

УДК 504.4.062.2 (574)

**ОБ АНТРОПОГЕННОМ ИЗМЕНЕНИИ СТОКА
ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ РЕКИ ИЛИ**

Ж.К. Турениязова

В результате строительства и ввода в эксплуатацию Капшагайского водохранилища в низовьях р. Или произошло значительное уменьшение стока взвешенных наносов и мутности воды в период половодья. Установлено, что наряду с этим, в гранулометрическом и химическом составе наносов также произошли коренные изменения.

До сих пор система мелиорации и гидроэнергетики боролась со стоком взвешенных наносов как нежелательным элементом, который приносит только экономический ущерб. Но резкое сокращение стока речных наносов под влиянием водохранилищ привело к деградации дельты и активизации общего размыва русла. Известно, что сток наносов играет важную роль не только в преобразовании пойменных лугов, но и в продуцировании биогеоценозов [2]. Поэтому в водно-аккумулятивных комплексах, каковой является речная экосистема, роль гидрологического режима, в том числе стока наносов, в создании биогеоценозов и почвообразовании, становится еще более значимой, потому как сам почвенный субстрат является порождением поемного и аллювиального речного потока. Ежегодное или периодическое перекрытие почвы наилком, различным по мощности, механическому и химическому составу, является для растений пойм экологическим фактором большой значимости, оказывающим на них как непосредственное, так и косвенное влияние. С наилком поступают элементы минерального питания, помимо того он воздействует на водно-воздушные свойства почв [6]. Поэтому, изучение антропогенного изменения стока взвешенных наносов р. Или интересно не только с гидрологической точки зрения, но и с точки зрения устойчивого развития речной экосистемы.

Многолетнее регулирование речного стока р. Или Капшагайским водохранилищем привело не только к изменению гидрологического режима в нижнем течении реки, но и к значительному сокращению наносов. В естественных условиях во время половодья с увеличением расходов во-

ды наблюдалось увеличение стока наносов, образовавшихся в результате интенсивного смыва продуктов выветривания тальными водами с поверхности водосбора. Взвешенные наносы накапливались в дельте р. Или в виде наилка, насыщенного органическими и биогенными веществами, которые служили в качестве минерального удобрения для пойменных лугов. Характерное изменение режима стока наносов рек под влиянием крупных водохранилищ рассматривалось А.Б. Авакьяном [4]. По его мнению, ниже плотины наблюдается резкое снижение стока твердых и растворенных веществ. Далее к низовью реки за счет осветления потока эрозионный процесс усиливается, твердый сток возрастает. Наиболее существенно уменьшаются расходы взвешенных наносов во время весеннего половодья. В зимние месяцы расход взвешенных наносов по сравнению с естественными условиями увеличивается. Это обусловлено возрастанием энергии потока и усилением русловой эрозии из-за резкого увеличения расходов воды зимой. Подробное изучение режима взвешенных наносов и их гранулометрического состава трансграничных рек Казахстана в условиях зарегулированного стока проводилось М.Ж. Бурлибаевым [2]. Е.Н. Пивень [5] рассматривала антропогенное изменение стока наносов р. Или за период 1970...1987 гг. С.А. Абдрасилов [1] также особо отметил роль изменения стока наносов на процесс дельтообразования.

Задача данной работы – изучение динамики взвешенных наносов р. Или во внутригодовом и многолетнем ($P=25, 50, 75, 95\%$) разрезе за периоды естественного и нарушенного гидрологического режимов. Исходным материалом для анализа послужили данные многолетних наблюдений, проводимых на сети Казгидромета в створах ур. Капшагай и с. Ушжарма, расположенных ниже водохранилища. Следует отметить, что к периоду естественного гидрологического режима отнесены данные наблюдений за наносами р. Или с 1936 по 1970 гг., в период нарушенного гидрологического режима – 1971...1996 гг. число данных наблюдений уменьшилось, а с 1997 г. практически прекращены наблюдения за стоком взвешенных веществ и мутности воды. Поэтому сравнение многолетней динамики наносов с настоящим временем невозможно.

Результаты сравнительного анализа годового стока наносов и мутности воды за периоды естественного и нарушенного гидрологических режимов р. Или при различных обеспеченностях водности года показывают, что значительное влияние водохранилища проявляется в створе ур. Капшагай (табл.1).

