

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии.
2016. – Т. 25, № 4. – С. 123-129.

УДК 627.4:582.26

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ СБОРА И УТИЛИЗАЦИИ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

© 2016 И.В. Бородулин¹, В.А. Милюткин², Г.С. Розенберг³

¹ ООО «ЭКОВОЛГА», г. Самара (Россия)

² Самарская государственная сельскохозяйственная академия, г. Самара (Россия)

³ Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти (Россия)

Поступила 15.06.2016

В работе предлагаются технологии и технические средства для механического сбора сине-зеленых водорослей в водоемах или для биологического ограничения их развития.

Ключевые слова: водоем, водоросли, сбор, биопрепараты, технология, техника.

Borodulin I.V., Milyutkin V.A., Rosenberg G.S. Development of technology and equipment for collection and disposal of blue-green algae. – In the proposed technologies and technical means for the mechanical collection of blue-green algae in ponds or biological limit their development.

Key words: Pond algae collection, biological products, technology, equipment.

Сине-зеленые водоросли, или точнее цианобактерии, являются древнейшей группой автотрофных организмов с возрастом 2,7-3,2 млрд. лет (Водоросли..., 1977). Водоросли встречаются повсюду, им свойственно огромное часто неуправляемое размножение (за вегетационный период – 70 дней – 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.

Для борьбы с сине-зелеными водорослями в водоемах с возможностью их утилизации или дальнейшего использования применяют многочисленные способы:

Доклад представлен на III международной конференции «Инновационные подходы к обеспечению устойчивого развития социо-эколого-экономических систем» (Самара-Тольятти, 15-17 июня 2016 г.).

Бородулин Игорь Васильевич, директор; *Милюткин Владимир Александрович*, доктор технических наук, профессор, oiarr@mail.ru; *Розенберг Геннадий Самуилович*, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор, genarozenberg@yandex.ru

механический, физико-химический, биологический и бактериологический, но как показывает практика, все они недостаточно эффективные.

Нами предлагается совершенствование механического и биологического способов борьбы с сине-зелеными водорослями в водоемах. Разработанные нами технические средства и технологии сбора сине-зеленых водорослей (Патенты 2555896, 2555172, 2582365, 2548075) обеспечивают снижение биогенного загрязнения.

По первой технологии механического сбора (Патент 255896) задача выполняется вращающимся барабаном, установленным на навеску, закрепленную на продольных тягах, на их консольной части, с возможностью перемещения в вертикальной плоскости, причем барабан закреплен с возможностью замены обоймы на другую. Для продолжения выполнения рабочего цикла, барабан вращается от гидромотора через ременную передачу в направлении противоположном движению плав-средства. Технический результат достигается за счет конструкции устройства, в основу работы которого заложен принцип наматывания водорослей на обойму барабана при его вращении. При этом формируется форма упаковки, удобная для освобождения водорослей от воды, их транспортировки и выполнение дальнейших процессов утилизации сырья.

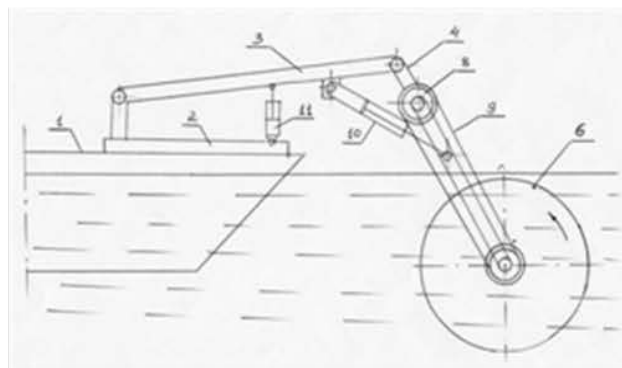
На чертеже (рисунок, фиг. 1а, б) схематично изображено устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей.

Устройство включает плав-средство 1 и содержит раму 2, продольные тяги 3, навеску 4, винтовой механизм 5, барабан 6 со съемной обоймой 7, гидромотор 8 с ременной передачей 9, гидроцилиндры навески 11, и продольные тяги 3, а также боковины барабана 12.

