

## РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ НА Р.АМУДАРЬЯ В УСЛОВИЯХ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Х.А. Исмагилов\*, Э.К. Кан \*

\* Среднеазиатский научно-исследовательский институт ирригации им.В.Д. Журина (САНИИРИ), 700187, г.Ташкент, массив Карасу 4, д.11

В связи с ростом площади орошаемых земель и населения в бассейне р.Амударьи увеличивается потребление воды. В настоящее время в среднем и нижнем течении из р.Амударьи забирают воду для орошения более 60 крупных, средних и малых каналов: Каракумский с расходом более 600 м<sup>3</sup>/с; Каршинский с максимальным расходом 250 м<sup>3</sup>/с, Амубухарский – 400 м<sup>3</sup>/с, Ташсакинский – 500 м<sup>3</sup>/с; Пахтаарнинский – 200 м<sup>3</sup>/с; Клычнияз-бай – 200 м<sup>3</sup>/с; Кызкеткен – 500 м<sup>3</sup>/с; Суенли – 300 м<sup>3</sup>/с и др. В верховье р.Амударьи на главном притоке действует Нурекское водохранилище многолетнего регулирования стока, в низовье на расстоянии 450 км от устья построено Тюямуюнское водохранилище, 215 км – Тахиаташский гидроузел, 70 км – Междуреченская дамба. Ниже Тюямуюнского водохранилища на протяжении 185 км участок русла реки зарегулирован двусторонними продольными и поперечными дамбами. Эти и другие мероприятия внесли существенные изменения в динамику русловых процессов как в летний, так и в зимний периоды, в результате чего на р.Амударье во многих местах ухудшилась русловая обстановка, наблюдаются размывы и угроза подтопления прибрежных земель, населенных пунктов.

Для оценки состояния русла р.Амударьи под влиянием водозабора и сооружений проанализированы продольный профиль от Келифа до Аральского моря и отношение  $V/H_{cp}$  – ширины русла по урезу воды к средней глубине потока, характеризующего изменчивость поперечного профиля русла. Продольный профиль русла р.Амударьи от Келифа до Аральского моря длиной 1200 км приведен на рис. 1.

