

В последующие 1000-1200 минут происходит осаждение взвешенных частиц, их содержание в воде снижается до значений близких к нулю. Длительность данной стадии практически не зависит от давления. Таким образом, при нахождении воды в условиях условно установившегося режима в течение 20-22 часов процесс образования и осаждение взвешенных частиц можно считать завершившимся.

Отсюда следует, что при перерывах в водоснабжении более 20 часов происходит наиболее интенсивное отложение частиц на внутренней поверхности трубопроводов. Это засоряет трубы и создаёт благоприятную среду для развития инфекции. В свою очередь при последующем интенсивном отборе воды осадок может смываться и в концентрированном виде попадать в очистительные устройства или непосредственно к потребителю. Требуемое качество воды в этом случае, как правило, не обеспечивается. Для предотвращения негативных последствий в подобной ситуации целесообразно осуществлять промывку сети с удалением осадка непосредственно после возобновления водоснабжения.

Заключение. Проведенные исследования динамики образования и осаждения взвешенных частиц в трубопроводах сети водоснабжения позволили выявить основные закономерности данного процесса и получить временные зависимости изменения содержания данных частиц в воде. Результаты могут быть использованы для рационального построения процесса очистки и эффективного управления им. В конечном счёте это позволяет повысить качество потребляемой воды.

Использование полученных зависимостей, также, дает возможность более корректно производить отбор проб при контроле качества воды.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гончаров, Ф.И. Исследование механизма накопления осадка на стенках труб в сети водоканала / Ф.И. Гончаров // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании: сборник научных трудов – Одесса: ОНТУ, 2007. – Т. 20 – С. 58–67.

2. Гончаров, Ф.И. Наслідки втрат води з мережі водоканалу та пошук шляхів їх подолання / Ф.И. Гончаров, І.О. Даценко, В.М. Штепа // Підтоплення-2005: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. – Херсон: НПП «Екологія. Наука. Техніка», 2005. – С. 37–41.

3. Штепа, В.Н. Концепция построения интеллектуальных систем управления биотехническими объектами с учётом влияния природных факторов / Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – М.: ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, 2014. – Ч. 5. – С. 14–19.

4. Штепа, В.М. Оцінка енергетичних характеристик процесів очищення стічних вод агропромислових підприємств електротехнічними комплексами / В.М. Штепа // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К.: НУБіПУ, 2014. – Вип. 194. – Ч. 3. – С. 259–265.

5. Швецов, А.Б. Хлорные дезинфектанты и их применение в современной водоподготовке / А.Б. Швецов, А.В. Козырева, С.Г. Седунов, К.А. Тараскин // Молекулярные технологии – М.: МГУ, 2009 – №3. – С. 98–121.

6. Мазоренко Д.И. Инженерная экология сельскохозяйственного производства / Д.И. Мазоренко, В. Козелко, Ф.И. Гончаров. - М.: Знание, 2006. – 376 с.

Материал поступил в редакцию 09.05.17

SHTEPA V.N., PROKOPENYA O.N., KOT R.Y., MORGOL A.V., ZAETS N.A. The research of process of formation and sedimentation of suspended substances in the water with application of the automated measuring complex

The shortcomings of the modern water supply systems are analyzed in the context of influence of fixing effect on the quality of water in the water distribution network. The method and experimental study of the effect of adjusted barometric and vacuum pressure on the particles suspended in water is described. Qualitative and quantitative characteristics of the formation and sedimentation of suspended substances in the water is obtained. The results of experimental research are substantiated by mathematical analysis.

УДК. 677.494.7: 628.334.42

Хуррамов М. Г.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ФИЛЬТРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА И УСТРОЙСТВО ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КРАСИЛЬНО-ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Введение. Анализ последних исследований и публикаций научно-технической информации показывает, что в настоящее время создание волоконистых нетканых фильтрующих материалов является одним из перспективных направлений текстильной промышленности. Высокие темпы роста их производства объясняются, прежде всего, дешевизной получения и быстрой окупаемостью затраченных средств, поскольку стоимость грубоволокнистых не-

тканых фильтров почти в 10 раз ниже тонковолокнистых, их легче заменять или регенерировать. С экологической точки зрения важной и быстро развивающейся сферой применения волоконистых нетканых фильтровальных материалов является очистка всевозможных жидкостей [1].