Устройство работает следующим образом:

Плав-средство 1, оборудованное устройством для очистки водоемов от водорослей, заходит на исходную позицию и переводит барабан 6 из транспортного положения в рабочее. При этом барабан опускается на глубину залегания водорослей и приводится во вращательное движение. Плав-средство начинает поступательное движение. Водоросли под давлением слоя воды придавливаются к обойме 7 барабана 6 и наматываются на ее поверхность до заполнения барабана по уровень высоты боковин 12, после чего барабан переводится в транспортное положение и переправляется к месту складирования водорослей. При этом обойма 7 освобождается от боковин барабана с помощью винтового механизма 5, а на ее место устанавливается другая обойма и фиксируется винтовым зажимом. Рабочий процесс по очистке водоема продолжается до завершения стадии очистки.

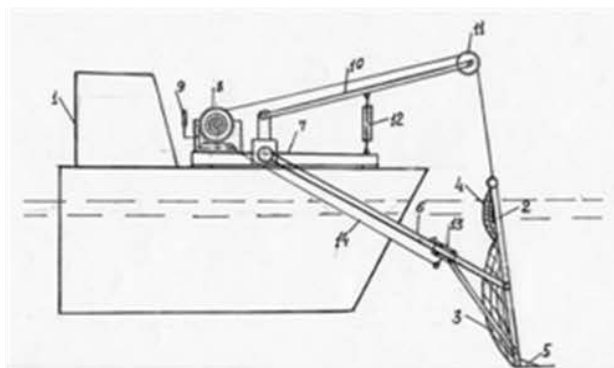
По второй технологии (Патент 2555172) задача выполняется за счёт конструкции устройства, у которого продольные тяги с одной стороны шарнирно закреплены на раме, а с другой их стороны установлен каркас прямоугольной формы с сеткой, имеющей вогнутую поверхность с возможностью изменения положения относительно поверхности водоёма в верхней части каркаса закреплена сетка с ячейками меньших размеров, а в нижней части каркаса закреплён нож на его ширину, а в средней части рамы с возможностью изменения угла наклона закреплена стрела с роликом на конце, через который перекинут трос, соединяющий каркас с двухбарабанной лебёдкой. Барабаны соединены между собой предохранительной муфтой, причём направление вращения барабанов обеспечивается реверсом, при этом на одном барабане заход троса обеспечивается снизу вверх, а на другом – наоборот, при синхронном вращении барабанов.



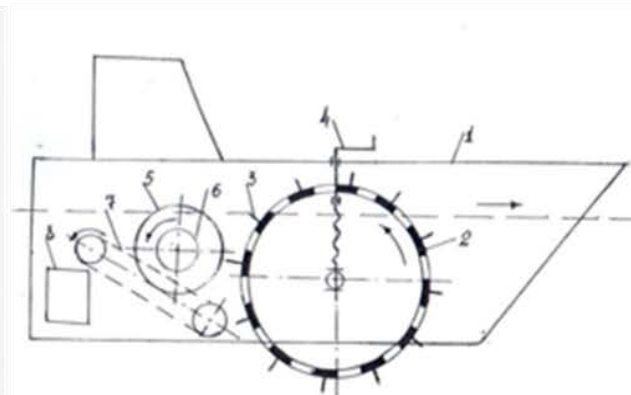
а)

б)

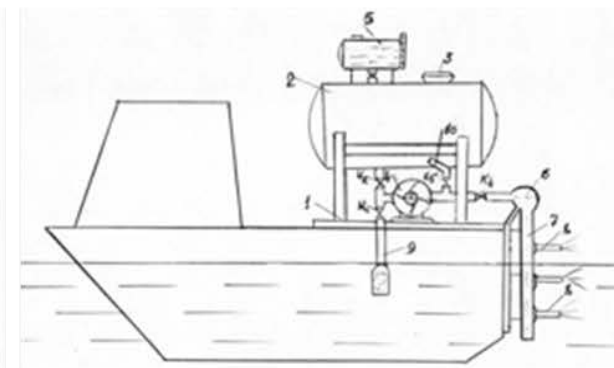
Фиг. 1



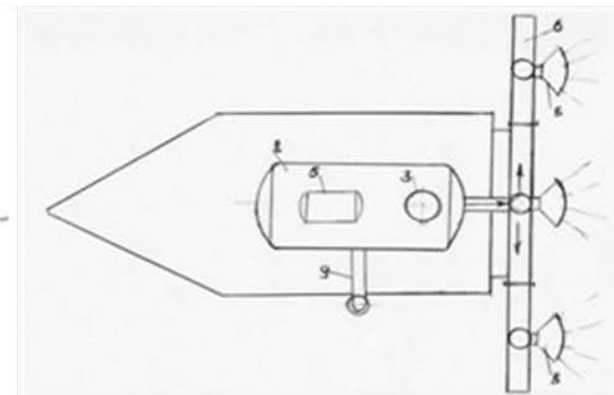
Фиг. 2



Фиг. 3



а)



б)

Фиг. 4

Рис. Устройство для сбора или борьбы с сине-зелеными водорослями

Фиг. 1. Устройство для сбора сине-зеленых водорослей: а – вид сбоку; б – вид сверху.

