

**РАЗРАБОТКА СОРБЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ
ДЛЯ ОЧИСТКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ**© 2014 В.В. Заболотских¹, А.В. Васильев², В.Н. Валиуллина¹¹Тольяттинский государственный университет²Самарский государственный технический университет

Поступила в редакцию 13.01.2014

Проведён сравнительный экспериментальный анализ растительных отходов, предложена технология для изготовления сорбционных фильтров из растительных отходов. Разработаны конструкции сорбционных фильтров и биофильтрационных модулей, позволяющих осуществлять эффективную очистку и дезинфекцию воздуха в помещениях.

Ключевые слова: воздух, очистка, дезинфекция, сорбционный фильтр

ВВЕДЕНИЕ

Человек до 95% своего времени проводит в закрытых помещениях. Его здоровье, работоспособность, само существование зависят от качества воздуха. Качество воздушной среды определяется степенью ее загрязненности посторонними химическими веществами [1-8]. Уровень химического загрязнения внутри зданий в 1,5-4 раза превышает уровень загрязнения атмосферного воздуха. Основными токсикантами, негативно влияющими на здоровье человека, являются органические загрязняющие вещества и бактериальные примеси, концентрация которых в неветилируемых помещениях превышает предельно допустимую в несколько раз (фенола, формальдегида, стирола в 1,5-4 раза; микробное число воздушной среды помещений по сравнению с воздухом соснового бора превышает в 5 раз). Большинство загрязняющих веществ в воздухе помещений обладают высокой токсичностью и относятся к I и II классам опасности, что в итоге приводит к неконтролируемому ухудшению самочувствия людей и повышает степень риска возникновения различных заболеваний.

Проблема экологии жилья, создания экологически благополучной среды в помещениях становится всё актуальнее. Загрязняющие вещества поступают в воздушную среду помещений с атмосферным воздухом, выделяются в виде продуктов деструкции строительных и отделочных ма-

териалов, антропоксинов, продуктов сгорания бытового газа и бытовой деятельности.

Особую трудность представляет очистка воздуха от органических веществ и бактериальных примесей, которые являются основными факторами риска здоровью человека. Традиционные методы очистки и кондиционирования воздуха с этой задачей не справляются.

Для решения данной проблемы был проведён сравнительный анализ существующих методов и технологий очистки воздуха от органических примесей и выявлены как наиболее эффективные – сочетание сорбционного и биологических методов. С целью эффективной очистки и дезинфекции воздуха в помещениях были предложены конструкции сменных сорбционных фильтров.

Биологические методы включают в себя биохимическую сорбцию и деградацию микроорганизмами - биодеструкторами сложных органических веществ до более простых и безвредных и снижение уровня бактериальной микрофлоры в воздухе помещений под действием фитонцидов растений. Благодаря применению биологических методов можно эффективно удалять органические и бактериальные примеси, неприятно пахнущие вещества из воздуха помещений и создавать благоприятную в экологическом отношении среду, положительно влияющую на самочувствие и здоровье человека.

Основная цель работы – снижение негативного воздействия на человека загрязняющих органических веществ и патогенных бактерий на основе разработки дешёвых, высокосорбционных фильтров для очистки, дезинфекции и дезодорации воздуха.

В задачи исследований входили:

- анализ исходных растительных материалов для изготовления фильтров;
- разработка технологии получения сорбци-

Заболотских Влада Валентиновна, кандидат биологических наук, заведующая кафедрой экологии, природопользования и биотехнологии E-mail: vlada310308@mail.ru
Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой "Химическая технология и промышленная экология". E-mail: ecology@samgtu.ru
Валиуллина Венера Нагимовна, магистрант кафедры экологии, природопользования и биотехнологии. E-mail: ecology@tltsu.ru

онного фильтра на основе растительных отходов;
 - разработка и фитонцидных смесей, сравнительное исследование фитонцидных смесей на антибактериальную активность.

В результате данной работы был проведён сравнительный экспериментальный анализ растительных отходов, предложена технология для изготовления сорбционных фильтров из растительных отходов и разработаны конструкции сорбционных фильтров и предложена технология для их изготовления. Данные фильтры способны очищать воздух от органических и бактериальных примесей и НПВ (неприятно пахнущих веществ).

Для эффективной очистки воздуха нами предложены 2 сменных биофильтрационных модуля: *целлюлозно-сорбционный фильтр* и *фитонцидная фильтрующая вставка*.

Для изготовления целлюлозного фильтра в проекте предлагается использовать растительные сорбенты, дешёвым и разнообразным источником которых являются растительные отходы. Проведённый анализ источников растительных отходов в Самарской области показал доступность и возможность использования более 10 видов отходов растительного происхождения и наличие 4 категории производств, каждое из которых включает более пяти предприятий (рис. 1).

Перспективно и экономически выгодно изготавливать целлюлозные фильтры из растительных сорбентов – вторичного сырья. Данные материалы позволяют решить сразу две проблемы: очистить воздух и утилизировать отходы.

В качестве исходного материала для изготов-

ления фильтров в рамках работы были рассмотрены четыре вида растительных сорбентов:

- 1) древесные опилки;
- 2) лузга семечек подсолнечника;
- 2) шелуха кукурузы;
- 3) листья клёна.

Перед изучением сорбентов образцы были измельчены, взвешены и подвержены температурной обработке. Обработка сорбентов происходила в токе азота в течение 20 минут при температурах 100°C, 200°C, 300 °C.

После температурной обработки каждая навеска повторно взвешивалась. По окончании работы была посчитана потеря массы каждого сорбента после обработки.