Проблема очистки сточных вод ряда отраслей, в том числе текстильного производства, до концентраций специфических загрязнений, безвредных для водоёмов, ещё не решена.

Хуррамов Мухтор Гулович, к.т.н. доцент кафедры профессионального образования физико-математического факультета Каршинского государственного университета.

Узбекистан, Кашкадарьинская область, г. Шахрисабз, ул. Пиллакаш, дом 10, кв.14.

При подготовке текстильных материалов из хлопка на крашение в первой стадии его обработки в рабочей ванне оборудования образуется до 6% волокнистых и грубодисперсных примесей от массы обрабатываемого изделия. До настоящего времени отсутствует техническое решение локального улавливания и накапливания волокнистых примесей из технологического раствора оборудования красильно-отделочного производства, которое предотвращает засорение канализационных сетей и удешевляет дальнейший процесс очистки сточных вод. В настоящее время применяемые конструкции, как правило, являются «универсальными» и не учитывают в полной мере характеристик очищаемых технологических сточных вод производства. Следует также учитывать, что предприятия красильно-отделочного производства сосредоточены главным образом на перенаселенной городской территории, где нет достаточных площадей для использования громоздкого оборудования на стадии доочистки технологических сточных вод.

Основная часть. Постановка проблемы: целью нашего исследования является разработка технологии получения высокоэффективного нетканого фильтрующего материала из созревших волокнистых плодов растения люффа (*L.cylindrica*) и компактного устройства его применения для улавливания, накапливания волокнистых и грубодисперсных примесей из технологического раствора в красильно-отделочном производстве.

Экспериментальные методы. При проведении исследования использовали следующие методы измерения: полевой опыт, весовое, титрометрическое, качественное распознавание и количественное определение волокнистого состава плодов. Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 13587-77, ГОСТ 12023-66, ГОСТ 10550-75, ГОСТ 15902-79. Измерения проводили в соответствии с нормативно-технической документацией.

Результаты и обсуждение. Характеристика сырья: вид растений из рода люффа (*Luffa*), семейства тыквенные (*Cucurbitaceae*), люффа цилиндрическая (*Luffa*

aegyptiaca). Культивируется во многих странах с тропическим и субтропическим климатом. Это однолетние растения длиной 3–6 метров с шероховатыми на ребрах пятигранными стеблями, цепляющимися за опору с помощью разветвлённых (обычно трёх отдельных) усиков. Листья 15–25 см по окружности, пальчато-пятилопастные, на черешках длиной до 12 см. Цветки раздельнополые, с пятью ярко-жёлтыми лепестками. Тычиночные цветки собраны в кистевидные соцветия по 15–20 цветков, пестичные — одиночные, расположены в пазухах того же листа, что и тычиночные. Плоды цилиндрические или булавовидные, длиной до 50 см (иногда и более), диаметром 6–10 см, гладкие, без ребер. Семена многочисленные, сплюснутояйцевидные, длиной около сантиметра, гладкие, имеют краевую каёмку шириной 0,5–1 мм [2].

Полевой опыт показал, что подходящее климатические и грунтовые условия республики гарантируют высокий урожай люффы (*L.cylindrica*). Разведение люффы не требует пестицидов и гербицидов. Она растет с поразительной быстротой и не накапливает в себе токсичных веществ. На рис. 1 показаны созревшие волокнистые плоды растения для изготовления фильтрующих материалов. По данным, волокнистая масса одного плода составляет 12–15 г.



Рисунок 1. Созревшие волокнистые плоды растения люффа (*L.cylindrica*)

В таблице 1 представлен химический состав волокон растения люффа (*L.cylindrica*).