Фиг. 2. Устройство для очистки водоемов от фитопланктона, ряски и т.п.

Фиг. 3. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей.

Фиг. 4. Устройство для борьбы с сине-зелеными водорослями в водоемах с помощью химико-биологических и бактериологических способов: а – вид сбоку; б – вид сверху.

Технический результат достигается за счёт использования в конструкции устройства двухъячеистой сетки, способной выуживать из воды одновременно сине-зелёные водоросли и ряску, а нож, подрезающий растительные водоросли увеличивает конструктивно-технологические возможности устройства по очистке водоёмов. Кроме этого применение двухбарабанной лебёдки с синхронным вращением барабанов позволяет выполнять технологические операции по забору водорослей, освобождению их от воды и доставке их к месту утилизации, обеспечивая при этом необходимое качество очистки водоёмов от водорослей.

На чертеже (рисунок, фиг. 2) схематично изображено устройство для очистки водоёмов от сине-зелёных водорослей.

Устройство смонтировано на плав-средстве 1 и содержит каркас 2 с сеткой двойного назначения, основная сетка 3 с крупными ячейками и верхняя сетка 4 с меньшими размерами ячеек, нож 5. Каркас крепится на двух продольных штангах 6 к раме 7, на которой закреплена двухбарабанная лебёдка с реверсом 9, стрела 10, ролик 11 и винтовой механизм 12. На каждой штанге установлена подвижная каретка 13, с приводом от троса 14.

Устройство работает следующим образом.

При передвижении плавучего средства к исходному месту очистки водоёмов устройство переводится в транспортное положение, при этом каркас 2 с сеткой заборной частью устанавливается в горизонтальное положение над поверхностью воды. Для начала рабочего процесса каркас с сеткой 3 опускается в водоём на глубину залегания сине-зелёных водорослей, а верхняя часть сетки 4 устанавливается на уровне поверхности воды. При движении сине-зелёные водоросли и срезанные ножом 5 водоросли растительного характера оседают на крупноячеистой сетке 3, а ряска собирается в верхней части мелкоячеистой сетки 4. По мере заполнения сетки каркас с водорослями поднимают из воды на уровень поверхности водоёма, при этом сеточный каркас наклоняется в сторону противоположную направлению движения.

По третьей технологии (Патент 2582365) задача выполняется за счёт конструкции устройства, которое смонтировано на катамаране и задача выполняется вращающимся барабаном с зацепами, установленным между лодками катамарана, с возможностью изменения положения в вертикальной плоскости и с возможностью изменения скорости его вращения, причём направление вращения барабана обратное поступательному движению катамарана, а за барабаном по ходу вращения закреплены транспортер с контейнером или барабан – кассета с возможностью замены одной кассеты на другую.

Технический результат достигается за счёт конструкции барабана, который имеет возможность перемещаться на глубину залеганий водорослей, менять скорость вращения в зависимости от скорости движения катамарана. Промежутки между зацепами барабана позволяют освобождать водоросли от воды. Использование барабана – кассеты улучшает процесс упаковки водорослей, наматывая их на кассету, что позволяет улучшить процесс утилизации сырья, переработки водорослей и способ их хранения.

На чертеже (рисунок, фиг. 3) схематично изображено устройство для очистки водоёмов от сине-зелёных водорослей.

Устройство содержит плавсредство – катамаран 1, на котором смонтирован барабан 2 с зацепами 3, винтовой механизм 4, сзади барабана по ходу его вращения

установлен барабан – кассета 5, со съёмной кассетой 6 или транспортер 7 с контейнером 8.

Устройство работает следующим образом.

