

В.В. Кульнев¹, В.А. Почечун²**ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬГОЛИЗАЦИИ ПИТЬЕВЫХ ВОДОЕМОВ НИЖНЕТАГИЛЬСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА**¹ООО НПО «Альгобиотехнология», Ленинский пр-т, д. 15, г. Воронеж, Россия, 394029²ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», ул. Куйбышева, д. 30, г. Екатеринбург, Россия, 620144

В данной работе описан опыт применения биологической реабилитации методом коррекции альгоценоза (альголизация) питьевых водоемов Нижнетагильского промышленного узла. Работы по биологической реабилитации Черноисточинского и Верхне-Выйского питьевых водохранилищ, проводимые в 2011–2012 гг., привели к значительному улучшению качества воды по эколого-гидрохимическим и эколого-гидробиологическим параметрам, о чем свидетельствовало отсутствие «цветения» водоемов сине-зелеными водорослями, снижение индекса сапробности. Произошло значительное снижение концентрации таких загрязняющих веществ как тяжелые металлы — железо, марганец, медь, нефтепродукты, уменьшение запаха и улучшение качества воды по гидрохимическим показателям до второго класса по индексу загрязнения воды.

Ключевые слова: сине-зеленые водоросли (цианобактерии), альголизация, поллютанты, тяжелые металлы, мониторинг, источники питьевого водоснабжения, Нижнетагильский промышленный узел.

V.V. Kul'nev¹, V.A. Pochechun². **Algolization of drinkable water basins in Nizhny Tagil industrial complex**¹Algobiotekhnologiya ООО (LLC) Research and Production Association, Leninsky prosp. 15, Voronezh, Russian Federation, 394029²Federal State Institution of Higher Professional Education «Ural State Mining University», ul. Kuybysheva 30, Yekaterinburg, Russian Federation, 620144

The article covers experience of biologic rehabilitation through correction of algocenosis (algolization) of drinkable water basins in Nizhny Tagil industrial complex. Biologic rehabilitation of Chernoishtochnik and Verhne-Vyisky drinkable water basins in 2011–2012 considerably improved water quality in ecologic hydrochemical and hydrobiologic parameters — that was proved by absent water contamination with blue-green algae, lower saprobiont index. Results also are significant lower concentration of pollutants — heavy metals (ferrum, manganese, copper), oil products, decreased odor and and better water quality in hydrochemical parameters to second class according to water pollution index.

Key words: cyanobacteria, algolization, pollutants, heavy metals, monitoring, drinkable water sources, Nizhny Tagil industrial complex.

На территории Нижнетагильского промышленного узла имеются многочисленные горные и металлургические предприятия, оказывающие негативное влияние на природную среду. Такое влияние проявляется в повышенном содержании, например, тяжелых металлов: V, Mn, Co, Ti, Cu, Zn, Fe и др. во всех компонентах окружающей среды (атмосферном воздухе, природных водах, почвах, биоте) по сравнению с нормативными значениями. По данным А.И. Семячкова, А.А. Фоминых, В.А. Почечун в поверхностных водах (р. Сухая Ольховка, р. Мокрая Ольховка, р. Тагил) концентрации сидерафильных элементов составляют от 5–10 ПДК до нескольких десятков ПДК. В подземных водах территории Нижнетагильского промышленного узла концентрации тяжелых металлов превышают фоновые значения в несколько раз. Данные концентрации тяжелых металлов устойчивы и наблюдаются в течение длительного периода времени [8,9].

Экологическое состояние Черноисточинского и Верхне-Выйского питьевых водохранилищ, расположенных в южной части Нижнетагильского промышленного узла и питающих их рек за последнее десятилетие в результате

детериорации значительно ухудшилось. Значительно ухудшилось качество питьевой воды не только по содержанию загрязняющих веществ, но и по органолептическим показателям. Как показано выше, ведущими поллютантами признаны тяжелые металлы, источники поступления которых в компоненты окружающей среды имеют как природное, так и техногенное происхождение в результате выбросов промышленными предприятиями в атмосферный воздух загрязняющих веществ, сбросов сточных вод и пыления с отвалов.

