

УДК 551.311.24(234.9)

Г. К. ГАБРИЕЛЯН

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЕНУДАЦИИ НА КАВКАЗЕ

Приводятся количественные данные по отдельным компонентам денудации. Ежегодно с территории Кавказа процессами флювиальной денудации удаляется в Черное, Азовское и Каспийское моря 180 млн. т, или 90 млн. м³ веществ. Денудационный метр охватывает период в 4900 лет.

Кавказ принадлежит к числу тех стран, где процессы денудации выражены интенсивно. Внутри горной страны целый комплекс эрозионных, селевых, экзарационных, дефлюкционных, оползневых, карстовых, суффозионных и др. процессов способствует миграции веществ. Происходит также перераспределение продуктов выветривания в виде коррелятных отложений. В конечном итоге денудация территории сводится к твердому стоку рек.

На всех крупных реках Кавказа ныне имеются стационарные гидрологические станции, где ведутся наблюдения по определению общей минерализации речных вод и их химического состава, мутности, характера наносов. На некоторых реках определяются также влекомые по дну наносы. Материалы наблюдений публикуются в «Гидрологических ежегодниках», и они обработаны только частично.

Химический сток рек

По химическому стоку рек Кавказа и его отдельных частей имеется ряд очерков (Лятти, 1932; Алекин, 1949; Алекин и Бражникова, 1964; Куликов, 1954; Габриелян, 1965; Бражникова, 1959 и др.). В этих районах исследован главным образом ионный сток рек.

Для получения истинной естественной химической денудации следует минерализацию речных вод из ионной формы пересчитать на сухой остаток. Сухой остаток должен быть численно равен сумме весовых количеств всех растворенных в воде веществ, за исключением газов, причем количество гидрокарбонатов иона в этом случае следует уменьшить вдвое (точнее, коэффициент перехода равен 0,508). При пересчете у вод гидрокарбонатного класса сухой остаток уменьшается значительно больше, чем у вод других классов. Речные воды Кавказа принадлежат большей частью к гидрокарбонатному классу, и при переходе из ионной формы к сухому остатку минерализация уменьшается на 20—30% (у других классов меньше). Однако, если учесть органические вещества, растворенные в речной воде и не отражающиеся в минерализации речных вод, то между ионным и истинным химическим стоками разница в численном выражении будет небольшая.

В химическом стоке рек участвуют компоненты атмосферного происхождения, химические элементы, поступающие на сушу вместе с атмосферными осадками (импульверизация). В Западном Закавказье, где выпадает много осадков, на каждый 1 км² в год поступает 50—100 т химических элементов. Для получения истинной химической денудации терри-

Таблица 1

Химическая денудация Кавказа

Территория, бассейн	Площадь водосбора, км ²	Химический сток, тыс. т	Показатель химического стока, т/км ²	Годичный слой химической денудации, мм
I. Северный Кавказ				
1. Бассейн Азовского моря без р. Егорлык	94 000	4 800	53	26
2. Ставропольская возвышенность (реки Егорлык, Калаус, Кума)	87 000	1 700	20	10
3. Бассейн Каспийского моря без р. Кума	80 000	10 000	125	62
Северный Кавказ в целом	261 000	16 500	63	32
II. Западное Закавказье				
Бассейн Черного моря	41 000	10 700	260	130
III. Восточное Закавказье				
1. Бассейн Куры в пределах СССР, без р. Аракс	90 000	4 300	48	24
2. Бассейн р. Аракс в пределах СССР	41 000	1 500	37	18
3. Юго-восточные склоны Большого Кавказа и Апшеронский п-ов	7 000	300	43	22
4. Талыш-Ленкоранский р-н	6 000	360 (?)	60 (?)	30 (?)
Восточное Закавказье в целом	138 000	6 460	47	24
Кавказ в целом	440 000	33 650	76	38
Бассейн Черного и Азовского морей	135 000	15 500	115	57
Бассейн Каспийского моря	243 000	17 460	72	36
Бессточные районы	62 000	700	11	5,5

