

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТУННЕЛЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА И ХАРАКТЕРИСТИК ТВЁРДОГО СТОКА РЕКИ

Чакалова Б.Дж.^{1,*}, Бобохонов Ф.Ш.¹

¹Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана

*Адрес-корреспондент: E-mail: bibisoro1997@mail.ru

Аннотация. В течение периода с 1988 по 1992 гг. эксплуатация строительных туннелей Рогунского гидроузла, находящегося под абразивным воздействием влекомых и взвешенных наносов реки, вызвало значительные разрушения стальной облицовки и железобетонной обделки по длине туннеля от входного до выходного портала. В данной статье приводится анализ материалов и характеристик твёрдого стока р. Вахш на участке строительства Рогунского гидроузла. В связи с этим при проектировании гидротехнических сооружений на основании данных (сведений) о твёрдом стоке и его характеристиках важно учесть возможные последствия, возникающие после нарушения естественного (бытового) режима стока речных наносов.

Ключевые слова: безопасность, строительные туннели, твёрдый сток, гидрология, проектирование, наносы, абразив, размыв, взвешенные наносы, влекомые наносы, истирание.

Введение

Речные гидротехнические сооружения (плотины, дамбы, водозаборы) изменяют режим речных наносов, которые, в свою очередь, вызывают затруднения при строительстве и эксплуатации этих сооружений [1, 2].

Так, при сооружении регулирующих сток водохранилищ или при создании подпертых бьефов с помощью водоподъёмных плотин, приносимые рекой наносы задерживаются выше плотин и постепенно заполняют ёмкость верхнего бьефа [3, 4].

На реках со значительным уклоном даже крупные водохранилища утрачивают регулирующую способность за несколько лет.

Трудности в эксплуатации гидротехнических сооружений на реках возникают также при попытках пропускать наносы через сооружения. Наносы, попадая в водопропускные (водоотводящие) сооружения (трубы, туннели) могут быстро истирать облицовку, а попадая на лопасти гидротурбин ГЭС, выводят их из строя.

В связи с этим при проектировании гидротехнических сооружений на осно-

вании данных (сведений) о твёрдом стоке и его характеристиках важно учесть возможные последствия, возникающие после нарушения естественного (бытового) режима стока речных наносов.

Для р. Вахш примером воздействия наносов на гидротехнических сооружениях явились разрушения обделки и вмещающего массива горных пород строительного туннеля первого яруса (рисунок 1) Рогунского гидроузла [5]. В течение всего периода эксплуатации туннель находился под абразивным воздействием влекомых и взвешенных наносов реки, что вызвало значительные разрушения стальной облицовки и железобетонной обделки по длине туннеля от входного до выходного портала.

При длительной эксплуатации подземных гидротехнических туннелей в щадящем режиме, где под действием гравитационного давления и течения твёрдого стока генерируются механические вибрации (ударные воздействия), могут формироваться объёмные зоны растягивающих напряжений в песчаных породах [6, 7], разнонаправленные растягивающие напряжения и усиления процесса релакса-

ции самонапряжённого состояния в алевролитовых массивах [8, 9].

В данной работе на основе собранных, проанализированных и обработанных гидрологических материалов наблюдений гидрометеорологической сети станций и постов Таджикского управления Гидрометеослужбы, данных гидрологических

изысканий Средазгидропроекта (Ташкентский Гидропроект) с использованием данных по стоку воды в створе гидрологического поста Кишрог по 2007 г. актуализируются характеристики твёрдого стока р. Вахш на участке строительства Рогунского гидроузла.



Рисунок 1. Размыв лотка I-го строительного туннеля

Изучение твёрдого стока р. Вахш и её составляющих - рек Сурхоб и Обихингоу, в основном, велось гидрометеорологической службой Таджикистана. Бассейн р. Вахш плохо освещён наблюдениями за стоком наносов. До 1990 г. в бассейне в разное время действовало всего лишь 11 постов. Изучение стока влекомых наносов практически не проводилось, имеются лишь отрывочные материалы наблюдений. Мало изучен твёрдый сток рек Кызылсу и Обихингоу.