Минимальная потеря массы при термической обработке составляет у опилок ольхи – для производства одного фильтра определённой массы – m понадобится 1,02 m -1,2 m опилок ольхи в зависимости от температуры обработки. Максимальная потеря массы составляет у шелухи кукурузы: для производства фильтра массой m , требуется 1,24 m -1,475 m исходного сырья.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОРБЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ СОРБЕНТОВ

Основным параметром целлюлозного фильтра является способность эффективно поглощать загрязняющие вещества. Данная способность определяется одной из характеристик сорбентов – адсорбционной активностью (ёмкостью). Для определения данной характеристики использовался метод определения адсорбционной актив-

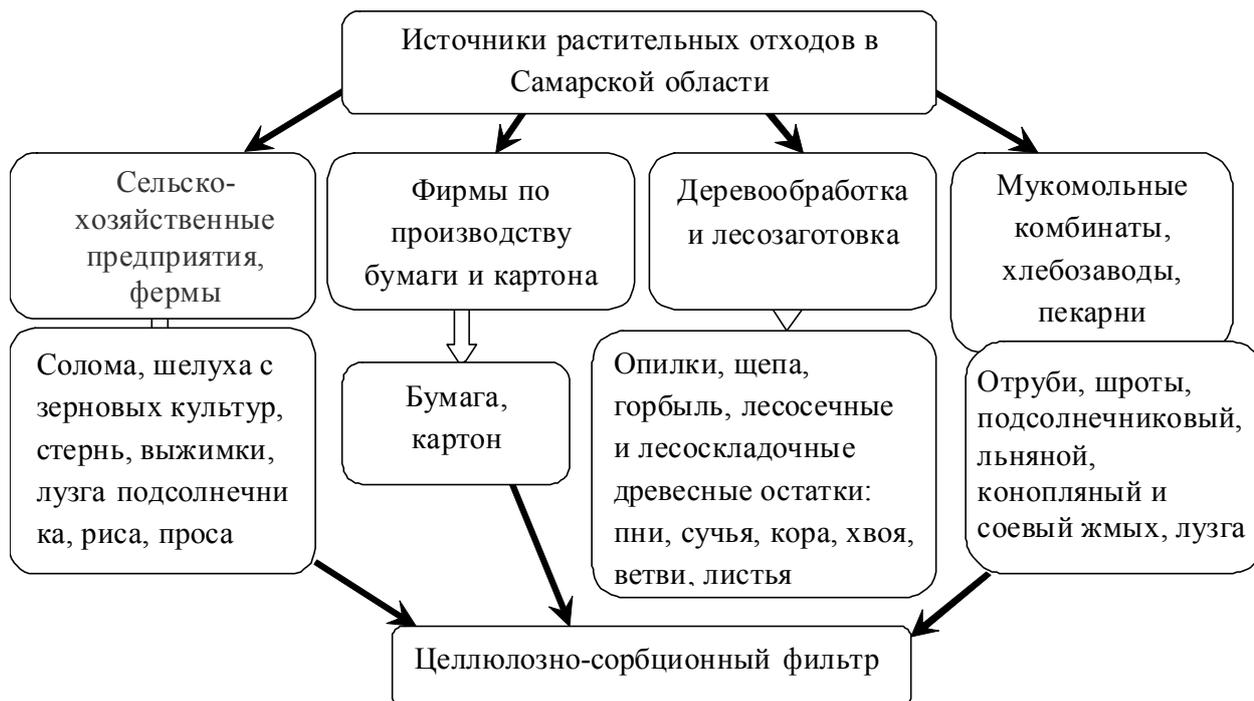


Рис. 1. Источники растительных отходов в Самарской области для производства целлюлозных фильтров



а

б

Рис. 2. Установка для термической обработки сорбентов:
а – баллон с азотом; б – печь с трансформатором



Рис. 3. Сорбенты в растворе йода в йодистом калии

ности по йоду (рис. 3) согласно ГОСТ 6217.

Адсорбционная активность угля по йоду (X) была рассчитана по формуле (1):

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 0,0127 \cdot 100 \cdot 100}{10 \cdot m}, \quad (1)$$

где V_1 – объём раствора тиосульфата натрия концентрации 0,1 н. израсходованный на титрование 10 мл раствора йода в йодистом калии, мл;

V_2 – объём раствора тиосульфата натрия концентрации 0,1 н. израсходованный на титрование 10 мл раствора йода в йодистом калии, после обработки сорбентом, мл;

0,0127 – масса йода, соответствующая 1 мл раствора тиосульфата натрия концентрации 0,1 н., г;

100 – объём раствора йода в йодистом калии с сорбентом, мл;

m – масса навески сорбента, г

Результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Таким образом, наибольшей адсорбционной активностью по йоду обладают сорбенты, обработанные при температуре 300°C: 51,77% - опилки ольхи, 54,03% – лузга семечек подсолнечника, 46,76% - шелуха кукурузы, 90,54% - листья клёна. Наиболее выраженную сорбционную ёмкость имеет лист клёна обработанный при $T=300^\circ\text{C}$.

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ СОРБЕНТОВ ПОД МИКРОСКОПОМ

Структура растительных сорбентов была исследована на цифровом микроскопе Levenhuk D50L NG. Микрофотографии сорбентов (таблица 1) были сделаны цифровой камерой микроскопа с матрицей 1,3 мегапикселя с объективом 40х.

