

УДК 551.435.1:622.4

ПРОГНОЗ БЕРЕГОВОЙ ЭРОЗИИ РЕКИ ВОЛГА (НА УЧАСТКЕ ПЕРЕХОДА МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДА)

Дурова М.С.

Пермский государственный национальный исследовательский университет. 614990, Пермь, ул. Букирева, 15. E-mail: nedra@nedra.perm.ru

Инженерно-гидрологические работы по изучению деформаций речных русел и берегов водоемов, выполняемые в комплексе с топографо-геодезическими и геологическими работами, проводятся для площадок строительства, расположенных вблизи водных объектов, а также в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов. Одной из задач инженерно-геологических изысканий является получение материалов для прогнозных оценок изменения положения берега вследствие его размыва, а также для обоснования выбора и расчета систем защитных мероприятий. Скорость отступления бровки берега является одной из важнейших характеристик, определяемых при выполнении комплексных инженерных изысканий. В статье даны особенности гидрологического режима Куйбышевского водохранилища, гидроморфологическое описание участка перехода, краткий анализ размыва берегов, сложенных различными грунтами и оценка отступления бровки берега в створе перехода на прогнозный период.

Ключевые слова: гидрологические исследования, геологические изыскания, деформация русла и берегов, воздействие на трубопроводы, проектные решения.

FORECAST OF THE RIVER VOLGA COAST EROSION (IN THE TRANSITION AREA OF THE MAIN OIL PIPELINE)

Durova M.S.

Perm State National Research University. 614990, Perm, Bukirev st., 15. E-mail: nedra@nedra.perm.ru

Engineering and hydrological studies on the deformation of river beds and banks of reservoirs operated in conjunction with topographic and geodetic and geological works carried out to construction sites located near water bodies, as well as in the area of underwater crossings of trunk pipelines. One of the tasks of engineering geological survey is to obtain materials for predictive assessments of changes in provisions due to its shore erosion, and to justify the selection and settlement systems of protective measures. Speed retreat edge coast is one of the most important characteristics determined when performing complex engineering survey. The article provides features of the hydrological regime of the Kuibyshev Reservoir, hydromorphological site description transition, a brief analysis of erosion coasts composed of different soils and evaluation of deviations in the alignment of the shore edge transition for the forecast period.

Keywords: hydrological researches, geological researches, stream and banks' defomation, influence on pipelines, project solutions.

Обоснование исследования

Нефтедобывающая промышленность, несмотря на достигнутый научно-технический уровень и модернизированное аппаратное оформление, продолжает оставаться источником комплекса неблагоприятных воздействий на окружающую среду [1, 2, 3, 4]. В первую очередь это разливы нефти на рельеф с последующим попаданием нефтепродуктов в природные и питьевые воды [5, 6, 7]. Основное загрязнение природных вод нефтепродуктами обусловлено систематическими потерями при их транспортировке. В результате утечек и проливов теряется около 3 % годовой добычи нефти.

Инженерно-гидрологические работы по изучению деформаций речных русел и берегов водоемов, выполняемые в комплексе с топографо-геодезическими и геологическими работа-

ми, проводятся для площадок строительства, расположенных вблизи водных объектов, а также в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов.

Одной из задач инженерно-геологических изысканий является получение материалов для прогнозных оценок изменения положения берега вследствие его размыва, а также для обоснования выбора и расчета систем защитных мероприятий [8, 9, 10, 11].

Скорость отступления бровки берега является одной из важнейших характеристик, определяемых при выполнении комплексных инженерных изысканий.

Собственные исследования

В данной статье представлен краткий анализ размыва берегов Куйбышевского водохранилища, сложенных различными грунтами, на основании которого была рассчитана величина отступления бровки берега на участке перехода МНПП «Альметьевск – Н. Новгород» через реку Волга.

Трасса строительства основной и резервной ниток МНПП «Альметьевск – Н. Новгород» через реку Волга в административном отношении располагается на территории Лаишевского и Верхнеуслонского районов Республики Татарстан.

Река Волга берет начало на Валдайской возвышенности (на высоте 229 м), из ключа у д. Волговерховье в Тверской области, впадает в Каспийское море. Устье лежит на 28 м ниже уровня моря. Общее падение – 256 м. Волга является крупнейшей в мире рекой внутреннего стока.

Речная система бассейна реки Волга включает 151 тысячу водотоков, на водосборе реки располагаются 11 186 озер и водохранилищ, суммарная площадь их зеркала составляет 10 095 км².

В настоящее время водный режим реки Волга на участке перехода МНПП регулируется Куйбышевским водохранилищем.