Наиболее продолжительные наблюдения имеются на р. Вахш – ст. Туткаул ($F = 31,200 \text{ км}^2$) за 1942-1944, 1948-31.05.1967 г.г. С 23.06.1967 наблюдения продолжены по ст. Саригузар ($F = 31,400 \text{ км}^2$); на р.

Сурхоб – ст. Гарм (1955 - 1977, 1980 - 1983 г.г.).

Рассмотрение материалов наблюдений по твёрдому стоку показало следующее. Как указывалось выше, с 1973 г. естественный сток наносов р. Вахш, фиксируемый ст. Саригузар, искажен Нурекским водохранилищем. Поэтому данные по твёрдому стоку ст. Туткаул (ст. Саригузар) могут быть использованы по 1972 г.

Кратковременные наблюдения за твёрдым стоком велись на р. Обихингоу - ст. Лайрони-Поен (1966-1973 г.г.); р. Вахш - ст. Чорсада ($F = 29,900 \text{ км}^2$) (1964 - 1973 г.г.).

Для обоснования проекта Рогунской ГЭС Средазгидропроект в 1974 - 1975 г.г. проводил наблюдения за твёрдым стоком на р. Сурхоб (ст. "Устье"); за мутностью - на водомерных постах: р. Обихингоу - ст. "Устье", р. Вахш - Комсомолабад ($F = 29,500 \text{ км}^2$) - 1977, 1980-1982 г.г., 16-й водпост (1978 г.). Эпизодические наблюдения проводились на гидрометрической станции Кишрог в 1984 - 1986; 1990 - 1992 гг.

Бассейн р. Вахш относится к зоне с мутностью $2\,500 - 4\,000 \text{ г/м}^3$. Высокая мутность в бассейне р. Вахш объясняется обилием осадков, высоким удельным стоком воды, наличием в этом районе широко развитых третичных меловых отложений, легко поддающихся размыву и выветриванию, а также тем, что в общей сложности 52 % площади бассейна занимают полупустынные зоны и скалистые обнажения, 35 % - травяной покров и 13 % - лес и кустарниковая растительность.

Для годового хода мутности воды р. Вахш характерна повышенная мутность в период половодья, причём имеется тенденция к двум её максимумам – в мае, в период интенсивного таяния сезонных снегов, и в июле-августе, в период таяния ледников. Самая низкая мутность и расходы наносов наблюдаются в зимние месяцы.

В весенний период мутность воды реки резко увеличивается, причём величины её достигают большего значения на подъёме половодья, чем на спаде. Наблюдаются случаи, когда мутность повышается при почти постоянном расходе воды. Это объясняется выпадением ливневых дождей, охватывающих небольшую территорию, когда количество воды настолько мало по сравнению с расходом основной реки, что лишь в слабой степени отражается на её уровне, в то время как смыв при таких дождях достигает громадных величин.

Наибольшая среднемесячная мутность в створе ст. Комсомолабад, равная $9\,400 \text{ г/м}^3$ наблюдалась в августе 1978 г. (при

расходе взвешенных наносов $18\,600 \text{ кг/с}$ и расходе воды $1\,980 \text{ м}^3/\text{с}$). Наименьшая среднемесячная мутность $22,3 \text{ г/м}^3$ была в декабре 1959 г. (при среднем расходе взвешенных наносов $4,91 \text{ кг/с}$ и расходе воды $220 \text{ м}^3/\text{с}$).

Измеренные минимальные расходы взвешенных наносов в створе ст. Комсомолабад в 1978 г. составляли $0,29 \text{ кг/с}$ 23.03.1978 при расходе воды $160 \text{ м}^3/\text{с}$, а максимальные - $28\,600 \text{ кг/с}$ - 09.08.78 при расходе $1\,940 \text{ м}^3/\text{с}$ (мутность $14\,750 \text{ г/м}^3$).

