

В.Г. Алексеев¹, AlekseevVG@rushydro.ru, Н.Г. Максимович²,
nmax54@gmail.com, А.Д. Деменев², demenevartem@gmail.com,
И.Н. Гладких¹, GladkihIN@rushydro.ru, С.З. Сафин¹, SafinSZ@rushydro.ru,
А.М. Сединин², sedinin_alexey@mail.ru, В.Т. Хмурчик²,
khmurchik.vadim@mail.ru, З.А. Черемных¹, CheremnyhZA@rushydro.ru

¹Филиал ПАО «РусГидро»-«Камская ГЭС», г. Пермь

²Естественнонаучный институт Пермского государственного национального
исследовательского университета, г. Пермь

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ НА СОСТОЯНИЕ ГТС ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассмотрено влияние загрязнения Камского водохранилища органическими веществами на эксплуатацию гидротехнических сооружений из грунтовых материалов. Приводятся результаты исследований состояния грунтовых плотин в условиях активизации микробиологических процессов, протекающих внутри плотин. Особое внимание уделено возможным источникам попадания в воды Камского водохранилища органических веществ. Предлагается уделить внимание более детальному анализу состава вод рек Чусовой и Камы для выявления источника загрязнения органическими соединениями.

Ключевые слова: гидроэлектростанция, водохранилище, микробиологические процессы, грунтовые плотины, органические вещества.

V.G. Alekseev¹, AlekseevVG@rushydro.ru, N.G. Maksimovich²,
nmax54@gmail.com, A.D. Demenev², demenevartem@gmail.com,
I.N. Gladkih¹, GladkihIN@rushydro.ru, S.Z. Safin¹, SafinSZ@rushydro.ru,
A.M. Sedinin², sedinin_alexey@mail.ru, V.T. Khmurchik²,
khmurchik.vadim@mail.ru, Z.A. Cheremnyh¹, CheremnyhZA@rushydro.ru

¹PGSC «Rushydro» - «Kamskaya HPS», Perm

²Perm State University, Institute of the Natural Science, Perm

THE INFLUENCE OF THE POLLUTION OF THE KAMA RIVER WATER RESERVOIR WITH ORGANIC SUBSTANCES ON THE STATE OF HTC MADE OF GROUNDS

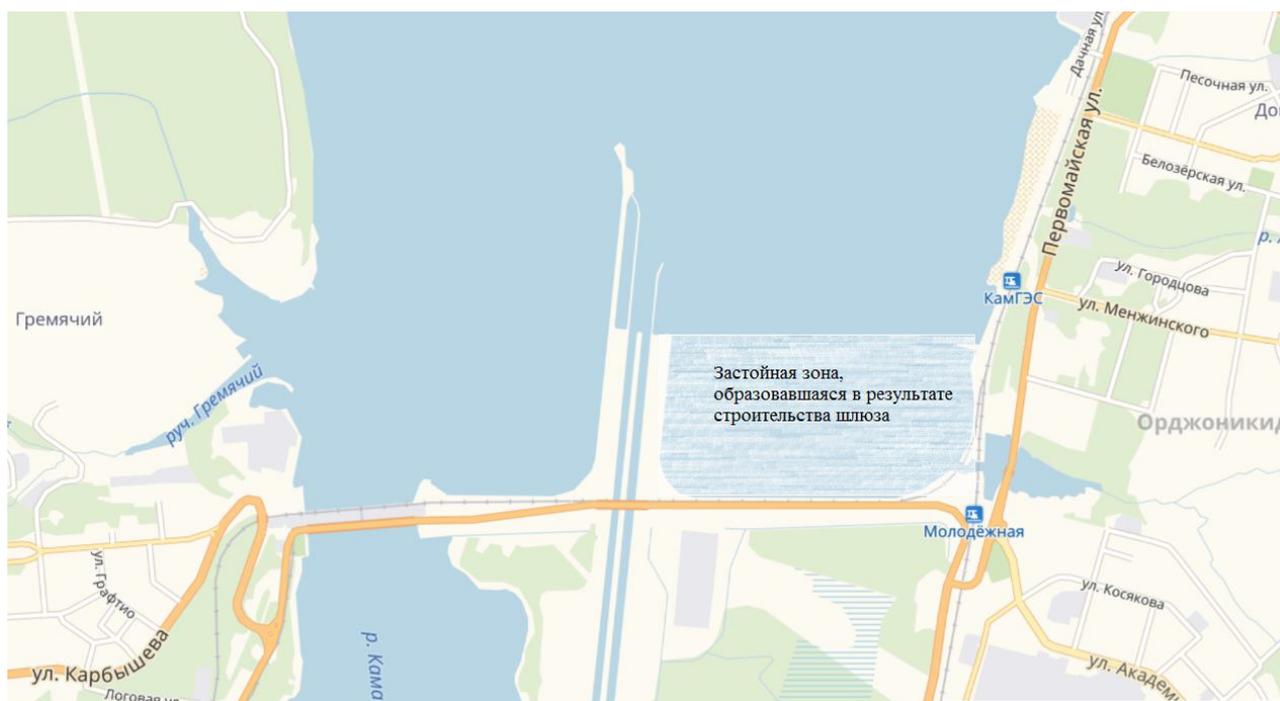
The paper describes the effect of the Kama river water reservoir pollution with organic substances on hydrotechnical constructions (HTC) made of grounds. The results of studies of the of ground dams under state in the conditions of microbiological processes water activation inside the dam's body are given. Particular attention is paid to possible sources of organic substances in the Kama river water reservoir. Authors proposed to pay attention to a more detailed analysis of the

