стока, составил 17,3 тыс. т. Анализ данных по стоку наносов рек Проходная и Тересбутак показал, что в период наблюдений на этих реках селевых явлений зафиксировано не было. Следовательно, значения объемов твердого стока для этих рек также соответствуют аллювиальному стоку наносов. В таком случае имеем, что на участок реки между рассматриваемыми створами поступает 18,5 тыс. т наносов, а выносится 17,3 тыс. т. Расхождение между этими двумя величинами составляет всего 6 %, что значительно ниже инструментальной погрешности измерений.

К сожалению, из-за недостатка информации не представляется возможным произвести аналогичные вычисления баланса наносов по длине для остальных рек рассматриваемого региона. Однако, данный пример подтверждает справедливость характеристик твердого стока, полученных на основании расчленения хронологических графиков.

Рассматривая хронологические графики аллювиального стока, видим, что аллювиальный сток рек северного склона Заилийского Алатау подчиняется сходным закономерностям (рис.). Наименьшие значения аллювиального стока приходятся на холодные месяцы года. В марте-апреле начинается увеличение твердого стока. Максимальные значения приходятся, как правило, на июль, который является климатически самым жарким месяцем года. В сентябре наблюдается спад значений твердого стока. Таким образом, ход аллювиального стока в течение года аналогичен ходу жидкого стока за этот же период.

Выделение аллювиального стока позволяет рассмотреть зависимости аллювиальных расходов наносов от расходов воды, которые отличаются от аналогичных зависимостей, построенных по значениям, в которые, наряду с аллювиальным стоком, входит и селевой сток. Для этих целей по оси абсцисс откладываем среднемноголетние значения расходов воды, а по оси ординат – соответствующие им значения расходов наносов (рис.). Графики строились по данным, полученным на гидропостах рек за теплый период, в течение которого наблюдается как максимальный жидкий, так и максимальные твердые стоки.

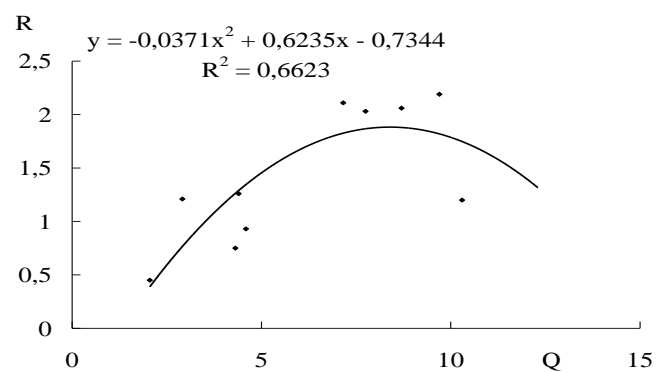
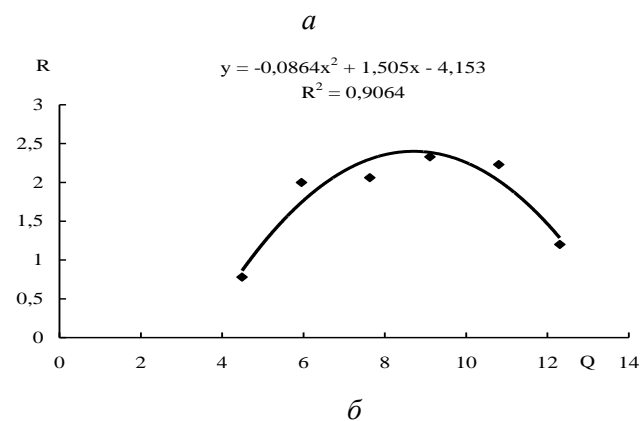
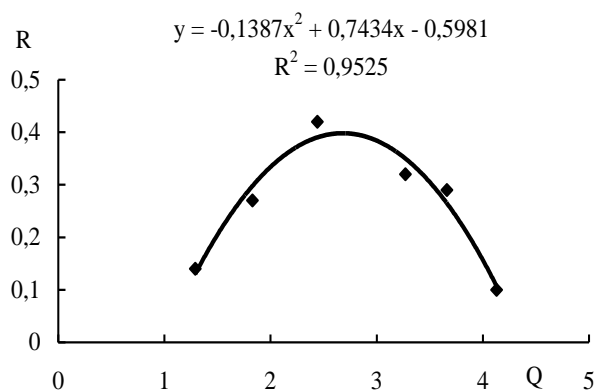


Рис. Зависимости аллювиального стока наносов (R) от расходов воды (Q). а – р. Малая Алматинка–Сарысай; б – Р. Большая Алматинка – Тересбутак; в – Р. Каскелен – г. Каскелен.

