



ОЧИСТКА МАЛЫХ РЕК, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ОТХОДАМИ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Г.Г.Ягафарова, Ю.А.Сухарева, С.В.Леонтьева, Н.И.Фатихова,
Д.И.Ягафарова, Ю.А.Федорова

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

Purification of Small Rivers, Polluted by Petrochemical Companies

G.G.Yagafarova, J.A.Sukhareva, S.V.Leonteva, N.I.Fatikhova, D.I.Yagafarova, J.A.Fedorova

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

Abstract

A method of purification of small rivers from organic ecotoxicants using filtering constructions, based on a hydrobotanic method of purification with applying water grass of the genus *Elodea* - ecologically secure bioaccumulators, and gravel as a loading material, is proposed in work. The results of experiments, performed on a model installation using natural water resources of the Shugurovka river (Republic of Bashkortostan), proved the efficiency of the developed facilities.

Keywords:

Ecotoxicants;
Small rivers;
Oil pollution;
Water grass *Elodea*.

© 2018 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Одной из важных экологических проблем является проблема загрязнения водных объектов экотоксикантами [1]. Формирование современного состояния малых рек в промышленно развитых регионах в существенной мере обусловлено комплексом техногенных факторов, среди которых особую роль играет поступление загрязняющих веществ с недостаточно очищенными сточными водами нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий [1-4].

Анализ качества воды в водных объектах Республики Башкортостан свидетельствует о том, что содержание ряда загрязняющих веществ, в частности нефтепродуктов, стабильно превышает нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) и составляет от 2 до 10 ПДК [5].

Поступая в водные объекты, нефтепродукты могут находиться в различных формах, при этом способствуют снижению количества растворенного кислорода, ухудшению свойств воды и образованию токсичных органических веществ. Для минимизации отрицательного воздействия экотоксикантов (нефть, нефтепродукты) существуют различные способы очистки водных объектов. Большинство способов являются дорогостоящими и сложными в исполнении. Поэтому актуальным является поиск и разработка методов, позволяющих извлекать органические загрязни-

тели без дополнительной техногенной нагрузки на окружающую среду. Наиболее эффективным, на наш взгляд, является биологический метод с применением высших водных растений.

Целью данной работы являлась разработка способа очистки малых рек от нефтепродуктов с использованием высших водных растений *Elodea*.

В качестве объекта исследования была выбрана р. Шугуровка - небольшой правобережный приток р. Уфа, протекающий по территории северной промзоны г. Уфа. Протяжённость реки Шугуровка — чуть более 30 км. Исток - в лесном массиве севернее деревни Старые Турбаслы впадает в р. Уфа в Калининском районе. С 1939 года вблизи русла Шугуровки постоянно расположен водоток нефтеперерабатывающих предприятий — потенциальных загрязнителей, р. Шугуровка и далее р. Уфа - одного из основных источников питьевого водоснабжения города [6].

На первом этапе работы был проведен мониторинг загрязнения воды р. Шугуровка нефтепродуктами. Отбор проб воды из р. Шугуровка проводили ежемесячно с мая по октябрь 2016 года в соответствии с требованиями нормативных документов [7]. Схема расположения точек контроля представлена на рисунке 1.

Исследования проб природной воды, отобранной из р. Шугуровка проводились в аккредитованной лаборатории «Исследований химического состава нефтепромысловых флюидов» ООО «БашНИПИнефть». Количество нефтепродуктов

E-mail: fatihovanuria@mail.ru

<http://dx.doi.org/10.5510/OGP20180200355>

определяли флуориметрическим методом измерений, основанном на их экстракции гексаном из пробы воды [8].

В таблице представлены результаты анализа образцов вод р. Шугуровка на содержание нефтепродуктов

Как видно из таблицы, начиная с 4 точки отбора наблюдается превышение ПДК по нефтепродуктам в 1.36-1.72 раза. Кроме того, наблюдается заметное повышение содержания нефтепродуктов во всех точках отбора в августе и достигает 0.93 и 0.107 мг/л в устье реки. По-видимому, превышение допустимых норм ПДК связано с поступлением загрязняющих веществ с поверхностным стоком с территорий нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий, связанных с весенним таянием снега.

Проведенные ранее исследования свидетельствуют о способности высших водных растений рода *Elodea* очищать загрязненные воды от органических экотоксикантов [9-11] и ионов тяжелых металлов [12].

