

Г. А. МАКСИМОВИЧ

ХИМИЧЕСКАЯ ДЕНУДАЦИЯ ЗЕМЛИ

(Представлено академиком Д. В. Наливкиным 8 X 1958)

Химическая денудация, или вынос растворенных веществ с континентов в океан, является одним из важных элементов миграции вещества нашей планеты. М. В. Ломоносов еще в 1763 г. указывал, что реки выносят соли в океан (2). Попытки определения количества растворенных веществ, выносимых реками в океан, появились значительно позднее. Т. М. Рид (12–14) установил в 1889 г., что понижение Земли за счет химической денудации составит в среднем 0,014 мм в год. По подсчету Г. В. Лопатина (4), это дает для Земли годовой сток растворенных веществ 4390 млн. т.

А. Пенк для площади около 10 млн. км² определил вынос растворенных веществ 441 млн. т (11). Проверка площади водосборных бассейнов, взятой Пенком для подсчета, показала, что она несколько больше и составляет не 7,5, а 10 % от всей поверхности суши (без Гренландии, Канадского архипелага и Антарктики). Это дает для Земли вынос растворенных веществ 4410 млн. т в год.

Р. Селисбери в 1909 г. принял большую цифру – около 5000 млн. т (15). Позднее Ф. Кларк (10) определил для всех рек суши химическую денудацию в $1,9 \cdot 10^9$ т в год. По его подсчетам, в результате выноса растворенных веществ земная поверхность понижается в год на 0,01 мм. Для понижения на 1 м потребуются 100 000 лет.

В. В. Поляков (9) считает, что химический сток почти не зависит от географического положения района. Это он объясняет тем, что для Европейской части СССР по мере продвижения на юг, параллельно с увеличением минерализации речных вод, уменьшается водоносность рек. Подсчет химической денудации по его данным дает табл. 1.

Таблица 1

Химическая денудация для Европейской части СССР

Широта	Средн. величина плотного остатка в мг/л	Средн. водоносность в м ³ /га в год	Химич. сток в т/га в год	Химич. денудация в м в год
56°	120	2250	0,27	10,4
52°	300	930	0,28	10,8
48°	400	750	0,30	11,5

На основании 4535 химических анализов по 870 рекам Земли (5–7) автор подсчитал химическую денудацию по географическим зонам (8) (см. табл. 2).

Величина химической денудации в зависимости от географической зоны составляет в среднем от 4 до 16 м в год. Таким образом, приведенные в табл. 1 данные справедливы только для ограниченной территории. Для Земли химическая денудация изменяется в широких пределах, достигая в районах развития гипсового карста в Молотовской обл. и Башкирской АССР 100 м в год; в местах впадения соляных источников она составляет даже до 150 м в год.

Таблица 2

Химическая денудация по географическим зонам Земли

Зоны	Площади зон в млн. км ²	Годовой сток в мм слоя	Средн. минерализация в мг/л	Сток воды в км ³ в год	Химич. сток в млн. т	Химич. сток в т/км ³	Химич. денудация в м в год
Гундра	5,9	150	70	887	62	10	4
Лесная и лесостепь	33,9	200	160	6780	1083	32	13
Степная	17,1	120	320	2150	690	40	16
Пустыня	27,2	20	800	940*	750*	27*	И*
Тропики и субтропики	21,1	650	45	13720	617	29	12
Горная	22,6	500	50	11130	556	25	10
	127,8***			34667**	3008**	30	12

* Условно. Перемещение водой растворенных веществ в депрессии.

** Без пустынь и полупустынь.

*** Остальная площадь занята полярными льдами, внутренними водоемами и т. д.

Средняя химическая денудация для Земли по подсчету автора несколько больше, чем по Кларку. Это обусловлено тем, что последний не учитывал малые реки, число которых достаточно велико. Кроме того, химическая денудация на побережьях происходит за счет стечения дождевых вод непосредственно в море.

Механический и химический сток Земли по континентам подсчитал Г. В. Лопатин (3). Он его называет транзитной частью эрозионной работы рек, так как включил и бессточные области, из которых вещество не выносится в Океан. Выделив из общего стока химический и подсчитав химическую денудацию, мы будем иметь для Земли следующие величины (см. табл. 3).

Химическая денудация является наименьшей для Австралии и Африки, где значительную роль играют пустыни, и наибольшей для Южной Америки. Для Земли она почти равна определенной в табл. 2. Химический сток Земли в океан, 2850 млн. т, близок к определенному выше другим методом (3000 млн. т). Для СССР (1) ионный химический сток составляет 337 млн. т, а химическая денудация – 7 м в год.