тории следует из химического стока рек вычесть количество атмосферных компонентов. Импульверизация наиболее интенсивна в Колхидской низменности и окружающих горах. К востоку она сильно уменьшается, и доля химических элементов морского происхождения составляет не более 10—30% общей минерализации атмосферных вод. Таким образом, на Западном Кавказе химический сток рек оказывается несколько повышенным за счет атмосферных компонентов. На Восточном Кавказе химический сток рек оказывается несколько заниженным ввиду того, что значительная часть речных вод забирается на орошение и огромное количество химических элементов, которые в естественной обстановке проходили бы через замыкающий створ, поступает на поля. В общем итоге количество атмосферных компонентов и химических элементов, забираемых на орошение, почти уравниваются друг друга. В дальнейшем при более детальном исследовании эти факторы будут учтены. Следует отметить, что в Армянской ССР разница между ионным стоком и истинным химическим стоком по сухому остатку веществ с учетом всех остальных компонентов составляет не более 10—15%. В общей сумме твердого стока рек такая разница не играет существенной роли, и за неимением истинного химического стока рек нами в настоящей статье берется ионный сток рек.

Химический сток рек Кавказа в разных его частях далеко не одинаков. С запада на восток он уменьшается в связи с уменьшением количества атмосферных осадков. Наиболее интенсивный смыв химических элементов наблюдается в Колхидской низменности и окружающих горах. Годичный химический сток рек Сочи, Мзымта, Кодори, Ингури, Риони составляет 160—350 т/км². В бассейнах указанных рек расположены основные карстовые районы Западной Грузии. Здесь атмосферные воды, обогащенные органическими кислотами, интенсивно растворяют верхнеюрские и нижнемеловые известняки.

На Северном Кавказе и в восточной части Закавказья (Куринская депрессия) химическая денудация не интенсивна. На реках Кубань, Терек, Кура, Аракс, Пирсагат, Самур и др. химический сток составляет

50—120 т/км². Наименьшая химическая денудация наблюдается в полупустынных и пустынных районах Прикаспийской и Кура-Араксинской низменностей — менее 20 т/км². Небольшой химической денудацией отличается также Армянское вулканическое нагорье. Слабая химическая денудация аридных районов объясняется небольшим модулем жидкого стока рек, хотя у некоторых рек минерализация вод превышает 5000 мг/л.

Местные литологические особенности сильно сказываются на химическом стоке. В Дагестане, в зоне распространения известняков и известковистых конгломератов, химический сток сравнительно большой в силу растворимости горных пород, хотя жидкий сток невелик (на р. Аварское-Койсу — 108 т/км², Андийское-Койсу — 240 т/км²).

Как показывает таблица 1, с территории Кавказа в растворенном виде ежегодно удаляется около 34 млн. т веществ, причем наибольшее количество — около 11 млн. т (30% всего химического стока) — падает на Западное Закавказье, в то время, как его площадь составляет всего лишь 9% территории Кавказа.

Денудация по взвешенным и влекомым наносам рек

Для определения денудации по взвешенным наносам нами использованы материалы, помещенные в Гидрологических ежегодниках, сведения по этим наносам имеются в работах Лопатина (1952), Шамова (1959), Волина (1946), Рустамова (1953), Хмаладзе (1964) и др. По взвешенным наносам рек Кавказа имеется обильный фактический материал, по влекомым же наносам пока мало сведений. Большая часть авторов (Волин, 1946; Шамов, 1959; Лопатин, 1952; Куликов, 1955; Хмаладзе, 1964) принимают влекомые наносы до 30% от взвешенных, Поляков (1935) — 10—100%. Для равнинных рек, по нашим исследованиям, влекомые наносы составляют 10% от взвешенных, а у горных рек это соотношение меняется, достигает 100% и выше. У целого ряда рек (реки вулканических районов) влекомые наносы могут превосходить взвешенные, так как в их питании значительное место занимают родниковые воды, лишенные взвешенных наносов. Имея большое падение эти реки увлекают большое количество влекомых наносов. Ниже по течению вследствие истирания часть наносов переходит во взвешенное состояние, и удельный вес влекомых наносов постепенное уменьшается. Исходя из этого, для равнинных рек соотношение взвешенных и влекомых наносов принято нами 10 : 1, а для горных рек — 10 : 5.

