

исследования свидетельствуют о том, что использование гидрофитов позволяет значительно уменьшить уровень концентрации химических элементов в исследуемых водах. Эффективность очистки составила: для Cu – 99%, Zn – 90%, Pb – 99%.

На основании проведенных исследований разработаны предложения, направленные на снижение негативного воздействия промышленных сточных вод на компоненты биосферы. Предполагается в дальнейшем продолжить изучение названной проблемы.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-17-10016), ФГБОУ ВО "Тихоокеанский государственный университет».*

### **Список литературы**

1. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989. 261 с.
2. Колесников Б. П., Моторина Л. В. Методы изучения биогеоценозов в техногенных ландшафтах // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов.- М., 1978. - С. 5-12.
3. Гула, К.Е. Использование водных растений в процессе очистки сточных вод золотодобывающих предприятий / К.Е. Гула, Л.Т. Крупская, А.М. Дербенцева, Н.Г. Волобуева // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 5. – С. 144-147.
4. Гула, К.Е. К вопросу оценки хвостохранилища как источника загрязнения объектов природной среды / К.Е. Гула, Л.Т. Крупская, А.М. Дербенцева, К.В. Ионкин, А.В. Крупский // Горный – информационно-аналитический бюллетень. ОВ, ДВ-2. – 2009.– № 5. – С. 234-242.
5. Ворошилов В.Н. Определитель растений советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 672 с.

## **БИОЛОГО – ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ВОЗДУХА) ОТ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ГРЭС**

В.А. Милюткин, И.В. Бородулин  
ФГБОУ ВО Самарская государственная  
сельскохозяйственная академия, ООО «ЭКОВОЛГА»,  
г. Самара

В природной среде значительное место, как на суше, так и в воде, более 3 млрд. лет занимают сине-зеленые водоросли – цианобактерии. Наряду с большой пользой для планеты по выработке кислорода, цианобактерии несут и отрицательные, причем порой глобальные, последствия – загрязняя водоемы, ухудшая качество воды, вызывая замор рыб и т.д.

Сине-зеленые водоросли при их значительном распространении в мире представляют по предварительным оценкам существенные потенциальные

топливно-энергетические ресурсы из-за высокого содержания в них углерода (С) и эффективной возможности переработки водорослей для получения биотоплива (биотопливо третьего поколения)[1].

Научно-производственное предприятие ООО «ЭКОВОЛГА», принимая во внимание колоссальный природный потенциал одной из крупнейших водных артерий Мира – реку Волгу, с участием ведущих научно-исследовательских организаций, в том числе – Российская академия наук, разрабатывает различные технологии и технические средства для эффективного использования в народном хозяйстве сине-зеленых водорослей.

На основании имеющихся в этой области знаний – научных достижений – ООО «ЭКОВОЛГА» исследует и разрабатывает технические средства и технологии как по уничтожению (в возможных пределах – снижению концентрации) [1,2,3], так и по использованию сине-зеленых водорослей, собирая их и перерабатывая в органические удобрения и биотопливо для нужд народного хозяйства [4,5,6,7,8].

Поставленная задача решается предлагаемым способом [7,8] утилизации продуктов сгорания энергоустановок, использующих преимущественно природный газ, содержащий следующие этапы: откачку части топочных газов из дымовой трубы энергоустановки, например, ГРЭС, направление указанных газов через распылители, на производство биомассы микроводорослей (сине-зелёных, в том числе хлореллы) в ёмкостях необходимого объёма, в качестве которых могут использоваться фитореакторы, центробежные растильни или шлюзовые ёмкости водоёмов вблизи энергоустановки; прокачку воды с микроводорослями из указанных ёмкостей через фильтр-концентратор с обратным осмосом, где происходит разделение жидкости на чистую воду и концентрат микроводорослей; подачу указанного концентрата в биореактор и дополнительное обогащение концентрата диоксидом углерода из топочных газов, плазменную обработку концентрата водорослей путём использования несгораемых электродов, под повышенным давлением, разделение концентрата водорослей в результате плазменной обработки на составляющие с выделением биотоплива; подачу обработанного таким образом концентрата водорослей в ректификационную колонну, где выделяется свободный этанол, используемый далее как горючее вещество для двигателей или горелок.

Предлагаемый способ утилизации продуктов сгорания используется следующим образом [8]: для снижения выброса вредных веществ в атмосферу и утилизации продуктов сгорания, прежде всего углекислого газа, производят откачку части топочных газов из дымовой трубы ГРЭС и направляют указанные газы на производство биомассы микроводорослей (сине-зелёных, в том числе хлореллы). Микроводоросли производят с увеличением их концентрации в естественных или искусственных ёмкостях необходимого объёма, в качестве которых могут использоваться, например, фитореакторы, центробежные растильни или шлюзовые ёмкости водоёмов вблизи ГРЭС. Углекислый газ в эти ёмкости подаётся, например, через распылители. Кроме того, углекислый газ имеет высокую температуру, за счёт чего подогревает воду в ёмкости и тем самым создаются благоприятные условия для быстрого

размножения микроводорослей. В шлюзовых ёмкостях водоёмов размножение водорослей идёт при естественном освещении, в фитореакторах и в центробежных растильнях – при искусственном освещении. После того, как микроводоросли размножились в необходимом количестве, осуществляют прокачку воды с микроводорослями из указанных ёмкостей через фильтр-концентратор с обратным осмосом, где происходит разделение жидкости на чистую воду и концентрат микроводорослей. Затем подают указанный концентрат в биореактор и дополнительно обогащают концентрат диоксидом углерода из топочных газов. В биореакторе проводят плазменную обработку концентрата водорослей, путём использования несгораемых электродов.