При движении плавсредства – катамаран 1, барабан 2 с зацепами, вращаясь в обратном направлении движения плавсредства 4, установленный на глубину залегания водорослей, захватывает зацепами водоросли и перемещает их в сторону барабан – кассеты 5 или транспортера подачи 7, освобождая их при этом от воды. Барабан – кассета 5, вращаясь, наматывает водоросли на поверхность кассеты, обеспечивая упаковку водорослей в виде бухты. При использовании транспортера 7 водоросли последним подаются в контейнер 8.

Водоросли в момент их транспортировки освобождаются от воды, что упрощает процесс разгрузки в местах их сбора и утилизации. Перевод каркаса с сеткой в транспортное положение или в рабочее состояние обеспечивается за счёт изменения направления вращения двухбарабанной лебёдки 9, при этом каждый барабан имеет свой заход троса, что даёт возможность при синхронном вращении барабанов управлять технологическим процессом очистки водоёмов от водорослей. Если на одном из барабанов трос наматывается, то на другом в это время раскручивается. В рабочем положении подвижная каретка 13 фиксируется стопором.

Таким образом, конструкция предлагаемого устройства предусматривает очистку водоемов от сине-зеленых водорослей, от ряски и растительных водорослей одновременно. При этом заборный каркас с двухъячеистой сеткой способен погружаться в воду на глубину залегания водорослей, причем верхняя часть сетки должна находиться на уровне поверхности водоема.

В настоящее время на основе макетных образцов нами производится доработка их конструкции для эффективного функционирования.

Для равномерного внесения дозированного количества биологических средств, снижающих биогенное загрязнение воды в различные слои водоема, насыщенного сине-зелеными водорослями, предлагается технология и техническое средство (Патент 2582365).

Внесения биопрепаратов в толщу воды осуществляется с помощью устройства, на штанге которого закреплены стойки с отверстиями по высоте для крепления распыляющих насадок, выполненных в виде сектора окружности с отверстиями по его периметру, с возможностью изменения положения в вертикальной плоскости путём перестановки, причём штанга круглого сечения, полая одновременно служит трубопроводом для подачи раствора биопрепарата к распыляющим насадкам. Штанга собрана из отдельных секций, с возможностью перевода её в транспортное положение.

Технический результат – эффективность применения биопрепаратов – повышается. Технический результат достигается за счет конструкции устройства, которая позволяет вносить биопрепараты жидкой консистенции или в твердом (порошковом) состоянии без непосредственного контакта обслуживающего персонала с препаратами, что соответствует условиям безопасности эксплуатации. Кроме этого рабочий раствор может одновременно наноситься на поверхность водоёма и на глубину залегания водорослей, увеличивая при этом площадь обработки водорослей биопрепаратами и ускоряя процесс очищения водоемов. Форма распыляющих насадок в виде сектора окружности с отверстиями по его периметру позволяет увеличить площадь обработки одной распыляющей насадкой и уменьшить вероятность забивания водными примесями.

Конструкция устройства даст возможность устанавливать его на плавсредствах и работать в автономном режиме.

На чертеже (рисунок, фиг. 4а, б) схематично изображено устройство для очистки водоёмов от сине-зелёных водорослей. Устройство содержит раму 1, на которой установлена ёмкость для раствора 2 с горловиной 3, центробежный насос 4 с приводом от бензодвигателя, ёмкость для биопрепарата 5 с дозатором, штанга 6 со стойками 7 крепления распыляющих насадок 8, трубопроводы с кранами К1, К2, К3, К4, заборный шланг 9 с фильтром, гидромешалку 10.

Для очистки водоёмов от сине-зелёных водорослей устройство устанавливают на плавучее средство и закрепляют его таким образом, чтобы верхний распыляющий насадок располагался на уровне поверхности водоёма. Штангу 6 переводят в рабочее состояние. Заборный шланг 9 с фильтром опускают в воду. Запускают бензодвигатель насоса 4 и закачивают воду в ёмкость для раствора 2 до необходимого уровня, при этом открывают краны К1 и К3, другие – остаются в закрытом положении. Заполнив ёмкость водой, краны перекрывают. Биопрепарат жидкой консистенции из бочки 5 в определенной норме заливают в ёмкость 2, а биопрепарат в порошковом состоянии вносят в ёмкость через горловину 3 и закрывают её.