Таблица 3

Химическая денудация Земли

Материки	Площадь в млн. км ³	Химии, сток в млн. т в год		Смыв с поверхности суши в год в т/км ³	Химии, денудация в м год
		общий	без бессточных област.		
Европа	9,67	263	203	27	11
Азия	44,89	1172	817	26	10
Африка	29,81	618	385	21	8
Сев.-Средняя Америка	20,44	659	632	32	13
Южн. Америка	17,98	825	780	46	18
Австралия	7,96	63	33	8	3
Вся суша	130,75	3600	2850	27	11

Молотовский государственный университет
им. А. М. Горького

Поступило
7 IX 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 О. А. Алекин, Тр. ГГИ, в. 33, 43 (1951).
- 2 М. В. Ломоносов, О солях: земных, 1949.
- 3 Г. В. Лопатин, ДАН, 73, № 1, 161 (1950).
- 4 Г. В. Лопатин, Природа, № 7, 19 (1950).
- 5 Г. А. Максимович, ДАН, 37, № 5–6, 211 (1942).
- 6 Г. А. Максимович, Изв. Всес. географ. о-ва, 75, в. 1, 38 (1943).
- 7 Г. А. Максимович, Сборн. памяти С. А. Зернова, 1949, стр. 13.
- 8 Г. А. Максимович, ДАН, 70, Д(Б 3, 477 (1950).
- 9 В. В. Поляков, Тр. 1-го совещ. по регулированию стока, 1946, стр. 204.
- 10 F. W. Clarke, U. S. Geol. Survey Bull., 770 (1924).
- 11 A. Penk, Morphologie der Erdoberfläche, Wien, 1894.
- 12 T. M. Reade, Proc. Liverpool Geol. Soc., 3, 211 (1876–1877).
- 13 T. M. Reade, Geol. Mag., 6 (1889).
- 14 T. M. Reade, Evolution of Earth Structure, 1903, p. 255–282.
- 15 R. D. Selisbery, Physiography, L., 1909,

Г. А. МАКСИМОВИЧ

ХИМИЧЕСКАЯ ДЕНУДАЦИЯ ЗЕМЛИ

(Представлено академиком Д. В. Наливкиным 8 X 1953)

Химическая денудация, или вынос растворенных веществ с континентов в океан, является одним из важных элементов миграции вещества нашей планеты. М. В. Ломоносов еще в 1763 г. указывал, что реки выносят соли в океан⁽²⁾. Попытки определения количества растворенных веществ, выносимых реками в океан, появились значительно позднее. Т. М. Рид⁽¹²⁻¹⁴⁾ установил в 1889 г., что понижение Земли за счет химической денудации составит в среднем 0,014 мм в год. По подсчету Г. В. Лопатина⁽⁴⁾, это дает для Земли годовой сток растворенных веществ 4390 млн. т.

А. Пенк для площади около 10 млн. км² определил вынос растворенных веществ 441 млн. т⁽¹¹⁾. Проверка площади водосборных бассейнов, взятой Пенком для подсчета, показала, что она несколько больше и составляет не 7,5, а 10% от всей поверхности суши (без Гренландии, Канадского архипелага и Антарктики). Это дает для Земли вынос растворенных веществ 4410 млн. т в год.

Р. Селисбери в 1909 г. принял большую цифру — около 5000 млн. т⁽¹⁵⁾. Позднее Ф. Кларк⁽¹⁰⁾ определил для всех рек суши химическую денудацию в $1,9 \cdot 10^9$ т в год. По его подсчетам, в результате выноса растворенных веществ земная поверхность понижается в год на 0,01 мм. Для понижения на 1 м потребуется 100 000 лет.

В. В. Поляков⁽⁹⁾ считает, что химический сток почти не зависит от географического положения района. Это он объясняет тем, что для Европейской части СССР по мере продвижения на юг, параллельно с увеличением минерализации речных вод, уменьшается водоносность рек. Подсчет химической денудации по его данным дает табл. 1.

Таблица 1
Химическая денудация для Европейской части СССР

Широта	Средн. величина плотного остатка в мг/л	Средн. водоносность в м ³ /га в год	Химич. сток в т/га в год	Химич. денудация в см в год
56°	120	2250	0,27	10,4
52°	300	930	0,28	10,8
48°	400	750	0,30	11,5

На основании 4535 химических анализов по 870 рекам Земли⁽⁵⁻⁷⁾ автор подсчитал химическую денудацию по географическим зонам⁽⁸⁾ (см. табл. 2).