Таблица 1. Химический состав волокно люфа (% по массе)

Целлюлоза	Лигнин	Пектин	Воски	Вода
до 77	10,0–12,5	0,6–0,9	0,7–0,9	10,0

Предлагаемая технология получения нетканого фильтрующего материала состоит из следующих этапов:

- естественное высушивание созревших плодов в стеллажах каркасного типа, обтянутых технической тканью. Стеллажи имеют ширину 2000 мм; высоту 500–600 мм. Для равномерного высушивания и предупреждения загнивания, они не должны соприкасаться между собой. Плоды поворачивают не менее 1 раза в сутки. Не требуют специальных условий хранения, нетоксичны;

- обработка горячей водой (65–70°C) для размягчения кожуры в течение 15–20 минут, отжим (100%) для удаления избыточной влаги, после чего следует обдиранье кожуры и удаление семян.

В условиях республики сезон созревания плодов совпадает с периодом наибольшего прихода солнечной радиации. Для снабжения горячей водой для технологических процессов мы использовали солнечный водонагреватель. При этом на 20% снижается себестоимость

переработки и повышается удобность доставки сырья за счет уменьшения массы.

Ребра, соединяющие доли кожуры, после замачивания и очистки можно использовать в качестве готовой нити (24–26 м) для соединения отдельных кусков плодов (рис. 2):



Рисунок 2. Нить, получаемая из ребра кожуры

— для удаления сопутствующих примесей (воскообразные, минеральные, азотсодержащие, пектиновые, другие загрязнения) делают обработку слабо концентрированным раствором поверхностно-активных веществ (ПАВ), гидроксида натрия, пероксида водорода при температуре 40–50°C в течение 15–20 минут. Модуль ванны 50. Промывают теплой водой при температуре 40–50°C в течение 15–20 минут. Пропитка проводится холодной водой и затем их отжимают до привеса 130%. Естественная сушка на каркасных стеллажах;

— разрезание отдельных волокнистых плодов на прямоугольные куски нужного размера;

— влажно-тепловая обработка прямоугольных отдельных волокнистых кусков утюгом;

— отдельные прямоугольные волокнистые куски нити прошиванием вместе соединяются в единую систему заданной длины и веса. Нетканый фильтрующий материал, произведенный по этой технологии, имеет поверхностную плотность 345 г/м², толщину 3 мм. На рис. 3 представлен полученный грубоволокнистый нетканый фильтрующий материал.



Рисунок 3. Нетканый фильтрующий материал

К нетканым фильтровальным материалам предъявляются такие основные требования, как высокая механическая прочность и стабильность процесса фильтрации. На основе стандартных методов измерения исследованы физико-механические свойства полученного фильтровального материала. В таблице 2. представлены физико-механические свойства полученного фильтрующего материала.

Таблица 2. Физико-механические свойства фильтрующего материала

№	Наименование показателя	Единица измерения	Количество
1	Плотность	г/м ²	345
2	Толщина одного слоя	мм	3
3	Диаметр волокна	мкм	50
4	Прочность при разрыве сухого	сН/текс	36–40
5	Прочность при разрыве мокрого	сН/текс	40–46
6	Общее удлинение сухого	%	5–6
7	Общее удлинение мокрого	%	7–8
8	Количество удерживаемой влаги после отжима	%	95–96
9	Сорбционная ёмкость	%	170
10	Термостойкость	°С	170

Таблица 3. Изменение прочности нетканого фильтрующего материала при обработке химическими реагентами

Химический реагент	Применяемая обработка	Результат обработки
Гидроксид натрия (основное вещество 98%)	20%-ный раствор, t = 80°C, время 10 мин.	Устойчиво, не растворяется
Серная кислота (70%, плотность-1,62)	37%-ный раствор, t = 25°C, время 10 мин.	Устойчиво, не растворяется
Уксусная кислота	3%-ный раствор, t = 40°C, время 5 мин.	Устойчиво, не растворяется
Пероксид водорода (активный кислород 28,2%, плотность — 1,23)	5 г/л раствор, t = 20°C, время 20 мин.	Устойчиво, не растворяется

В красильно-отделочном производстве в 3–5 технологических процессах применяются быстродействующие химические реагенты [4]. Мы исследовали химическую стойкость нетканого фильтрующего материала на действие химических реагентов. Результаты исследований приведены в таблице 3.