Открывают краны К2 и К3, перемешивают жидкость, обеспечивая растворимость биопрепарата с помощью гидромешалки 10. Получив однородное состояние раствора, краны К3, К1 закрывают, а кран К4 открывают и начинают внесение раствора распыляющими насадками 8 одновременно на поверхность водоёма и на глубину залегания водорослей. После выполнения технологического процесса штангу переводят в транспортное положение.

В настоящее время на основе макетных образцов нами производится доработка их конструкции для эффективного функционирования.

Разработанные технологии и технические средства исследованы на макетных моделях, показали работоспособность и эффективность, позволили в качестве их усовершенствования подготовить еще около 15 заявок на изобретение (Милюткин и др., 2014а, б, 2016а, б; Milyutkin et al., 2014; Милюткин, Бородулин, 2015, 2016; Milyutkin, Borodulun, 2015). Внедрение разработанных технических средств и технологий позволит снизить загрязнение водоемов сине-зелеными водорослями, обеспечить их транспортировку и утилизацию.

Авторы благодарны Российскому гуманитарному научному фонду «Волжские земли в истории и культуре России», грант № 15-12-63006 а (р), за финансовую поддержку данной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Водоросли и лишайники // Жизнь растений / Под ред. А.А. Федорова. М.: Просвещение, 1977. Т. 3. С. 78-93

Милюткин В.А., Кнурова Г.В., Симченкова С.П. и др. Технологии и технические средства механического сбора сине-зеленых водорослей в водоеме // Сб. науч. статей по итогам междунар. науч.-практ. конф. «Новые технологии как инструмент реализации стратегии развития и модернизации в экономике, управлении проектами, педагогике, праве, культурологии, языкознании, природопользовании, биологии, зоологии, химии, политологии, психологии, медицине, филологии, философии, социологии, математике, технике, физике, информатике, градостроительстве», 28-29 марта 2014 г. СПб., 2014а. С. 79-82. – **Милюткин В.А., Бородулин И.В.** Биолого-экологическая защита окружающей среды (воздуха) от вредных выбросов ГРЭС. Современные проблемы экологии: Тез. докл. XIV Междунар. науч.-техн. конф. Тула: Инновационные технологии, 2016. 152 с. – **Милюткин**

В.А., Бородулин И.В. Энергосберегающая технология сбора и утилизации сине-зеленых водорослей с открытых водных поверхностей мобильным, автономным комплексом // Междунар. науч.-практ. конф. «Энергосбережение в сельскохозяйственном производстве». 25-26 ноября 2015 г. Ярославль, 2015. С. 45-52. – **Милюткин В.А., Бородулин И.В., Кнурова Г.В.** Экологическое обеспечение открытых водоемов с разработкой технических средств сбора сине-зеленых водорослей // Современные проблемы экологии: Тез. докл. XIV Междунар. науч.-техн. конф. Тула: Инновационные технологии, 2016. 152 с. – **Милюткин В.А., Бородулин И.В., Стребков Н.Ф.** Разработка механических систем для сбора донных отложений с целью экологической реабилитации водоемов Ecological education and ecological culture of the population: materials of the IV international scientific conference on February 25-26, 2016. Prague, 2016. P. 111-113. – **Милюткин В.А., Симченкова С.П., Кнурова Г.В. и др.** Техническое устройство и технология для биологической, бактериологической борьбы с сине-зелеными водорослями // Сб. науч. статей по итогам междунар. науч.-практ. конф. 28-29 марта 2014 г. СПб., 2014б. С. 83-85.

Пат. 2548075. Российская Федерация. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата / Милюткин В.А., Стребков Н.В., Ктов Д.Н. - № 2013128808; заявл. 26.06.13; опубл. 27.12.14, Бюл. № 36. – **Пат. 2555172.** Российская Федерация. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / Милюткин В.А., Стребков Н.В., Бородулин И.В., Котов Д.Н. - № 2014102809; заявл. 20.01.14; опубл. 20.05.15, Бюл. № 14. – **Пат. 2555896.** Российская Федерация. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / Милюткин В.А., Стребков Н.В., Бородулин И.В. - № 2014106482; заявл. 20.02.14; опубл. 10.07.15, Бюл. № 19. – **Пат. 2582365.** Российская Федерация. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / Милюткин В.А., Стребков Н.В., Бородулин И.В. - № 201431847; заявл. 31.07.14; опубл. 20.02.16, Бюл. № 5.

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). P. 595-601.

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). New York, USA: Cibunet Publishing. 2014. P. 131-136.