

- кий Б.Х. Исследование морского ветрового волнения. Л., 1966.
4. Давидан И.Н., Лопатухин Л.И., Рожков В.А. Ветер и волны в океанах и морях (справочные данные). Л., 1974.
 5. Крылов Ю.М. Расчет максимальных высот морских волн. – "Труды Гос. океанографического ин-та", 1961, вып. 61.
 6. Куклин А.К., Новиков Ю.М. Некоторые результаты инструментальных наблюдений за волнением на Братском водохранилище. – В сб.: Сб. работ Братской гидрометеобсерватории. Вып. 1. Иркутск, 1969.
 7. Левкевич Е.М., Юхновец В.Н. К расчету высоты ветровой волны на водохранилищах с малой длиной разгона. – В сб.: Водное хозяйство Белоруссии. Вып. 2. Минск, 1974.
 8. Селюк Е.М. Исследования, расчеты и прогнозы ветрового волнения на водохранилищах. Л., 1961.
 9. Стрекалов С.С. Обобщенный метод расчета параметров ветровых волн. – "Труды Гос. проектн.-изыск. НИИ морского транспорта", 1974, вып. 36(42), №10.
 10. Строительные нормы и правила. СНиП П-57-75 г. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). М., 1976.
 11. Судольский А.С. Трансформация ветровых волн на отмелях водохранилищ. – "Труды ГИ", 1966, вып. 136.
 12. Титов Л.Ф. Ветровые волны. Л., 1969.
 13. Цайтц И.С., Панферова М.С. Некоторые статистические характеристики ветрового волнения Каховского водохранилища. – В сб.: Динамика волновых и циркуляционных потоков. Киев, 1967.
 14. Цветкова Л.И. Ветро-волновой режим Горьковского водохранилища. – В сб.: Сб. работ Горьковской и Волжской гидрометеобсерваторий. Вып. 3. Л., 1966.
 15. Шайтан В.С. Крепления земляных откосов гидротехнических сооружений. М., 1974.
 16. Шулейкин В.В. Физика моря. М., 1968.

УДК 627.421.3

М.А. Ситников, канд.техн.наук

ПРИМЕНЕНИЕ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ РУСЕЛ РЕК (ИЗ ОПЫТА СТРОИТЕЛЬСТВА)

Регулирование речных русел для обеспечения нормальной эксплуатации речных сооружений особенно важно при больших скоростях течения. В таких случаях требуется защита берегов русла, его регулирование в пределах поймы и стабилизация

ция блуждающих русел на конусах выноса периодически действующих селевых потоков, а также защита оснований фундаментов и конструкций речных сооружений от разрушительных воздействий потока [1]. В транспортном и гидротехническом строительстве, например, имели место деформации и аварии плотин, мостов, труб, насыпей из-за недостаточной защиты грунтов оснований фундаментов при подмыве. Главный удар поток наносит по регуляционным сооружениям и, разрушив их, устремляется на основное сооружение.

В качестве подобного примера можно привести регулирование русла р. Чирчик. Расходы воды р. Чирчик в паводки достигают $1450 \text{ м}^3/\text{с}$, а скорости—до 4 м/с . Русло реки сложено песками и крупнообломочными грунтами: гравием, галькой и валунами весом до 2 т. Этот обломочный материал во время паводков перемещается вниз по течению, образует острова и впадины глубиной до 10 м. Перемещение аллювиальных отложений приводит к блужданию русла в пределах широкой (до 2 км) поймы.

Гидротехнические сооружения неоднократно повреждались паводками и поэтому потребовалось устройство капитальных регуляционных сооружений. Сначала было применено регулирование блуждающего русла в пределах коренных склонов речной долины, включающее спрямленное подводящее искусственное русло шириной 30 м и глубиной 5 м и грунтовые струнаправляющие дамбы общей длиной 1840 м. Речной откос дамб был облицован двойной булыжной мостовой, упиравшейся в каменную рисберму глубиной 1,5–2 м. Этот вариант регулирования оказался несостоятельным: первым паводком искусственное русло объемом около 20000 м^3 было занесено, а дамбы в нескольких местах прорваны.