Из табл. 2 и 3 видно, что полученный нетканый фильтрующий материал обладает достаточно высо-

кими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Устойчивость к щелочам, кислотам можно объяснить наличием в составе фильтрующего материала нерастворимого биополимера — лигнина. Лигнин не является самостоятельным веществом, он представляет собой смесь ароматических полимеров родственного строения сложного органического природного полимера. Содержание в волокне лигнина делает его устой-

чивым к действию света, погоды и микроорганизмов. Материал фильтра обладает бактерицидными свойствами и не содержит белок, поэтому не привлекает насекомых и грызунов. Содержание в волокне высокомолекулярного лигнина способствует формированию водопроводящих каналов [4]. Следует также отметить, что каждый сосудистый пучок окружен кольцами волокон, составляющих волокнистый скелет, который образует сеть своеобразной арматуры. Каждое волокно содержит в своей толще большое количество пор и

канальцев. Пучки - это участки с высокой плотностью упаковки волокон, между ними расположены участки с низкой плотностью упаковки.

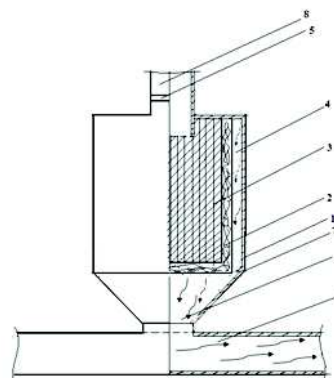
Для испытания полученного фильтрующего материала в качестве базового объекта был выбран отработанный технологический раствор высокоскоростного джиггера MGSBG-Italia красильного цеха, красильно-отделочного производства СП Карши «Cotton road». В табл. 4 представлен состав сточного технологического раствора из ванны джиггера.

Таблица 4. Состав технологического сточного раствора

№	Показатели	Единица измерения	Количество
1.	Температура	°С	38
2.	Интенсивность окраски после разбавления	балл	1:600
3.	Взвешенные вещества	мг/л	85
4.	Сухой остаток	мг/л	1930
5.	Зольность сухого остатка	%	50
6.	ХПК	мг/л	600
7.	БПК _{полн.}	мг/л	260
8.	рН		9,5
9.	Азот аммонийной	мг/л	25
10.	Сульфаты	мг/л	168
11.	Сульфиды	мг/л	16
12.	Фосфаты	мг/л	5
13.	СПАВ	мг/л	25-30
14.	Осадок от объема воды за 2 часа отстаивания	%	1,5

Для решения поставленной задачи локального улавливания и накопления волокнистых и грубодисперсных примесей из отработанного технологического раствора из оборудования красильно-отделочного производства предлагается нижеследующий способ. Устройство устанавливается перед спуском в канализационный лоток и герметично крепят при помощи хомута (5) на свободном конце сливной трубы (8) оборудования. Загрязнённый технологический поток воды из ванны через сливную трубу оборудования направляют во внутреннюю полость цилиндрического корпуса (1) и пропускают через фильтрующий элемент (2), работа которого основана на улавливании и накоплении волокнистых грубодисперсных примесей. Фильтрующий элемент в виде П-образной цилиндрической формы при сборке устройства устанавливается открытыми и закрытыми сторонами в противоположных направлениях и упаковывается, между слоями металлической сетки (3). Фильтрующий элемент укреплен при помощи проволоки на ячейках металлических сеток с возможностью замены. Слои металлической сетки параллельно закреплены внутри цилиндрического корпуса с возможностью демонтажа. Очищенная вода от волокнистых и грубодисперсных примесей отводится при помощи цилиндрического зазора (4) и сливается в канализационный лоток (9). Устройство можно использовать на любых расстояниях. Вертикальное и горизонтальное положение обеспечивается при помощи следующих запчастей: патрубки, колени, шланг и трубы. Для замены или регенерации фильтрующего элемента открывается съёмная крышка (6) при помощи откидных болтов

(7) обеспечивающих соединения. После атмосферной сушки с поверхности отработанного фильтрующего элемента удаляются уловленные волокнистые примеси при помощи крючков. Внутренние оседающие загрязнения удаляются встряхиванием. Конструкция устройства простая, более удобная для быстрой установки, легко заменяется фильтрующий элемент. Характерная особенность устройства — это является регулируемый по плотности укладки фильтрующий элемент. С увеличением слоя фильтрующего элемента в устройстве эффективность улавливания частиц возрастает. На рис. 4. показана схема съёмного устройства с фильтром.