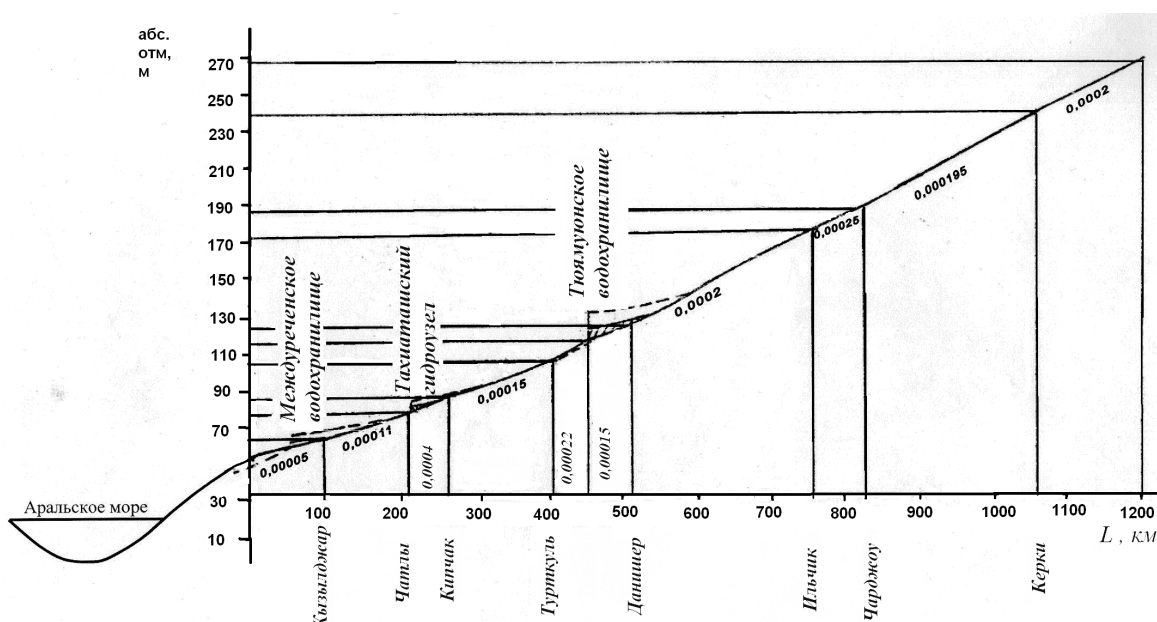


Рис. 1. Продольный профиль р.Амударьи на участке Келиф-Аральское море

Сплошной линией обозначен профиль русла при бытовом состоянии, пунктирной – после частичного регулирования стока и русла. При бытовом состоянии на

преобладающей длине от Келифа до Тюямуюна уклон водной поверхности одинаковый –  $I = 0,0002 - 0,00025$ . Нагрузка потока, т.е. транспорт наносов на этом участке примерно также одинаковый. Ниже Тюямуюна уклон уменьшается, и крупность песчаных наносов резко снижается. Уклон реки у Чатлы  $i = 0,00011$ , соответственно уменьшается нагрузка потока наносами. Обилие песчаных наносов, выносимых в реку с водосборного бассейна, привело к трансформированию их при всех расходах. На участке от начала до Тюямуюна фактически врезка потока в отложения не происходила, т.е. продольный профиль русла остается неизменным, а ниже Турткуля до Джумуртау наблюдается частичный подъем дна профиля, т.е. небольшое изменение продольного профиля русла. Ниже Джумуртау до Кызылджара продольный профиль русла остается неизменным. Ниже Кызылджара, в связи падением уровня, в Аральском море, происходила врезка потока в обнажения, в связи с чем уклон водной поверхности увеличивался. В результате частичного зарегулирования стока р.Амударьи Тюямуюнским водохранилищем, строительством Тахиаташского гидроузла, перекрытия русла р.Амударьи поперечными дамбами и образования Междуреченского водохранилища в районе Парлатау и регулирования русла ниже Ташсака длиной 185 км, а также интенсивного роста отбора воды в каналы, продольный профиль р.Амударьи изменился, русло стало переформировываться. В районах бесплотинных водозаборов из-за нарушения баланса наносов дно р.Амударьи ниже водозаборов поднялось, обстановка ухудшилась. В верхних бьефах водохранилищ и гидроузлов интенсивное отложение наносов привело к подъему дна. В нижнем бьефе в результате размыва произошло снижение отметки дна русла. Процесс переформирования русла продолжается и в настоящее время. Ниже приводится подробное описание процесса занесения верхнего бьефа и общего размыва ниже Тахиаташского гидроузла. В качестве основных показателей, характеризующих изменение поперечного профиля формы русла, принято отношение  $V/H_{cp}$  — ширины русла по урезу воды к средней глубине потока.

Речное русло — продукт взаимодействия речного потока и подстилающего его грунта. В ходе этого взаимодействия создаются формы русла, отвечающие законам этого процесса. Для анализа изменения формы русла под влиянием расхода воды и грунта, слагающих дно и берегов русла, были использованы данные гидропостов Керки, Тюямуюн, Турткуль, Чатлы и Кызылджар на р.Амударье. Эти створы находятся на различных участках и имеют различные грунты дна и берега русла. На створе Тюямуюн оба берега скалистые, трудноразмываемые и русло имеет прямоугольную форму. На створе Керки правый берег каменистый, левый сложен отложениями и русло имеет слабо-распластанную форму. На створе Турткуль оба берега сложены песчано-илистыми отложениями, на этом участке происходило отложение наносов и подъем дна и русло имело широко распастанную форму. Значения  $V/H_{cp}$  приведены в таблице 1 для меженного и паводочного периодов. При межennom расходе  $V/H_{cp}$  изменяется от 100 до 650, наибольшие значения имеет створ Керки, расположенный в начале участка, а наименьшие значения имеет створ Кызылджар -концевой участок. Наибольшая мутность отмечается на створе Керки. При наличии мутности размыв дна усложняется из-за роста потока. В таком случае поперечный профиль русла увеличивается в основном за счет роста ширины, что приводит к увеличению  $V/H_{cp}$ . Для оценки степени свободного и стесненного течения потока при прохождении паводка подсчитаны значения коэффициента  $K$ , характеризующего соотношение  $V/H_{cp}$  паводкового периода к межennomу.

