

УДК 506.1.556.54

**ЗИМНИЕ ПАВОДКИ НА РЕКЕ СЫРДАРЬЯ И ПРОБЛЕМА  
ЗАЩИТЫ ГОРОДА КЫЗЫЛОРДА**

Доктор техн. наук

А.А. Турсунов

Р.К. Жиенбаева

*В связи с полным зарегулированием стока и конъюнктурой межгосударственных отношений зимние наводнения стали обычным явлением в низовьях р. Сырдарья. Обсуждаются проблемы адаптации крупного города, расположенного на берегу реки, к этим необычным природным явлениям, а так же вопросы пропускной способности р. Сырдарья в зимних условиях; предлагаются мероприятия, которые позволят не только обеспечить безопасный пропуск расходов воды, шуги и льда, но и ускорить процессы саморазмыва русла реки, что гарантирует город от последующих зимних затруднений и увеличит подачу воды в усыхающее Аральское море.*

Река Сырдарья – вторая по величине река Центральной Азии, обеспечивает 1/3 притока свежих речных вод в Аральское море. По существующей классификации она относится к рекам снего-ледникового питания с характерным распластанным половодьем теплого периода (апрель-сентябрь), которое обусловлено таянием высокогорных снежников и ледников; на гребень волны половодья накладываются острые пики, обусловленные таянием низкогорных снегов и ливнями в горах [1]. В зимний период (декабрь-февраль) для реки была характерна глубокая межень с расходами не более 100...200 м<sup>3</sup>/с. В летний период расходы паводков достигали 1800 м<sup>3</sup>/с, а река разливалась в низовьях на десятки километров, оправдывая свое арабское название Сейхун (разливная, раздольная).

Среднемноголетний сток реки в естественный период в створе Кокбулак, на границе с Узбекистаном составлял 37,4 км<sup>3</sup>/год с колебаниями от 20 км<sup>3</sup>/год в маловодные до 60 км<sup>3</sup>/год в многоводные годы; из этого объема около половины, 18 км<sup>3</sup>/год в среднем попадало в Аральское море. В годы экстенсивного развития хлопководства (1965...1985 гг.) в верховьях реки, в зоне формирования стока горных притоков Сырдарья: Нарын, Карадарья и Шыршык, были построены крупнейшие водохранилища и Каскад гидроэлек-

тростанций (ГЭС). Таким образом, естественный сток реки был полностью зарегулирован: суммарный объем водохранилищ в бассейне реки (более  $30 \text{ км}^3$ ) стал соизмерим со среднемноголетним стоком появилась возможность не только «срезать острые пики паводков», но и полностью изменять гидрологический режим реки: летом создавать искусственные маловодья, а зимой – небывалые в природе «зимние наводнения». Низовья стали получать воду по остаточному принципу:  $12 \text{ км}^3/\text{год}$  в многоводные,  $10 \text{ км}^3/\text{год}$  в средние и до  $8 \text{ км}^3/\text{год}$  в маловодные годы; при этом доля Аральского моря была урезана до нуля: в списке водопотребителей море отсутствовало.

Чтобы бороться с искусственными маловодьями в низовьях реки, в начале 1970-х годов были построены Кызылординский (Тасбогет) и Казалинский (Бескара) гидроузлы, рассчитанные на пропуск расходов до  $1200 \text{ м}^3/\text{с}$  и обеспечивающие забор воды в оросительные каналы. Однако углубившиеся маловодья на реках (наступила длительная фаза естественного маловодья, усугубленная зарегулированностью стока) потребовало строительства дополнительных подпорных сооружений: гидроузлов Айтек ниже плотины Тасбогет с суммарным транзитных расходом  $350 \text{ м}^3/\text{с}$ , Аманоткель и Аглак ниже плотины Бескара с расходами более  $100 \text{ м}^3/\text{с}$ . В результате создавалось полная диспропорция транзитных расходов в низовьях реки, которая не преминула сказаться в очередную фазу многоводия и породила проблему увеличения пропускной способности реки.