Элодея зубчатая (*Elodea densa plancon*) – род многолетних водных трав семейства водокрасовые, полностью погруженное в воду. У элодеи густолиственной длинный тонкий стебель, на котором на равном расстоянии друг от друга расположены мутовки, с 4-7 листьями. Форма листьев у элодеи ланцетовидная. Длина листьев приблизительно 2 см, а ширина 3-5 мм. В центре листьев располагается жилка. Цвет листьев ярко-зеленый или светло-зеленый. Корни нитевидные. Высота элодеи может достигать 70 см. Температурный оптимум для этого растения составляет 16-24 °С. Это растение требует достаточно яркого освещения, хотя и некоторое затемнение переносит удовлетворительно. Для выращивания можно использовать как естественное освещение, так и искусственный свет люминесцентных ламп и ламп накаливания. В зимнее время, когда в естественных условиях это растение сталкивается с низкими температурами и скудным освещением, оно просто опускается вниз, на грунт, и сохраняет при этом свои ростовые почки. Но как только условия вновь станут подходящими, растение всплывает и продолжает свой жизненный цикл. У этого растения есть способность к чрезвычайно быстрому размножению. Ведь каждая его ветка при отделении от стебля становится новым растением. Элодея хорошо обогащает воду кислородом, поскольку фотосинтезирует очень активно [12].

Перспективным направлением очистки малых рек является использование фильтрующих сооружений с загрузкой *Elodea densa plancon* в качестве экологически безопасного биоаккумулятора органических экотоксикантов.

Для проведения мероприятий по очистке малых рек выбираются участки на мелководье с глубиной до 2 м ниже по течению точек сброса сточных вод промышленных предприятий. Форма конструкции определяется рельефом и представляет собой фильтрующее сооружение с



Рис.1. Схема расположения точек отбора проб

Таблица
Содержание нефтепродуктов
в точках контроля

Точка отбора	Количество нефтепродуктов, г/л				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
1	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
2	0.026	0.013	0.021	0.038	0.001
3	0.041	0.025	0.034	0.046	0.018
4	0.068	0.067	0.075	0.086	0.043
5	0.074	0.058	0.067	0.093	0.046
6	0.095	0.057	0.063	0.107	0.041

загрузкой из щебня, гравия, керамзита и водорослей рода *Elodea* (рис. 2). Фильтрация загрязненной воды может осуществляться как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. Предлагаемая конструкция состоит из металлопластикового каркаса со съёмными ячейками из сварной сетки. Материалом для сооружения является сетка металлическая с величиной ячеек не более 2.5×2.5 см.

В основе фильтрующего сооружения лежит гидробиотический способ очистки с использованием водорослей *Elodea* и гравия в качестве загрузки материала. Расчет сооружения производится по формуле И.Д. Родзимера для малых рек [13]

$$F = \frac{a \cdot Q \cdot (C_{n/n}^{нач} - C_{n/n}^{ПДК})}{(a - b) \cdot r \cdot 24 \cdot g}$$

где F – рассчитываемая площадь сооружения, м²;
 a – растворимость кислорода в данном водном объекте, принимаемый 2 - 3 мг/л;

b – снижение растворимости кислорода, 0.2 мг/л;

Q – среднегодовой расход реки, м³/сут;

$C_{n/n}^{нач}$, $C_{n/n}^{ПДК}$ – начальное и конечное содержание нефтепродуктов в реке соответственно, мг/л (табл.1);

r – коэффициент реаэрации (г/м³ сут), для сла-

бопроточных водоемов $r = 2.5$.

g – очистительная способность отдельного вида высшего водного растения.

Коэффициент g исходя из полученных данных исследования зеленых водорослей рода *Elodea* рассчитывается как произведение их биоаккумулирующей ёмкости на коэффициент свободного расположения водоросли в объеме воды.

$$g = e \cdot k$$

где e – биоаккумулирующая ёмкость водорослей рода *Elodea*, принимаемая как среднее значение исходя из полученных результатов исследования 0.7 г поллютанта/гводорослей.