Таблица 1. Характеристика берегов и ложа, а также значения  $V/H_{cp}$  для гидрологических станций р.Амударья (для бытового состояния) и значения  $K$ .

Гидрологические станции	Расстояние от устья км	Характеристика		$V/H_{cp}$		K
		Берегов	ложа	межень	паводок	
Керки	1060	Правый – каменистый, левый представлен речными отложениями	песчано-илистое	600	430	0,7 2
Тюямуюн	440	Крутые, скалистые	каменистое	430	200	0,46
Турткуль	360	Правый сложен глиной, песками и суглинками	песчано-илистое	360	1600	4,3
Чатлы	215	Сложены песчано-илистыми отложениями	Песчано-илистое	300	400	1,3
Кызылджар	90	Высотой 2,5-3 м, сложены песчано-илистыми отложениями	Песчано-илистое	100	100	1,0

В период межени на всех створах р.Амударья имеет место свободное течение независимо от геологического строения берега и зарегулированности русла. Коэффициент  $K$  колеблется от 0,46 до 4 и более. Наибольшее значение отмечено для створа Турткуль, наименьшее — Тюямуюн. Наибольшее стеснение наблюдается в створе, где оба берега скалистые. В створах реки, где берега сложены трудноразмываемым или скальным грунтом, в период паводка глубина растет в большей степени, чем ширина и  $K < 1$ . Чем крепче порода, тем больше степень стеснения и меньше значение  $K$ . В створах реки, где берега из легкоразмываемого грунта, в период паводка изменение ширины по сравнению с глубиной больше и значение  $K > 1$ . Чем слабее грунт, слагающий берега русла, тем больше значение  $K$ . Коэффициент  $K$  после частичного зарегулирования стока и русла колеблется от 1 до 2,0 в меньшей степени, чем бытовое состояние (0,45 – 4,3). Анализ показал, что русловой процесс при бытовом состоянии изменяется в основном за счет плановой деформации, после частичного зарегулирования стока усилилась глубинная деформация, что привело к размыву на одних участках и подъему дна — на других. Форма русла на участках подъема русла становится более распластанной, на участках общего размыва наоборот, становится более узкой и прямоугольной.

#### ЗАИЛЕНИЕ ВЕРХНЕГО БЬЕФА ТАХИАТАШСКОГО ГИДРОУЗЛА

Изучение динамики заиления и изменения средней отметки дна русла р.Амударья в верхнем бьефе Тахиаташского гидроузла нами было проведено по результатам натурных исследований руслового процесса, проводившихся в 1973-82 гг. отделом русел и Каракалпакским отделом САНИИРИ, а также по данным гидропоста Ниетбайтас за 1983-1999 гг. и результатам натурных исследований, выполненных в 1999 г. Каракалпакским филиалом САНИИРИ. Анализ данных показал, что в начальный период эксплуатации Тахиаташского гидроузла в период маловодных 1974 –1977 гг заиление верхнего бьефа достигло значения 16236 тыс м<sup>3</sup>, что составило 40.5% от полезной емкости бьефа (40.1 млн.м<sup>3</sup>). В многоводном 1978 г., паводок которого пропускался через плотину с минимальным подпором, из верхнего бьефа было смыто речным потоком 6323 тыс.м<sup>3</sup>, и объем отложений в ноябре 1978 г.