Величина химической денудации в зависимости от географической зоны составляет в среднем от 4 до 16 μ в год. Таким образом, приведенные в табл. 1 данные справедливы только для ограниченной территории. Для Земли химическая денудация изменяется в широких пределах, достигая в районах развития гипсового карста в Молотовской обл. и Башкирской АССР 100 μ в год; в местах впадения соляных источников она составляет даже до 150 μ в год.

Таблица 2

Химическая денудация по географическим зонам Земли

Зоны	Площадь зон в млн. км ²	Годовой сток в мм слоя	Средн. минерализация в мг/л	Сток воды в км ³ в год	Химич. сток в млн. т	Химич. сток в т/км ²	Химич. денудация в μ в год
Тундра	5,9	150	70	887	62	10	4
Лесная и лесостепь	33,9	200	160	6780	1083	32	13
Степная	17,1	120	320	2450	690	40	16
Пустыня	27,2	20	800	940*	750*	27*	11*
Тропики и субтропики	21,1	650	45	13720	617	29	12
Горная	22,6	500	50	11130	556	25	10
	127,8***			34667**	3008**	30	12

* Условно. Перемещение водой растворенных веществ в депрессии.

** Без пустынь и полупустынь.

*** Остальная площадь занята полярными льдами, внутренними водоемами и т. д.

Средняя химическая денудация для Земли по подсчету автора несколько больше, чем по Кларку. Это обусловлено тем, что последний не учитывал малые реки, число которых достаточно велико. Кроме того, химическая денудация на побережьях происходит за счет стекания дождевых вод непосредственно в море.

Механический и химический сток Земли по континентам подсчитал Г. В. Лопатин (3). Он его называет транзитной частью эрозионной работы рек, так как включил и бессточные области, из которых вещество не выносится в Океан. Выделив из общего стока химический и подсчитав химическую денудацию, мы будем иметь для Земли следующие величины (см. табл. 3).

Таблица 3

Химическая денудация Земли

Материки	Площадь в млн. км ²	Химич. сток в млн. т в год		Смыв с поверхности суши в год в т/км ²	Химич. денудация в μ в год
		общий	без бессточных област.		
Европа	9,67	263	203	27	11
Азия	44,89	1172	817	26	10
Африка	29,81	618	385	21	8
Сев.—Средняя Америка	20,44	659	632	32	13
Южн. Америка	17,98	825	780	46	18
Австралия	7,96	63	33	8	3
Вся суша	130,75	3600	2850	27	11

Химическая денудация является наименьшей для Австралии и Африки, где значительную роль играют пустыни, и наибольшей для Южной

Америки. Для Земли она почти равна определенной в табл. 2. Химический сток Земли в океан, 2850 млн. т, близок к определенному выше другим методом (3000 млн. т). Для СССР ⁽¹⁾ ионный химический сток составляет 337 млн. т, а химическая денудация — 7 μ в год.

Молотовский государственный университет
им. А. М. Горького

Поступило
7 IX 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ О. А. Алекин, Тр. ГГИ, в. 33, 43 (1951). ² М. В. Ломоносов, О солях земных, 1949. ³ Г. В. Лопатин, ДАН, 73, № 1, 161 (1950). ⁴ Г. В. Лопатин, Природа, № 7, 19 (1950). ⁵ Г. А. Максимович, ДАН, 37, № 5—6, 211 (1942). ⁶ Г. А. Максимович, Изв. Всес. географ. о-ва, 75, в. 1, 38 (1943). ⁷ Г. А. Максимович, Сборн. памяти С. А. Зернова, 1949, стр. 13. ⁸ Г. А. Максимович, ДАН, 70, № 3, 477 (1950). ⁹ В. В. Поляков, Тр. 1-го совещ. по регулированию стока, 1946, стр. 204. ¹⁰ F. W. Clarke, U. S. Geol. Survey Bull., 770 (1924). ¹¹ A. Penk, Morphologie der Erdoberfläche, Wien, 1894. ¹² T. M. Reade, Proc. Liverpool Geol. Soc., 3, 211 (1876—1877). ¹³ T. M. Reade, Geol. Mag., 6 (1889). ¹⁴ T. M. Reade, Evolution of Earth Structure, 1903, p. 255—282. ¹⁵ R. D. Salisbury, Physiography, L., 1909.