

## Процессы абразии крупного аллювия в бассейне р. Терек

А.Ю. Сидорчук (Московский университет)

Типичным примером проявления процессов эрозии, транспорта и аккумуляции наносов является река Терек, Северный Кавказ. Площадь бассейна составляет 43200 км<sup>2</sup>, длина реки - 623 км, среднегодовой расход воды в вершине дельты 267 м<sup>3</sup>/с. Верховья Терека находятся на Центральном хребте Кавказских гор. Вдоль первых 100 км своей длины река пересекает несколько горных хребтов и межгорных котловин, далее протекает по предгорной Северо-Осетинской равнине и Терско-Кумской низменности, на нижних 100 км формирует русло в пределах дельтовой равнины. Продольный профиль реки в целом вогнутый, с увеличением уклонов при пересечении горных хребтов и с уменьшением в межгорных котловинах.

В бассейне реки Терек имеется 25 гидрологических станций с длительными периодами (более 60 лет) измерения стока взвешенных наносов, 11 из них находятся в горах на высоте 2000 м и более (общая площадь горной части бассейна около 20000 км<sup>2</sup>). В горах модуль стока взвешенных наносов доходит до 1500 т/км<sup>2</sup>, при этом средний годовой сток наносов составляет более 23 · 10<sup>6</sup> тонн. По бассейнам основных рек это количество распределяется следующим образом: около 10 · 10<sup>6</sup> тонн поступает из горной части бассейна Сунжи (7700 км<sup>2</sup>), ~ 8 · 10<sup>6</sup> тонн из горных районов бассейна Терека (5300 км<sup>2</sup>) и более 5 · 10<sup>6</sup> тонн из горных районов бассейна Малки (7500 км<sup>2</sup>). На предгорной Северо-Осетинской равнине модуль стока взвешенных наносов составляет 320-480 т/км<sup>2</sup>, а среднегодовой сток наносов ниже слияния рек Малка и Терек - 9,4 · 10<sup>6</sup> тонн. Коэффициент доставки взвешенных наносов составляет ~ 72% в этой части речного бассейна.

Наносы поступают в основную реку со склонов и из притоков обычно в виде грязевых потоков и селей. Значительная часть наносов - это валуны и галька, которые откладываются по длине реки по мере уменьшения уклона и транспортирующей способности потока. Галечные отложения выклиниваются по Тереку ниже слияния с Малкой, по Сунже - в районе устья этого притока. Оценки скорости занесения нескольких водохранилищ использовались для выведения региональной формулы для оценки стока влекомых наносов (Ресурсы поверхностных вод, т.8). Расчеты по этим формулам показывают, что на предгорную Северо-Осетинскую равнину (площадью 6750 км<sup>2</sup>) ежегодно выносятся и откладывается около 5 · 10<sup>6</sup> тонн наносов, в основном галечных, около 3,5 · 10<sup>6</sup> тонн выносятся и откладывается в предгорья бассейна Сунжи (на площади 5000 км<sup>2</sup>). Валуны (крупность

более 10 см) откладываются еще в горной части бассейна и в предгорья практически не поступают.

В горной части бассейна Терека русла основных рек врезаются. Так, на посту Казбеги на входе в Дарьяльское ущелье за период 1936-1986 гг врезание составило 1.2 м (2.4 см/год). На посту Владикавказ на выходе из ущелья Лесистого хребта врезание за тот же период составило 0.4 м (0.8 см/год). На посту Эльхотово в пределах Сунженского хребта врезание составило 2 м (4 см/год). Одновременно этот участок реки является областью аккумуляции валунного материала, который в горной части составляет более половины руслового аллювия, но ниже ущелья Сунженского хребта (Эльхотовские ворота) практически исчезает из руслового аллювия.

Частично это противоречие между процессами аккумуляции крупного аллювия и одновременного врезания русла можно объяснить абразией (истиранием) аллювия. Из-за истирания размеры обломков на данном участке реки уменьшаются, и транспортирующей способности потока становится достаточно для их перемещения. По мере уменьшения уклона и транспортирующей способности эти наносы опять останавливают движение, подвергаются абразии и смещаются ниже по реке.

Долина реки Терек очень благоприятна для исследования абразии крупного аллювия. Хорошо определяемые красно-коричневые магматические андезитовые скалы выходят на правом берегу реки на участке 20-25 км от верховья. Обнажение таких пород является единственным в бассейне. Изменение объема  $V$  и окатанности обломков красно-коричневого андезита в аллювии вдоль верхних 200 км длины реки описывается модифицированным законом Штернберга ( $R^2 = 0,79$ )

$$V = 0.84V_0 \exp\left(-2. * 10^{-10} \int_0^L \rho g U_{bf} S d_{bf} dx\right)$$

Здесь  $L$  – длина, на которую перемещается обломок (м),  $\rho$  - плотность воды,  $g$  - ускорение силы тяжести,  $S$  - уклон свободной поверхности,  $U_{bf}$  и  $d_{bf}$  - средняя скорость (м / с) и глубина (м) при руслонаполняющем расходе воды,  $V_0$  – начальный объем обломка при  $L=0$ . Валуны среднего размера способны переместиться на 4-8 км / день в условиях руслонаполняющего и более высокого уровня воды, поэтому 30% их веса могут быть потеряны в течение 5-10 лет. Обломки андезита довольно легко поддаются истиранию, поэтому эта оценка находится на верхнем пределе скорости абразии аллювия. Объем валунов из более жестких гнейсов уменьшается вдоль реки Терек в 4-5 раз медленнее. Коэффициент при экспоненте в модифицированной формуле Штернберга для гнейсов равен  $-5 \cdot 10^{-11}$ . Очень приблизительная оценка

годовой абразии валунного аллювия в горной части бассейна Терека составляет ~ 1% от стока влекомых наносов или  $\sim 0.1 \cdot 10^6$  т в год.