Создание и наполнение водохранилищ до отметки НПУ в масштабе геологического времени происходит практически мгновенно. Гидрологический режим реки переходит в качественно новую форму, в контакт вступают волны и берега, не приспособившиеся к новому гидрологическому режиму. В несколько раз увеличиваются площадь водной поверхности, ширина и глубина реки. В результате формируются условия, способствующие развитию ветрового волнения на акватории, которое, в свою очередь, активизирует абразионную деятельность. Она проявляется в виде гидравлического удара воды, ударов многочисленными обломками породы, несомыми водой, и химического воздействия воды на берега. Абразия проявляется наиболее полно на участках приглубого берега, где отсутствует прибрежная отмель, энергия волны расходуется на разрушение берега.

Кроме того, обрушению берегов способствуют суточные, недельные и сезонные колебания уровней воды, вызываемые в основном неравномерной работой ГЭС. Понижение уровня при сработке водохранилища вызывает размыв аккумулятивной части прибрежной отмели. Поднятие уровня выше НПУ активизирует процессы берегоразрушения. Наиболее рельефно активизация берегоразрушения отмечается на берегах, сложенных рыхлыми отложениями.

Образованное Куйбышевским гидроузлом Куйбышевское водохранилище относится к водохранилищам с сезонным регулированием стока. Наполнение водохранилища производится ежегодно в весенний период. Накопленный объем воды срабатывается полностью или частично в том же году.

Нормальный подпорный уровень Куйбышевского водохранилища составляет 53,00 м БС, форсированный уровень, обеспеченностью 0,1 % – 56,00 м БС, горизонт сработки – 49,00 м БС.

Уровенный режим Куйбышевского водохранилища обусловлен характером регулирования Куйбышевской ГЭС в зависимости от водности года и режима работы гидроузла.

В начале половодья обеспечивается весеннее наполнение Куйбышевского водохранилища до отметки 53,00 м БС. Основной объем поступающих в водохранилище весенних вод задерживается в его чаше и затем расходуется в течение года.

Навигационная сработка водохранилища начинается после его весеннего наполнения до отметки НПУ, обычно в конце мая – начале июня.

В навигационный период уровень воды удерживается в пределах 51,50–53,00 м. При всех условиях отметка предельной сработки Куйбышевского водохранилища в период навигации не превышает 49,00 м БС. Как правило, к моменту ледостава уровень воды близок к НПУ.

Зимняя сработка водохранилища начинается с момента установления ледостава и длится до начала весеннего наполнения водохранилища. За это время уровень водохранилища может опуститься до 45,00 м.

Своеобразный режим уровня Куйбышевского водохранилища устанавливается в результате регулирования стока Чебоксарской ГЭС.

Резко меняющиеся в процессе суточного и недельного регулирования объемы попусков воды Чебоксарской ГЭС создают неустановившийся режим уровня воды в нижнем бьефе на большом протяжении от ГЭС. На изыскиваемом участке данные попуски нивелируются и не имеют значительного воздействия на уровенный режим.

Как отмечалось выше, абразионную деятельность также активизирует развитие ветрового волнения на акватории.

Условия развития ветрового волнения определяются морфологией чаши и берегов водоема, размерами акватории и ветровым режимом. При прочих равных условиях скорость, направление и повторяемость ветра являются определяющими для характера и степени развития волнения.

После строительства Куйбышевской ГЭС и наполнения водохранилища до НПУ отрицательные формы рельефа левобережной поймы на участке перехода трассы МНПП «Альметьевск – Н. Новгород» оказались под водой. Незатопленные выпуклые участки поймы (останцы) превратились в острова. В результате наполнения ширина реки Волга в створе трассы «Альметьевск – Н. Новгород» увеличилась в несколько раз. Таким образом, русловой процесс перешел в качественно новую форму.

Историческое русло реки в створе перехода имеет практически симметричный профиль поперечного сечения. Динамическая ось потока несколько смещена вправо. В настоящее время наблюдается обрушение правого берега в результате ветро-волнового воздействия и колебаний уровня воды. Обрушенный материал частично смывается в водоем, остальная часть формирует прибрежную отмель, обнажающуюся в период сработки [2].

Правый борт долины реки Волга на участке перехода пологий, высотой 80-90 м, в нижней части обрывистый. Наблюдаются многочисленные выходы подземных вод (рис. 1). Склон залесен, преобладают сосны. Склоны частично застроены дачными участками. В условиях подпора уровень воды в водохранилище достигает правобережного склона, поэтому правый борт долины является одновременно и склоном коренного берега реки Волга. Высота правого берега, являющегося нижней частью правого борта долины реки Волга, достигает 20-25 м (рис. 2). Нижняя часть берега разрушается. На фото (рис. 1 и 3) представлены абразионно-оползневые участки правого берега реки Волга вблизи участка изысканий.