Таблица 1. Результаты определения адсорбционной активности по йоду

вид сорбента	масса, г	V1, мл	V2, мл	Vср, мл	Vисх.ср., мл	X, %
1.1. Без обработки <u>опилки</u>	1,0031	15,5	15,5	15,5	18,3	35,450105
1.2. Обработанные при T=100°C	0,4808	17,2	17,1	17,15	18,3	30,376456
1.3. Обработанные при T=200°C	0,5313	16,6	16,7	16,65	18,3	39,440994
1.4. Обработанные при T=300°C	0,5274	16,2	16,1	16,15	18,3	51,772848
2.1. Без обработки <u>лузга семечек</u>	1,0425	14,8	14,6	14,07	18,3	51,530935
2.2. Обработанные при T=100°C	0,8099	15,7	15,6	15,65	18,3	41,554513
2.3. Обработанные при T=200°C	0,9707	15,1	14,9	15	18,3	43,175028
2.4. Обработанные при T=300°C	0,6464	15,6	15,5	15,55	18,3	54,030012
3.1. Без обработки <u>шелуха кукурузы</u>	0,9324	16,7	16,6	16,65	18,3	22,47426
3.2. Обработанные при T=100°C	0,7223	13,6	13,4	13,5	15,05	27,253219
3.3. Обработанные при T=200°C	0,5173	13,5	13,3	13,4	15,05	40,508409
3.4. Обработанные при T=300°C	0,5161	13,1	13,2	13,15	15,05	46,754505
3.1. Без обработки <u>листья клёна</u>	0,8783	11	10,9	10,95	15,05	59,284982
3.2. Обработанные при T=100°C	0,6966	11,7	11,5	11,6	15,05	62,898363
3.3. Обработанные при T=200°C	0,6737	11,8	11,5	11,65	15,05	64,09381
3.4. Обработанные при T=300°C	0,533	11,3	11,2	11,25	15,05	90,54409

В результате сравнительного изучения морфологической структуры растительных сорбентов были выявлены характерные структурные особенности каждого сорбента. Листья клёна, обработанные при температуре 300°C, имели выраженную пористость и мелкоячеистую структуру, что увеличивает их сорбционную поверхность и, вероятно, влияет на их сорбционную активность, которая была наиболее высокой и составляла 90,54%. Опилки ольхи и лузга семечек имели характерные трубчатые и ячеистые поры, чередующиеся в разной пропорции. Их адсорбционная активность по йоду составляла 51,77% - опилки ольхи, 54,03% – лузга семечек подсолнечника. В шелухе кукурузы преобладали толстостенные крупные, в основном лакунарные поры, сорбционную ёмкость которых была наименьшей и составляла 46,76%.

Структурный анализ растительных сорбентов и экспериментальное изучение их сорбционной ёмкости показали, что растительные сорбенты обладают высокой развитой сорбционной поверхностью с различным сочетанием и морфологическими особенностями пористой структуры. Наибольшей сорбционной ёмкостью обладали растительные сорбенты с мелкоячеистой пористой структурой (листья клёна, опилки ольхи), что значительно повышает площадь сорбционной поверхности и процент поглощаемых ими загрязняющих веществ.

Изготовление сорбционного фильтра с иммобилизированной микрофлорой включает в себя 3 стадии: термическую и химическую акти-

вацию и иммобилизацию микроорганизмов-биодеструкторов (рис. 4).

Целлюлозно-сорбционный фильтр представляет собой складчатый фильтр, состоящий из пластмассовой рамки и фильтрующего сорбционного материала и иммобилизированной микрофлорой деструкторов (рис. 5).

Целлюлозно-сорбционный фильтр предназначен для высокоэффективной очистки воздуха от пыли и органических углеводородов. Высокая пористость фильтрующего материала на основе растительных сорбентов увеличивает сорбционную способность фильтра. Наличие складок и пор на гофрированном фильтре увеличивает поверхность прикрепления и образования биоплёнки и её эффективность в очистке воздуха от сложных углеводородов.

Принцип работы целлюлозно-сорбционного фильтра с иммобилизированной микрофлорой основан на биосорбции и биодеградации биоплёнкой (рис. 6) сложных органических веществ до более простых, таких как H₂O и CO₂ (рис. 7).

Фитонцидная фильтрующая вставка, пропитанная фитонцидной смесью выполняет антибактериальную очистку, одновременно дезодорируя и ароматизируя воздух. Фитонцидная вставка состоит из пропитанной фитонцидной смесью сорбционного фильтра, закреплённого в пластмассовом каркасе (рис. 8).

В лабораторных условиях по седиментационному методу Коха были проведены исследования влияния фитонцидов растений на содержание микроорганизмов в воздухе. В результате



Рис. 4. Изготовление целлюлозно-сорбционного фильтра с иммобилизированной микрофлорой

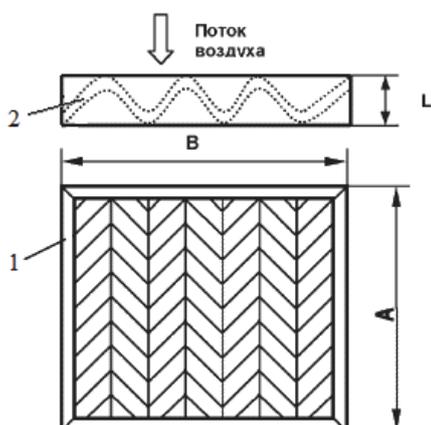


Рис. 5. Ячейковый складчатый фильтр:
1 – рамка; 2 – фильтрующий материал

экспериментов была выявлена высокая антибактериальная активность фитонцидов эфирного масла эвкалипта (рис. 9). Наиболее выраженная антибактериальная активность наблюдалась после внесения эфирного масла в промежуток времени 5 – 35 мин.