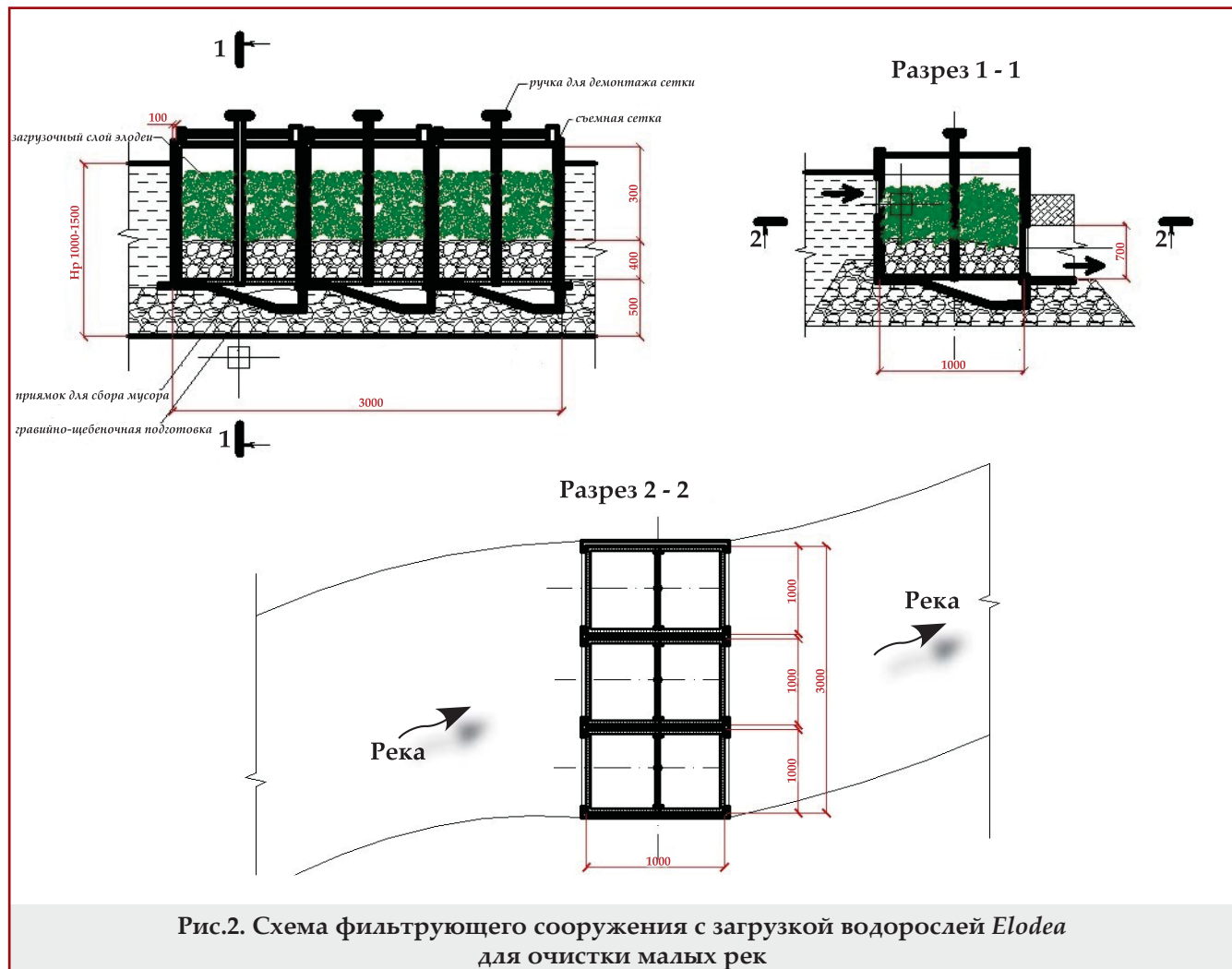
k – коэффициент свободного расположения водоросли в объеме воды, принимаемый для 1 г водорослей 18 м³.

Установлено, что размеры сооружения с учетом входных параметров (ширина реки – 3 м; глубина потока воды - 1.0 – 1.5 м; площадь водосбора ~95 м²; среднегодовой расход реки – 0.54 м³/с (46656 м³/сут.); скорость течения реки – не более 0.1 м/с.) составляют 3×1 м.

Оценку эффективности очистки воды на разработанных фильтрующих сооружениях испытывали на модельной установке с использованием природных поверхностных вод реки Шугуровка. Результаты экспериментов доказали эффективность сооружений: количество нефтепродуктов

снизилось до нормативных значений.