Плазменную обработку проводят под повышенным давлением. Под действием плазмы, происходит разделение концентрата водорослей на составляющие с выделением биотоплива. Из концентрата сине-зелёных водорослей можно выделять этанол, так как его содержание в сине-зелёных водорослях достигает 50 % от сухого веса. Разделённый таким образом концентрат подают по трубопроводу в ректификационную колонну, где выделяется свободный этанол, используемый далее как горючее вещество для двигателей или горелок, и концентрат отходов водорослей после переработки, который может использоваться для приготовления кормов, в фармакологии и косметологии или в качестве органических удобрений.

Данный способ позволяет снизить выброс углекислого газа в атмосферу, уменьшить экологическую нагрузку от ГРЭС на окружающую среду, получить дешёвое биотопливо и биомассу водорослей для дальнейшего использования в кормовых, медицинских, косметических целях или в качестве органических удобрений.

### Список литературы

1. Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н.; Патент на изобретение «Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата», RU 2548075, МПК С 02 F 3/00, дата подачи заявки 24.06.2013, дата публикации заявки 27.12.2014 Бюл № 36, опубликовано 10.04.2015г., Бюл. № 10.

2. Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В., «Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей», RU 2555896 С 02 F 1/00, дата подачи заявки 20.02.2014, опубликовано 10.07.2015 Бюл. №19.

3. Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В., Котов Д.Н. «Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей», RU 2551172 E 02 B 15/04 A 01 D 44/00, дата подачи заявки 28.01.2014, опубликовано 20.05.2015 Бюл. №14.

4. Милюткин В.А., Техническое устройство и технология для биологической, бактериологической борьбы с сине-зелеными водорослями [Текст]/ В.А. Милюткин, С.П. Симченкова, Г.В. Кнурова, С.А. Толпекин, И.В. Бородулин, З.П. Антонова. // Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции – 28-29 марта 2014г. Санкт – Петербург. – 2014. – С. 83-85.

5. Милюткин В.А. Технологии и технические средства механического сбора сине-зеленых водорослей в водоеме [Текст] / В.А. Милюткин, Г.В. Кнурова, С.П. Симченкова, В.Н. Сысоев, И.В. Бородулин, З.П. Антонова// Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции – 28-29 марта 2014г. Санкт-Петербург. – 2014. – С. 79-82.

6. Milyutkin V., Borodulin J., Antonova Z., Strebkov N., *Technical tools for safe environmental protection in reservoirs “Applied Sciences and technologies in the United States and Europe: common challenges and scientific findings”*: Papers of the 7th International Scientific Conference ( June 25, 2014). Cibunet Publishing. New York, USA. - 2014 - P.131-136.

7. Milyutkin V, Borodulin I, *Technologies and technical means (at the level of inventions - patents) effective use of blue- green algae (cyanobacteria)*// «Технологии и технические средства (на уровне изобретений - патентов) эффективного использования сине-зеленых водорослей (цианобактерий)». *American Journal of Science and Technologies*, “Princeton University Press”, 2015, № 2. (20), (July-December). - 595-601 p.

8. Милюткин В.А., Бородулин И.В. Энергосберегающая технология сбора и утилизации сине-зеленых водорослей с открытых водных поверхностей мобильным, автономным комплексом // Международная научно-практическая конференция Энергосбережение в сельскохозяйственном производстве - 25-26 ноября 2015г. Ярославль. - 2015. - С. 45-52.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМОВ С РАЗРАБОТКОЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СБОРА СИНЕ ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ**

В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, Г.В. Кнурова  
ФГБОУ ВО «Самарская государственная  
сельскохозяйственная академия»,  
ООО «ЭКОВОЛГА»,  
г. Самара

Сине-зеленые водоросли, или точнее цианобактерии, являются древнейшей группой автотрофных организмов с возрастом 2,7-3,2 млрд. лет. Водоросли встречаются повсюду, им свойственно огромное часто неуправляемое размножение (за вегетационный период – 70дней – одна клетка производит  $10^{20}$  дочерних), приводящее к их массовому нежелательному развитию особенно в период «цветения». В то же время водоросли представляют неограниченные возможности для различных сфер жизнедеятельности человека. И тот же масштабный процесс размножения водорослей необходимо регулировать и поддерживать на оптимальном уровне, пока доминирует их положительная функция в процессе самоочищения.

В системе борьбы с сине – зелеными водорослями в водоемах с возможностью их утилизации или дальнейшего использования применяют