Рис. 1. Выход подземных вод на правом склоне долины реки Волга



Рис. 2. Правобережный склон долины реки Волга (Куйбышевское водохранилище)
с абразионными берегами



Рис. 3. Разрушаемые в результате ветро-волнового воздействия и колебаний уровня воды участки берега на правом склоне долины реки Волга

Исходной информацией для вычислений скорости размыва берегов служат данные наблюдений (съемок) на Куйбышевском водохранилище за величиной отступления берегов за период с 1955 по 1980 гг. Сведения о величинах отступления бровки берега представлены в работе [1], средние скорости переработки берегов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Скорость переработки берегов Куйбышевского водохранилища

Породы берега	Скорость переработки, м/год		
	В период наполнения до НПУ	Впервые 10 лет после достижения НПУ	За период наблюдений с момента наполнения до НПУ по 1980 гг
Супеси, суглинки, пески мелкозернистые, вкрапления известняков	14,0–20,0	3,0–3,2	1,9–2,6
Глины, суглинки, известняки	7,0–10,5	2,5–4,3	0,8–3,2
Пески буровато-желтые, слоистые, мелкозернистые	13,0–21,0	4,1–4,4	3,2–3,4

Для расчета принята скорость переработки берега за весь период наблюдений, исключая период наполнения водохранилища.

По результатам полевых инженерно-геологических изысканий в геологическом строении участка работ принимают участие четвертичные аллювиальные, элювиально-делювиальные, элювиальные отложения и верхнепермские породы.

Правый размываемый берег в створе перехода сложен глинами, суглинками, аргиллитами.

Скорость отступления бровки берега на участках Куйбышевского водохранилища, сложенных грунтами, аналогичными грунтам на участке перехода МНПП, в среднем составляет 2,0 м/год. Средняя фактическая скорость смещения бровки берега принята в качестве расчетной.

Вывод

Величина отступления бровки правого размываемого берега на участке перехода МНПП «Альметьевск – Н. Новгород», установленная на этапе выполнения комплексных инженерно-геологических изысканий на прогнозный период 35 лет, составит 70 м, что будет учтено при разработке проектных решений.

Список литературы

1. Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Копылов И.С., Пушкарева М.В., Чиркова А.А. Оценка эффективности технологий очистки нефтезагрязненных грунтов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. –2012. - № 6. –С. 4-7.
2. Лейбович Л.О., Середин В.В., Пушкарева М.В., Чиркова А.А., Копылов И.С. Экологическая оценка территорий месторождений углеводородного сырья для определения возможности размещения объектов нефтедобычи // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. –2012. - № 12. – С. 13-16.
3. Пушкарева М.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Бахарев А.О. Инженерно-экологическая оценка территории запасов подземных вод в связи с разработкой нефтяных месторождений // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. –2013. - № 2. – С. 9-13.
4. Пушкарева М.В., Май И.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Вековшина С.А. Экологическая оценка среды обитания и состояния здоровья населения на территориях нефтедобычи Пермского края // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. –2013. - № 2. – С. 40-45.
5. Пушкарева М.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Бахарев А.О. Корректировка границ зон санитарной охраны (ЗСО) питьевого водозабора // Здоровье населения и среда обитания. –2011. - № 10. –С. 46-48.

6. Пушкарева М.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А. Комплекс санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий по охране Тулвинского водозабора // Здоровье населения и среда обитания. –2011. - № 9. –С . 14-17.
7. Пушкарева М.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А. Оценка комплекса природоохранных мероприятий для объектов нефтедобычи, находящихся на территории зоны санитарной охраны (ЗСО) поверхностного водозабора // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. –2011. - № 8. –С. 27-30.
8. Середин В.В., Галкин В.И., Пушкарева М.В., Лейбович Л.О., Сметанин С.Н. Вероятностно-статистическая оценка инженерно-геологических условий для специального районирования // Инженерная геология. – 2011. - № 4. – С. 42-47.
9. Середин В.В., Галкин В.И., Растегаев А.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В. Прогнозирование карстовой опасности при инженерно-геологическом районировании территорий. // Инженерная геология. – 2012. - № 2. –С. 40-45.
10. Середин В.В., Пушкарева М.В., Лейбович Л.О., Бахарева Н.С. Методика инженерно-геологического районирования на основе бальной оценки классификационного признака // Инженерная геология. – 2011. - № 3. –С. 20-25.
11. Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Хрулев А.С. К вопросу о формировании морфологии поверхности трещины разрушения горных пород // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2013. - № 3. – С. 85-90.

Рецензенты:

Ибламинов Р.Г., д.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой минералогии и петрографии Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.

Середин В.В., д.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой инженерной геологии и охраны недр Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.