До внесения масла эвкалипта количество бактерий в 1 м² (микробное число) составляло 479, а после внесения масла эвкалипта уменьшилось до 291 бактерий в 1 м², т.е. в 1,5 раза.

На основе экспериментальных и теоретических исследований были разработаны 2 сменных сорбционных фильтра и предложено оптимальное их сочетание в устройстве кондиционирования для эффективной очистки, дезинфекции и дезодорации воздуха в помещениях площадью 20 м².

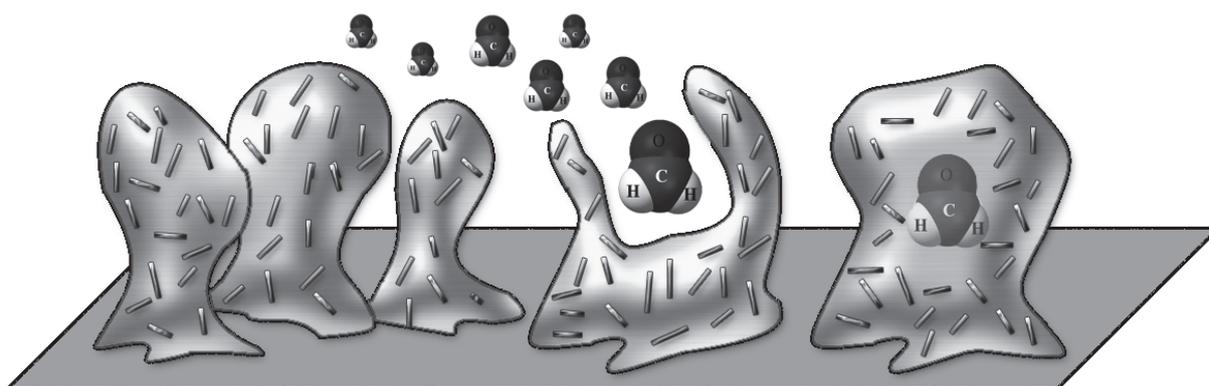


Рис. 6. Процесс биосорбции и биодegradации сложных органических веществ в биоплёнке

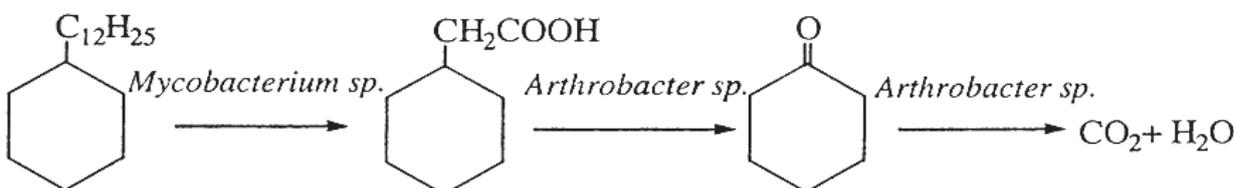


Рис. 7. Процесс биосорбции и биодegradации сложных органических веществ в биоплёнке

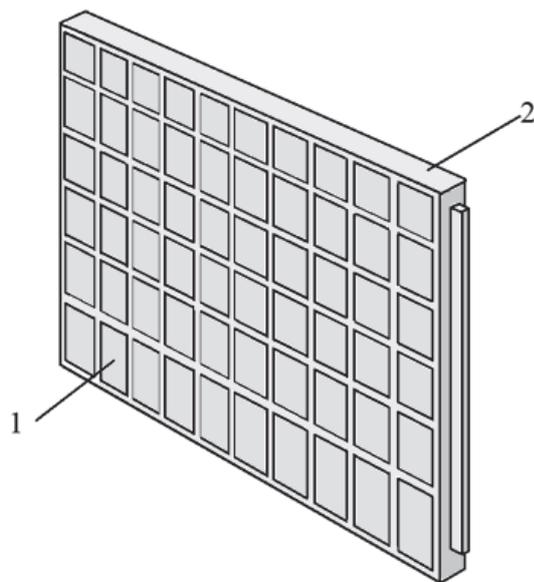


Рис. 8. Фитонцидная фильтрующая вставка:
1 – ткань-Шатура, пропитанная фитонцидной смесью; 2 – пластмассовый каркас

Разработанные конструкции сорбционных фильтров позволяют эффективно очищать воздух от органических загрязняющих веществ и бактерий, таким образом, уменьшая их негативное воздействие на человека, что способствует улучшению экологического состояния среды жилых помещений и снижает риски здоровью человека. Возможность использования различных сочетаний фильтров в устройстве кондиционирования, в зависимости от состава загрязняющих веществ, позволит решать задачи очистки, дезинфекции и дезодорации воздуха от широкого спектра как органических, так и неорганических за-

грязняющих веществ в различных помещениях. Сорбционные фильтры можно применять в системах кондиционирования и других устройствах по очистки воздуха для создания благоприятной экологической среды в жилых помещениях, офисах, ресторанах, больницах, школах, детских садах, а также планируется использование сорбционных фильтров для “оздоровления” среды детских и лечебных учреждений, для ароматерапии.

