

УДК 551.48(479.24)

Канд. геогр. наук М.А. Абдуев *

**ДЕНУДАЦИЯ В ГОРНЫХ ОБЛАСТЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА ПО
ДАНЫМ О СТОКЕ НАНОСОВ И РАСТВОРЕННЫХ ВЕЩЕСТВ***ДЕНУДАЦИЯ, МЕХАНИЧЕСКАЯ, ХИМИЧЕСКАЯ, НАНОСЫ,
РАСТВОРЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА, ЭРОЗИЯ, ГОРНАЯ ТЕРРИТОРИЯ,
РЕКИ АЗЕРБАЙДЖАНА*

Оценка интенсивности химической и механической денудации в горных областях Азербайджана выполнена на основе обобщенного материала по стоку наносов и ионов за многолетний период. Выявлено, что интенсивность механической денудации, в целом, по горной территории Азербайджана почти в 3 раза выше химической, но в некоторых областях наблюдается обратное соотношение. Установлено, что на исследуемой территории протекают интенсивные эрозионные процессы, доминирующая роль в которых принадлежит механической денудации (77,4 %). Роль химической денудации также существенна, так как ее интенсивность почти в 6 раз превышает средний мировой показатель.

С целью изучения закономерностей развития процессов механической и химической денудации в последней четверти 20 столетия были сформированы базы данных о стоке взвешенных наносов и растворенных веществ рек Азербайджана. Использование данных по стоку взвешенных наносов и растворенных веществ горных рек для оценки интенсивности механической и химической денудации является весьма актуальным вопросом современной гидрологии. Процессы формирования твердого стока, денудации и их взаимосвязь с физико-географическими условиями – явление многостороннее. Закономерности проявления этих процессов довольно специфичны в различных высотных поясах горной территории. Исследования, проведенные в этом направлении, имеют большое значение для решения важнейших задач, выдвигаемых запросами экономики по использованию ресурсов речных бассейнов. Если эрозионная деятельность поверхностного стока в бассейнах равнинных рек происходит, преимущественно,

* Институт Географии НАНА, г. Баку, Азербайджан

путем химической денудации, то в горных областях преобладают физические процессы, приводящие к резкому увеличению стока наносов. Поэтому для того, чтобы дать полную характеристику эрозионных процессов, автор счёл необходимым остановиться на некоторых вопросах формирования стока наносов в условиях горного рельефа, в частности на территории Азербайджана. Была поставлена цель охватить весь спектр данного вопроса, тем более, что в этой области имеются труды С.А. Ахундова [5, 6], Ф.А. Эюбовой [15], Дж.Г. Мамедова [14], М.А. Абдуева [1] и др. Необходимо было провести сравнительную оценку механической и химической денудации на территории Азербайджана.

Для оценки интенсивности механической денудации использованы данные о речном стоке взвешенных наносов. Вполне очевидно, что сток речных наносов, тем более только взвешенных, не может служить точной мерой всех продуктов эрозии и механической денудации в речном бассейне. Ибо значительная часть последних остается в водосборном бассейне в виде аллювия, пролювия и других накоплений. Однако сток речных наносов прямо зависит от интенсивности всей механической денудации в речном бассейне и поэтому может служить ее относительной мерой. Данные о стоке взвешенных наносов широко используются для оценки пространственной и временной изменчивости эрозии и всей механической денудации [10, 13]. Анализ собранного материала позволил сделать некоторые выводы о закономерностях развития механической денудации на горных территориях Азербайджана.

Известно, что объём выносимых речным потоком наносов тесно связан с количеством рыхлого материала, накопившегося в бассейне реки, и с возможностями его переноса, которые зависят от целого комплекса физико-географических условий территории. Наиболее важными из них являются физико-механические свойства пород, морфология бассейна, его климатические условия и т.д.