Последующий проект восстановления дамб предусматривал мощную (до 400 мм) бетонную одежду речного откоса, упирающуюся в подпорную стенку с шириной подошвы фундамента 2 – 2,5 м. Подпорная стенка выполнялась из блоков весом до 5 т. Однако и эта конструкция дамб оказалась недолговечной. Прошедшим паводком бетонные блоки были подмыты, отнесены от мест размыва на десятки метров.

Третий проект регуляционных сооружений (рис. 1), составленный с нашим участием, имел в своей основе другие методы и материалы защиты грунтовых дамб. В проекте использовалась энергия самих паводковых вод для ликвидации глубоких размывов русла у основания дамб, а также местные стро-

ительные материалы. С помощью заградительных сипайных рядов 8, 9, 10, 11 (рис. 1) направление главного удара паводковых вод было отведено от дамб в центр русла. Грунтовые дамбы усилены сипайными траверсами и сипаями с каменной наброской 1, 7. Размытые участки дамб 2 и 6 были восстановлены и укреплены каменно-хворостяной (таштуганной)

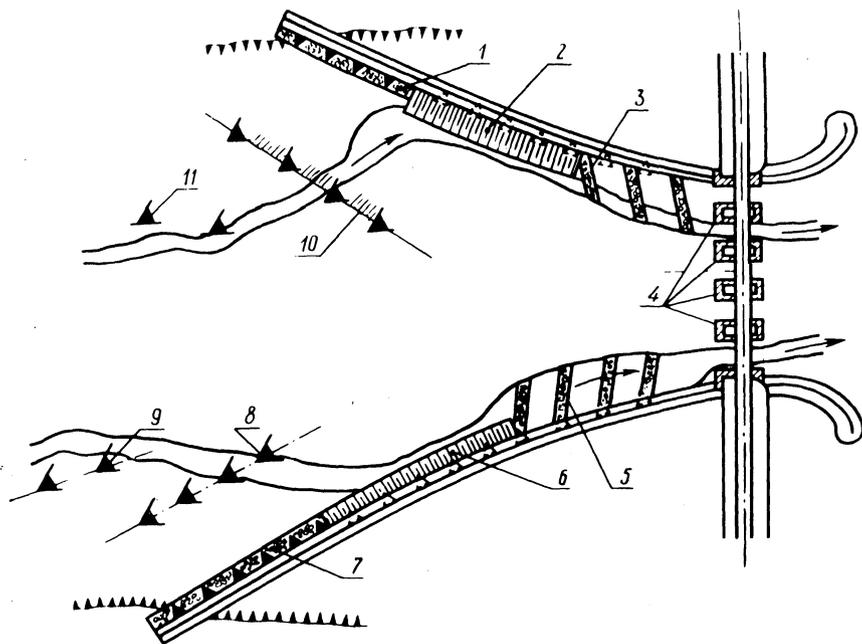


Рис. 1. Схематический план регуляционных сооружений р. Чирчик: 1 и 7 — сипаи с каменной наброской; 2 и 6 — таштуганная берма с сипайным каркасом и тюфяком; 3 и 5 — подводные бунны (полузапруды); 4 — противоразмывные кольца опор; 8, 9 и 11 — заградительные сипайные ряды; 10 — сипаи с подвесными фашинами.

бермой с тюфяком (фартуком) против подмыва дамб (рис. 2). Размывы глубиной до 8 м предусмотрено заполнить наносами во время паводка с помощью подводных бун (полузапруд) 5 (рис. 1), отсыпанных из каменной (глыбовой) наброски. Вокруг опор моста устраивались противоразмывные кольца 4 (рис. 1) из армированной каменно-хворостяной кладки, конструкция которой показана на рис. 4, а.

Такое комплексное решение проблем регулирования русла обеспечило безаварийное и долговечное существование регуляционных сооружений. Приведем описание основных конструкций системы регулирования и защиты.

Сипайная защита берегов и сооружений – древнее и эффективное средство борьбы народа с водной стихией. Сипай – конструкция в форме тетраэдра выполняется из местных материалов: бревен, жердей, хвороста и камня, проволочной плетеной сетки из нержавеющей стали. Мы применяли усовершенствованный сипай, усиленный отбойной плоскостью 2 из пластин с зажимом между ними хвороста (рис. 3,а).