Эта проблема в последние годы обострилась целым рядом объективных и субъективных обстоятельств. Во-первых, за годы длительного маловодья (1973...1986 гг.) русло реки сильно обмелело и во многих местах было пересыпано песком, переносимым сильными здесь ветрами. В результате дно реки повсеместно приподнялось и теперь располагается выше, чем в бытовых условиях. Во-вторых, города и поселки, расположенные на берегах реки, стали интенсивно осваивать опустевшие поймы, отсекая от них огромные площади при помощи искусственных дамб; поэтому речная долина во многих местах оказалось сильно стесненной, что изменило ход естественных русловых процессов. В – третьих (и это, по-видимому, самое главное) коренным образом изменился гидрологический режим реки: вместо глубокой зимней межени с расходами чуть более  $100 \text{ м}^3/\text{с}$  все чаще стали устраивать зимние паводки с расходами более  $500 \text{ м}^3/\text{с}$ , которые сопровождалась образованием характерных зажоров (скопление мокрого снега) и заторов (скопления льда, образование ледяных плотин).

Начиная с 1988 года на всех горных реках Центральной Азии наблюдается многоводная фаза, которая в середине 90-х годов сменилась коротким спадом расходов воды, а в конце 90-х и начале 21 века снова начался рост расходов, причем 2003-й и последующие годы, согласно существующим прогнозам, по-видимому, будут экстремально многоводными (сток около 60 км<sup>3</sup>/год и более). Повторные сооружения Аманоткель и Аглак в дельте реки уже полностью разрушены, гидроузел Айтек находится на стадии реставрации. Поэтому острота проблемы пропускной способности сместилась в район г. Кызылорды, где река оказалось наиболее стесненной городскими застройками: была возведена «новая дамба», при помощи которой отсекали огромные площади речной поймы для обустройства «зоны оздоровления и отдыха молодежи», городского пляжа, дендропарка, дачных участков и других построек (см. рис.).

Анализ современных космоснимков и старых топографических карт, результаты которых условно представлены на рисунке (см. урочища Султантогай и Калгандарья), показывают, что в районе города естественные русловые процессы в реке протекали по типу «свободного меандрирования» [2, 3]. Излучены имели «пальцеобразный» характер, что свойственно для участков реки с весьма малым продольным уклоном и мелкозернистым составом донных отложений. Одновременно это свидетельствует, о неустойчивости реки и большой опасности прорыва береговых дамб, когда река стремится уйти далеко в сторону от привычного русла. В истории рек Амударья и Сырдарья известны подобные случаи, когда полностью исчезали большие города, такие как: Кят (столица древнего Хорезма на Амударье) и Дженд (столица Казахского ханства на Сырдарье), в 40-е годы 20 века был смыт г. Турткуль, на Амударье.

Опасность ситуации в рассматриваемом случае обостряется следующими явными ошибками проектировщиков.

- На прямолинейном участке новой дамбы (см. правый берег между урочищами Султантогай и Калгандарья), где река стеснена до 80 м (выше и ниже её ширина более 100 м), дополнительно возведен бетонный пирс длиной около 30 м, т.е. здесь устроено дополнительное стеснение потока и обострение проблем. Автором данной статьи неизвестны примеры такого грубого вмешательства в жизнь свободно меандрирующей реки;
- Голова искусственного спрямляющего прокопа, который рассчитан на саморазмыв и разгрузку последующей ниже излучины у мемориала

«Коркыт Ата», расположена несколько ниже от пирса, т.е. там, где «сжатое сечение» потока и уровень воды у правого берега резко снизится. Следовательно в голову прокопа вода, шуга и льдины не пойдут и расчет на саморазмыв не оправдывается;

- Проект пирса и береговых дамб рассчитан на расход 450 м<sup>3</sup>/с, а в начале декабря 2003 г. уже были расходы более 500 м<sup>3</sup>/с, в январе ожидаются расходы до 750 м<sup>3</sup>/с, причем они, возможно, совпадут с процессами ледостава на реке, которым будут предшествовать интенсивный шугоход. Заметим также, что расположенный ниже города гидроузел Айтек реставрируется на расход 800 м<sup>3</sup>/с.