Разными авторами, изучавшими процесс стока наносов – как результат множества природных и антропогенных факторов, предлагаются различные расчетные схемы и региональные эмпирические формулы. Не останавливаясь более подробно на выполненных работах, отметим, что полученные схемы и эмпирические формулы, как отмечают авторы, можно успешно использовать и для расчетов стока наносов на неизученных территориях, а значит, и для пространственных обобщений.

В последние десятилетия внимание к процессам на водосборах, во многом обусловлено неудовлетворительным использованием водных объектов. Стало очевидным, что оно зависит не только от природных факторов, но и от разнообразных видов хозяйственной деятельности в пределах

речных бассейнов, влияющих на изменения стока. Известно, что воды рек связаны с природными факторами и антропогенными нагрузками. Антропогенная нагрузка на окружающую среду, в том числе и на природные воды, постоянно возрастает. На реках Азербайджана эти нагрузки включают водозабор из рек и подземных водоносных горизонтов, сброс в водные объекты промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых сточных вод, сведения по лесистости, распашку земель, инженерное преобразование природных ландшафтов при градостроительстве, создание социальной инфраструктуры и т.д.

Собранные к 2010 г. данные по 69 речным бассейнам характеризуют пространственные зависимости механической денудации от главных природных факторов и антропогенных нагрузок. Для дифференциации этих составляющих в базе данных все бассейны в зависимости от распаханности и остаточной лесистости были разделены на две категории антропогенной освоенности. К категории I отнесены бассейны хозяйственно слабоосвоенные. Значения стока наносов в бассейнах этой категории условно рассматривались как их природные составляющие. Конечно, значительно надежнее было бы принять в качестве природных составляющих показатели только по совершенно неосвоенным бассейнам. Однако в ряде исследованных рек таких бассейнов с наблюдениями за стоком наносов нет или же их очень мало. Превышение общего стока взвешенных наносов над природной составляющей показывает его антропогенную составляющую, иными словами – антропогенное усиление эрозии и всей механической денудации. Обобщенные данные свидетельствуют о том, что в результате деятельности человека, в основном земледельческой, сток взвешенных наносов на территории Азербайджана в среднем возрос в 6 раз.

К категории II отнесены речные бассейны хозяйственно хорошо освоенные. В бассейнах этой категории, чем больше сток воды и выше земледельческая освоенность, тем больше сток наносов. Зависимость от стока воды выражена лучше, где усиливается влияние антропогенного фактора. Ибо при земледельческом освоении возросшая масса продуктов бассейновой эрозии поступает, прежде всего, в реки. Проведенные исследования [3] показывают, что 2 % исследуемых речных бассейнов находятся в условиях слабой, 25 % умеренной и 73 % значительной антропогенной нагрузки.

По сравнению с механической денудацией (сток наносов) химическая денудация (сток растворенных веществ) на горных реках не получила до сих пор достаточно полного освещения и остается одной из слабо исследованных проблем гидрологии.

Оценка интенсивности химической денудации на территории Азербайджана выполнена на основании данных по стоку растворенных веществ, проносимых реками (табл. 1).

