

ОЦЕНКА АССИМИЛИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО СОДЕРЖАНИЮ В ВОДЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ФЕНОЛОВ

Е. Э. Матвеева, А. Б. Китаев

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Россия, kitaevab1953@gmail.com*

В настоящем сообщении представлены материалы по оценке ассимилирующей способности Воткинского водохранилища по содержанию в воде нефтепродуктов и фенолов. Выбор этих компонентов химического состава воды определялся тем фактом, что именно эти вещества являются важнейшими загрязнителями для исследуемого водоема. Ассимилирующая способность оценена за многолетний период времени настоящего столетия (2001-2023 гг.). Материалом для исследования послужили фондовые данные ФГУ «Камводэксплуатации». Анализ материалов дан за характерные по водности годы и основные фазы водного режима водоема по густой сети разрезов в пределах Пермско-Краснокамского промышленного комплекса и по более разряженной сети в остальной части водохранилища. Основной вывод исследования – водоем справляется с поступающим загрязнением нефтепродуктами, чего нельзя сказать про фенолы.

Ключевые слова: водохранилище; химический состав воды; содержание в воде нефтепродуктов и фенолов; ассимилирующая способность водоемов.

Введение. Актуальность исследования определяется тем фактом, что камские водохранилища по-прежнему подвержены сильному антропогенному воздействию. В последнее десятилетие проведены большие мероприятия по снижению этого воздействия, однако говорить о хорошем качестве воды, особенно в районах расположения промышленных комплексов, явно преждевременно.

Цель настоящего исследования – показать, справляется ли Воткинское водохранилище с его загрязнением нефтепродуктами и фенолами в различные по водности годы и в разные фазы режима водоема. Для такой оценки использовано понятие «ассимилирующая способность водоема».

Ассимилирующая способность – максимально возможное количество определенного ингредиента, которое может принять данный водный объект за выделенный период без ухудшения качества воды в соответствии с нормативами, то есть без превышения рыбохозяйственных или санитарно-гигиенических ПДК.

Материалы и методы исследований. Для расчета данного показателя в исследовании принималась первая из отмеченных ПДК, так как

Воткинское водохранилище рыбохозяйственный водоем. Материалом для исследования послужили фондовые данные ФГУ «Камводэксплуатации» за 2001-2023 гг. [3].

Для анализа ассимилирующей способности было решено выбрать среди всего исследуемого периода (2001-2023 гг.) разные годы по водности: многоводный – 2019 г. (P = 4,2%), средние по водности – 2005 г. (P = 54,2 %) и 2018 г. (P = 37,5 %) и маловодный – 2023 г. (P = 95,8 %) .

В настоящее время для оценки средних годовых/среднемесячных/сезонных концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) в речном стоке в основном используются два метода [2]. В одном из этих методов расчетная величина средней годовой концентрации определяется без учета водности, как среднее арифметическое значение по всем измеренным значениям концентраций в i-месяц, то есть:

$$C_{\phi(\text{cp})} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{\phi,i} \quad (1)$$

где: $C_{\phi(\text{cp})}$ – средняя концентрация вещества в рассматриваемой точке контроля;

$C_{\phi,i}$ – i-е значение концентрации вещества в этой точке; n – число значений $C_{\phi,i}$, взятых для определения $C_{\phi(\text{cp})}$.

В представленной работе ассимилирующая способность водного объекта оценивалась в соответствии с рекомендациями, изложенными в Методических указаниях «Расчет региональных предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в поверхностных водных объектах» [1]. Ассимилирующая способность определяется по формуле:

$$W_{\text{ac}} = Q_{\text{cp}} \cdot (\text{ПДК} - C_{\phi}) \cdot N_{\text{сек}} / 1000000, \text{ т} \quad (2)$$

где Q_{cp} – средний расход в фоновом створе водного объекта за рассматриваемый период (год, сезон, месяц), м³/с; C_{ϕ} – концентрация ингредиента в фоновом створе водного объекта, средняя за рассматриваемый период (год, сезон, месяц), мг/дм³; $N_{\text{сек}}$ – число секунд в рассматриваемом периоде (год, сезон, месяц).

В формуле (2) Q_{cp} находился с помощью интерполяции между измеренными расходами воды. Так как основным приходным компонентом Воткинского водохранилища является сброс воды с Камской ГЭС, который составляет 95-98 % от общей суммы прихода воды в водоем, а боковая приточность составляет всего 5 %, то большой разницы между величиной сброса воды через Камский гидроузел и в конкретных створах по длине Воткинского водохранилища нет.

