

УДК 551.5+515.9(476)(043)

**ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛЫХ  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА МАЛЫХ РЕКАХ  
БАССЕЙНА РЕКИ УРАЛ В СВЯЗИ С ИХ ДЕГРАДАЦИЕЙ ОТ  
ВОЗРАСТАЮЩЕЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

**В. С. Горячев**

*Филиал по мониторингу водных объектов бассейнов рек Белой и Урала федерального  
государственного бюджетного водохозяйственного учреждения  
«Центррегионводхоз», ул. Пристанская, 14-1,  
450006, г. Уфа, Россия, Республика Башкортостан, [fgu02@mail.ru](mailto:fgu02@mail.ru)*

Исследовано состояние использования и охраны реки Урал в пределах Республики Башкортостан в условиях изменения климата и проявления тенденции низкой водности. Установлено снижение уровней и пересыхание отдельных малых рек бассейна реки Урал. Предложены мероприятия по улучшению водности и экологического состояния рек. Для регулирования внутри сезонного стока изучены экологичные современные легкие гидротехнические сооружения. Рассмотрены их конструктивные особенности и опыт применения.

**Ключевые слова:** современное водопользование; регулирующие сооружения; мембранно-вантовые конструкции; маловодье; водозабор.

**JUSTIFICATION OF THE NECESSITY TO APPLY SMALL  
HYDRAULIC STRUCTURES ON SMALL RIVERS OF THE URAL  
RIVER BASIN, DUE TO THEIR DEGRADATION FROM  
INCREASING ANTROPOGENIC LOAD**

**V. S. Goryachev**

*Branch for monitoring water bodies of the Belaya and Ural river basins of the federal state  
budgetary water management institution "Tsentrregionvodkhoz", Pristanskaya st., 14-1,  
450006, Ufa, Russia, Republic of Bashkortostan, [fgu02@mail.ru](mailto:fgu02@mail.ru)*

The state of use and protection of the Ural River within the Republic of Bashkortostan in the context of climate change and the manifestation of a trend of low water availability was studied. A decrease in levels and drying up of individual small rivers in the Ural River basin has been established. Measures are proposed to improve the water availability and ecological condition of rivers. To regulate intra-seasonal flow, environmentally friendly modern lightweight hydraulic structures have been studied. Their design features and application experience are considered.

**Keywords:** modern water use; regulatory structures; membrane-cable structures; low water; water intake.

Современное водопользование, связанное с безвозвратным водопотреблением и сбросом недостаточно очищенных стоков, а также все возрастающим антропогенным влиянием на территории бассейнов формирования водных ресурсов, привели к количественному и качественному истощению водных ресурсов малых рек бассейна реки Урал.

На неудовлетворительное состояние малых рек оказывает влияния и эрозионная деятельность на водосборе, приводящая к заилению рек и исчезновению многочисленных родников, являющихся источниками питания рек. Кроме того, на дне водоёмов из-за деятельности горнорудной промышленности накапливаются тяжелые металлы, продукты сброса сточных вод.

Для улучшения санитарно-экологического состояния вод требуется проведения специальных регулирующих мероприятий, как на площади водосборных бассейнов, так и непосредственно на самих реках.

Одним из таких мероприятий, не требующих значительных материальных затрат, является проектирование и строительство русловых экологических современных легких гидротехнических сооружений.

В настоящее время используются различные типы (руслорегулирующих, струенаправляющих, струераспределительных, водозаборных и т. п.) конструкций гидротехнических сооружений.

По конструктивным особенностям и применяемым материалам их можно разделить на:

- жесткие (бетонные, железобетонные, металлические);
- полужесткие (из грунтовых материалов, деревянные, каменные);
- мягкие (с применением высокопрочных синтетических тканевых материалов, пленок, сеток).

Для применения первых двух конструкций требуется специальные требования к их проектированию и строительству. Это изыскания устойчивых (скальных) оснований, подбор каньонного рельефа для уменьшения площади затопления. Для бетонных сооружений требуется дорогой строительный материал. Для большинства конструкций подпорных плотин требуется устройство дополнительных водосбросных и водопропускных устройств.

Наиболее экологически приемлемыми и экономически целесообразными при устройстве русловых переливных плотин на малых реках являются синтетические мембранно-вантовые плотины.