В результате сравнительного изучения морфологической структуры растительных сорбентов были выявлены характерные структурные особенности каждого сорбента. Листья клёна, обработанные при температуре 300°C, имели выраженную пористость и мелкоячеистую структуру, что увеличивает их сорбционную поверхность и, вероятно, влияет на их сорбционную активность, которая была наиболее высокой и составляла 90,54%. Опилки ольхи и лузга семечек имели характерные трубчатые и ячеистые поры, чередующиеся в разной пропорции. Их адсорбционная активность по йоду составляла 51,77% - опилки ольхи, 54,03% – лузга семечек подсолнечника. В шелухе кукурузы преобладали толстостенные крупные, в основном лакунарные поры, сорбционную ёмкость которых была наименьшей и составляла 46,76%.

Структурный анализ растительных сорбентов и экспериментальное изучение их сорбционной ёмкости показали, что растительные сорбенты обладают высокой развитой сорбционной поверхностью с различным сочетанием и морфологическими особенностями пористой структуры. Наибольшей сорбционной ёмкостью обладали растительные сорбенты с мелкоячеистой пористой структурой (листья клё-

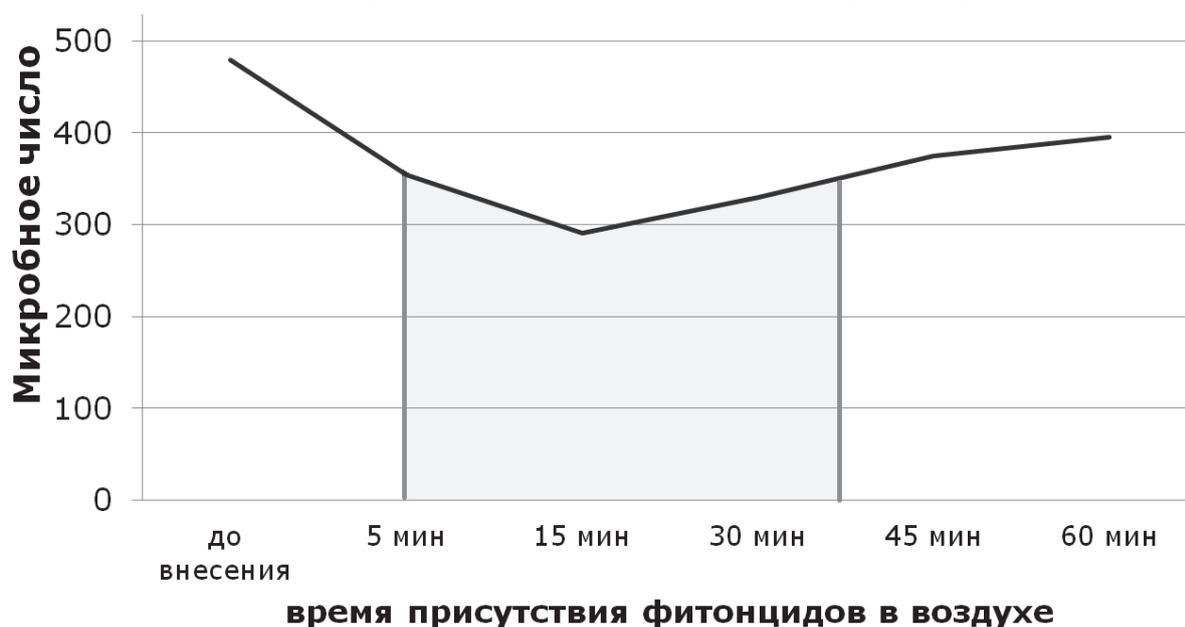


Рис. 9. Диаграмма зависимости микробного числа от времени присутствия фитонцидов эфирного масла эвкалипта в воздухе

на, опилки ольхи), что значительно повышает площадь сорбционной поверхности и процент поглощаемых ими загрязняющих веществ.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-СОРБЦИОННОГО ФИЛЬТРА

Изготовление целлюлозно-сорбционного фильтра с иммобилизированной микрофлорой включает в себя 5 стадий:

1. Термическая активация сорбента при температуре 300 °С;
2. Добавление связывающего вещества;
3. Прессование – придание гофрированной формы;
4. Сушка при температуре 100 °С;
5. Иммобилизация микроорганизмов-биодеструкторов.

I стадия. Термическая активация сорбента проводилась в сушильном шкафу. Сорбент помещался в герметичную металлическую ёмкость, которая ограничивает доступ кислорода, и образец термически обрабатывался при температуре 300 °С в течение 20 мин.

II стадия. 2 грамма термически обработанных сорбентов смешивалась с 10 мл разбавленной водной эмульсии поливинилацетата (2 мл исходной эмульсии и 8 мл дистиллированной воды).

III стадия. Тонкий слой полученной клейкой смеси помещали между двумя кусками хлопчатобумажной ткани и прессовали.

IV стадия. Смесь высушивали при температуре 100 °С в течение 1 часа в сушильном шкафу и получали целлюлозно-сорбционный фильтр.

V стадия. Для иммобилизации микроорганизмов применяли методику внедрения клеток в пористые структуры. На фильтр наносился жидкий биопрепарат “Байкал-ЭМ1” с микроорганизмами-биодеструкторами. Клетки свободно диффундируют в пористые структуры, увеличиваются в размере по мере роста и образуют в порах сорбента “биологическую плёнку”, способную абсорбировать и разрушать сложные органические вещества до более простых, таких как вода и углекислый газ.

Преимуществом данного метода иммобилизации является то, что клетки, растущие вне частиц, уничтожаются трением частиц друг о друга, и таким способом удобно управлять ростом клеток [12]. В качестве органического вещества для питания микроорганизмов используется углерод, источником которого служит целлюлозный фильтр.