Результаты и их обсуждение. Как показал анализ, ассимилирующая способность Воткинского водохранилища при продвижении вниз по течению в многоводный 2019 г. по нефтепродуктам в период весеннего наполнения достаточно равномерно распределена в пределах промышленных комплексов (от 145 до 170 т/сезонов). В створе г. Оханск и с. Елово способность водоема принимать нефтепродукты возрастает до 670 т/сезон, а уже в г. Чайковском эта способность уменьшается до 400 т/сезон. В период летне-осенней стабилизации уровня воды значения ассимилирующей способности возрастают (в пределах промышленных комплексов от 230 до 450 т/сезон; в г. Оханске и ниже по течению от 1069 до 1627 т/сезон). В фазу зимней сработки водоема количество нефтепродуктов, которое может принять в себя водохранилище почти в два раза меньше, чем в предыдущий период. В многоводные годы ассимиляция фенолов от плотины Камской ГЭС и до 1 км ниже п. Усть-Нытва происходит не может, а ниже г. Оханска может успешно ассимилировать фенол до 16 т/сезон в период весеннего наполнения, до 14 т/сезон в летне-осеннюю стабилизацию и до 5 т. в зимнюю сработку водоема.

В маловодный 2023 г. может происходить ассимиляция нефтепродуктов вне зависимости от сезона. Так во время весеннего наполнения у плотины Камской ГЭС способность принимать нефтепродукты без нарушения норм качества воды равнялась 453 т/сезон, далее вниз по течению до створа п. Нижние Муллы ассимилирующая способность увеличивается, а еще ниже происходит значительное уменьшение ассимиляции. Уже в г. Чайковском (почти у плотины Воткинской ГЭС) ассимилирующая способность достигает отрицательного значения. В период летне-осенней стабилизации и зимней сработки ассимиляция происходит неравномерно, но на всех анализируемых постах есть способность принимать нефтепродукты без нарушения норм качества воды. Ассимиляция фенолов в маловодный год в период летне-осенней стабилизации по длине всего водохранилища невозможна. Это связано с значительным превышением ПДК этого загрязняющего вещества. Во время зимней сработки ассимиляция имеет неравномерный характер: у плотины Камской ГЭС способность принимать фенолы составляет 3,15 т/сезон, у д. Чирки – 1,61 т/сезон, в створе г. Краснокамска – 1,62 т/сезон, у г. Оханск – 1,65 т/сезон, с. Елово – 3,31 т/сезон и в г. Чайковский – 1,66 т/сезон.

Ассимиляция нефтепродуктов средние по водности годы немного отличается от многоводных лет. Например, в 2005 г. водохранилище может принимать нефтепродукты без нарушения норм качества воды в 5 створах в период весеннего наполнения (от 67 до 407 т/сезон), в 9 створах в фазу летне-осенней стабилизации уровня воды (до 229 т/сезон) и в зимнюю сработку на всех створах. При продвижении вниз по течению ассимилирующая способность по нефтепродуктам увеличивается до г. Краснокамска, а, ниже по течению начинает уменьшаться до г. Оханска, а после него снова

увеличивается. В 2018 г. водохранилище способно было принимать нефтепродукты от 50 до 530 т/сезон в период весеннего наполнения, от 200 т/сезон до 1,05 т/год в летне-осеннюю стабилизацию уровня воды, и от 70 и до 440 т/сезон – в зимнюю сработку водоема. Фенолы в 2005 и 2018 гг. почти на всех створах водоем принимать не может. Исключением стал створ у г. Оханска в период весеннего наполнения (2005 г. – 15 т/сезон, 2018 г. – 13 т/сезон), а также створ у с. Елово (в период зимней сработки – 5 т/сезон) и створ г. Чайковский в 2018 г. (во время весеннего наполнения – 6,8 т/сезон, зимней сработки – 2,6).

Заключение. 1). Анализ ассимилирующей способности показал, что Воткинское водохранилище может успешно принимать нефтепродукты до 520 т/сезон во время весеннего наполнения, до 575 т/сезон в летне-осеннюю стабилизацию и до 265 т/сезон в период зимней сработки водоема даже в самый маловодный год. Потенциальная вместимость водохранилища достаточно велика в многоводные годы, когда ассимиляция может достигать до 1627 т/сезон (период летне-осенней стабилизации 2019 г. в г. Чайковский). В средние по водности годы ассимиляция нефтепродуктов абсолютно неравномерная. Это хорошо доказывает, что содержание нефтепродуктов в первую очередь зависит от антропогенного фактора. 2) Ассимиляция фенолов в водохранилище на большинстве створов не может происходить. Это связано с тем, что водохранилище очень сильно подвержено загрязнению ими. 3) Анализ показал, что ассимилирующая способность водоема очень неравномерна в течение года. Больше всего нефтепродуктов можно сбросить в период весеннего наполнения водоема, меньше всего – в период его зимней сработки. А от сбросов фенолов в реку Каму лучше воздержаться.

Библиографические ссылки

1. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты. Утверждены приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 12.12.2007 № 328. М. : МПР Российской Федерации, 2008. 80 с.

2. Справочник по гидрохимии / Под ред. А. М. Никанорова. Л. : Гидрометеиздат, 1989. 391 с.

3. Фондовые материалы ФГУ по эксплуатации Камского и Воткинского водохранилищ «Камводэксплуатация» за период наблюдения 2001-2023 гг. биосферная роль, биоразнообразие, экологические риски. Материалы международной конференции. Красноярск, 16–20 сентября 2024 г. Красноярск : ИЛ СО РАН, 2024. С. 12-13.