А.Г.Турлов
Марийский технический университет, г.Йошкар-Ола

УДК 551.46

ВЛИЯНИЕ ВОЛНЫ ПОПУСКА ЧЕБОКСАРСКОЙ ГЭС НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ВОЛГИ И УСТЬЕВЫХ УЧАСТКОВ ЕЕ ПРИТОКОВ

Представлены результаты натурных исследований состояния берегов реки Волги и устьевых участков ее притоков Большой и Малой Кокшаги, подверженных влиянию суточной волны попуска в нижнем бьефе Чебоксарской ГЭС. Определены зависимости временных колебаний уровня воды и скорости течения для различных участков акватории. Полученные результаты позволяют составить математическую модель движения водных масс, наносов и грунтовых вод с учетом особенностей рельефа, необходимую для оценки эффективности и экологической безопасности мероприятий, направленных на обустройство территории, активно используемой в рекреационных целях.

The presented results of the location research of the state of the banks of the river Volga, and the parts of the mouths of its tributaries Bolshaya Kokshaga and Malaya Kokshaga, which are influenced by a day's wave of water escape in the tail-water of Cheboksarskaya hydroelectric power station. The dependencies of temporary vibration of levels and the speeds of the currents are defined for different parts of area of water. The given results allow to make the mathematics model of waters' movements, alluviums and subsoil waters, taking into account the peculiarities of the relief. This model is necessary for the estimation of the effectiveness and ecological safety of the actions, directed to the reconstructing of the territory which is used in the recreative aims.

Строительство гидроэлектростанций приводит к существенному изменению гидрологического режима речного бассейна. В большей мере это относится к верхнему бьефу гидроузла. Но и в нижнем бьефе (НБ) также происходят изменения русла реки и окружающих берегов: повышенный размыв русла и берегов, падение уровня воды в НБ, снижение подпора притоков и увеличение выноса из них взвешенных частиц, осуходоливание пойменных земель и значительная метаморфоза их флоры и фауны, а также другие негативные явления. Кроме того, большое внимание в исследованиях уделяется действию волны попуска ГЭС при суточном регулировании сброса. В ряде работ отмечается влияние на береговое переформирование продольных, поперечных и вертикальных компонентов скорости течения, а также судовых, ветровых и инфраграви-тационных волн, обусловленных действием волны попуска.

Для Республики Марий Эл особое значение имеет участок, прилегающий к НБ Чебоксарской ГЭС, так как эта местность традиционно развивалась как основной центр рекреационного использования. На данной территории нет промышленных

предприятий, а стоки предприятий, расположенных выше Чебоксарской ГЭС в значительной степени задерживаются в водохранилище. Кроме того, компактное впадение двух крупных притоков (Большой и Малой Кокшаги) обеспечивает боковой приток чистой воды. В то же время гидрологический режим ГЭС оказывает существенное воздействие на русло и берега Волги и притоков, изменяя их естественное состояние. Наложение гидрологического режима Чебоксарской ГЭС на режим работы Куйбышевской ГЭС, в зоне выклинивания подпора которой находится данный участок реки, также существенно затрудняет рекреационное использование территории.

С целью оценки сложившейся гидрологической обстановки и ее влияния на состояние русла и береговой черты нами в 2000-2001 гг. проведены экспедиции, в результате которых обследован 30-километровый участок Волги и 20-километровые устьевые участки притоков, впадающих в нее на 20 и 27 км ниже Чебоксарской ГЭС. Программа исследований включала организацию временных водомерных постов, круглосуточное наблюдение за уровневым режимом, промеры глубин прибрежной полосы и всего русла, наблюдения за изменениями скоростей течения в прибрежной полосе и русле. Исследования проводились в период максимальной рекреационной нагрузки (июль) и в период сработки уровня воды Куйбышевской ГЭС (сентябрь).

Наблюдения за уровнями воды показали, что на обследуемом участке в течение суток амплитуда колебаний составила 1,08 и 0,68 м на расстоянии 14 и 30 км от гидроузла соответственно. При минимальных уровнях наблюдается практически полное отсутствие течения, и уровни воды по всем водомерным постам фактически соответствовали подпорному уровню Куйбышевской ГЭС. Наибольшие подъемы уровня отмечены в 18-19 и 20-24 ч. Минимальные уровни устанавливаются к 4-8 ч утра. Наиболее интенсивный рост уровней происходит в период с 11 до 12 ч. Скорость подъема уровня достигает 10-11 см/ч, а уклон водной поверхности возрастает до 0,02 м/км. Замеры скорости течения на фарватере свидетельствуют, что в течение суток средняя скорость на вертикали колеблется от нуля в раннеутренние часы до 1-0,7 м/с в периоды наиболее интенсивного подъема уровней.

Обследование береговой черты левобережья и левобережных островов показало, что при суточном прохождении волны попуска уровни воды значительно превышают уровень Куйбышевского водохранилища, вследствие чего наблюдается практически повсеместное затопление полосы песчаного пляжа и подмыв и частичное обрушение береговой террасы. При падении уровня по всему побережью обнажается полоса чистого песчаного пляжа с относительно равномерным по ширине поперечным уклоном. Характерной особенностью является резкое увеличение поперечного уклона берега с глубины 0,1-0,15 м относительно минимального суточного уровня. При этом образуется ступень, ниже которой поперечный уклон уменьшается, а на дне отмечаются илистые отложения, толщина слоя которых зависит от продольной скорости течения в прибрежной зоне. Повторные промеры поперечных профилей в сентябре (после сработки уровня Куйбышевского водохранилища на 1,5 м) обнаружили сглаживание берега в местах летнего перепада и образование ступени на 0,1-0,15 м ниже нового установившегося суточного минимума. На наш взгляд, одной из причин такого строения береговой черты является повышенный вымыв частиц грунта в результате интенсификации инфильтрации грунтовых вод во время суточного падения уровней в русле.

Обследование устьевых участков рек Большая и Малая Кокшага показало, что амплитуда суточных колебаний в устье достигает 0,91 м, уменьшаясь вверх по течению в среднем на 0,045 м/км. Скорость течения в устьевом участке колеблется от +0,7 до –0,7 м/с в периоды спада и подъема волны попуска. При этом в начальный момент движения волны наблюдается встречное течение поверхностных слоев воды относительно естественного течения придонных слоев. Поверхность берегов в диапазоне суточного

перепада уровней покрыта слоем ила толщиной 2-3 см, поверхность дна ниже суточного минимума более чистая. Этому способствует повышенная скорость течения в периоды спада волны попуска при расходах, значительно превышающих естественные. Повышенный размыв центральной части поперечного профиля русла притоков при одновременном практически полном отсутствии течения на прилегающих к ним участках русла Волги приводит к интенсивному осаждению донных отложений в протоках ниже мест впадения. Следствием этого явилось значительное удлинение нижней косы острова выше Кокшайска, а также обмеление левобережных проток: при сработке уровней Куйбышевского водохранилища на 1,5-2 м ниже устьев притоков протоки полностью пересыхают. При этом поток воды из притоков вливается в основное русло Волга на 4-5 км выше естественного устья.

Полученные в результате исследований количественные показатели гидрологических параметров на различных участках рассматриваемой территории позволяют подойти к созданию математической модели движения водных масс и наносов с учетом особенностей рельефа местности, что, в конечном счете, позволит оценить эффективность технических решений, направленных на обустройство данного участка Волги и ее притоков.