Отработанный фильтр можно регенерировать. Для регенерации целлюлозный фильтр обрабатывается азотной кислотой (1:1) с последующей промывкой дистиллированной водой до значения рН=7 (на 1 г фильтра необходимо 0,3 литра воды) и сушкой при 100 °С.

В качестве исходного материала для изготовления фильтра применялись измельчённые листья клёна и измельчённые опилки ольхи. В итоге были получены 2 образца:

1. фильтр из листьев клена массой 2,25 г, площадью 37,7 см² и толщиной около 2 мм (рис. 10);
2. фильтр из опилок ольхи массой 1,79 г, площадью 27,5 см² и толщиной около 2 мм (рис. 11).



Рис. 10. Целлюлозно-сорбционный фильтр из листьев клёна

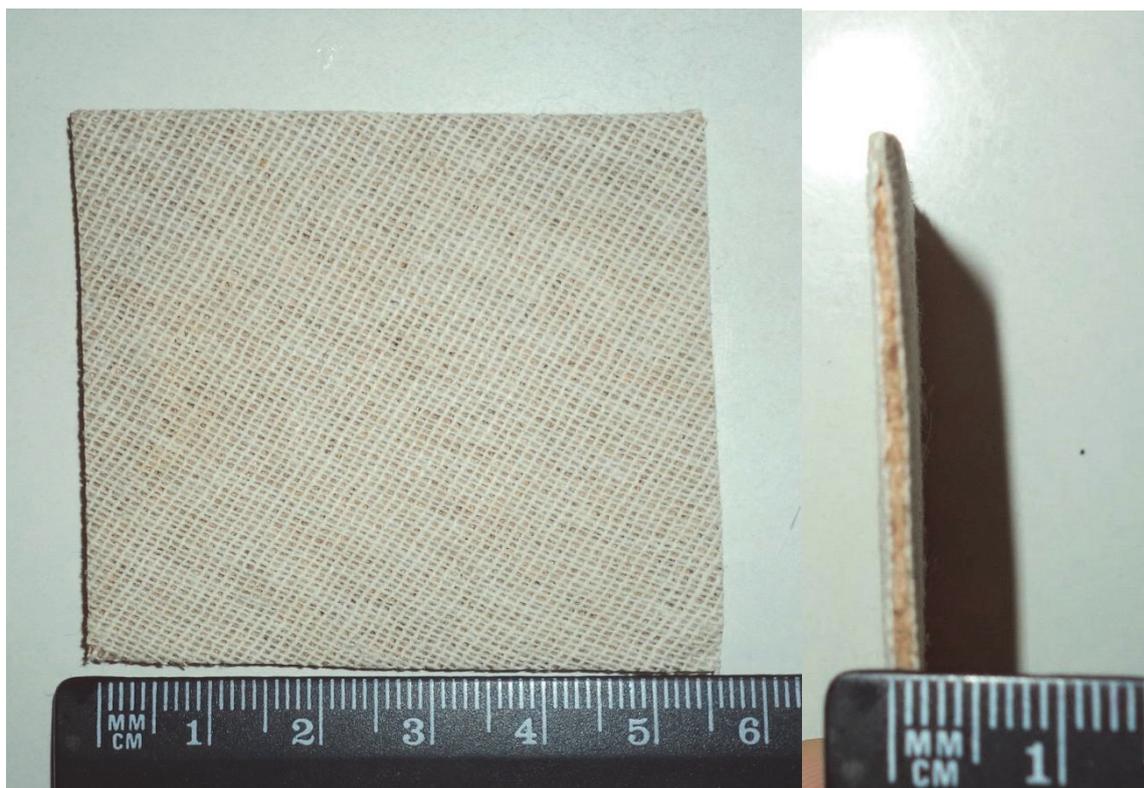


Рис. 11. Целлюлозно-сорбционный фильтр из опилок ольхи

Для изготовления гофрированного целлюлозно-сорбционного фильтра из опилок ольхи размером 39×39 см потребуется 270 грамм опилок, а для изготовления целлюлозно-сорбционного фильтра из листьев клена размером 39×39 см потребуется 300 грамм листьев клёна.

Таким образом, иммобилизация микроорганизмов-биодеструкторов на поверхности целлюлозно-сорбционного фильтра увеличивает степень очистки от органических углеводов, а использование сырья из растительных отходов для изготовления фильтра является экономически выгодным и позволяет решить сразу две проблемы: очистка воздуха и одновременно утилизация отходов [9].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО- СОРБЦИОННОГО ФИЛЬТРА

Эффективность очистки фильтра от органических веществ определялась методом газовой хроматографии. На газовом хроматографе измеряется концентрация фенола исходного загрязнённого воздуха и концентрация фенола в очищенном воздухе, пропущенного через целлюлозно-сорбционный фильтр.

Концентрация фенола определялась по формуле 2:

$$C_{\phi} = \frac{Q_{\phi}}{\sum Q} \times 100, \quad (2)$$

где Q_{ϕ} – площадь пика на хроматограмме (мм), Q –

сумма площадей всех пиков на хроматограмме (мм).

Эффективность фильтра определялась по формуле:

$$E = \frac{C_{\phi 1} - C_{\phi 2}}{C_{\phi 1}} \times 100, \quad (3)$$

где E – эффективность очистки фильтра от органических веществ, $C_{\phi 1}$ – концентрация фенола в загрязненном воздухе, $C_{\phi 2}$ – концентрация фенола в очищенном воздухе.