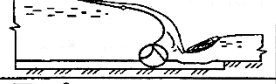
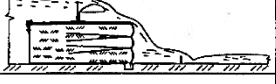
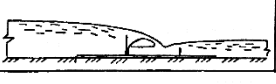
Мобильные гидротехнические сооружения из композитных материалов — это конструкции, состоящие из замкнутых и незамкнутых оболочек (или их сочетаний), выполняемых из высокопрочных композитных материалов (например, резинотканевых, резинокордовых и

более современных поливинилхлоридных с основой из арамида и кевлара и т. п.), воспринимающих нагрузки при воздействии воды или грунта [3].

Работа плотин мембранно-вантовой конструкции основана на гидравлике потока жидкости, с увеличением уровня воды в верхнем бьефе увеличивается высота плотины и наоборот.

Конструкции облегченных русловых гидротехнических сооружений могут применяться на реках с шириной от 5 до 40 и более метров, а некоторые конструкции не имеют ограничений по ширине русла. В период максимальных расходов воды в реке при половодьях и паводках они могут опускаться на дно реки, тем самым позволяя промывать русло от наносов, что невозможно при жестких и полужестких конструкциях. Основные характеристики для использования мягких ГТС на различных водотоках представлены в таблице.

**Основные типы и параметры облегченных гидротехнических сооружений, рекомендуемых для применения в водохозяйственном строительстве, составлен по материалам [5]**

| Тип облегченного гидротехнического сооружения                                       | Диапазоны применения  |                                    |                         | Примечания                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     | Создаваемый подпор, м | Удельный расход, м <sup>3</sup> /с | Перекрываемый пролет, м |                                                                                              |
|  | 1,5...2,0             | 0,1...0,3                          | 5...40                  | Материалы оболочки высокопрочная полимерная ткань                                            |
|  | 1,5...3,0             | 0,2...0,5                          | 5...40 и более          | Материал сооружения и высокопрочная кордовая или металлокордовая пластина                    |
|  | 1,5...4,0             | 0,2...2,0                          | 5...30                  | Оболочка выполняется из высокопрочной полимерной ткани с подкреплением вантовой сеткой       |
|  | 2,0...5,0             | 0,2...2,0                          | 5...30                  | Оболочка выполняется из высокопрочной полимерной ткани с подкреплением вантовой сеткой       |
|  | 0,8...1,5             | 0,2...0,5                          | не ограничен            | Лицевая стенка, водослив, гибкий флютбет и анкерные ленты выполняются из кордовых материалов |
|  | 0,2...1,2             | 0,1...0,2                          | не ограничен            | Лицевая стенка, водослив, гибкий флютбет и анкерные ленты выполняются из кордовых материалов |

По стоимости, материальным затратам и времени взведения, мягкие конструкции значительно превосходя жесткие и полужесткие ГТС.

По проведенным расчетам выполненным Кашариной Т. П. [5] себестоимость гидровантовой плотины по сравнению с возведением земляной плотины с железобетонным водосливом почти в 9 раз ниже. При сравнении с капитальными затратами на производство земляной плотины и на производство гидровантовой плотины, удешевление в сторону мягкой плотины будет в 11,5 раза.

Мягкие сооружения прошли испытания опытом эксплуатации, были выявлены проблемы их безопасной эксплуатации. Опыт применения эти сооружения имеется зарубежом и в России. Они успешно эксплуатировались и эксплуатируются в Ростовской, Курской, Рязанской, Ульяновской, Воронежской и др. областях, Ставропольском крае, Якутской (Республика Саха), Татарстане, а также в республике Башкортостан.

Мягкие гидротехнические сооружения в настоящее время применяются для технологических схем систем водоснабжения (питьевое, промышленное), в технологических схемах технического водоснабжения энергетических установок (ТЭЦ, ТЭС, АЭС); технологического водоснабжения оросительных систем; в схемах мелиорации эвтрофных, дистрофных водоемов; в схемах воспроизводства рыбных запасов на внутренних водоемах; в схемах локализации аварийных сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и др.

В условиях маловодья и низкой водности малых рек необходима решать вопросы по устойчивой работе поверхностных водозаборов. Русловые процессы претерпевают изменчивость и порой построенные на том или ином участке реки водозаборы поверхностных вод, из-за изменения направления русла, оказываются на сухом берегу.

Из-за низкой водности в 2010-2023 гг. и изменений русловых деформаций, возникших на реках Белой и Уфе у г. Уфы, ухудшились условия работы водозаборов и чуть не произошла остановка водозаборных сооружений ТЭЦ 2 Башкирской генерирующей компании, УНПЗ и НУНПЗ ООО «Башнефтехим». Для поддержания работы этих водозаборов были увеличены выше проектных попуски в нижний бьеф с регулирующих сооружений Павловского водохранилища.