Наибольшая среднемесячная мутность в створе ст. Туткаул, равная $15\,350 \text{ г/м}^3$ наблюдалась в мае 1948 г. (при расходе взвешенных наносов $13\,860 \text{ кг/с}$ и расходе воды $903 \text{ м}^3/\text{с}$). Наименьшая среднемесячная мутность $22,3 \text{ г/м}^3$ была в декабре 1959 г. (при среднем расходе взвешенных наносов $4,91 \text{ кг/с}$ и расходе воды $220 \text{ м}^3/\text{с}$).

Наибольшая среднегодовая мутность наблюдалась в 1956 г. и составляла $6\,040 \text{ г/м}^3$. Наибольшая мутность при замеренном расходе взвешенных наносов составляла $39\,900 \text{ г/м}^3$ 03.05.1956 (расход взвешенных наносов $48\,700 \text{ кг/с}$, расход воды $1\,220 \text{ м}^3/\text{с}$).

Формирование стока речных наносов р. Вахш происходит в основном за счёт смыва мелкозема с речных бассейнов и, в значительно меньшей степени, за счёт руслового размыва, причём интенсивность последнего зависит от устойчивости русла. Среди продуктов бассейнового смыва основную роль играют наносы, выносимые ледниковыми водами, и наносы, смываемые талыми снеговыми и дождевыми водами.

Доля взвешенных наносов за счёт ледникового смыва в бассейне р. Вахш, которая относится к рекам с ледниково-снеговым питанием со средними высотами водосборов выше $3\,300 \text{ м}$, достигает наибольших значений (70-80 %). С понижением высоты водосбора доля ледникового смыва уменьшается, а доля талого и дождевого смыва увеличивается.

Внутригодовое распределение стока взвешенных наносов и мутности в основном соответствует внутригодовому распределению жидкого стока, но отличается еще большей неравномерностью. Колебания расходов взвешенных наносов не всегда синхронны колебаниям расходов воды. Из сопоставления лет с эк-

стремальными значениями расходов воды и наносов (табл. 1) видно, что не всегда наибольший по водности год является наибольшим по стоку взвешенных наносов, также как и наименьшие годы по стоку воды не всегда будут наименьшими по стоку наносов.

Таблица 1. Сопоставление наибольших и наименьших расходов воды и наносов.

Река - пост	Экстремальные расходы воды, м³/с				Экстремальные расходы наносов, кг/с				Отношение наибольших расходов к наименьшим	
	наиболь- ший	год	наи- меньший	год	наи- большой	год	наи- меньший	год	воды	наносов
Сурхоб – пгт Гарм	456	1933	253	1962	2 490	1956	640	1957	1,8	3,9
Вахш кишл. Туткаул	782	1949	487	1957	4 400	1952	1 470	1965	1,6	3,0

Наибольший относительный месячный сток взвешенных наносов может превышать наибольший месячный сток воды в среднем в 1,7 раза.

В осенне-зимний период (октябрь-февраль) расходы взвешенных наносов наиболее низкие и сток наносов составляет всего от 0 до 5 % годового.

В весенний период, с марта по июнь, мутность воды резко увеличивается, причём величины её достигают больших значений на подъёме половодья, чем на спаде. Время прохождения наибольших среднемесячных расходов взвешенных наносов не одинаково по длине р. Вахш, так как зависит в основном от высоты водосборов, и обычно совпадают с периодом максимальных расходов воды.