По формуле 3 рассчитали эффективность очистки целлюлозно-сорбционного фильтра из листьев клена от фенола:

$$E = \frac{0,14 - 0,02}{0,14} \times 100 = 86\%$$

По формуле 5 рассчитали эффективность очистки целлюлозно-сорбционного фильтра из опилок ольхи от фенола:

$$E = \frac{0,11 - 0,03}{0,11} \times 100 = 73\%$$

Таким образом, наиболее эффективным в очистки воздуха от углеводов является фильтр, изготовленный из листьев клёна. Высокая эффективность очистки воздуха от фенола у данного фильтра объясняется высокой адсорбционной ёмкостью.

БИОФИЛЬТРАЦИОННЫЕ МОДУЛИ В БИОКОНДИЦИОНЕРЕ

Биофильтрационные модули: фитонцидную вставку и целлюлозно-сорбционный фильтр можно использовать в биокондиционере (рис. 12), ко-

торый представляет собой корпус, в верхней части которого располагаются воздушный фильтр, осевой вентилятор, дренажная трубка. В нижней части корпуса находится съёмный резервуар для воды, в котором располагается водяной насос.

Принцип работы биокондиционера заключается в следующем: вода из резервуара по соединительной трубке при помощи насоса поступает в верхнюю часть корпуса и попадает в дренажную трубку, которая создаёт водяной “занавес”. Загрязнённый воздух засасывается вентилятором и проходит 4 стадии очистки:

1. очистка от крупнодисперсной пыли при помощи воздушного фильтра;
2. мокрая очистка водяным “занавесом”;
3. биологическая очистка от углеводородов целлюлозно-сорбционным фильтром;
4. дезинфекция и дезодорация фитонцидной вставкой.

Биофильтрационные модули применимы также в обычных кондиционерах. Преимущество данных модулей заключается в высокой степени очистки и низкой стоимости благодаря использованию дешёвого сырья – растительных отходов.

На основе поиска адекватных методов, спосо-

бов и конструкций с использованием биологических методов были разработаны и предложены два биофильтрационных модуля: целлюлозно-сорбционный фильтр на основе карбонизированных растительных сорбентов с иммобилизированной микрофлорой для биологической очистки воздуха от загрязняющих органических веществ и фильтрующая фитонцидная вставка для дезинфекции и дезодорации воздуха в помещениях.

В качестве исходного материала для изготовления целлюлозно-сорбционного фильтра предлагается использовать растительные отходы. Предварительный анализ показал, что в Самарской области около 40 предприятий разных категорий образуют более 10 видов растительных отходов. Использование данного вида сырья для изготовления сорбционных фильтров имеет положительные экономический и экологический эффекты: позволяет не только очищать воздух, но и утилизировать отходы.

Анализ фитонцидных смесей позволил разработать составы и предложить наиболее эффективные из них.

Экспериментально была выявлена высокая антибактериальная активность фитонцидов

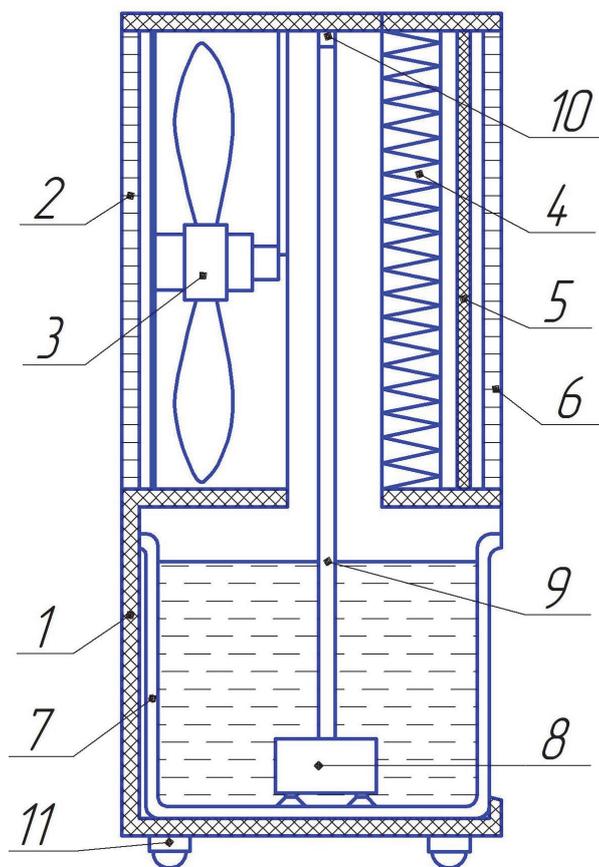


Рис. 12. Схема мобильной установки биокондиционера:

1 – корпус; 2 – воздушный фильтр; 3 – осевой вентилятор 4 – целлюлозно-сорбционный фильтр 5 – фитонцидная вставка 6 – решётка - жалюзи 7 – резервуар для водой 8 – водяной насос 9 – соединительная трубка 10 – дренажная трубка 11 – прорезиненные колёсики

эфирного масла эвкалипта. Наиболее выраженная антибактериальная активность наблюдалась после внесения эфирного масла в промежуток времени 5 – 35 мин. После внесения масла эвкалипта количество бактерий в 1 м² (микробное число) уменьшилось в 1,5 раза (от 479 до 291 бактерий в 1 м²).

В результате экспериментальных исследований различных видов растительных отходов (древесные опилки, лужга семечек подсолнечника, шелуха кукурузы, листья клёна) была определена сорбционная способность и изучена морфологическая структура каждого сорбента. Так, листья клёна, обработанные при температуре 300 °С, имели выраженную мелкоячеистую пористую структуру, благодаря которой сорбционная активность оказалась наиболее высокой – 90,54%. Опилки ольхи и лужга семечек имели чередующиеся трубчатые и ячеистые поры. Их адсорбционная активность по йоду составила: 51,77% – опилки ольхи, 54,03% – лужга семечек подсолнечника. В шелухе кукурузы преобладали толстостенные крупные, лакунарные поры, сорбционная активность наименьшая – 46,76%.