Таким образом, разработанное сооружение очистки с использованием высших водных растений рода *Elodea* позволит очищать воду малых рек от экотоксикантов нефтяного происхождения до нормативных значений, тем самым оздоровить окружающую среду. Данные сооружения предлагаются именно для очистки поверхностных вод малых рек, в частности р. Шугуровка. В р. Шугуровка не осуществляется сброс сточных вод промышленных предприятий. Однако вблизи русла Шугуровки постоянно расположен водоток нефтеперерабатывающих предприятий, в результате чего, происходит поступление экотоксикантов с поверхности промышленных территорий с ливневыми и снеговыми водами. Процесс максимального загрязнения приходится на весенне-летний период. Максимальное превышение ПДК экотоксикантов, в том числе нефтепродуктов, приходится на период с мая по сентябрь. В зимний период, при низких температурах и отсутствии стоков с промышленных территорий в р. Шугуровка необходимость очистки практически отсутствует. Поэтому использование предлагаемых сооружений для очистки малых рек целесообразно в теплый период со средней температурой воды 16-24 °С, что является температурным оптимумом для роста и развития водорослей *Элодея*.



Литература

1. С.А.Мырзагалиева, В.Ф.Зайцев. Оценка воздействия на окружающую среду при проведении буровых работ на нефтегазовых месторождениях //SOCAR Proceedings. - 2012. - № 4. - С. 63-67.
2. А.М.Сафаров, Г.Г.Ягафарова, С.В.Леонтьева, Р.В.Сафарова. Влияние нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий на качество поверхностных вод //Водоочистка. – 2015. – № 7. – С. 19-22
3. Ю.А.Сухарева, Д.И.Ягафарова. Проблемы загрязнения донными отложениями нефтепродуктов малых и средних рек //Материалы IX всероссийской научной интернет-конференции «Интеграция науки и высшего образования в области био- и органической химии и биотехнологии». Уфа: УГНТУ, 24 – 25 ноября 2015. – С.125-126.
4. Ф.М.Латыпова, Р.М.Нугуманов, Л.Ф.Бикташева, И.О.Туктарова. Выделение и исследование состава сераорганических соединений высокосернистой нефти //SOCAR Proceedings. - 2016. - №3. - С. 61-65.
5. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2015 г. Уфа: Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан, 2016.
6. С.В.Леонтьева, Г.Г.Ягафарова, Н.И.Фатихова и др. Мониторинг загрязнения экотоксикантами малых рек (на примере реки Шугуровка) //Прикладная экология. Урбанистика. – 2017. – № 1(25). – С. 116-125.
7. ГОСТ 51592-2000. Вода. «Общие требования к отбору проб». М.: Изд-во стандартов, 2000.
8. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»
9. Г.Г.Ягафарова, Ю.А.Сухарева, Л.Ф.Коржова и др. Биоаккумуляция органических загрязнений с использованием высших водных растений //Вестник Казанского Технологического Университета. – 2017. – Т. 20. – № 1. – С.169-172.
10. Ю.А.Сухарева, Г.Г.Ягафарова. Очистка сточных вод от нефти и нефтепродуктов с использованием водорослей Elodea Перспективы науки – 2016 //Сборник докладов IV международного конкурса научно-исследовательских работ. Т.III. Естественные и технические науки. Казань: ООО «Рокета Союз», 2016.
11. Н.И.Фатихова, Г.Г.Ягафарова, Л.Ф.Коржова и др. Очистка сточных вод от фенольных соединений с использованием водорослей Cladophora aegagropila // Вестник Казанского Технологического Университета. - 2016. - Т. 19. - № 10. - С. 152-153.
12. Э.М.Зайнутдинова, Г.Г.Ягафарова. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием водных растений //Башкирский химический журнал. - 2013. - Т. 20. - № 3. - С. 150-152.
13. И.Д.Родзиллер. Прогноз качества воды водоёмов-приемников сточных вод. М.: Стройиздат, 1984.