Время прохождения максимумов наносов в бассейне р. Вахш зависит от высоты составляющих водосборов: чем больше

высота, тем на более поздние сроки сдвигается прохождение наибольших среднемесячных расходов взвешенных наносов, и на реках со средними высотами бассейнов 3 - 4 км максимумы проходят в августе. Однако при дальнейшем увеличении высоты бассейнов максимум стока наносов приходится на июль, что объясняется ранними морозами на больших высотах, как бы искусственно срезающими половодье. С уменьшением высоты водосбора половодье сдвигается на более ранние сроки. Для приближённой оценки времени наступления максимального месячного расхода наносов может быть использована таблица 2 в которой на основании анализа сезонного распределения стока наносов по рекам бассейна Вахша приведено распределение времени прохождения максимального стока по высотам в различных районах.

Таблица 2. Высотные пояса, в которых в данном месяце наблюдается максимальный сток наносов.

Район	Месяц с максимальным стоком наносов					
	III	IV	V	VI	VII	VIII
Бассейн р. Вахш	1,05-1,40	1,40-1,80	1,80-2,25	2,25-2,75	2,75-3,25 и > 3,80	3,25-3,80

Движение влекомых наносов начинается при расходах свыше 500 м³/с и скоростях течения свыше 2,5 м/с и практически прекращается на спаде половодья при расходах 400 -450 м³/с.

Наибольший расход влекомых наносов в створе станции Туткаул был замерен 23.07.1961 – 873 кг/с при расходе воды 1 950 м³/с и средней скорости течения 4,05 м/с. При скоростях течения менее 2 м/с движение влекомых наносов не наблю-

дается. По данным Ташгидропроекта измерение расходов влекомых наносов невозможно при прохождении расходов от 800 м³/с и более из-за больших придонных скоростей – свыше 3,0 м/с, влечения наносов размером больше, чем входное отверстие сачка-ловушки и относа груза с сачком.

Гранулометрический состав взвешенных и влекомых наносов в бассейне р. Вахш приведены в таблице 3.

Таблица 3. Фракционный состав наносов р. Вахш по данным наблюдений Гидрометеорологической службы Таджикистана.

Река	Пост	Годы наблюдения	Число проб	Содержание частиц в % по весу диаметром, мм			
Вахш	пгт Гарм	1940, 1949-63	102	4,0	23,7	28,6	43
Вахш	кишл. Туткаул	1939-44, 1947-66	169	4,5	23,1	27,8	44,5
Кызылсу	кишл. Домбрачи	1962, 1964-66	13	1,0	11,3	34,2	53,5
Муксу	кишл. Давсеар	1962, 1964-65	11	5,2	17,1	40,3	37,4

Гранулометрический состав взвешенных наносов, полученный в результате обработки проб наносов на участке строящейся Рогунской ГЭС по данным гидрологических работ [10] приведён в таблице 4, кривая гранулометрического состава

взвешенных наносов показана на рисунке 1. Данные в таблице 3, 4 и на рисунке 2 свидетельствуют о преобладании в стоке взвешенных наносов фракций со средним диаметром < 0,01 мм.

Таблица 4. Гранулометрический состав взвешенных наносов р. Вахш на участке строительства Рогунской ГЭС.

d, мм	1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	0,1 - 0,05	0,05 - 0,01	< 0,01
%	1,17	1,19	13,99	21,25	19,6	42,8

Гранулометрический состав взвешенных наносов по данным измерений для половодного периода 1992 года показан в

таблице 5, а для целого года (1979 г.) - в таблице 6.

Таблица 5. Гранулометрический состав взвешенных наносов по измерениям в 1992 г.

Месяц	Диаметр фракций в мм и их содержание в % по весу					
	1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	0,1 - 0,05	0,05 - 0,01	< 0,01
Апрель		1,5	1,6	61,0	15,1	20,7
май		3,8	12,8	61,6	10,9	10,9
июль		1,4	5,3	62,6	16,1	14,6
август			4,6	62,7	16,6	16,1