В результате исследования была разработана технология получения целлюлозно-сорбционного фильтра, включающая 5 стадий: термическая активация сорбента при температуре 300 °С; добавление связывающего вещества; прессование – придание гофрированной формы; сушка при температуре 100 °С; иммобилизация микроорганизмов-биодеструкторов. При помощи данной технологии удалось получить 2 образца прочных пористых фильтров хорошо пропускающих воздух: из листьев клёна массой 2,25 г, площадью 37,7 см² и толщиной около 2 мм и опилок ольхи массой 1,79 г, площадью 27,5 см² и толщиной около 2 мм.

Для изготовления гофрированного целлюлозно-сорбционного фильтра из опилок ольхи размером 39×39 см потребуется 270 грамм опилок, а для изготовления целлюлозно-сорбционного фильтра из листьев клёна размером 39×39 см потребуется 300 грамм листьев клёна.

Хроматографическим методом анализа было установлено эффективность очистки целлюлозно-сорбционных фильтров изготовленных из растительных отходов (листья клёна и опилки ольхи) от углеводов (фенола). Эффективность составила 73% – 86%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведённых исследований установлено, что разработанные биофильтрационные модули эффективны в очистке и дезинфекции воздуха и позволяют снизить

негативное воздействие на человека загрязняющих органических веществ и патогенных бактерий, что будет способствовать улучшению экологического состояния среды жилых помещений и снижению рисков здоровью человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биотехнология. Принципы и применение: Пер. с англ. / Под ред. И.Хиггинса, Д.Беста и Дж. Джонса. М.: Мир, 1988. 480 с.
2. Васильев А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие. Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. - 201 с., ил.
3. Васильев А.В. Комплексный экологический мониторинг как фактор обеспечения экологической безопасности // Академический журнал Западной Сибири. 2014. Т. 10. № 2. С. 23.
4. Васильев А.В., Заболотских В.В. Опыт обучения и перспективные направления развития экобиотехнологий в Институте химии и инженерной экологии Тольяттинского государственного университета // В сборнике: ELPIT-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: сборник трудов IV Международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции). Научный редактор: А.В. Васильев. 2013. Т. 3. С. 26-31.
5. Васильев А.В., Терещенко Ю.П. Технико-экономическое обоснование эффективности биологических методов очистки и дезодорации выбросов нефтехимических предприятий в воздушную среду // В сборнике: Стратегическое планирование развития городов России. Памяти первого ректора ТГУ С.Ф. Жилкина. Сборник материалов III Международной заочной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Д.В. Антипов. 2013. С. 59-63.
6. Васильев А.В., Терещенко Ю.П., Терещенко И.О., Заболотских В.В. Разработка модельного образца биоустановки для исследований по повышению эффективности микробиологической очистки газозвездных выбросов промышленных предприятий нефтехимического комплекса // В сборнике: Стратегическое планирование развития городов России. Памяти первого ректора ТГУ С.Ф. Жилкина. Сборник материалов III Международной заочной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Д.В. Антипов. 2013. С. 64-70.
7. Васильев А.В., Заболотских В.В., Терещенко Ю.П. Разработка и использование различных биосорбентов на основе растительных и минеральных отходов и отработанного активного ила // В сборнике: Стратегическое планирование развития городов России. Памяти первого ректора ТГУ С.Ф. Жилкина. Сборник материалов III Международной заочной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Д.В. Антипов. 2013. С. 36-46.
8. Заболотских В.В., Васильев А.В. Мониторинг токсического воздействия на окружающую среду с использованием методов биоиндикации и биотестирования: монография. Самара, 2012.
9. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии. Учебное пособие для студентов. М.: Мир, 2006. 504 с.
10. Эфирные масла – аромат здоровья: Древний и современный опыт профилактики и лечения заболеваний

- эфирными маслами / С.С. Солдатченко, Г.Ф. Кащенко, А.В. Пидаев. Симферополь: Таврида, 2003. 192 с.
11. Токин Б.П. Фитонциды. М.: Академия медицинских наук СССР, 1951. 237 с.
12. Чупалов В.С. Воздушные фильтры: Монография. СПб.: СПГУТД, 2005. 167 с.

DEVELOPMENT OF SORPTION FILTERS FROM VEGETABLE WASTE FOR AIR PURIFICATION AND DISINFECTION IN ROOMS

© 2014 V.V. Zabolotskikh¹, A.V. Vasilyev², V.N. Valiullina¹

¹Togliatti State University

²Samara State Technical University

Comparative experimental analysis of vegetable waste have been carried out. Technology of manufacturing of sorption filters from vegetable waste have been suggested. Constructions of sorption filters and biological filtration modules have been developed allowing to carry out efficient purification and disinfection of air in rooms.

Keywords: air, purification, disinfection, sorption filter.

Vlada Zabolotskikh, Candidate of Biological Sciences, Head at the Ecology, Natural Resources Using and Biotechnology Department. E-mail: vlada310308@mail.ru

Andrey Vasilyev, Doctor of Technical Science, Professor, Head at the of Chemical Technology and Industrial Ecology Department. Email: ecology@samgtu.ru

Venera Valiullina, Magistrate Student at the Ecology, Natural Resources Using and Biotechnology Department. E-mail: ecology@tltsu.ru