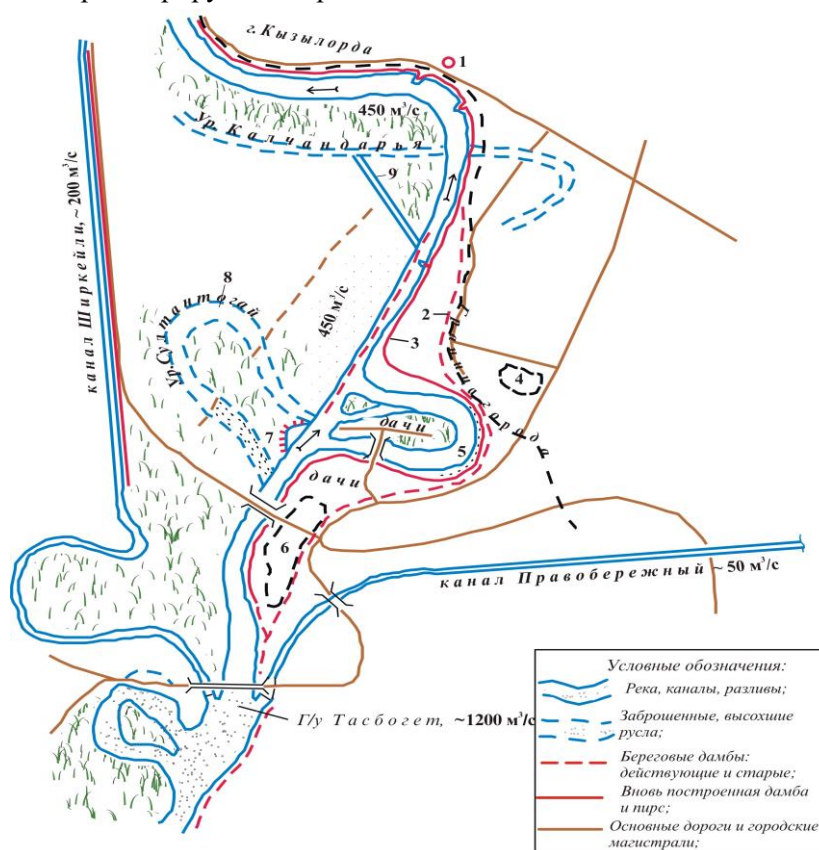


Рис. Схема гидроэкологической обстановки на р. Сырдарья в зиму 2003–2004 гг. в районе г. Кызылорда. Обследовано 20...22 декабря 2003 г. 1 – памятник Коркыт Ата; 2 – старая дамба, вошедшая в черту города; 3 – новая дамба и пирс в зоне оздоровления; 4 – корпуса госуниверситета им. Коркыт Ата; 5 – городской пляж на отсеченной излучине реки; 6 – дендропарк, пересеченный подъездом к новому мосту; 7 – наиболее крупный дейщик; 8 – старая высохшая излучина реки; 9 – искусственное спрямление.

Таким образом, острота проблемы пропуска искусственных паводков в настоящее время нацелена на район г. Кызылорда, которому реально грозит зимнее затопление со всеми вытекающими отсюда тяжелыми последствиями: эвакуация населения, разрушение зданий, вполне реальная возможность подмыва железнодорожной насыпи и т.п. Вместе с тем, существуют теория русловых процессов и огромный опыт безопасного пропуска зимних паводков на реках Сибири, используя которые можно попытаться избежать упомянутых выше бед. К сожалению, эта теория и опыт известны только узкому кругу гидравликов – русловиков [2, 3, 4, 5].