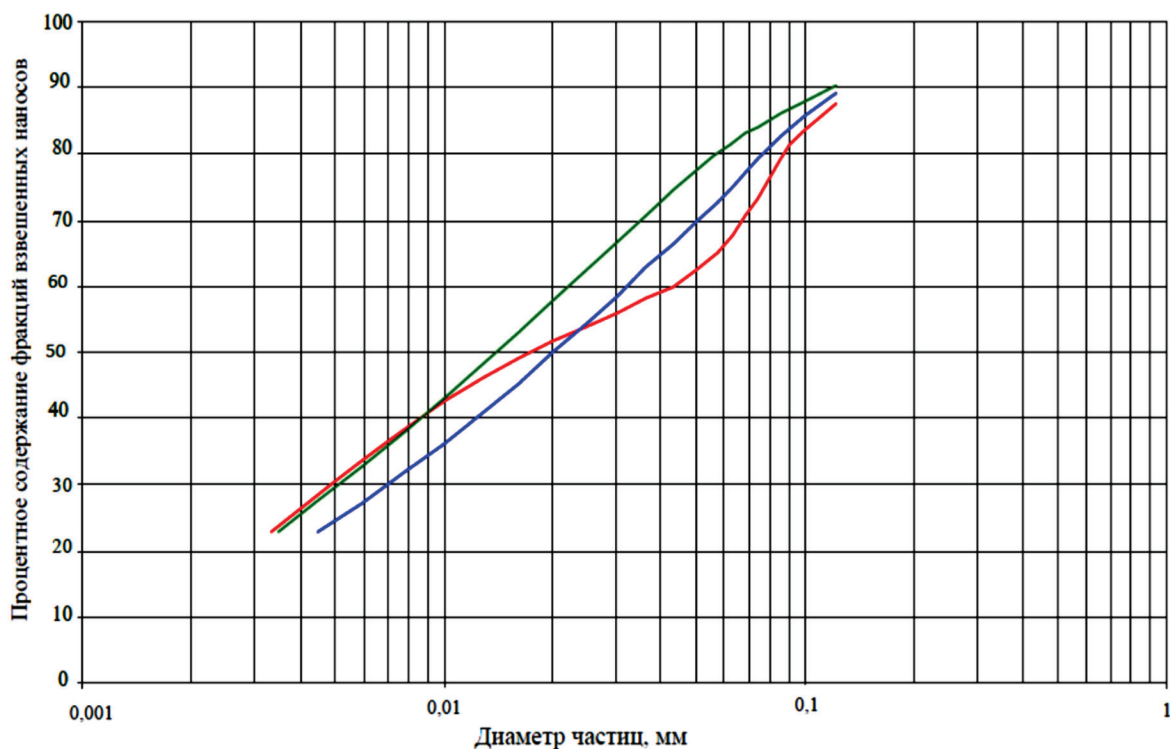


Рисунок 2. Кривые гранулометрического состава взвешенных наносов рек Вахш (ст. Туткаул), Сурхоб (ст. Гарм, устье) и Обихингоу (ст. Лайрони-Поеи).

Таблица 6. Гранулометрический состав взвешенных наносов р. Вахш в 1979 г.

Месяц	Диаметр фракций в мм и их содержание в % по весу					
	1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	0,1 - 0,05	0,05 - 0,01	< 0,01
январь		2,0	12,9	11,4	28,7	45,0
февраль		1,4	7,6	27,8	12,9	50,3
март	0,3	0,5	3,2	26,4	30,5	43,0
апрель		1,0	5,0	16,0	35,0	43,0
май	0,1	2,2	6,2	25,6	34,4	31,5
июнь		0,8	9,6	21,4	36,0	32,2
июль		1,0	8,1	21,2	33,5	36,2
август		0,2	5,2	56,3	12,4	25,8
сентябрь		0,3	7,4	29,4	28,6	34,3
октябрь		0,4	4,0	16,6	26,3	52,7
ноябрь			8,2	22,0	7,3	62,5
декабрь			11,1	23,2	18,7	47,0

Гранулометрический состав влекомых наносов по данным гидрологических изысканий, результаты которых обобщены в

[10], приведён в таблице 7, кривая грансостава - на рисунке 3.