составил всего 9913 тыс. м<sup>3</sup>. К концу 1979 г. водность была меньше водности 1978 г., но превышала водность 1974-1977 гг., объем отложений практически не увеличивался. После 1979 г. наблюдались маловодные 1980 -1982 гг., и объем отложений сентября месяца 1982 г. достиг своего максимального значения – 17820 тыс.м<sup>3</sup>. С заилением верхнего бьефа повысились отметки среднего дна русла реки.

На рис.2. представлен продольный профиль русла р.Амударьи в верхнем бьефе Тахиаташского гидроузла между створами Кипчак – Тахиаташская плотина. Из графика на рис. 2 видно, что профиль дна русла по длине реки имеет ступенчатый характер. Наиболее характерным является участок между створами Кипчак – Джумабайсака, где наблюдается интенсивное заилиение русла, обусловленное его расширением. Далее на участке между створами Джумабайсака – Мискината интенсивность заилиения снижается. Это связано, что река на створе Мискината имеет неразмываемое и суженое русло. Ниже этого створа с приближением к Тахиаташскому гидроузлу в верхнем бьефе наблюдается постепенный подъем дна русла.

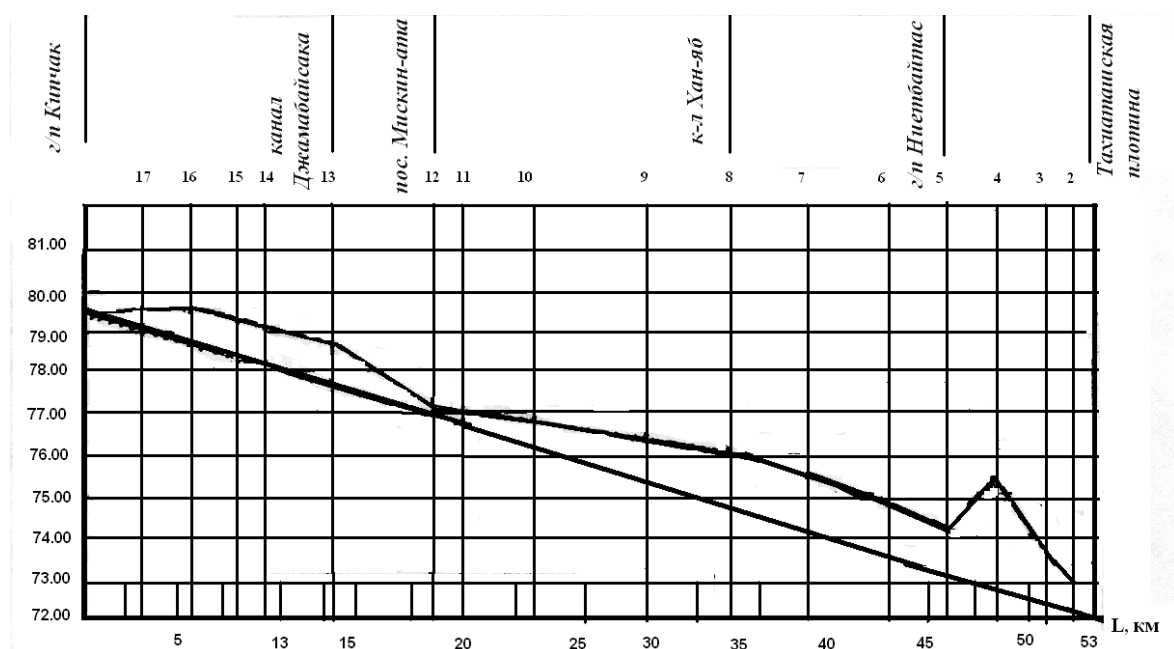


Рисунок 2. Изменение отметки среднего дна русла р.Амударьи в верхнем бьефе Тахиаташского гидроузла на участке между створами Кипчак- Тахиаташская плотина