Таблица 1

Влияние Капшагайского водохранилища на изменение стока наносов и мутности воды р. Или

<i>P</i> , %	Период	Сток наносов, млн. т	Мутность, г/м ³
ур. Капшагай			
25	ЕГР	26,0	1135
	НГР	1,2	5
50	ЕГР	15,0	640
	НГР	0,04	3
75	ЕГР	3,8	285
	НГР	0,2	10
95	ЕГР	8,8	414
	НГР	0,06	6
с. Ушжарма			
25	ЕГР	25,0	870
	НГР	1,0	75
50	ЕГР	17,0	609
	НГР	2,8	215
75	ЕГР	9,8	760
	НГР	3,5	252
95	ЕГР	9,5	525
	НГР	4,4	432

Примечание: ЕГР – при естественном гидрологическом режиме,
НГР – при нарушенном гидрологическом режиме.

Среднегодовые значения стока наносов и мутности воды независимо от водности года сократились почти на 95...99 %, и связаны с аккумуляцией взвешенных наносов в чаше водохранилища. Например, сокращение стока взвешенных наносов составило: при $P=25$ % обеспеченности на 24,8 млн. т (95 %), $P=50$ % - 14,9 млн. т (98 %), $P=75$ % - 3,6 млн. т (95 %), $P=95$ % - 8,7 млн. т (99 %). По сравнению с естественным гидрологическим режимом уменьшение мутности р. Или при зарегулированном стоке распределено по водности года следующим образом: $P=25$ % - 1130 г/м³ (99,6 %); $P=50$ % - 637 г/м³ (99,5 %); $P=75$ % - 275 г/м³ (97 %); $P=95$ % - 408 г/м³ (98,5 %). Таким образом, уменьшение мутности воды под влиянием Капшагайского водохранилища преобладает независимо от

водности года над показателями стока наносов. Также следует отметить, что значения стока наносов и мутности воды в створе с. Ушжарма увеличиваются, по сравнению со створом ур. Капшагай, за счет общего размыва русла реки. Но тенденция снижения наносов по сравнению с естественным гидрологическим режимом все же прослеживается. Например, сокращение стока наносов и мутности воды составляет: при обеспеченности $P=25\%$ - 96 и 91,4 %, при $P=50\%$ - 83 и 65 %, при $P=75\%$ - 64 и 67 %, при $P=95\%$ - 54 и 8 %. Максимальное сокращение стока наносов и мутности воды в створе с. Ушжарма отмечается при $P=25\%$.

При установлении зависимости между стоком взвешенных наносов и расходами воды важную роль играет не только высотная зональность рассматриваемых створов, подстилающая поверхность водосборной площади и тип питания, но и внутригодовое распределение речного стока, т.е. деление годового цикла водного режима реки на половодье, паводки и межень. В данном случае водность водотока выступает как интегральный показатель, который включает в себя совокупность отдельных факторов, формирующих сток взвешенных наносов [2].

Как показывают результаты анализа, зависимость расхода взвешенных наносов от речного стока Q . Или при естественном гидрологическом режиме отличается во всех фазах водного режима года теснотой связи, где коэффициент корреляции колеблется в пределах 0,83...0,99. Тогда, как при зарегулировании стока, связь слабая или практически отсутствует, за исключением случая при обеспеченности $P=75\%$ в створе с. Ушжарма, где коэффициент корреляции составляет 0,90. Связи расходов наносов и речного стока имеют линейную зависимость:

$$R = AQ - B \quad (1)$$

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

Значительные изменения произошли в стоке взвешенных наносов в створе ур. Капшагай. Независимо от водности года наблюдается резкое сокращение взвешенных наносов, как в период половодья, так и в межень, связанное с аккумулярованием твердого стока в чаше водохранилища. Например, при обеспеченности $P=25$ и 50% сток наносов сократился в период половодья нарушенного гидрологического режима на 99 %, в межень – 95 % (рис.1). Корреляционные отношения отличаются по сравнению с естественным гидрологическим режимом слабой связью ($r = 0,51$ и $0,65$). Зависимость расхода взвешенных наносов от стока Q .