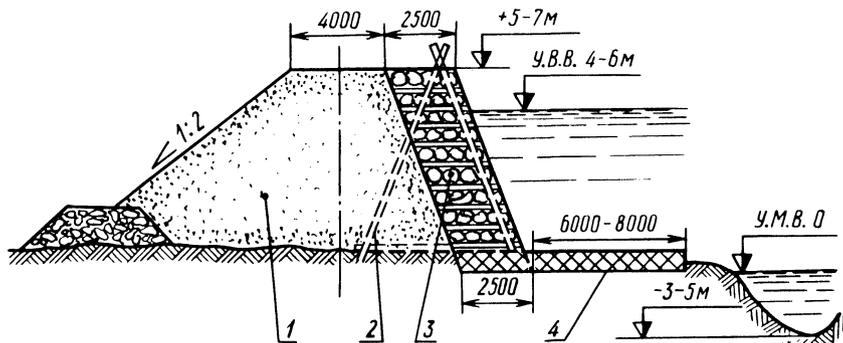


Рис. 2. Дамба с таштуганной бермой и тюляком: 1 – дамба из местного грунта; 2 – сипай; 3 – таштуганная берма; 4 – тюляк из армированного таштугана.

Удлиненная отбойная плоскость сипая позволяет отдалить зону размыва дна русла от опорной плоскости сипая, что увеличивает собственную устойчивость сипая. При этом значительно возрастает отбрасывание струй потока от защищаемого берега или сооружения, и расстояние между сипаями достигает 15 – 20 м.

Сипай устанавливают в виде сипайных рядов для изменения направления и скорости потока (рис. 3,б), сипайно-фашинных заграждений для снижения скорости потока и сипайных рядов в комбинации с каменной наброской и каменно-хворостяной кладкой для усиления устойчивости самих сипаев и дамб. При сипайно-фашинных заграждениях между сипаями на старых тросах навязывают пучки фашин.

Каменно-хворостяная (таштуганная) кладка также относится к наиболее древним средствам защиты берегов и регуляции рек. Такая кладка по сравнению с бетонной облицовкой отличается дешевизной местных материалов, эластичностью конструкции, обеспечивающей деформируемость кладки без разрушения при подмывах, возможностью превращения таштугана в "живую защиту". Таштуганная кладка в комбинации с сипаями широко применялась для устройства

берм, защищающих речной откос дамб от размыва паводком (рис. 2).

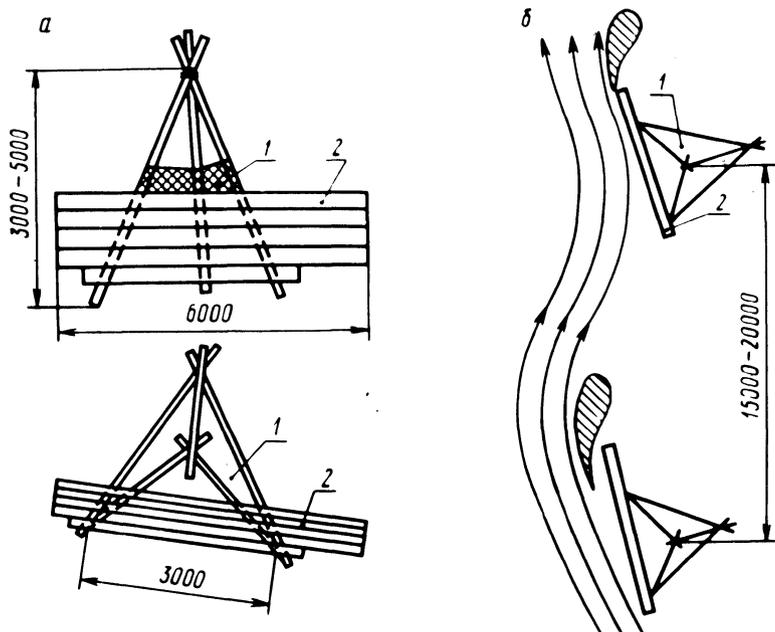


Рис. 3. Сипайное сооружение: а - схема работы усиленных сипаев; б - работа сипайного ряда в паводок; 1 - тетраэдр из бревен с каменно-хворостяным заполнением; 2 - отбойная плоскость из пластин и хвороста.