Таблица 1

Среднемноголетний сток воды, наносов и твердый сток

Река – пункт	Расход воды, м ³ /с	Расход взвешенных наносов, кг/с	Сток взвешенных наносов, тыс. т	Ионный сток, тыс. т	Объем денудации, тыс. т
Кусарчай – Кузун	4,42	3,50	110	43	153
Куручай – Сусай	0,68	0,52	16	6	22
Кудиалчай – Кюпчал	7,95	30,5	961	83	1044
Хыналыгчай – Хыналыг	0,52	1,82	57	5	62
Агчай – Джек	2,27	8,7	274	20	294
Агчай – Сухтакала	0,28	0,62	19	3	22
Гарачай – Рюк	1,98	2,50	79	20	99
Чагаджукчай – Рустов	0,67	1,83	58	7	65
Вельвеличай – Тянгиалты	4,17	21,6	680	50	730
Хармидорчай – Халтан	0,30	0,11	3	4	7
Шабранчай – Зейва	0,40	0,45	14	4	18
Атачай – Алтыагадж	0,07	0,073	2	1	3
Белоканчай – Белокан	3,9	2,4	76	40	116
Катехчай – Гябиздара	9,8	3,5	110	78	188
Талачай – Загатала	3,5	12,1	381	40	421
Курмукчай – Илису	4,9	8,7	204	56	260
Кунахайсу – Сарыбаш	0,78	0,79	25	9	34
Хамамчай – Илису	1,44	0,20	6	13	19
Агричай – устье	14	41	1292	210	1502
Дамарчыг – устье	1,35	2,6	82	16	98
Чухадурмаз – устье	0,60	0,44	14	6	20
Кайнар – устье	0,30	0,45	14	3	17
Турианчай – Савалан	16,6	43,3	1364	236	1600
Дамирапаранчай – Кабала	5,10	18,7	589	45	634
Геокчай – Геокчай	12,4	41,2	1298	147	1445
Агричай – Исмайыллы	0,63	0,14	5	10	15
Ахохчай – Ханага	1,60	10,5	331	16	347
Огузчай – Огуз	0,62	0,11	4	5	9
Бумчай – Бум	3,26	5,6	180	30	210
Лазачай – Лаза	0,03	0,003	0,1	0,2	0,3
Сангарчай – Галачыг	2,27	2,2	69	17	86

Река – пункт	Расход воды, м ³ /с	Расход взвешенных наносов, кг/с	Сток взвешенных наносов, тыс. т	Ионный сток, тыс. т	Объем денудации, тыс. т
Вяндамчай – Вяндам	1,95	3,10	98	20	118
Агсучай – Агсу	1,92	5,80	183	35	218
Актафачай – Кр. мост	10,8	3,0	95	225	320
Шамкирчай – Чайкенд	8,56	3,2	99	82	181
Кошкарчай – Дашкесан	0,42	0,10	3	7	10
Гянджачай – Зурнабад	4,5	0,60	19	42	61
Дастафюрчай – Дастафюр	0,53	0,09	3	4	7
Кюракчай – Дозулар	4,2	0,9	28	40	68
Геранчай – Агжакенд	2,3	0,09	3	19	22
Хачынчай – Ванклу	1,4	0,3	9	14	23
Тертерчай – Мадагиз	23	14,8	466	203	669
Левчай – Гамышлы	5,73	4,0	124	55	179
Тутгун – устье	4,4	0,9	28	44	72
Каркарчай – Агакерпю	1,85	0,4	11	33	44
Забухчай – Забух	4,9	0,78	25	46	71
Куручай – Туг	1,51	0,17	5	17	21
Кендаланчай – Кр. Базар	0,62	0,38	12	7	19
Базарчай – Ейвазлар	20,9	4,6	145	180	325
Акерачай – Лачын	11,5	2,6	82	86	168
Арпачай – Арени	20	6,0	189	230	419
Нахичеванчай – Гарабаба	6,15	3,75	118	57	175
Джагирчай – Пайыз	1,2	0,73	23	14	37
Алинджачай – Арафса	1,11	0,11	4	11	15
Гиланчай – Башдиза	3,32	1,10	35	31	66
Ордубадчай – Нюснюс	0,34	0,042	1	3	4
Виляшчай – Шыхлар	5,14	5,10	160	87	247
Маталачай – Халфалар	0,90	0,22	7	12	19
Ленкоранчай – Ленкоран	13	3,9	123	146	269
Тангеру – Ваго	3,0	0,12	4	34	38
Истисучай – Алаша	1,45	0,07	23	79	102

Растворенные в речных водах вещества не служат точной мерой всех продуктов химической денудации, ибо содержат также элементы неденудационного происхождения. К последним относятся вещества биогенного происхождения, привносимые с атмосферными осадками и т.д. [12]. К сожалению, вычленив величину химической денудации из стока растворенных веществ рек можно лишь для отдельных регионов, обеспеченных полной гидрохими-

