



УДК 556.552

ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРИЧАЛА ДЛЯ МАЛОМЕРНЫХ И КРУИЗНЫХ СУДОВ В РАЙОНЕ АЭМ «ХОХЛОВКА»

Егоркина Светлана Сильвестровна, к.г.н. старший преподаватель
ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет».
614900, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Китаев Александр Борисович, к.г.н., профессор кафедры гидрологии и охраны водных
ресурсов
ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет».
614900, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Аннотация. Представлены материалы инженерно-гидрологических изысканий для обоснования сооружения причала в районе музея «Хохловка» (Пермский край), выполненные в 2022 г. Отмечено влияние уровня режима на активизацию обрушения берега. Дана оценка ветро-волнового режима Камского водохранилища и его вероятного воздействия на береговой склон. Отмечены опасные гидрологические явления на исследуемом участке водоема, даны рекомендации по ведению мониторинга за этими явлениями.

Ключевые слова: водохранилище: уровень и волновой режим, скорости течения, деформация берега, опасные гидрологические явления.

Объект «Устройство модульного причала для приема маломерных судов и круизных пассажирских судов в АЭМ «Хохловка» в административном отношении расположен на территории Пермского края, Пермского района, Хохловского с/п, на правом берегу Камского водохранилища напротив 2292 км оси судового хода. Район изысканий в геоморфологическом отношении находится на склоне залива Камского водохранилища. Отметки участка изысканий изменяются от 94,65 м до 133,00 м.

Участок изысканий представляет собой прибрежный участок и акваторию Камского водохранилища, расположенную в устьевой части залива, образованного безымянным ручьем. Участок расположен в левой части залива, является территорией АЭМ «Хохловка».

Левый (западный) склон залива представлен крутым склоном, высотой до 24,5 м над нормальным подпорным уровнем водохранилища, сложенным коренными породами. Склон залесён, в основном крупными деревьями и кустарником. Правый (восточный) склон залива представлен обнажениями коренных пород, высота которых достигает 10 м. Склон также порос лесом, представленным крупными деревьями и кустарником (рис. 1).



Рис.1 Залив безымянного ручья (06.10.2022)

Обустроенная набережная укреплена в береговой и прибрежной части матрицами Рено. При рекогносцировке 06.10.2022 отмечены частичные разрушения металлической сеток из-за механических повреждений, а также имеющейся на сетках ржавчины. В основном разрушения имеются на матрацах Рено, находящихся большую часть в период открытого русла в воде.

Расчётные уровни

Максимальные проектные уровни на изыскиваемом участке водохранилища определяется «Правилами использования водных ресурсов Камского и Воткинского водохранилища на реке Кама» [1]. Максимальные проектные уровни определялись по кривой свободной поверхности водоема (приложение №33) при расходах заданной обеспеченности. Расчётные уровни водохранилища на рассматриваемом участке, в 21 км выше створа плотины составили: 1 %-ной обеспеченности – $H_{1\%}=108,72$ м; 2 %-ной обеспеченности – $H_{2\%}=108,65$ м; 10 %-ной обеспеченности – $H_{10\%}=108,59$ м.

Скоростной режим

На Камском водохранилище, где находится участок изысканий, имеют место все виды течений, свойственные большим искусственным водоёмам: стоковые, ветровые (дрейфовые), компенсационные и др. Наиболее распространёнными из них являются стоковые и ветровые. Рассматриваемый участок находится в зоне постоянного подпора от Камской ГЭС. Даже в случае сработки водохранилища до горизонта, при уровне 102,00 м БС, глубины и площади водного сечения будут превышать бытовые в р. Каме при отсутствии подпора.

Максимум проточности для центральной части водохранилища, где и находится участок изысканий, приходится на апрель – май, при переходе от конца зимней сработки к началу интенсивного наполнения водоёма, и составляет 0,20-0,35 м/с. Зимой и летом проточность снижается, значительно – в летне-осенний период. Таким образом, условия рассматриваемого участка сильно отличаются от речных условий.