Армированный таштуган предложен нами и предназначен для устройства противоподмывных тьюфяков (рис. 4,а) и колец (рис. 4,в), автоматически закрывающих подмывы оснований дамб и фундаментов опор мостов на реках с большими скоростями течения. Опускающиеся фартуки и кольца дешевы и более надежны в работе, чем широко известные габионные конструкции. В определенных условиях ивовый хворост прорастает и создает "живую защиту" конструкции или берега.

Скользящие щиты из карабур - состоят из связок хвороста - фашин, начиненных камнем. Изготовление карабур можно механизировать. Действие скользящего щита из карабур для автоматического закрытия подмыва берега или основания сооружения показано на рис. 4,б. Отдельные щиты длиной 4 - 6 м связывают между собой старыми тросами, что обеспечивает возможность самостоятельного погружения элементов. В

нашей практике карабуры использовались для устройства скользящих щитов при укреплении берегов и регуляционных сооружений на реках и некоторых суходолах с селевыми потоками.

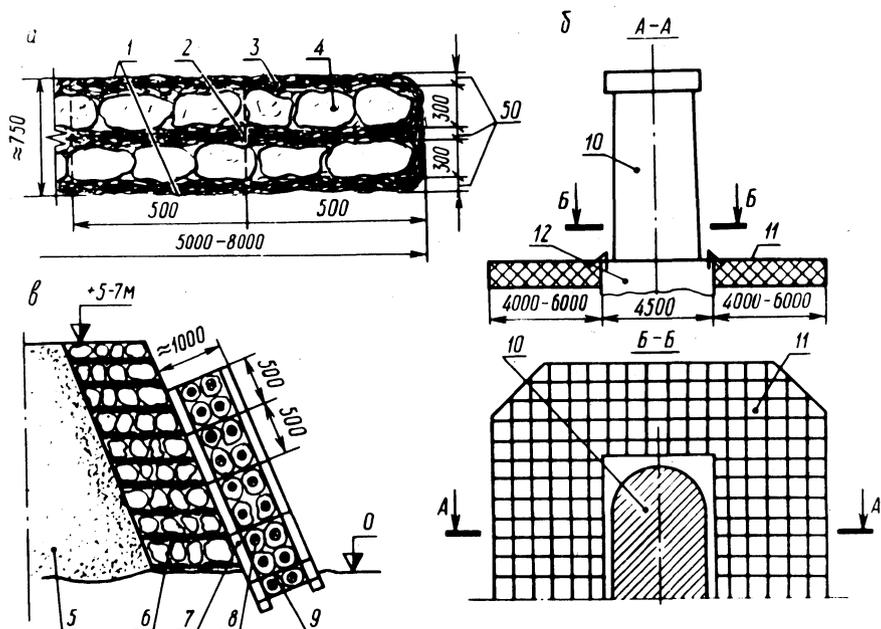


Рис. 4. Таштуганные противоподмывные тюфаки, кольца и щиты: а - таштуганный тюфак; б - противоподмывное кольцо; в - скользящий щит; 1 - оцинкованная проволока $d = 5-6$ мм; 2 - проволочные стяжки; 3 - хворост; 4 - местный камень; 5 - тело дамбы; 6 - таштуганная берма; 7 - каркас из бревен $d = 16-18$ см; 8 - карабуры; 9 - проволочные скрутки; 10 - опора моста; 11 - кольцо из армированного таштугана; 12 - крепление кольца к опоре.

Резюме. При разработке мер защиты берегов и регулирования русел следует использовать многовековой опыт народа по применению местных строительных материалов, нередко обеспечивающих наиболее простое и эффективное решение проблем защиты сооружений и регулирования рек.

Данное положение особенно касается небольших по масштабам сооружений, так как местные материалы во многих случаях обеспечивают долговечную "живую защиту" берегов и регулирование русел рек по сравнению с конструкциями, основанными на применении бетона и железобетона.

Л и т е р а т у р а

1. Алтунин С.Т. Регулирование русел рек. М., 1962.