References

1. S.A.Myrzagaliyeva, V.F.Zaytsev. Environmental assessment during drilling operations on oil-gas fields //SOCAR Proceedings. - 2012. - No. 4. - P. 63-67.
2. A.M.Safarov, G.G.Yagafarova, S.V.Leontieva, R.V.Safarova. Effect of petrochemical and oil processing plants over quality of surface waters //Vodoochistka. – 2015. – No. 7. – С. 19-22.
3. Ū.A.Suhareva, D.I.Āgafarova. Problemy zagrāzneniā donnymi otloženiāmi nefteproduktov malyh i srednih rek //Materialy IX vserossijskoj naučnoj internet-konferencii «Integraciā nauki i vysšego obrazovaniā v oblasti bio- i organičeskoj himii i biotehnologii». Ufa: UGNTU, 24 – 25 noābrā 2015. – S.125-126.
4. F.M.Latypova, R. M.Nugumanov, L.F.Biktasheva, I.O.Tuktarova. Separation and research of organosulfur compounds content of high-sulfur crude oil //SOCAR Proceedings. - 2016. - No. 3. - P. 61-65.
5. Gosudarstvennyj doklad o sostoānii prirodnyh resursov i okružaūšej sredy Respubliki Baškortostan v 2015 g. Ufa: Ministerstvo prirodnopol'zovaniā i ěkologii Respubliki Baškortostan, 2016.
6. S.V.Leontieva, G.G.Yagafarova, N.I.Fatihova, et al. Monitoring of pollution ecotoxicants small rivers (the example of river Shugurovka) //«PNRPU Bulletin. Applied ecology. Urban development». – 2017. – No. 1(25). – P. 116-125.
7. GOST 51592-2000. Water. General requirements for sampling. M.: Publishing house of standards, 2000.
8. PND F 14.1:2:4.128-98 Količestvennyj himičeskij analiz vod. Metodika izmerenij massovoj koncentracii nefteproduktov v probah prirodnyh, pit'evykh, stočnykh vod fluorimetričeskim metodom na analizatore židkosti «Flūorat-02»
9. G.G.Āgafarova, Ū.A.Suhareva, L.F.Koržova i dr. Bioakkumulaciā organičeskih zagrāznenij s ispol'zovaniem vysših vodnyh rastenij //Vestnik Kazanskogo Tehnologičeskogo Universiteta. – 2017. – T. 20. – № 1. – S.169-172.
10. Ū.A.Suhareva, G.G.Āgafarova. Očistka stočnykh vod ot nefti i nefteproduktov s ispol'zovaniem vodoroslej Elodea Perspektivy nauki – 2016 //Sbornik dokladov IV meždunarodnogo konkursa naučno-issledovatel'skih rabot. T.III. Estestvennye i tehničeskie nauki. Kazan': ООО «Roketa Soūz», 2016.
11. N.I.Fatihova, G.G.Āgafarova, L.F.Koržova i dr. Očistka stočnykh vod ot fenol'nykh soedinenij s ispol'zovaniem vodoroslej Cladophora aegagropila //Vestnik Kazanskogo Tehnologičeskogo Universiteta. - 2016. - T. 19. - № 10. - S. 152-153.
12. E.M.Zaynutdinova, G.G.Yagafarova. Sewage treatment from ions of heavy metals with use of water plants //Baskirskii Khimicheskii Zhurnal. - 2013. - Vol. 20. - No. 3. - P. 150-152.
13. I.D.Rodziller. The forecast of water quality of reservoirs as receivers of wastewater. M.: Stroyizdat, 1984.

Очистка малых рек, загрязненных отходами нефтехимических предприятий

Г.Г.Ягафарова, Ю.А.Сухарева, С.В.Леонтьева, Н.И.Фатихова,
Д.И.Ягафарова, Ю.А.Федорова

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

Реферат

В работе предложен способ очистки малых рек от органических экотоксикантов с использованием фильтрующих сооружений, в основе которых лежит гидрботанический способ очистки с применением водорослей рода *Elodea* - экологически безопасных биоаккумуляторов, и гравия в качестве загрузочного материала. Результаты экспериментов, проведенных на модельной установке с использованием природных вод реки Шугуровка (Республика Башкортостан), доказали эффективность разработанных сооружений.

Ключевые слова: экотоксиканты, малые реки, нефтяные загрязнения, водоросли *Elodea*.

Neft-kimya müəssisələrinin tullantıları ilə çirklənmiş kiçik çayların təmizləməsi

Q.Q.Yaqafarova, Y.A.Suxareva, S.V.Leonteva, N.İ.Fatixova,
D.İ.Yaqafarova, Y.A.Fedorova

Ufa Dövlət Neft Texniki Universiteti, Ufa, Rusiya;

Xülasə

Məqalədə süzücü qurğuların istifadəsi ilə kiçik çayların orqanik ekotoksikantlardan təmizlənməsi üsulu təklif edilmişdir. Bu prosesin əsasında ekoloji baxımdan təhlükəsiz bioakkumulyatorlar sayılan *Elodea* yosunlarının və yükləmə materialı kimi çınqılın istifadəsi ilə aparılan hidrobotanik təmizləmə üsulu dayanır. Şugurovka (Başqırdıstan Respublikası) çayının təbii sularından istifadə etməklə yaradılan modelin üzərində aparılan eksperimentlərin nəticələri işlənmiş qurğuların səmərəliliyini sübut etmişdir.

Açar sözlər: ekotoksikantlar, kiçik çaylar, neftlə çirklənmə, *Elodea* yosunları.