Зимние наводнения природного характера иногда наблюдается на больших реках Сибири, текущих с Юга на Север. Часто они обусловлены заторами крепкого здесь льда; поэтому на этих реках существует специальная служба сопровождения ледостава и ледохода; в этот период мобилизуется весь местный персонал Гидрометеорологической службы России; дополнительно организуются спецотряды взрывников на вертолетах и самолетах. Иногда для ликвидации уже образовавшихся крупных заторов (если они обнаружены вовремя) привлекаются эскадрильи боевых самолетов и наземная артиллерия. Известное затопление г. Ленска на одноименной реке весной 2002 года, по убеждению специалистов, произошло по причине халатности или отсутствия такой службы сопровождения. Из сказанного выше легко понять, что главная цель такой службы заключается в непрерывном (днем и особенно в ночные морозы) мониторинге процессов ледостава (осенью) и вскрытия реки ото льда (весной) с тем, чтобы не допустить образования больших скопления льда и последующих заторов. Для этого своевременно обнаруженные места скопления подвергаются бомбардировке с воздуха.

В случае г. Кызылорды такой мобильный отряд взрывников может передвигаться на специально оборудованных машинах повышенной проходимости. Кроме того, на потенциально возможных местах скопления льда и шуги (они хорошо известны специалистам облводхоза) можно организовать круглосуточное дежурство обученных наблюдателей. Авиация необходима только для регулярного облета этих мест и для общей рекогносцировки ледовой обстановки на реке. Наличие на борту воздушного судна – разведчика опытного взрывника – бомбометателя только усилит службу сопровождения.

Что касается упомянутой теории, то она в основном сводится к равновесию между двумя важнейшими характеристиками руслового пото-

ка [4, 5, 6]. Это мутность воды – реальное содержание в речной воде твердых частиц (песка, пыли и ила), а также транспортирующая способность – расчетная величина, определяющая способность речного потока переносить твердые частица (взвешенные и влекомые наносы). Если мутность меньше транспортирующей способности, то наблюдается размыв донных отложений, пока речной поток не насытится наносами до своей транспортирующей способности. Такие ситуации обычно складываются летом на перекатах реки, а зимой – вдоль динамической оси руслового потока, покрытого сплошным льдом. Если мутность воды больше транспортирующей способности, то наблюдается заиление или нарастание донных отложений. Такие ситуации обычны летом на плесах реки, а зимой – на особо глубоких плесах или боковых застойных зонах руслового потока: на отмирающих излучинах, на участках ниже бифуркации (раздвоения) динамической оси руслового потока.

В силу отмеченных выше причин русловые процессы (размывы и заиления) относятся к саморегулируемым природным явлениям [4]. Река ведет себя как живая, саморазвивающаяся система: вмешательство в жизнь реки без глубокого знания законов или многолетнего опыта наблюдения этой жизни чревато тяжелыми последствиями, о которых говорилось выше. В рассматриваемом случае – пропуска зимних паводков через район г. Кызылорда – река сильно стеснена со стороны города (правый берег) искусственными дамбами; поэтому будут происходить русловые процессы по типу ограниченного меандрирования [3]. При этом меандры (излучины) будут пытаться образоваться на крутом песчаном левом берегу реки (см. рис. между урочищами Султантогай и Калгандарья). Наблюдения показали, что там уже идет интенсивный линейный размыв этого берега. При пропуске расхода более 500 м<sup>3</sup>/с в ноябре 2003 г. на начальном участке размываемого берега имел место дейгиш (дикий, необузданный размыв берега).

При таком размыве крутого берега в речной поток попадет много песчаного материала, и мутность воды будет увеличиваться скачками, усиливая неустойчивость реки. Возникает вопрос, куда принесет река такое большое количество наносов, и где они будут откладываться: временно складироваться ниже по течению или будут захвачены водосбросом Караузек и отложатся в одноименных озерах. В первом случае возникает проблема уменьшения пропускной способности реки за чертой города, где живое сечение потока будет завалено наносами. Во втором случае безопасность города усиливается. Однако все будет зависеть от характера

процессов ледостава и вскрытия реки. Если они будут происходить плавно без зажоров и заторов, то второй случай становится вполне реальным.

Таким образом, угроза зимнего затопления г. Кызылорда вполне реальна. Это проблема создана искусственно: рукотворны и зимние наводнения на р. Сырдарье и сама река в районе города сильно стеснена построенными дамбами и ошибочно запроектированным пирсом. Однако можно предотвратить катастрофу, если глубоко изучить закономерности русловых процессов в зимних условиях и своевременно организовать специальную службу сопровождения. Что касается конкретных рекомендаций по безопасному пропуску зимних расходов, то это требует специального обсуждения и, по видимому, будет предметом последующей статьи.