Значения зимней межени не наносились из-за малых значений как расходов воды, так и расходов наносов в холодный период. Гидропосты, данные, по которым использовались, располагаются на выходе рек с гор на равнинную территорию. Следовательно, зависимости расходов наносов от расходов воды, представленные на графиках (рис.), отображают характер зависимости расходов наносов от расходов воды для горных территорий.

Связи расходов наносов от расходов воды представляем в виде полиномиальных кривых [1]:

$$R = AQ^2 + BQ + C$$

где R – расход наносов; Q – расход воды; A, B, C – коэффициенты.

Нетрудно видеть однотипный характер зависимостей, получаемых для основных рек северного склона Заилийского Алатау. Для всех рек в теплый период вслед за увеличением расходов воды происходит возрастание расходов наносов. При дальнейшем увеличении жидкого стока расходы наносов уменьшаются. Таким образом, в точке перегиба кривых можно определить тот расход наносов аллювиального происхождения, который будет характеризовать среднемноголетнюю максимально возможную склоновую эрозию для данного бассейна. В данном случае мы пренебрегаем русловой эрозией, считая, что русла рек находятся в относительно устойчивом состоянии.

В таблице представлены значения среднемноголетних наибольших аллювиальных расходов наносов для основных водосборов рек северного склона Заилийского Алатау, определенных по полученным графикам (рис.), и соответствующие им расходы воды. При дальнейшем увеличении жидкого стока расходы наносов, согласно этим графикам, убывают. Таким образом, можно сделать вывод о том, что аллювиальный сток рек северного склона Заилийского Алатау подчиняется закономерностям, которые являются характерными и для равнинных рек. Согласно этим закономерностям на большинстве равнинных рек в период весеннего половодья с увеличением жидкого стока происходит увеличение и твердого стока. При дальнейшем увеличении жидкого стока наступает период, когда расход твердых наносов уменьшается. Это объясняется тем, что основное количество твердого материала, поступающего в русла рек, формируется на склонах речных долин. В определенный момент запасы продуктов выветривания на водосборе уменьшаются и, следовательно, уменьшается и количество твердого материала поступающего в русла рек. В то же время

расходы воды в реках продолжают расти. Размывающая же способность равнинных речных потоков не настолько велика, чтобы скомпенсировать уменьшение поступления наносов в речную сеть с поверхности бассейна. В результате максимум расходов наносов у равнинных рек наступает раньше, чем наступает максимум жидкого стока.

Таблица

Нормы наибольших аллювиальных расходов наносов для основных водосборов рек северного склона Заилийского Алатау

Река – пункт	Расход воды, м ³ /с	Расход наносов, кг/с
М. Алматинка – г. Алматы	4,6	1,01
Б. Алматинка – 2 км ниже устья р. Тересбутак	8,7	2,4
Талгар – г. Талгар	25	17,96
Тургень – п. Таутургень	13,4	3,25
Каскелен – г. Каскелен	8,4	1,88

В рассматриваемом районе северного склона Заилийского Алатау наблюдается аналогичная картина. Отличие заключается в том, что размывающая способность горных потоков при увеличении расходов воды в реках остается высокой. Однако, следует отметить, что транспортирующая способность горных рек является высокой в течение всего года и, как следствие, их русла сложены из самоотмостки, состоящей, как правило, из валунно-глыбового материала, размыв которой происходит только в результате крупных паводков или при сходе селевого потока. При так называемом бытовом режиме рек их русла остаются практически неподвижными и не способны скомпенсировать недостачу поступления наносов со склонов речных долин в русла.

Таким образом, как на горных, так и на равнинных реках количество рыхлообломочного материала, переносимое водными потоками, напрямую зависит от скорости эрозионных процессов на их водосборах. Отсюда и аналогичный характер распределения внутригодового твердого стока равнинных рек и внутригодового распределения аллювиального стока горных рек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж. Сток взвешенных наносов как ключевой элемент устойчивости речных экосистем // Гидрометеорология и экология. – 2003. - № 3. – С. 45 – 53.

2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.13. Центральный и южный Казахстан. Вып. 2. Бассейн оз. Балхаш. Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 644 с.
3. Турсунов Э.А. Некоторые особенности твердого стока рек северного склона Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2002. – № 3. – С. 78 – 84.
4. Хмаладзе Г.Н. Выносы наносов реками Черноморского побережья Кавказа – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 167 с.
5. Шульц В.Л. Реки Средней Азии – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 691 с.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

**ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ СОЛТҮСТІК БЕТКЕЙІНДЕГІ ӨЗЕНДЕРДІҢ
СЕЛАРАЛЫҚ КЕЗЕҢДЕГІ ҚАТТЫ ЗАТТЕКТІ АҒЫНДЫЛАРЫН
БАҒАЛАУ**

Е.А. Тұрсынов

Тасындылар өтімінің аллювилі мәндерін су өтімімен байланыста қарастыру арқылы өзендердің қатты заттекті ағындыларына баға берілген.