Таблица 7. Гранулометрический состав влекомых наносов р. Вахш.

d, мм	500 - 250	250 - 120	120 - 80	80 - 40	40 - 20	20 - 10	10 - 5	5 - 1,2	< 1,2
%	3,0	17,8	14,2	27,1	19,6	4,1	2,9	3,3	8,0

Следует отметить, что в составе влекомых наносов часто встречаются обломки не окатанных камней [1], которых очень

много в долине реки на склонах и в осыпях.

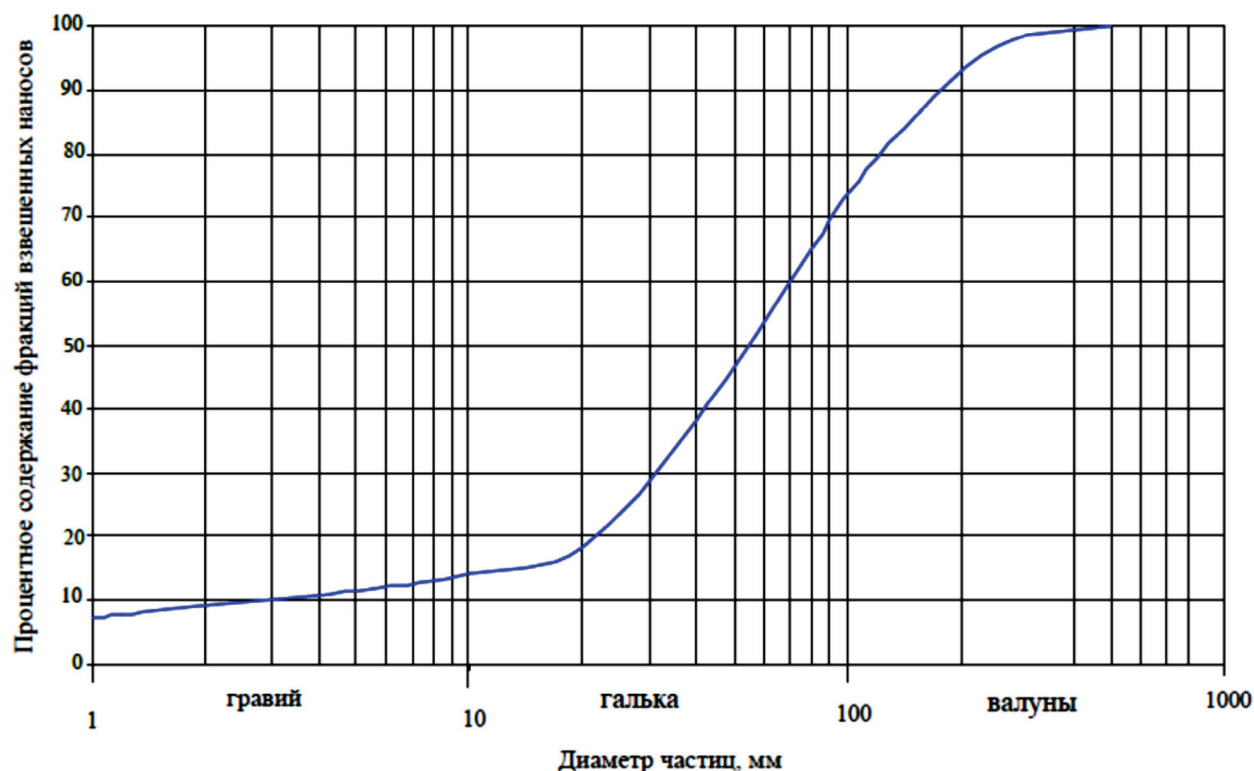


Рисунок 3. Кривая гранулометрического состава влекомых наносов реки Вахш в створе Рогунской ГЭС.