Зимние проблемы на реке Сырдарье также затруднены тем обстоятельством, что они не являются проблемами природного характера, а целиком обусловлены конъюнктурой сложившихся в последние годы межгосударственных отношений. В естественных условиях для реки была, характерна глубокая зимняя межень с расходами около  $100 \text{ м}^3/\text{с}$ ; теперь речь идет о пропуске зимних расходов до  $750 \text{ м}^3/\text{с}$ , при этом придется наблюдать такие явления как шуга и зажоры, ледоход и заторы, которые обычно сопровождают зимние наводнения. О таких явлениях местные специалисты знали только “понаслышке”.

Вместе с тем, если подходить к поставленной проблеме конструктивно, то можно избежать или существенно облегчить упомянутые зимние затруднения, а сами зимние паводки использовать для гидравлического промывки русла реки, в результате чего удастся существенно её углубить и расширить, т.е. в целом увеличить пропускную способность реки. Для этого снова придется напомнить некоторые основы речной гидравлики, в частности, процессы образования шуги, шугохода, зажоров, ледохода, заторов и вскрытия ледового покрова реки.

Как известно, шуга (внутриводный лед или снег) образуется на локальных участках, где резко возрастают местные скорости руслового потока; на горных реках и реках Сибири – это перекаты, а также – гидротехнические сооружения. На реке Сырдарья, в её нижнем течении, перекаты не образуются, поскольку её донные отложения представлены в основном песчаным материалом. Зато много гидротехнических сооружений и стремнин, где русловой поток, стесненный береговыми дамбами или водоворотными зонами (дейгиш, пирс и т.п.), резко сужаются, местные скорости увеличиваются и создаются условия для переохлаждения воды.

Шуга и локальное переохлаждение воды происходит при температурах наружного воздуха ниже 10 °С. Сама по себе шуга и последующий шугоход на реке неопасны; при плавном течении воды мокрый снег быстро всплывает, образуются отдельные льдины, которые накапливаются у берегов и со временем образуют сплошной ледовый покров (ледостав). Однако опасно образование зажоров, намерзание льда к порогу гидротехнических сооружений, к размываемым берегам или стесняющим поток дамбы (особенно оголовку пирса). Достигнув опасных размеров, зажоры (большие льдины) могут оторваться от берега или дамбы (часто вместе с большим куском основания). Чтобы не образовалось больших зажоров и льдин, этот процесс может ускорить опытный взрывник при помощи мелких накладных, наплавных зарядов.

Как видим, ледоставу (образованию сплошного ледового покрова) всегда предшествуют шуга, шугоход и зажоры. Чтобы эти явления протекали без особых опасностей, необходимые плавные течения, скорости должны быть распределены равномерно по ширине реки, а расходы воды должны постепенно увеличиваться. При резком уменьшении расходов воды и спаде уровня воды обнажатся большие участки мелководий, которые быстро промерзнут, а при последующем увеличении расходов сильно уменьшат живое сечение речного потока. Образуются также новые мелководные участки, где создаются условия для новых зажоров и т.п.

После ледостава уровни воды в реке обычно резко повышаются: при неизменном расходе, пропускная способность русла, покрытого льдом, обычно уменьшается почти в два раза. Для Сырдарьи это повышение будет мало заметным, т.к. оно быстро компенсируется начавшимся процессом размыва дна, сложенного мелкозернистым песчаным материалом. Поэтому расходы в реке следует продолжать увеличивать и после ледостава. У нас, в Казахстане, имеется удачный опыт саморазмыва дельты р. Или, состоящей из 3-х крупных проток и многочисленных озёр. Общая длина дельты р. Или более 100 км, суммарная длина промытых и углублённых проток составляет более 500 км. Постепенно увеличивая попуски из Капшагайского водохранилища, в данном случае, удалось увеличить пропускную способность от расходов 250 м<sup>3</sup>/с до 450 м<sup>3</sup>/с, т.е. почти в два раза. Аналогичная возможность имеется и в случае р. Сырдарья.