Или в створе ур. Капшагай при $P=50\%$ (рис. 1) для периодов естественного (ЕГР) и нарушенного (НГР) гидрологических режимов имеет вид:

$$R_{\text{ЕГР}} = 1,54Q - 254,6, \quad (2)$$

$$R_{\text{НГР}} = 0,02Q - 3,01. \quad (3)$$

При обеспеченности $P=75$ и 95% нарушенного гидрологического режима связи стока взвешенных наносов с расходами воды нет ($r=0,12$ и $0,25$). Срезка стока взвешенных наносов во время половодья при $P=75\%$ составляет 93% , при $P=95\%$ - $99,6\%$; в межень - соответственно 91 и 92% .

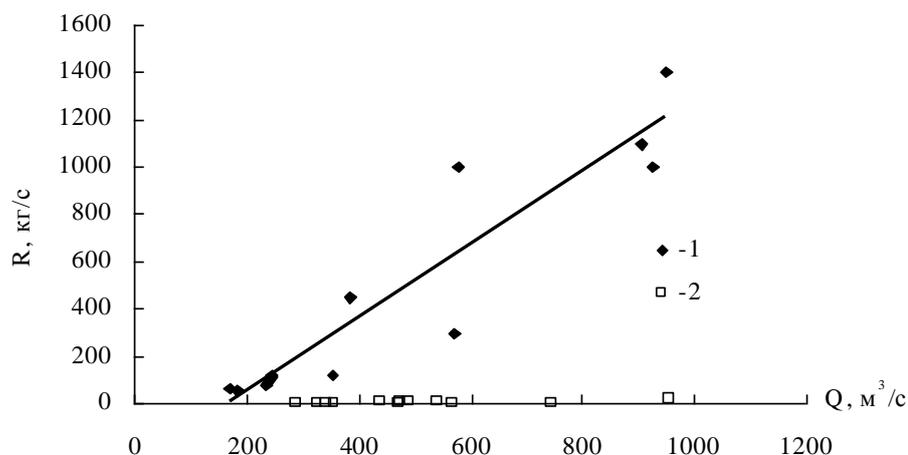


Рис.1. Зависимость расхода взвешенных наносов от стока q . Или в створе ур. Капшагай при $P=50\%$. 1 – период естественного гидрологического режима, 2 – период нарушенного гидрологического режима.

В створе с. Ушжарма значения твердого стока сравнительно с приплотинной зоной возрастают за счет интенсивного размыва русла реки. Но в календарный период половодья, с сокращением речного стока снижается и расход наносов независимо от водности года. При современных условиях наносы сократились по водности года следующим образом: при $P=25\%$ на 97% , при $P=50\%$ на 87% , при $P=75\%$ на 61% , при $P=95\%$ на 73% . В период межени снижение наносов фиксируется только при обеспеченности $P=25\%$, твердый сток сокращается на 55% (табл.2).

При обеспеченности $P=50\%$ уменьшение расхода наносов, в среднем, незначительное, а в некоторые месяцы даже отмечаются превышения его над естественными показателями. Тенденция возрастания взвешенных наносов четко проявляется при 75 и 95 % обеспеченности стока. Следует отметить, что при 75 %-ной обеспеченности нарушенного гидрологического режима, установлена тесная связь между твердым и жидким стоком, так же, как в естественных условиях, где коэффициент корреляции составляет 0,90.

Таблица 2

Распределение расходов взвешенных наносов (кг/с) р. Или в период естественного (ЕГР) и нарушенного (НГР) гидрологических режимов при различной водности года.

Створ	P, %	Весенне-летнее половодье		Осенне-зимняя межень	
		ЕГР	НГР	ЕГР	НГР
ур.Капшагай	25	1536	5,8	205	2,6
	50	990	6,6	121	4,0
	75	226	3,8	40	2,5
	95	524	2,3	102	1,8
с. Ушжарма	25	1614	29	186	35
	50	1074	107	149	105
	75	720	121	91	101
	95	590	136	89	146