#### РУСЛОВОЙ ПРОЦЕСС НИЖЕ ТАХИАТАШСКОГО ГИДРОУЗЛА

Исследование русловых деформаций в нижнем бьефе Тахиаташского гидроузла осуществлялось на основе всестороннего комплексного анализа как натурных данных полевых экспедиций отдела русел и Каракалпакского филиала САНИИРИ, службы эксплуатации гидроузла, так и гидрометрических данных УГМС РУЗ по посту Саманбай (гидрометрические данные включают непрерывные ряды наблюдений за ежедневными уровнями, расходами, скоростью и мутностью, а также промеры глубин створа). Анализ состоял в оценке процесса переформирования русла на основании сопоставления материалов русловых съемок, проведенных в различные периоды эксплуатации гидроузла по закрепленным створам, по

изменению средней отметки дна, уровненного режима, ширины русла по урезу и по площадям деформации поперечного сечения русла по створу г/п Саманбай.

Анализ позволил сделать следующие выводы по характеру протекания общего размыва в нижнем бьефе Тахиаташского гидроузла.

**1. По данным САНИИРИ.** После ввода в эксплуатацию в 1974г. Тахиаташского гидроузла коренным образом изменилась существовавшая до этого обстановка, что выразилось в резком изменении гидрологического режима реки и режима движения наносов. В верхнем бьефе вследствие уменьшения скоростей происходит осаждение наносов. В нижнем бьефе преобладающим видом деформации становится размыв. По результатам проводившихся наблюдений в нижнем бьефе по длине исследовавшихся участков фактически не наблюдалось сплошного размыва. Т.е. общий размыв носил неоднозначный характер. В начальные годы эксплуатации Тахиаташского гидроузла общий размыв отличался достаточно высокой интенсивностью протекающих процессов. Понижение дна в эти годы составило  $\approx 1,10$  м. Дальнейшие годы эксплуатации гидроузла (1982-1998) характеризовались стабильностью протекающих русловых процессов в нижнем бьефе. Дно колеблется в сторону понижения или повышения на 0,5 м в зависимости от водности года.

**2. По данным УГМС.** Комплексный анализ данных Гидрометслужбы по г/п Саманбай, включающий оценку хода руслового процесса по изменению средней отметки дна, по изменению уровненного режима, по изменению ширины русла и режиму мутностей, позволил прийти к следующим выводам: весь период эксплуатации Тахиаташского гидроузла (с момента ввода в 1974 и по настоящее время) можно разделить по общности основных параметров, характеризующих ход русловых деформаций на 2 периода:

**1-ый период интенсивного размыва** с 1974 г. по 1982 г. Для этого периода характерно понижение средней отметки дна (1-1,25м), уровней воды (0,5-0,8 м), интенсивный размыв, протекающий в начале в виде глубинной эрозии, а в последующем - в виде боковой. Причем по г/п Саманбай боковая эрозия является основным видом деформации. Средняя ширина русла при расходе 400 м<sup>3</sup>/с увеличилась от 180 м (1974 г.) до 400-500 м (1979 г.), т.е. почти в 2-2,5 раза. Режим наносов характеризуется уменьшением средних значений мутности в 3 раза по сравнению с бытовыми.

**2-ой период стабилизации руслового процесса** (с 1982 г. - по настоящее время), характеризуется следующими положениями: несмотря на существенное уменьшение средних значений мутностей в этот период по сравнению с бытовыми, изменения значений отметки дна по средней глубине приобретают более стабильный характер, диапазон колебаний становится все меньше и зависит, в основном, от гидрологического режима реки (водности года); сравнение кривых связи расходов от уровня в этот период показывают, что колебания уровня также зависят от водного режима; анализ зависимостей  $V(Q)$  позволяет сделать вывод о том, что боковая эрозия, характерная для периода 1974-1982гг., носит более стабильный характер и также зависит от водности года. Максимальная ширина русла в многоводные годы равна 500-600 м (т.е. не многим отличается от ширины русла в 1979-1981гг.).

Все вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что русло реки стало более устойчивым к воздействию потока. Таким образом, параметры русла во второй период зависят в большей мере от водного режима реки, тогда как в первый период помимо гидрологического режима, важную роль играет фактор зарегулированности.