composition of the waters of the Chusovaya and Kama rivers to identify the source of pollution with organic substances.

Key words: hydroelectric power station; water reservoir; microbiological processes; grounds dams; organic substances.

Введение

Грунтовые плотины Камской ГЭС возведены в середине XX в. намывным способом с применением местных грунтов. Створ гидроузла расположен ниже впадения р. Чусовой в р. Каму. Строительство любой гидроэлектростанции приводит к изменениям инженерно-геологических, гидродинамических и гидрохимических условий территории. В теле грунтовых сооружений появляется локальный водоносный горизонт, образованный в результате фильтрации вод из водохранилища. Вместе с водами водохранилища в грунтовые сооружения поступают органические вещества, которые приводят к активизации различных физиологических групп микроорганизмов. Стоит отметить тот факт, что в верхнем бьефе на участке пойменной плотины в примыкании со шлюзом в водохранилище образовалась застойная зона, способствующая накоплению органических веществ (рисунок).



Застойная зона в водохранилище на участке пойменной плотины

Деятельность микроорганизмов может приводить к изменению физико-механических показателей грунтов, мобилизации и выносу веществ из тела и основания плотины за счет следующих процессов и факторов:

- образование газов, повышающее напряженное состояние грунтов и вызывающее их разрыхление;
- вынос отдельных элементов из грунтов, приводящий к разрушению их минерального скелета и снижению механической прочности;

– изменение под действием микроорганизмов микроагрегатного и химического состава грунтов, диспергация глинистых агрегатов, повышение гидрофильности и как результат ухудшение прочностных и деформационных свойств;

– выделение микроорганизмами экзометаболитов, проявляющих поверхностно-активные свойства и снижающих прочность структурных связей в грунтах [1; 2].

Результаты исследования состояния грунтовых плотин Камской ГЭС

На протяжении длительного периода времени специалистами эксплуатирующей организации отмечались отложения рыжего цвета на выходах дренажной системы и интенсивное заиливание наносами дна дренажной канавы.

После внесения изменений в нормативную документацию по мониторингу за гидротехническими сооружениями появилось новое требование о необходимости контроля мутности дренируемых вод. Содержание взвешенных частиц в воде, профильтрованной через тело плотины, многократно превышало их содержание в воде водохранилища, причем величина мутности зависела от температуры окружающей среды. Результаты комплекса наблюдений за состоянием плотин свидетельствовали об отсутствии ненормативного оседания грунта тела и основания плотины.

В 2010 г. специалисты Естественнонаучного института Пермского государственного национального исследовательского университета (ЕНИ ПГНИУ) установили, что такой процесс возможен, если выносимые из плотины взвешенные вещества образуются внутри тела самой плотины из веществ, которые до этого находились в водорастворенном состоянии, т.е. не были взвешьями [3; 4; 5]. В ходе исследований было установлено, что в теле грунтовых сооружений, обитают микробные сообщества, которые в той или иной степени воздействуют на грунты тела плотины.

В 2016–2017 гг. было проведено повторное исследование, результаты которого подтвердили присутствие, а также очаговое распространение микробиологических процессов в теле грунтовых сооружений. Так в грунтах плотины были обнаружены гетеротрофные бактерии (105-107 кл/г), аммонифицирующие бактерии (104-106 кл/г), бактерии с метаболизмом бродильного типа (103-105 кл/г), железо-восстанавливающие бактерии (до 106 кл/г). Обнаружено присутствие в грунтах метанобразующих бактерий. В водах основания плотины обнаружены железо-восстанавливающие и сульфатвосстанавливающие бактерии (102-103 кл/мл). Была разработана методика подавления микробной активности в случае ее увеличения.

Внесение веществ, подавляющих активность микробиологических процессов, с проведением параллельно комплекса исследований несут в себе немалые финансовые затраты для собственника гидротехнических сооружений. В связи с этим, возникает вопрос об эффективности применения данных методов в случае регулярного поступления органических веществ из водохранилища

Таким образом, существуют природные и техногенные условия для интенсивного протекания микробиологических процессов в районе

исследований. Наибольшую угрозу представляют внешние источники поступления органического вещества, обуславливающие загрязнение водохранилища.