Еще одной экологической проблемой является «цветение» данных водоемов. Массовое развитие сине-зеленых водорослей с накоплением их избыточной биомассы создает технические трудности при подаче воды в городскую водопроводную сеть, наряду с тяжелыми металлами ухудшая ее химический состав и санитарные показатели.

При доминировании сине-зеленых водорослей в структуре фитопланктонного сообщества происходит целый ряд негативных процессов, значительно ухудшающих качество питьевой воды. А именно, разложение биомассы цианобактерий приводит к неприятному запаху, к расходу значительного количества растворенного кислорода, приводящему к

заморным явлениям. В ходе вегетации сине-зеленые водоросли продуцируют нейро- и гепатоксины (микроцистин, анатоксин), антитодов к которым в настоящее время не существует. Поэтому особую озабоченность вызывает ухудшение качества воды в результате детериорации в связи с тем, что Черноисточинское и Верхне-Выйское водохранилища используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения Нижнего Тагила и пригородного района.

Целью исследования является оценка изменения качества воды в питьевых водоемах Нижнетагильского промышленного узла в период проведения их альголизации планктонным штаммом микроводосли хлореллы на основе данных эколого-гидрохимического и эколого-гидробиологического мониторинга [1–4].

Материал и методики. С целью структурной перестройки фитопланктонного сообщества [5] и решения указанных экологических проблем проводилась альголизация водоемов представителем зеленых микроводорослей — штаммом *Chlorella vulgaris* ИФР №С–111 для увеличения роли зеленых водорослей и решения экологических проблем. Ввиду того, что между зелеными и сине-зелеными водорослями складываются антагонистические отношения, хлорелла подавляет развитие сине-зеленых водорослей за счет прямой конкуренции [7].

Методика проведения сезонного цикла альголизации включает несколько временных этапов, приуроченных к различным гидрологическим режимам. Подледное вселение хлореллы проводится в начале весны и является основным. Затем проводится послепагодковое (конец мая) и летнее (в июле) вселение [6].

Перед началом работ по биологической реабилитации водоема методом коррекции альгоценоза (альголизации) производится расчет нормы вселения хлореллы для каждого конкретного водоема в зависимости от морфометрической структуры водоема, загрязненности воды.

Для определения эколого-гидробиологического состояния водоемов до начала биологической реабилитации была проведена визуальная оценка состояния воды в вегетационный сезон 2010 г. Оценка эколого-гидрохимического состояния носила качественный характер и основывалась на архивных данных Нижнетагильского водоканала по Черноисточинскому и Верхне-Выйскому гидроузлам.

Результаты исследования и их обсуждение. Биологическая реабилитация водохранилищ привела к тому, что помимо отсутствия «цветения» сине-зелеными водорослями проводимые параллельно мониторинговые работы эколого-гидрохимического и эколого-гидробиологического состояния этих водных объектов показали, что произошло значительное улучшение качества воды. Эколого-гидрохимический мониторинг заключался в ежемесячном (апрель–сентябрь) отборе проб воды и их химическом анализе по 21 компоненту и двум показателям.

В первую группу входили компоненты и показатели, концентрация и значения которых при отсутствии залповых поступлений подчиняется закономерным сезонным изменениям. В данную группу входят макрокомпоненты: кальций, магний, натрий, калий, хлориды, гидросульфаты и гидрокарбонаты. Изменение их содержания приурочено к условиям питания водоема, изменяющимся посезонно. Содержание растворенного в воде кислорода имеет температурную зависимость. Также к данной группе относятся

такие показатели как общая жесткость, биохимическое и химическое потребление кислорода.

Компоненты и показатели, которые имеют стохастический характер изменения концентрации, входят во вторую группу. Это, прежде всего, тяжелые металлы, фенолы, анионоактивные синтетические поверхностно-активные вещества, нефтепродукты, неорганические формы азота и фосфора. Тяжелые металлы имеют атмосферный характер поступления в водоемы, т. к. первоначально они депонируются в снеговых отложениях, и их концентрации в водоемах резко увеличиваются в весенний период, но в течение года имеют тенденцию к снижению.