Выводы

1. Характеристики твёрдого стока р. Вахш на участке строительства Рогунской ГЭС, полученные по удлинённым рядам среднемесячных и годовых расходов воды, подтверждают принятые ранее в уточнённом проекте, примерно 100 млн. тонн в год. Из них на долю влекомых и наносов приходится 25 - 28 %. Несмотря на то, что влекомые наносы перемещаются только во время паводка, их абразивное воздействие на бетонную облицовку и металлическую облицовку туннелей

следует оценивать как катастрофическое. Анализ абразивного воздействия наносов на бетонную облицовку обделки показал, что в течение одного года в условиях Рогунского створа она может быть разрушена на глубину 0,6 - 1,2 м в зависимости от количества наносов, пропускаемых по туннелю. В случае применения металлической облицовки глубина истирания может быть 24 - 48 мм.

2. Факторами, усиливающими абразивное истирание, являются: поперечная циркуляция, возникающая на поворотах

трассы туннелей; ускоренное движение потока в пределах сопрягающего туннеля; вальцы гидравлических прыжков, способствующие взвешиванию донных наносов с их последующим ударным воздействием.

Литература

1. Фазылов А.Р., Лавров Н.П. Управление твердым стоком реки Вахш в условиях изменения климата. В сборнике: Проблемы управления речными бассейнами при освоении Сибири и Арктики в контексте глобального изменения климата планеты в XXI веке. Сборник докладов XIX Международной научно-практической конференции. 2017. С. 216-222.
2. Маматканов Д.М., Фазылов А.Р. Влияние водохранилищ на режим твердого стока рек горно-предгорной зоны Таджикистана. Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2015. Т. 15. № 3. С. 178-182.
3. Фазылов А.Р. Антропогенные изменения стока наносов рек, зоны их формирования. Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2015. Т. 15. № 3. С. 189-193.
4. Фазылов А.Р., Саидов И.И. Обеспечение гидроэкологической безопасности через совершенствование способов и средств борьбы с наносами в горно-предгорной зоне Таджикистана. Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2014. Т. 14. № 7. С. 124-128.
5. В.Ф. Илюшин. Уроки аварии строительного туннеля при сооружении Рогунского гидроузла. Гидротехническое строительство, -№ 4, 2002. -С.51-56.
6. Давлатшоев С.К. Оценка качества укрепительной цементации вмещающего массива песчанников в условиях растягивающих напряжений. Гидротехническое строительство, №12, 2021. -С. 15-20.
7. Davlatshoev S. K. Evaluation of the quality of strengthening cementation of an enclosing sandstone massif under tensile stresses. Power Technology and Engineering, vol. 56, No. 1, May, 2022. Pp. 46-51. <https://doi.org/10.1007/s10749-023-01469-10>.
8. Давлатшоев С.К. Влияние объёмного нагружения скальных пород подземного помещения на процесс релаксации самонапряжённого состояния алевролитового массива. Гидротехническое строительство, №1, 2022. -С. 6-12.
9. Davlatshoev S. K. Influence of volumetric loading of rocks surrounding underground chambers on the relaxation of self-stressed aleurolite massif. Power Technology and Engineering, vol. 56, No. 2, July, 2022. Pp. 157-163. <https://doi.org/10.1007/s10749-023-01488-x>.
10. Рогунская ГЭС на р. Вахш. Технический проект, Часть 1. Природные условия. Книга 1. Гидрологические условия. Климат. Режим реки в проектных условиях. Ташкент, 1978-1981 гг.