Мутность рек Кавказа далеко не одинакова. В высокогорных районах она самая малая. Минимальную мутность имеют речные воды также в лесистых и вулканических районах. Наибольшая мутность характера для рек восточных районов Кавказа, в частности для рек Сулак, Самур и др., где мутность достигает до 5000 г/м³, что связано с наличием легкоразмываемых глинистых сланцев юры.

Сток взвешенных наносов колеблется в больших пределах. Минимальный сток наблюдается у р. Ея — 1,3 т/км² в год. В пустынных и полупустынных районах Прикаспийской и Кура-Араксинской низменностей — менее 25 т/км². Максимальный сток наблюдается на востоке Большого Кавказа и в Дагестане. В бассейне р. Самур на площади водосбора в 3620 км² средний показатель стока взвешенных наносов составляет 3600 т/км², слой годичного смыва — 1,8 мм/год и денудационный метр — не более 600 лет.

Сток взвешенных наносов в междуречье Куры и Аракса в 4—10 раз меньше по сравнению со стоком восточной части Большого Кавказа. Это объясняется тем, что горные породы междуречья рек Куры и Аракса менее податливы смыву, в частности вулканические породы. Ниже приводится таблица интенсивности денудации по взвешенным наносам (табл. 2).

Таблица 2

Денудация Кавказа по взвешенным наносам рек

Территория, бассейн	Площадь водообора, км ²	Годичный сток взвешенных наносов, т/г	Показатель стока взвешенных наносов, т/км ²	Годичный слой денудации, мм
I. Северный Кавказ				
1. Бассейн Азовского моря без р. Егорлык	94 000	8 000	88	44
2. Ставропольская возвышенность (реки Егорлык, Калаус, Кума)	87 000	2 900	33	16
3. Бассейн Каспийского моря (без р. Кума)	8 000	70 000	900	450
Северный Кавказ в целом	261 000	80 900	310	155
II. Западное Закавказье				
Бассейн Черного моря	41 000	21 000	520	260
III. Восточное Закавказье				
1. Бассейн Куры в пределах СССР (без р. Аракс)	90 000	18 800	208	104
2. Бассейн р. Аракс в пределах СССР	41 000	7 800	190	95
3. Юго-восточные склоны Большого Кавказа и Апшеронский п-ов	7 000	560	80	40
4. Тальш-Ленкоранский р-н	6 000	540	90	45
Восточное Закавказье в целом	138 000	27 700	200	100
Кавказ в целом	440 000	130 000	295	150
Бассейн Черного и Азовского морей	135 000	29 000	215	108
Бассейн Каспийского моря	243 000	99 000	411	206
Бессточные бассейны	62 000	2000	32	16

Как показывает таблица 2, наиболее интенсивная денудация по взвешенным наносам наблюдается в восточной части Северного Кавказа. В Западном Закавказье ввиду обилия атмосферных осадков и высокого модуля жидкого стока, а также широкого развития пород флиша смыв взвешенных наносов значительно больше, чем в бассейне р. Кубань, и по бассейнам рек Сочи, Мзымта, Бзыби, Кодори составляет 300—700 т/км², а в бассейне р. Цхенис-Цкали — 1000 т/км². В бассейне Куры максимальный смыв производят реки юго-восточных склонов Большого Кавказа и Кобыстана, где широко развиты меловые, палеогеновые и миоценовые мергели, глинистые породы, а также плиоценовые глины и конгломераты. На юго-восточных склонах одним из основных денудационных факторов являются мощные селевые явления, продукты которых в виде пролювиальных отложений аккумулируются у подножий, не доходя до Куры. Здесь, в частности в Кобыстане, зачастую сток твердых наносов временных водотоков не фиксируется из-за отсутствия стационарных гидрологических станций.