Аналогично попуски в нижний бьеф организовывались для улучшения работы подруслового водозабора города Магнитогорска в 2012 году с Чебаркульского гидроузла ФГБУ Башмелиоводоз по реке Янгелька.

Для устранения критической ситуации на береговом водозаборе ООО «Газпром нефтехим Салават» на реке Белой из-за переформирования ее берегов были проведены специальные гидротехнические мероприятия для обеспечения необходимого расчетного уровня в реке Белая, снижения заиляемости русла и беспрепятственного прохождения льда и наносов в местах расположения водозаборов на участке в периоды половодного стока.

В состав сооружений на р. Белой приведенном на рисунке 2 входят: правобережная оградительная дамба длиной 936 м, шириной по верху 5,0 м и средней высотой 2,0 м; струенаправляющие шпоры на правом берегу реки длиной от 12 до 60 м, в количестве 5 штук; водоподпорное сооружение шандорного типа, расположенное в 50 метрах ниже водозаборного сооружения НС-3.

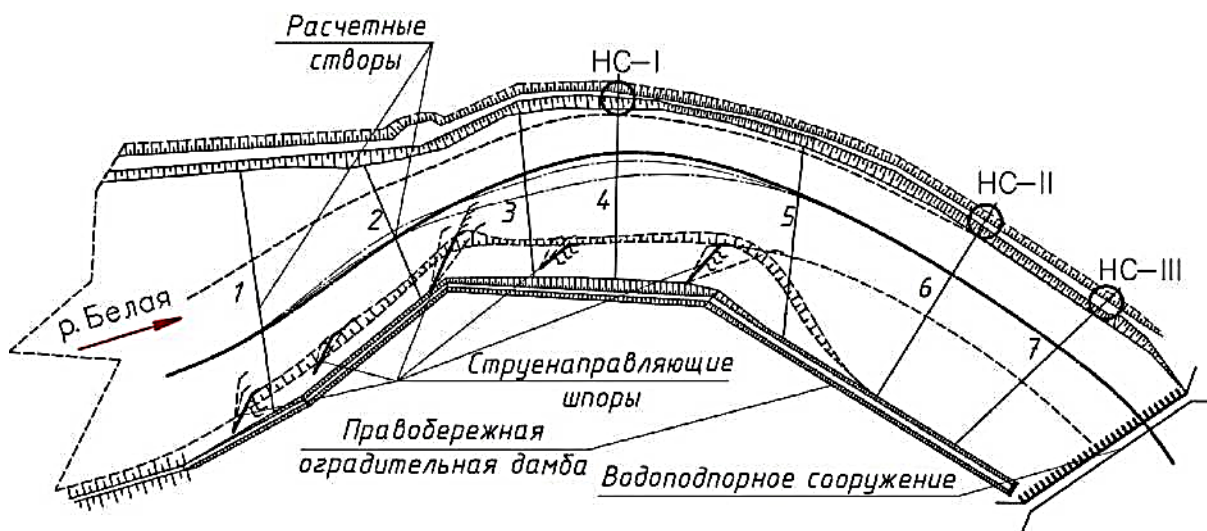


Схема струенаправляющей шпоры, составлена по материалам [2]

Мы предлагаем аналогичные гидротехнические мероприятия применять для улучшения работы поверхностных водозаборов по бассейну реки Урал.

Применение мягких конструкций гидротехнических сооружений, с учетом нашего и опыта работ по Российской Федерации, позволит решить задачи по реабилитации малых рек бассейна реки Урал.

### Библиографические ссылки

1. Бондаренко В. Л. Мягкие конструкции для регулирования качества воды на водных объектах. Диссертация и автореферат по ВАК 11.00.11., Екатеринбург, 1997.
2. Гаврилюк С. М., Бондаренко В. Л., Кувалкин А. В. Влияние тенденции посадки русла на надежность работы береговых водозаборных сооружений, находящихся в длительной эксплуатации. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 2(02), 2011 г.
3. Кашарин Д. В., Тхай Тъи Тхи Ким. Повышение устойчивости оснований мобильных дамб для инженерной защиты зданий от затопления. Magazine of Civil Engineering, № 4, 2013
4. Кореновский А. М. Исследование надежности плотин мембранно-вантовой конструкции из композиционных материалов. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 1(01), 2011.
5. Кашарина Т. П. Совершенствование конструкций, методов научного обоснования, проектирования и технологии возведения облегченных гидротехнических сооружений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Москва, 2000 г.