Повышенное содержание аммонийного азота свидетельствует о свежем поступлении загрязнения. Затем данный компонент под действием хемоавтотрофных нитрификаторов переходит в наиболее токсичную форму — нитритный азот. Данное соединение неустойчиво и под действием бактерий второй фазы нитрификации переходит в нитратную форму.

Был проведен сравнительный анализ изменения экологической ситуации на исследуемых водохранилищах в 2011 и 2012 гг. Содержание растворенного кислорода в воде исследуемых водохранилищ повысилось и трехкратно превысило минимальную норму. Данный факт говорит о пользе альголизации водоема: если даже в самый жаркий месяц — июль — концентрация кислорода находилась на уровне 11 мг/дм³ для Верхне-Выйского, и 13,5 мг/дм³ для Черноисточинского водохранилища.

По такому сидерофильному элементу как марганец сложилась обратная ситуация, выражающаяся в снижении содержания данного компонента. Данный факт объясняется высоким содержанием кислорода — мощнейшего окислителя, который переводит марганец в высшие валентности, обуславливающие образование минеральных форм этого поллютанта в донных отложениях. Кроме того, в обоих водоемах в течение 2012 г. качество воды по сравнению с предыдущим годом улучшилось по следующим показателям, контролируемым водоканалом Нижнего Тагила: сульфаты, запах, химическое потребление кислорода, нитраты, хлориды, марганец, железо и нефтепродукты.

В структуре фитопланктонного сообщества исследованных водоемов доминируют диатомовые водоросли. Их гегемония нарушается золотистыми (в мае) и зелеными (в июле) водорослями. Это определяет высокое качество питьевой воды. Виды сине-зеленых водорослей, вызывающие «цветение» воды присутствуют в незначительных количествах, что доказывает положительный результат применения биологической реабилитации методом коррекции альгоценоза в целях улучшения качества питьевой воды, подаваемой населению.

Выводы. 1. Данные эколого-гидробиологического анализа показали, что работы по альголизации водоемов привели к положительным результатам. В частности, в структуре альгоценозов обоих водоемов в массовом количестве отсутствовали виды цианобактерий (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria* и *Microcystis*), вызывающих «цветение» воды. 2. Применение биологической реабилитации Черноисточинского и Верхне-Выйского водохранилищ методом коррекции альгоценоза привело к улучшению основных показателей качества воды: органолептических показателей, повышению содержания растворенного кислорода, уменьшению индекса загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологическая реабилитация Верхне-Выйского водохранилища методом коррекции альгоценоза в 2011 году: отчет о научно-исследовательской работе / Лухтанов В.Т., Кульнев В.В., Косинова И.И., Валяльщикова А.А., Животова Е.Н., Силина А.Е., Анциферова Г.А. — Воронеж: ООО НПО «Альгобиотехнология», 2011 г.
2. Биологическая реабилитация Верхне-Выйского водохранилища методом коррекции альгоценоза в 2012 г.: отчет о научно-исследовательской работе / Лухтанов В.Т., Кульнев В.В., Попов А.Н., Павлюк Т.Е. — Воронеж: ООО НПО «Альгобиотехнология», 2012 г.
3. Биологическая реабилитация Черноисточинского водохранилища методом коррекции альгоценоза в 2011 г.: отчет о научно-исследовательской работе / Лухтанов В.Т., Кульнев В.В., Косинова И.И., Валяльщикова А.А., Животова Е.Н., Силина А.Е., Анциферова Г.А. — Воронеж: ООО НПО «Альгобиотехнология», 2011 г.
4. Биологическая реабилитация Черноисточинского водохранилища методом коррекции альгоценоза в 2012 г.: отчет о научно-исследовательской работе / Лухтанов В.Т., Кульнев В.В., Попов А.Н., Павлюк Т.Е. — Воронеж: ООО НПО «Альгобиотехнология», 2012 г.
5. Богданов Н.И. Биологическая реабилитация водоемов. — Пенза, 2008. — 137 с.
6. Кульнев В.В. и др. // Вестн. Воронежского госуниверситета. Серия Геология. — 2014, — №1. — С. 110–118.
7. Попов А.Н. и др. // М-алы Всерос. конф. «Приоритетные направления экологической реабилитации Воронежского водохранилища». — Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2012 г.
8. Почечун В.А. // Вопр. совр. науки и практики. — 2013. — № 1 (45). — С. 10–17.
9. Семячков А.И. и др. Мониторинг и защита окружающей среды железорудных горно-металлургических комплексов. — Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2008. — 243 с.