С изменением стока взвешенных наносов под влиянием Капшагайского водохранилища претерпевает изменение и гранулометрический состав наносов р. Или. Как показывают результаты исследования в среднемноголетнем разрезе, в период половодья преобладают в составе наносов при естественном и нарушенном гидрологических режимах частицы с диаметром менее 0,1 мм. Но в процентных соотношениях произошли резкие изменения, а именно наблюдаются тенденция уменьшения мелких частиц и повышения крупных. Например, при подъеме половодья содержание крупных фракций (диаметр 0,5...0,1 мм) возрастает от 11,5 до 17,8 %, напротив содержание мелких частиц (диаметр менее 0,05 мм) снижается от 69,5 до 63,5 %. В период спада половодья также отмечается аналогичная ситуация. Если в естественных условиях крупные фракции составляли 10,2 %, мелкие фракции (диаметр 0,1...0,01 мм) – 67,2 %, то в настоящее время они составляют 35,9 и 56,7 %. Также следует отметить, что в стоке

наносов в меженный период преобладают частицы с диаметром 0,5..0,05 мм, которые возросли от 28,7 % до 63,8 %. Соответственно наносы с диаметром 0,05...0,01 мм уменьшились от 39,1 % до 36,2 %.

Взвешенные наносы с. Ушжарма с диаметром 0,5...0,1 мм увеличиваются при нарушенном гидрологическом режиме как в период половодья от 16,7 % до 38,3 %, так и в межень от 13,4 до 70,4 %. Констатируемые увеличения крупных фракций наносов происходят на фоне уменьшения мелких фракций с диаметром менее 0,1 мм. В частности, мелкие фракции, составлявшие 83,3 и 86,6 % в периоды половодья и межени, в современных условиях уменьшились до 51,2 % и 29,6 %.

В условиях зарегулирования стока, наряду с изменением гранулометрического состава, также подвергается изменению и химический состав взвешенных наносов. Известно, что при естественном гидрологическом режиме химизм наносов подчинялся химическому составу смываемых пород и гидрохимическому режиму водотока [2]. Такое положение вещей в современных условиях сохраняется только в стоке рек до водохранилищ. В настоящее время под воздействием Капшагайского водохранилища в низовье р. Или произошли изменения в гидрохимическом режиме, то есть независимо от водности года наблюдается рост минерализации воды за счет увеличения концентрации катионов магния, натрия и калия, анионов сульфата и хлоридов, а также уменьшения гидрокарбонатов и кальция [3]. Соответственно, в составе взвешенных наносов содержание солей увеличивается. Также в наносах содержание биогенных веществ и микроэлементов, играющих важную роль в жизнедеятельности речной экосистемы, значительно уменьшилось.

Таким образом, под воздействием Капшагайского водохранилища значительно сократилось поступление в низовье р. Или взвешенных наносов, также изменился их гранулометрический и химический состав. В результате они не представляют ценности, как удобрение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрасилов С.А. Формирование и динамика внутриконтинентальных дельт (на примере р. Или и оз. Балхаш). Автореф. дисс. канд. г.н. – Алматы, 1996. – 39 с.
2. Бурлибаев М.Ж. Сток взвешенных наносов как ключевой элемент устойчивости речных экосистем //Гидрометеорология и экология. – 2003 . - № 3. – С. 45-53.

3. Бурлибаев М.Ж., Турениязова Ж.К. О некоторых результатах изменения гидрологического и гидрохимического режимов реки Или //Экологические проблемы водных ресурсов и орошаемых земель Казахстана: Сб. статей. – Алматы: Қазақ университеті, 2000. – С. 45-54.
4. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. /Под ред. А.Б. Авакян, Г.В. Воропаев. – М: Наука, 1986. – 366 с.
5. Пивень Е.Н. Оценка антропогенных изменений стока основных рек Или-Балхашского региона. Автореф. дисс. канд. геогр. наук. – Алматы, 1997. – 22 с.
6. Работнов Т.А. Луговедение. – М: МГУ, 1984. – 319 с.

Центр экологического мониторинга окружающей среды РК

ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ ЖҮЗБЕ ТАСЫНДЫЛАР АҒЫНДЫСЫНЫҢ АНТРОПОГЕНДІК ӨЗГЕРУІ ТУРАЛЫ

Ж.Қ. Турениязова

Қапшағай бөгенінің салынуы мен іске қосылуы нәтижесінде Іле өзенінің төменгі бөлігінде жүзбе тасындылар ағындысы мен су лайлылығының су тасу кезеңінде едәуір төмендеуі анықталды. Сонымен қатар тасындылардың гранулометрлік және химиялық құрамы түбегейлі өзгерістерге ұшыраған.