Суммарная денудация

Слагая все компоненты денудации, получаем следующие величины: ежегодно с территории Кавказа сносится 180 млн. т выветрелого материала (90 млн. м³), что составит годичный слой денудации в 0,2 мм, денудационный метр охватывает период в 4900 лет (рисунок). По отдельным территориям денудация представлена в табл. 3.

Имея годичный слой денудации, легко определить объем годичных терригенных отложений в акваториях Черного, Азовского, Каспийского морей и низменностях.

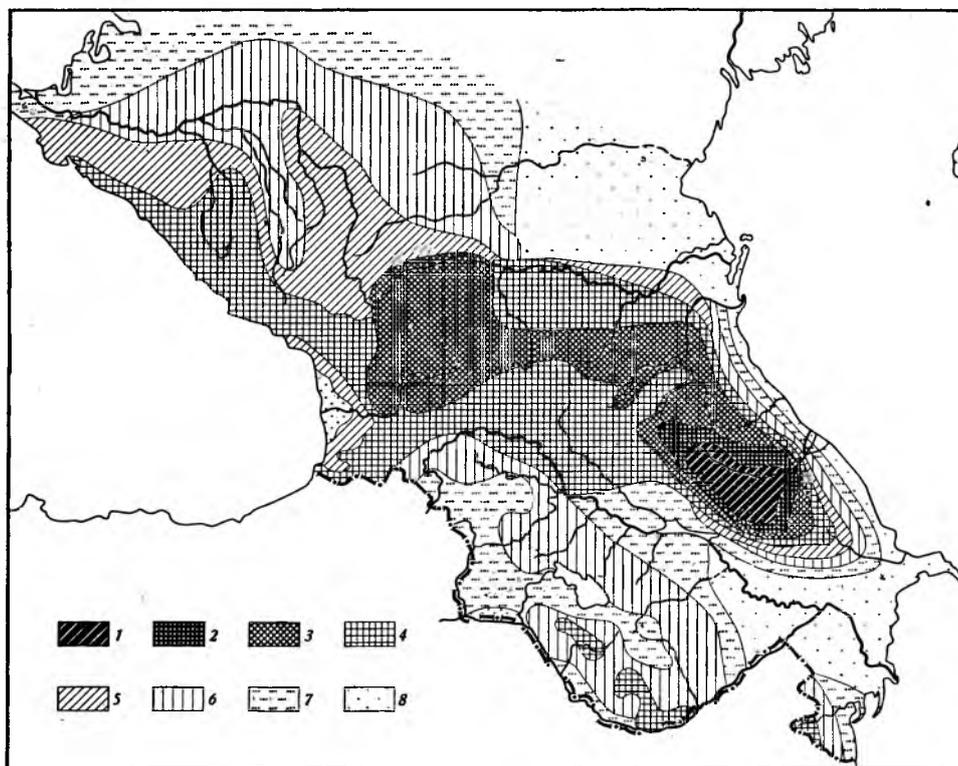
При определении объема терригенных отложений следует учесть то обстоятельство, что только взвешенные и влекомые наносы могут отлагаться в не очень соленой морской среде. Растворенные вещества могут отлагаться в виде солей в локальных лагунах типа Кара-Богаз-Гола, а таких лагун на Кавказе немного. Далее, объем веществ годич-

Таблица 3

Суммарная денудация на Кавказе

Территория, бассейн	Объем денудации, млн. м ³	Годичный слой денудации, мк	Денудационный метр, тысяч. лет
1. Бассейн Азовского моря	13,6	75	13,3
2. Ставропольская возвышенность	4,9	28	35,7
3. Бассейн Каспийского моря на Северном Кавказе (без р. Кумы)	87,0	544	1,8
4. Бассейн Черного моря	33,8	420	2,4
5. Юго-восточные склоны Большого Кавказа	0,9	70	14,3
6. Бассейн Куры в пределах СССР (без бассейна р. Аракс)	24,9	140	7,1
7. Бассейн Аракса в пределах СССР	10,1	122	8,2
8. Талыш-Ленкоранский р-н	1,0	83	12
Бассейн Черного и Азовского морей	48,0	180	5,1
Бассейн Каспийского моря	127,0	262	3,8
Бессточные районы	3,0	25	40,0
Кавказ в целом	180	204	4,9