ТАЪМИН НАМУДАНИ БЕХАТАРИИ НАҚБҲОИ ГИДРОТЕХНИКИИ СОХТМОНӢ ҲАНГОМИ БАЛОИҲАГИРӢ ДАР АСОСИ ОМУӢЗИШИ ТАРКИБ ВА ТАВСИФИ ҶАРАӢНИ САХТИ ДАРӢ

Чақалова Б.Ҷ.^{1,*}, Бобохонов Ф.Ш.¹

¹Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

*Муаллифи маъмул. E-mail: bibisoro1997@mail.ru

Шарҳи мухтасар. Дар тамоми давраи аз солҳои 1988 то соли 1992 ҳангоми ба қор андохтани нақбҳои сохтмони гидрогиреҳи Рогун дар зери таъсири абразивии қувваи вазнинии обовардҳои шинокунандаи дарё дар тули дарозии нақб аз даромадгоҳ то ба баромадгоҳи он зарари калон расониданд. Дар мақолаи мазкур таҳлили мавод ва хусусиятҳои маҷрои саҳти дарёи Вахш дар минтақаи сохтмони гидрогиреҳи Рогун оварда шудааст. Дар алоқамандӣ бо ин ҳангоми лоиҳакашии иншоотҳои гидротехникӣ дар асоси маълумот дар бораи маҷрои саҳт ва хусусиятҳои он оқибатҳои эҳтимолиро, ки баъди вайрон шудани речаи табиӣ (дохилии) ҷараёни обовардҳои дарё ба амал меоянд, ба назар гирифтаи зарур аст.

Калидвожаҳо: бехатарӣ, нақбҳои сохтмонӣ, маҷрои саҳт, ҳидрология, балоиҳагирӣ, обовардҳо, абразивӣ, шустаишавӣ, обовардҳои шинокунанда, қўҳнашуда.

ENSURING THE SAFETY OF HYDRAULIC CONSTRUCTION TUNNELS DURING DESIGN BASED ON THE STUDY OF THE COMPOSITION AND CHARACTERISTICS OF THE RIVER'S SOLID RUNOFF

Chakalova B.J.^{1,*}, Bobohonov F.Sh.¹

¹*Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology National Academy of Sciences of Tajikistan*

^{*}*Author corresponding. E-mail: bibisoro1997@mail.ru*

Abstract: *During the entire period from 1988 to 1992, the operation of the construction tunnels of the Roghun hydroelectric complex was under the abrasive effect of the river's traction and suspended sediments, which caused significant destruction of the steel lining and reinforced concrete lining along the length of the tunnel from the entrance to the exit portal. This article provides an analysis of the materials and characteristics of the solid runoff of the Vakhsh River at the construction site of the Roghun hydroelectric complex. In this regard, when designing hydraulic structures based on data (information) on solid runoff and its characteristics, it is important to take into account the possible consequences that arise after disruption of the natural (domestic) flow regime of river sediments.*

Key words: *safety, construction tunnels, solid runoff, hydrology, design, sediment, abrasive, erosion, suspended sediment, bedded sediment, abraded.*

Маълумот дар бораи муаллифон: Чакалова Бибисоро Ҷонҷигитовна, докторанти (PhD) курси 2-юми Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, Тел: (+992) 987199785, E-mail: bibisoro1997@mail.ru. Бобохонов Фирдавс Шамсиддинович - номзоди илмҳои техника, мудири кафедраи муҳандисӣ ва сохтмони гидротехникӣ, Донишгоҳи давлатии Данғара, Тел: (+992) 985497274, E-mail: firdavsi-1988@mail.ru.

Сведения об авторах: Чакалова Бибисоро Джонджигитовна, докторант (доктор PhD) 2-го курса Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, Тел: (+992) 987199785, E-mail: bibisoro1997@mail.ru. Бобохонов Фирдавс Шамсиддинович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой Инженерных дисциплин и гидротехнического строительства Дангаринского государственного университета, Тел: (+992) 985497274, E-mail: firdavsi-1988@mail.ru.

About the authors: Chakalova Bibisoro Jonchigitovna, doctoral student (PhD) 2st year institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Tel: (+992)987199785, E-mail: bibisoro1997@mail.ru; Bobohonov Firdavs Shamsiddinovich- Candidate of Technical Sciences, head of Department Engineering disciplines and Hydrotechnical construction Dangara State University. Tel: (+992)887686565, E-mail: firdavsi-1988@mail.ru,