Фактически наблюдаемые течения (суммарные течения) на рассматриваемом участке водохранилища формируются как результат взаимодействия транзитного потока (стоковые течения) и воздействия ветра (дрейфовые и компенсационные течения). Согласно данным наблюдений на рейдовых вертикалях, преобладающие значения скорости суммарных течений в рассматриваемом районе водоема изменяются от 0,05 до 0,22 м/с, а максимальные – $0,24 \pm 0,45$ м/с. Наибольшие значения скорости отмечены в приповерхностном слое, либо на глубине 10-15 м. Наименьшие значения скорости (5-9 см/с) наблюдаются обычно на глубине 2,5-5,0 м. В мелководной зоне скорость течения заметно меньше. Преобладающее направление течения, независимо от глубины, соответствует направлению стокового течения. Наибольшие скорости течения

соответствуют периоду максимальной проточности (апрель – июнь). При ветрах южных румбов, направленных вверх по водохранилищу для изыскиваемого участка, может формироваться дрейфовое течение в поверхностном слое, направленное с запада на восток, против транзитного потока.

Размыв берега Камского водохранилища на участке изысканий

Исследуемый участок находится в режиме переменного подпора от Камской ГЭС. Проектируемый причал находится на мелководном участке водохранилища, на месте затопленной пойменной части и русла, максимальные глубины достигают 13,85 м при НПУ=108,50 м. Естественный берег залива реки, образованный при создании Камского водохранилища, относился к аккумулятивному типу – низкий берег затопления. Аккумулятивные, или отмельные берега характеризуются тем, что уклон подводной части является более пологим, нежели вырабатываемый надводный профиль, поэтому глубины у берегов небольшие. Волна, набегаящая на берег, разбивается не о береговой обрыв, а на прибрежной отмели вдали от берега. Разбиваясь, волна теряет переносящую силу и отлагает на дно несомый ею материал. Таким образом, на пологих подводных склонах идет уже не размыв, а накопление осадков. Материал может накапливаться в виде береговых или подводных валов или в виде относительно равномерно распределенного слоя. Разрушение такого берега происходит, главным образом, под воздействием ветровой волны.

При рекогносцировочном обследовании отмечены следы волновой абразии с размывом берега. Размыв происходит в период высоких уровней, при НПУ, при ветровом волнении. Величина его незначительна, до 3-5 м за период существования Камского водохранилища, что объясняется геологическим сложением склона коренными отложениями. Согласно таблице Б.2 приложения Б СП 482.1325800.2020 (глава 5.8) [2] размыв берега считается опасным гидрологическим явлением, если величина размыва достигает 1 м в год. Величина размыва рассматриваемого берега составляет $\approx 0,1$ м/год.

Расчёт волнения

Расчёт волнения произведен для скорости ветра 4%-ной обеспеченности, которая по метеостанции Пермь принята равной 26 м/с. Обеспеченность высоты волн принята равной 1 %. Для определения длины разгона волны и средней глубины использованы материалы лоции 2000 г. Для расчёта волнения были рассмотрены два участка разбега волны: участок 1, для ветра северо-западного направления, длиной 8130 м, и участок 2, для ветра восточного направления, длиной 6830 м. В таблице 1 приведены данные расчета ветрового волнения на рассматриваемом участке.

Таблица 1

Расчет волнения по створам 1, 2

Створ	Длина разгона, L, м	Средняя глубина, d, м	Средняя высота волны, h, м	Средний период волн, T, сек	Расчетная высота волны 1 %-ной обеспеченности $h_{1\%}$, м	Длина волны, λ , м,
1	8130	9,2	0,90	3,44	1,98	18,5
2	6877	12,7	1,03	3,71	2,27	21,5

Мониторинг за опасными гидрологическими процессами на участке изысканий

Участок Камского водохранилища в районе изысканий требует проведения регулярного мониторинга с целью выявления негативного влияния опасных гидрологических процессов на эксплуатируемый объект. Одним из опасных гидрологических явлений является подъем высоких уровней весеннего половодья в водохранилище, волновая абразия, а также размыв берега в районе изысканий.