ческой информацией и разносторонней характеристикой водосборов. Сток растворенных веществ является суммой ионного стока, стока органических и биогенных веществ, микроэлементов и минеральных коллоидов. Основную его часть составляет ионный сток (около 90 %), остальные составляющие играют незначительную роль. Например, по ориентировочным расчетам Г.А. Гачечиладзе [9], средний сток биогенных веществ с территории Грузии составляет около 1 % ионного стока, сток органических веществ – 4 % и т.д. Поэтому анализ пространственной изменчивости химической денудации на современном этапе, возможно, провести, в основном, по ионному стоку рек. Нами обработаны многолетние данные по химическому стоку стационарных гидрометрических пунктов горных рек Азербайджана и по ним установлен объем среднего ионного стока по физико-географическим районам (табл. 2)

Таблица 2

Ионный сток рек различных территорий

Территория	Ионный сток, млн. т
Южный склон Большого Кавказа	1,90
Ширван	1,72
Северо-восточный склон Большого Кавказа	0,49
Ленкорань	0,57
Нахичевань	0,38
Малый Кавказ	1,66
Гобустан	0,28
Всего	7,00

Таким образом, для всей горной территории Азербайджана за общий сток растворенных веществ можно принять значение ионного стока, равного 7 млн. т/год (141 т/км²).

Исследованиями [2] установлено, что на Большом и Малом Кавказе интенсивность химической денудации увеличивается с высотой. В отличие от указанных горных областей в Талыше, наоборот, интенсивность химической денудации с высотой уменьшается. Это связано, главным образом с последовательностью смены литологического состава пород и количеством выпадающих осадков. Верхняя часть территории сложена, в основном, трудно размываемыми вулканогенными породами, тогда как в нижних частях обнажаются мощные осадочные толщи. В Ленкоранской области по направлению к предгорью количество осадков увеличивается. В результате интенсивность химической денудации нарастает от верхней зоны гор к предгорьям, изменяясь от 0,025 мм до 0,13 мм/год.

Таким образом, интенсивность химической денудации на Талыше, в отличие от Большого и Малого Кавказа уменьшается с высотой и соответствует изменению интенсивности механической денудации.

Известно, что в горной части Азербайджана выделяются две крупные морфоструктуры: Большой Кавказ и Малый Кавказ вместе с Талышом, в пределах, которых резко различаются скорость механической денудации и характер ее проявления на различных высотных поясах рельефа. Скорость механической денудации достигает наибольших значений в области Большого Кавказа, где ее средняя величина составляет 0,530 мм/год.

Горные области Малого Кавказа и Талыша отличаются гораздо меньшей скоростью механической денудации. В этих горных областях средняя скорость механической денудации достигает 0,040 мм/год. Исследования С.А. Ахундова [7] показывают, что это более чем в 13 раз меньше, чем в области Большого Кавказа. Эти различия связаны, прежде всего, с литологическим составом пород, представленным на Большом Кавказе преимущественно осадочными толщами, легко поддающимися размыву, а на Малом Кавказе и в Талыше – устойчивыми к денудации вулканогенными породами. Кроме того, отмеченные различия в известной мере обусловлены также изменениями в количестве выпадающих осадков, достигающих в высокогорьях Большого Кавказа 900...1400 мм/год, Малого Кавказа – 600...900 и Талыша – до 600 мм/год [12]. По-видимому, существенную роль играет также высокая расчлененность рельефа и крутизна склонов на Большом Кавказе. Средние значения интенсивности химической и механической денудации, установленные для отдельных физико-географических районов, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Средние значения интенсивности химической и механической денудации