Таким образом, предлагаемые рекомендации сводятся к следующему.

1. Необходимо организовать специальную службу сопровождения зимних паводков, в составе которой должны быть опытные взрывники



(возможно даже батарея миномётчиков). Эта служба должна быть оснащена небольшим самолётом типа Ан-2 для регулярных воздушных разведок, а в случае необходимости и бомбометания. На ключевых участках реки должно быть организовано круглосуточное дежурство специально обученных наблюдателей. В черте города служба может передвигаться на машинах повышенной проходимости.

2. Необходимо обеспечить непрерывные попуски из Шардаринского водохранилища с тем, чтобы избежать спада уровней воды в реке. Рост расходов попуска должно несколько опережать во времени саморазмыв дна и берегов реки. При этом может начаться спад уровней Шардаринского водохранилища и уменьшение запасов воды в нём. Этот спад можно компенсировать за счёт предвесенней сработки объемов воды в Токтогульском водохранилище и выработкой энергии на Нарынском каскаде ГЭС.

3. Нельзя сбрасывать воду в Арнасайскую котловину, так как она будет полностью потеряна для Аральского моря. Происходящие климатические изменения и увеличение стока горных рек, возможно, является следствием включения обратных гидроэкологических связей, обусловленных усыханием моря. Нельзя все время “идти наперекор стихии”.

4. Наконец, для полной гарантии города от полного затопления, необходимо подготовить русла Правобережного (на расход около 30 м<sup>3</sup>/с) и Левобережного каналов (Ширкейли; на расход более 120 м<sup>3</sup>/с) с тем, чтобы разгрузить русло реки в районе города и пропускать указанные расходы транзитом мимо города. По Правобережному каналу указанный расход может быть сброшен в Караузекские озёра, где вода может накапливаться зимой, а весной через протоку Караузек снова попадает в русло р. Сырдарья. По каналу Ширкейли указанный расход может быть сброшен с русла Сырдарьи в район пос. Кармакши; для этого должны быть перекрыты все водовыпуски из каналов и подготовлены концевые водосбросы.

Таким образом, при конструктивном подходе зимние наводнения можно пропустить по руслу Сырдарьи, не подвергая город опасности затопления и одновременно обеспечить саморазмыв и увеличение пропускной способности для паводков последующих многоводных лет.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтунин С.Т. Регулирование русел рек.- М.: Селхозгиз, 1962. – 350 с.
2. Великанов М.А. Движение наносов. М.: Изд. МРФ СССР, 1948.
3. Карасев И.Ф. Руслые процессы при переброске стока. Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 288 с.

4. Караушев А.В. Речная гидравлика.- Л.: Гидрометеоиздат, 1969.- 416с
5. Попов И.В. Загадки речного русла. Ленгидрометиздат, 1977. – 180 с.
6. Чугаев Р.Р. Гидравлика (Техническая механика жидкостей). Ленинэнергоиздат, 1981. – 678 с.
7. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965. – 692 с.

Институт географии

### **СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНДЕГІ ҚЫСҚЫ ТАСҚЫНДАР МЕН ҚЫЗЫЛОРДА ҚАЛАСЫН ҚОРҒАУ МӘСЕЛЕСІ**

Техн. ғылымд. докторы А.А. Тұрсунов

Р.К. Жиенбаева

*Ағындының толық реттелуі және мемлекетаралық қатынастардың шиеленісуімен байланысты Сырдария өзенінің төменгі бөлігінде қысқы су тасу үйреншікті құбылысқа айналған. Қаланың ерекше табиғи құбылысқа бейімделуі және Сырдария өзенінің қысқы жағдайдағы өтімділік мүмкіндігі мәселелері талқыланған. Су өтімінің, анжыр мен мұздың қауіпсіз өтімділігін қамтамасыз ету және өзен арнасының өздігінен шайылу процесін жылдамдату есебінен қаланы қысқы қиындықтан сақтандыру, кеуіп бара жатқан Арал теңізіне жіберілетін судың мөлшерін ұлғайту шаралары ұсынылған.*