REFERENCES

1. Lukhtanov V.T., Kul'nev V.V., Kosinova I.I., Valyal'shchikova A.A., Zhivotova E.N., Silina A.E., Antsiferova G.A. Biologic rehabilitation of Verhne-Vyisk water basin through correction of

algcenosis in 2011: report on research work. — Voronezh: ООО НПО «Al'gobiotekhnologiya», 2011 (in Russian).

2. Lukhtanov V.T., Kul'nev V.V., Popov A.N., Pavlyuk T.E. Biologic rehabilitation of Verhne-Vyisk water basin through correction of algcenosis in 2012: report on research work. — Voronezh: ООО НПО «Al'gobiotekhnologiya», 2012 (in Russian).

3. Lukhtanov V.T., Kul'nev V.V., Kosinova I.I., Valyal'shchikova A.A., Zhivotova E.N., Silina A.E., Antsiferova G.A. Biologic rehabilitation of Chernoishtochnik water basin through correction of algcenosis in 2011: report on research work. — Voronezh: ООО НПО «Al'gobiotekhnologiya», 2011 (in Russian).

4. Lukhtanov V.T., Kul'nev V.V., Popov A.N., Pavlyuk T.E. Biologic rehabilitation of Chernoishtochnik water basin through correction of algcenosis in 2012: report on research work. — Voronezh: ООО НПО «Al'gobiotekhnologiya», 2012 (in Russian).

5. Bogdanov N.I. Biologic rehabilitation of water basins. — Penza, 2008. — 137 p. (in Russian).

6. Kul'nev V.V., et al. // Vestnik Voronezhskogo gosuniversiteta. Seriya Geologiya. — 2014. — 1. — P. 110–118 (in Russian).

7. Popov A.N., et al. // Materials of Russian conference «Priority directions of ecologic rehabilitation of Voronezh water basin. — Voronezh: Izd-vo «Nauchnaya kniga». — 2012 (in Russian).

8. Pochechun V.A. // Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. — 2013. — 1(45). — P. 10–17 (in Russian).

9. Semyachkov A.I., et al. Monitoring and protection of environment near ferrum ore metallurgy complex. — Yekaterinburg: Institut ekonomiki UrO RAN, 2008; 243 p. (in Russian).

Поступила 08.12.2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кульнев Вадим Вячеславович (Kul'nev V.V.);
дир. по науке ООО НПО «Альгобиотехнология», канд.
геогр. наук. E-mail: abt-vrn@yandex.ru.

Почечун Виктория Александровна (Pochechun V.A.);
доц. ФГБУ ВПО «Уральский государственный гор-
ный университет», канд. геолого-минер. наук. E-mail:
viktoriyapochechun@mail.ru.

УДК 614.7

О.А. Рапопорт, Г.Н. Рудой, И.Д. Копылов

ВОЗМОЖНОСТИ МИНИМИЗАЦИИ КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА ОРГАНИЗАЦИЮ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

ООО «УГМК-Холдинг», пр. Успенский, 1, Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, 624091

В статье рассмотрен вопрос санитарно-защитных зон (СЗЗ) с точки зрения принятых экологических решений и экономической составляющей, и подход к расчету наиболее оптимального соотношения между ними.

Ключевые слова: расчетная санитарно-защитная зона, воздухоохраные мероприятия, минимизация капитальных затрат.