Физико-географический район	Интенсивность денудации, мм/Г		$\frac{R}{C}$	$\frac{C}{R}$
	химической	механической		
Южный склон Большого Кавказа	0,128	0,551	4,30	
Ширван	0,112	0,532	4,75	
Северо-восточный склон Большого Кавказа	0,075	0,524	7,00	
Ленкорань	0,078	0,040		1,95
Нахичевань	0,064	0,039		1,64
Малый Кавказ	0,054	0,040		1,35
Гобустан	0,037	0,117	3,16	
Средняя величина	0,086	0,263	3,00	

В табл. 3 для сравнения также приводятся соотношения механической и химической денудации. Сравнение показывает, что интенсивность механической денудации на исследуемой территории в целом, почти в 3 раза выше химической денудации. Однако в некоторых районах наблюдается обратное соотношение. Например, на территории Малого Кавказа, Ленкорани и Нахичеванской АР интенсивность химической денудации в 1,35...1,95 раз выше. Это обусловлено, главным образом, различиями в комплексе геолого-геоморфологических условий, включающих абсолютные и относительные высоты рельефа, крутизну склонов, литологический состав пород, их денудационную устойчивость. Наряду с этим в горных областях Малого Кавказа и Талыша обнажаются денудационно-устойчивые вулканогенные породы. В результате чего, в этих горных областях годовая интенсивность химической денудации почти в 2 раза превышает интенсивность механической денудации.

По исследованиям С.А. Ахундова [7], на Большом Кавказе интенсивность механической денудации, в отличие от интенсивности химической денудации, увеличивается с высотой, в соответствии с изменением количества осадков, крутизны склонов, их покрытости растительностью. На Малом Кавказе и Талыше тенденция нарастания интенсивности механической денудации имеет обратную направленность (инверсию) и увеличивается от верхней зоны гор к их предгорьям. Основной причиной этого является смена литологического состава пород и значительная выровненность рельефа центральной части Малого Кавказа лавами позднеплиоцен-плейстоценового вулканизма. Автором установлено, что за пределы Большого Кавказа в среднем за год выносятся 23,64 млн. т, на Малом Кавказе – 1,14 млн. т и на Талыше – 0,25 млн. т рыхлообломочного материала. Значительная часть выносимого материала накапливается в пределах низкогорного пояса, наращивая конусы выноса и другие аккумулятивные формы рельефа.

По данным С.А. Ахундова [7] с территории Азербайджана общий сток наносов составляет 25,4 млн. т/год.

Для расчета количества растворенных веществ, приносимых атмосферными осадками, используем среднее значение минерализации атмосферных осадков, выпадающих на территории Азербайджана. По данным Ш.М. Агаева [4] и Ш.П. Байрамова [8] общий приход растворенных веществ с атмосферными осадками на территорию Азербайджана составляет 1,3 млн. т/год (15 т/км²).

Для количественной оценки суммарной эрозионной деятельности поверхностного стока на территории Азербайджана используем уравнение баланса, которое имеет вид:

$$W_{эп} = W_{сн} + (W_{раст} - W_{атм}),$$

где $W_{эп}$ – объем годового выноса эродируемых веществ; $W_{сн}$ – годовой объем выноса наносов; $W_{раст}$ – годовой объем выноса растворенных веществ; $W_{атм}$ – годовой объем растворенных веществ, приносимых атмосферными осадками.

Подставляя в приведенное выше уравнение значение по стоку наносов (25,4 млн. т) полученное С.А. Ахундовым [7], прихода растворенных веществ с атмосферными осадками (1,3 млн. т) по Ш.М. Агаеву [4] и Ш.П. Байрамову [8] и наши данные по ионному стоку (7 млн. т) получаем

$$W_{эп} = 24,4 + (7 - 1,3) = 31 \text{ млн. т (625 т/км}^2\text{)},$$

то есть общий объем годовой денудации исследуемой территории составляет 31 млн. т, что соответствует интенсивности денудации, равной 625 т/км². Отсюда следует, что на химическую денудацию приходится 22,6 %, или 141 т/км².