Основные источники поступления органических веществ

Пермский край – одна из наиболее развитых промышленных зон России. На берегах рек построено множество заводов и фабрик. Вверх по течению от Камской ГЭС располагается, например, группа компаний «ПЦБК». Ближайший к плотине целлюлозно-бумажный комбинат расположен на расстоянии около 10 км.

Целлюлозно-бумажная промышленность занимает ведущее место в составе всего лесопромышленного комплекса России. Положительным фактором роста производства в настоящее время стало эффективное использование действующих и дальнейшее освоение ранее введенных производственных мощностей по выпуску целлюлозы, газетной бумаги, картона и другой конкурентной продукции [6].

Однако предприятия целлюлозно-бумажной промышленности не полностью восстановились после кризиса, в котором находились последние годы, и на успешное развитие производства продолжают влиять, в том числе, следующие факторы:

- высокий физический и моральный уровень износа основного технологического оборудования;
- низкий уровень экологической безопасности продукции и производств [6].

Известно, что промышленные стоки целлюлозно-бумажных комбинатов загрязняют окружающую среду хлорорганическими соединениями. Источниками появления данных соединений служат делигнификация консервированной древесины и стадия отбеливания древесной целлюлозной массы. Так, при производстве 1 т картона и бумаги, вырабатываемых из неотбеленной целлюлозы, объем сточных вод составляет 10-50 м³, из отбеленной целлюлозы – 150–250 м³.

Наряду с хлорорганическими соединениями предприятия целлюлозно-бумажной промышленности загрязняют водоемы сульфитными и сульфатными щелочами, древесным волокном, корой, отходами древесины, кислотами, щелочами. В результате поступления в водоем указанных сточных вод снижается прозрачность воды, изменяется ее цвет, появляется специфический неприятный запах и привкус, увеличивается содержание взвешенных веществ, сухого и плотного остатка, сульфатов и хлоридов, возрастает окисляемость и БПК, уменьшается содержание растворенного кислорода. Волокно, содержащееся в сточных водах, поступая в водоемы, отлагается на дне непосредственно у места выпуска сточных вод и вызывает сильное загрязнение на большом участке.

Из всего вышеуказанного можно сделать вывод, что одним из наиболее активных источников поступления в воды водохранилища органических веществ может служить деятельность целлюлозно-бумажной промышленности.

Следует отметить тот факт, что на предприятиях «ПЦБК» в период 2017–2018 гг. проведена полная реконструкция и модернизация системы очистки сточных вод, что в свою очередь может положительно отразиться на состоянии тела грунтовых сооружений.

Другим возможным источником загрязнения органическими соединениями может являться затонувшая древесина. Лесосплав по р. Каме начал стремительно развиваться с 1913 по 1970 г. в связи с развернувшейся индустриализацией страны.

В 2018 г. было проведено полное подводно-техническое обследование дна акватории, прилегающей к Камской гидроэлектростанции. В результате анализа гидроакустических изображений поверхности дна в районе грунтовых плотин было обнаружено значительное количество топляка, накопленного после молевого сплава. Состояние древесины на данный момент остается неизученным.

Выводы

По результатам исследований, проведенных в периоды 2010-2011 и 2016-2017 гг. было установлено, что в грунтовых плотинах Камской ГЭС протекают микробиологические процессы, влияющие в той или иной степени на состояние сооружений. На рост активности и распространения групп микробов в теле плотины влияет поступление органических и неорганических веществ с водами водохранилища.

Для случаев возрастания активности микробных процессов, специалистами ЕНИ была разработана методика их подавления.

Данная проблема требует более детального изучения возможных источников поступления непрерывного питания (т.е. органических соединений) для микробных сообществ грунтовых плотин.

Библиографический список

1. *Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т.* Влияние микроорганизмов на минеральный состав и свойства грунтов // Вестник Пермского университета. Сер. Геология. 2012. Вып. 3 (16). С. 47–54.
2. *Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т.* Микробиологические процессы в грунтовых плотинах. Инженерные изыскания. 2013. № 9. С. 46–51.
3. *Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т., Деменев А.Д.* Роль микроорганизмов в повышении мутности дренажных вод плотины // Гидротехническое строительство. 2015. № 11. С. 55–58.
4. *Maksimovich N.G., Khmurchik V.T.* The Influence of Microbiological Processes on Subsurface Waters and Grounds in River Dam Basement // Engineering Geology for Society and Territory. Vol. 6 «Applied Geology for Major Engineering Projects» (Lollino G. et al. Eds.) – Springer, 2015. – P. 563–565.
5. *Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т., Деменев А.Д., Сединин А.М.* Биотехнологический метод подавления метаногенеза в грунтовых плотинах // Гидротехническое строительство. 2019. № 1. С. 15–22.

6. *Кожемяко Н.П.* Состояние развития и концентрация производства целлюлозно-бумажной промышленности Российской Федерации // Лесной вестник. 2008. №4. С. 124–129.