ного сноса Кавказа нами определен исходя из того, что объемный вес коренных пород в среднем составляет 2. Однако после образования терригенных отложений объемный вес уменьшается до 1,5 и менее, следо-



Карта суммарной денудации Кавказа

Годичный слой денудации в микронах: 1 — более 2000; 2 — 1000—2000; 3 — 500—1000; 4 — 250—500; 5 — 125—250; 6 — 50—125; 7 — 25—50; 8 — менее 25

вательно, объем отложений увеличивается на 25%. Таким образом, годичный объем коррелятных отложений, снесенных с Кавказа, составляет около 100 млн. м³. Имея эти данные, легко можно определить объем отложений за антропогенный период.

Е. Е. Милановский (1968), анализируя имеющиеся данные по мощностям новейших отложений, оценивает их объем за неотектонической этап (после сармата) в 200 тыс. км³. На основании этого можно сделать вывод, что на современном этапе темп денудации Кавказа следует считать одним из наиболее интенсивных за весь неотектонический этап.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А. Гидрохимия рек СССР, ч. III. Тр. Гос. гидролог. ин-та, 1949, вып. 15 (69).
- Алекин О. А., Бражникова Л. В. Сток растворенных веществ с территории СССР. М., «Наука», 1964.
- Бражникова Л. В. Ионный сток рек восточной части Большого Кавказа.— Гидрохим. материалы, 1959, т. 28.
- Волин А. В. Твердый сток и скорость эрозии. Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., 1946, № 5.
- Габриелян Г. К. Некоторые результаты изучения химической денудации Вулканического нагорья Армянской ССР. Докл. АН АрмССР, 1965, т. X, № 5.
- Габриелян Г. К. Твердый сток рек и денудация вулканического нагорья Армянской ССР. Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1966, т. XXX, № 3.
- Куликов Г. И. Химический сток рек северо-восточной части Малого Кавказа. Изв. АН АзССР, 1954, № 3.
- Куликов Г. И. О водной эрозии горного района в условиях Азербайджана. Докл. АН АзССР, 1955, т. XI, № 5.
- Лопатин Г. В. Наносы рек СССР. М., Географгиз, 1952.
- Лятти С. Я. Гидрохимический очерк оз. Севан. Материалы по использованию оз. Севан и его бассейна, 1932, ч. II, вып. 2.
- Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа. М., «Недра», 1968.
- Поляков Б. В. Исследование стока взвешенных и донных наносов. Л., 1935.
- Рустамов С. Г. Интенсивность смыва с поверхности водосборов рек Азербайджана. Докл. АН АзССР, 1957, т. 13, № 6.
- Хмаладзе Г. Н. Взвешенные наносы рек Армянской ССР. Л., 1964.

Географический факультет
Ереванского университета

Поступила в редакцию
23.VI.1970

THE INTENSITY OF DENUDATION IN THE CAUCASUS

G. K. GABRIELIAN

Summary

In the Caucasus chemical denudation makes up 34 million tons each year and its annual layer is 38 microns. In the basin of the Black Sea it is most intensive — 130 microns — due to the solubility of mountain rocks and the abundance of atmospheric precipitation. To the east the chemical denudation becomes weaker. Denudation according to the suspended alluvium of rivers makes up 130 million tons, and the annual layer — 150 microns. It is most intensive in the basins of Samur and Sulak — up to 3500 tons per sq. km. The involved alluvium makes from 10 to 50 per cent of the suspended one.

The total denudation in the Caucasus reaches 180 million tons or 90 million cu. m of material, the annual layer of denudation — 0,2 mm. The «denudational meter» is 4900 years.