Таким образом, исследование показывает, что в горных областях Азербайджана протекают интенсивные эрозионные процессы, доминирующую роль в которых играет механическая денудация (77,4 %). Роль химической денудации также существенна. Здесь их интенсивность (15,3 т/км²) почти в 6 раз превышает средний мировой показатель, который составляет по Р.Р. Денмухаметову [11] – 2,4 т/км².

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуев М.А. Гидрологическое исследование стока наносов рек с естественным и нарушенным режимом (в пределах Азербайджана): Автореф. дисс... канд. геогр. наук. – Баку, 1995. – 22 с.
2. Абдуев М.А. Интенсивность химической денудации в речных бассейнах Азербайджана. // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды. – 2007. – №4. – С.160-166.
3. Абдуев М.А. Рекогносцировочная оценка состояния речных бассейнов Азербайджана по антропогенной нагрузке. // Гидрометеорология и экология. – 2010. – №2. – С. 55-61.
4. Агаев Ш.М., Степанов И.Н. О химическом составе атмосферных осадков Азербайджана. ДАН СССР. Т.154. – 1964. – Вып. 6. – С.1359-1360.
5. Ахундов С.А. Интенсивность денудации Азербайджанской части Кавказа. // Геоморфология. – 1974. – №3. – С. 46-52.
6. Ахундов С.А. Сток наносов горных рек Азербайджанской ССР. – Баку: Изд-во «Элм», 1978. – 98 с.
7. Ахундов С.А. Современная денудация на горной территории Восточного Закавказья. // Изв. АН Азерб. ССР. Сер. наук о Земле. – 1985. – №3. – С. 87-93.

8. Байрамов Ш.П., Идрисова Р.В., Мамедова К.В. Изучение концентрации анионов выпадающих с дождями на различные территории. // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды. – 2006. – №3. – С. 63-71.
9. Гачечиладзе Г.А. Гидрологические аспекты химической денудации в горных регионах. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 292 с.
10. Дедков А.П., Мозжерин В.И., Шарифуллин А.Н., Денмухаметов Р.Р. Современная денудация равнин Земли по данным о стоке наносов и растворенных веществ. // Известия РАН, Серия географическая. – 2005. – №5. С. 30-38.
11. Денмухаметов Р.Р. Сток растворенных веществ и химическая денудация в речных бассейнах мира: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Казань, 2005. – 23 с.
12. Климат Азербайджана. – Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1968. – 348 с.
13. Львович М.И., Карасик Г.Я., Братцева Н.Л. и др. Современная интенсивность внутриконтинентальной эрозии суши земного шара. – М.: 1991. – 336 с.
14. Мамедов Дж. Г. Интенсивность смыва с поверхности речных водосборов Нахичеванской АССР и прилегающих территорий: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Баку. 1987. – 19 с.
15. Эюбова Ф.А. Формирование и оценка стока взвешенных наносов рек северо-восточного склона Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской ССР): Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Тбилиси, 1983. – 25 с.

Поступила 27.12.2011

Геогр. ғылымд. канд. М.А. Абдуев

АЗЕРБАЙДЖАННЫҢ ТАУЛЫ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ ҚАЛҚЫМА АҒЫН ЖӘНЕ ЕРІГЕН ЗАТТАР МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША ДЕНУДАЦИЯ

Азербайджанның таулы аймақтарындағы химиялық және механикалық денудация қарқындылығын бағалау көпжылдық мерзімдегі талданған қалқыма ағын және иондар мәліметтеріне негізделіп жасалған. Жалпы Азербайджанның таулы аумағында механикалық денудацияның қарқындылығы, химиялық денудацияға қарағанда 3 есе жоғары, бірақ кейбір аумақта кері көрсеткіш бақыланады. Қарастырылған аймақта механикалық денудацияны суреттейтін қарқынды эрозиялық процесстер өтуде (77,4 %). Химиялық денудация ролі де айтарлықтай, өйткені оның қарқындылығы орташа әлемдік көрсеткіш мәнінен 6 есеге артық.