Мониторинг рекомендуется проводить два раза в год: после прохождения весеннего ледохода и стаивания снежного покрова, перед наступлением периода наполнения водохранилища (конец апреля – начало мая); в конце периода открытого русла до выпадения снежного покрова (конец октября – начало ноября). Рекомендуется в случае развития негативных процессов разрушения берега на участке изысканий и на прилегающих к нему участках и угрозе целостности эксплуатируемого сооружения выполнить мероприятия по берегоукреплению прилегающих участков.

При антропогенном вмешательстве в окружающую среду при строительстве тип, интенсивность и направленность абразионных, эрозионных процессов на участке изысканий могут измениться в сторону увеличения скоростей размыва берега водохранилища. В проектных решениях необходимо предусмотреть мероприятия, учитывающие изменения типа, интенсивности и направленности абразионных, эрозионных процессов, а также предупреждения появления оползней. В случае обнаружения участков возможной активизации эрозионных процессов, при возможном разрушении бетонных плит берегоукрепления и создания угрозы берегоукреплению необходимо принимать меры, обеспечивающие его безопасность.

Выводы

1. Объект «Устройство модульного причала для приема маломерных судов и круизных пассажирских судов в АЭМ «Хохловка» в административном отношении расположен на территории Пермского края, Пермского района, Хохловского с/п, на правом берегу Камского водохранилища напротив 2292 км оси судового хода. Кадастровый номер участка №59:32:3020003:31.

2. Расчётные уровни Камского водохранилища на рассматриваемом участке, в 21 км выше створа плотины составили: 1 %-ной обеспеченности – $H_{1\%}=108,72$ м; 2 %-ной обеспеченности – $H_{2\%}=108,65$ м; 10 %-ной обеспеченности – $H_{10\%}=108,59$ м.

3. Преобладающие значения скорости суммарных течений в рассматриваемом районе водохранилища составляют от 0,05 до 0,22 м/с, а максимальные – 0,24÷0,45 м/с. Наибольшие значения скорости отмечены в приповерхностном слое, Наименьшие значения скорости (5-9 см/с) наблюдаются обычно на глубине 2,5-5,0 м. В мелководной зоне скорость течения заметно меньше.

4. Размыв берега считается опасным гидрологическим явлением, если величина размыва достигает 1 м в год. Величина размыва рассматриваемого берега составляет $\approx 0,1$ м/год.

5. Одним из опасных гидрологических явлений является подъем высоких уровней весеннего половодья в водохранилище, волновая абразия, а также размыв берега в районе изысканий. В случае обнаружения участков возможной активизации эрозионных процессов, при разрушении бетонных плит берегоукрепления и создания угрозы укреплению необходимо принимать меры, обеспечивающие его безопасность.

Список литературы:

1. Правила использования водных ресурсов Камского и Воткинского водохранилищ на р. Каме. Утверждено приказом Федерального агентства водных ресурсов от 7 ноября 2016 г. № 225. М.: Росводресурсы, 2017.

2. СП 482.1325800.2020 Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. М.: Стандартинформ, 2020. 42с.

ENGINEERING AND HYDROLOGICAL SURVEYS TO CREATE A BERTH FOR SMALL AND CRUISE VESSELS IN THE AREA OF AEM "KHOKHLOVKA"

Svetlana S. Egorkina, Alexander B. Kitaev

Abstract. Materials from engineering and hydrological surveys to justify the construction of a berth in the area of the Khokhlovka Museum (Perm Region), carried out in 2022, are presented. The influence of the level regime on the intensification of bank collapse is noted. An assessment is made of the wind-wave regime of the Kama Reservoir and its likely impact on the coastal slope. Dangerous hydrological phenomena in the studied area of the reservoir were noted, and recommendations were given for monitoring these phenomena.

Keywords: reservoir: level and wave regime, current speed, bank deformation, dangerous hydrological phenomena.