1 - металлический корпус, 2 - фильтрующий материал, 3 - металлическая сетка, 4 - канал для направления потока очищенной жидкости, 5 - хомут, 6 - съёмная крышка, 7 - откидные болты, 8 - сливная труба оборудования, 9 - канализационный лоток

Рисунок 4. Схема съёмного устройства

Результаты экспериментального исследования показали, что количество задержанных волокнистых и грубодисперсных примесей в фильтре составляет 8,6 кг/сутки; влажность 70–80%; зольность 5–7%. Улавливание и накопление волокнистых примесей производится поверхностью фильтрующего материала.

Высокие сорбционные показатели нетканого фильтрующего материала позволяют использовать его для совершенствования способов очистки воды от различных растворенных примесей. В настоящее время основными загрязнителями технологических сточных вод красильно-отделочного производства являются синтетические красители различных классов, и их концентрация в сточных водах предприятий составляет 25–30 мг/л. На предприятиях красильно-отделочных производств, где главным образом используются низкомолекулярные красители, красители являются одним из самых трудноудаляемых загрязнителей сточных вод [5]. Нами были исследованы сорбционно-активные свойства полученных фильтрующих материалов для очистки ионов активных красителей из технологических сточных вод. Фильтрующий материал позволяет практически на 97–98% извлекать их из водных растворов с концентрацией по иону в диапазоне 0,1–3,0 г/л. Высокая скорость установления сорбционного равновесия при контакте фаз в течение 30–35 минут и при температуре 35–40°C. На рис. 5 представлены использованные окрашенные образцы фильтрующего материала.



Рисунок 5. Окрашенные образцы

Из анализа образцов видно, что полученный нетканый материал обладает высокой активностью и стойкостью для удаления красителей из сточных вод, он поглощает молекулы красителей, кроме того, этот нетканый материал выполняет функцию некоего барьера, который предотвращает выход на поверхность уже поглощенных молекул красителей. Результаты экспериментального исследования показали, что в среднем один грамм волокна фильтрующего материала может связывать до 5 мл сточных вод, это обусловлено большой пористостью структуры. Он способен поглощать значительно больший, чем собственный вес,

объем сточных вод и удовлетворяет требованиям сорбционной очистки от растворенных примесей.

Заключение. На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Волокнистые плоды растения люффа являются натуральным, экологически чистым местным сырьём, это безопасный продукт, который применяется для разработки новых нетканых фильтровальных материалов, обладающих комплексом высоких функциональных свойств.

2. Производство фильтрующих материалов этим способом позволит решить задачу ресурсосбережения и расширить ассортимент материалов технического назначения; позволит отказаться от дефицитных токсичных материалов; отличается лучшими эксплуатационными характеристиками, может заменить импортные аналоги и снизить затраты производства; поможет решить очистку от специфических загрязнений технологических сточных вод производства на стадии доочистки.

3. Устройство применения фильтрующих нетканых материалов можно использовать на любых расстояниях, в вертикальном и горизонтальном положении при помощи следующих запчастей: патрубки, колени, шланг и трубы. Конструкция устройства проста, удобна для быстрой установки, можно легко заменять фильтрующий материал. Эксплуатация установки не требует квалифицированного труда, соблюдается требование противопожарной и экологической безопасности.

4. Наиболее перспективным направлением является использование фильтрующего материала для извлечения из сточных вод ценных растворенных веществ с их последующей утилизацией или использованием. Высокая скорость сорбции ионов красителей из сточных вод позволяет использовать его для совершенствования способов очистки воды от различных растворенных примесей.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жуманиязов, К.Ж. Проблемы и перспективы развития производства нетканых текстильных материалов в республике Узбекистан. – Т.: ГФНТИ, 1996. – 32 с.
2. Цаценко, Л.В. Мир тыквенных растений /Л.В. Цаценко, Н.Н. Нецадим – Краснодар: КубГАУ, 2009. – 180 с.
3. Бузов, Б.А. Лабораторный практикум по материаловедению швейного производства / Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова, Д.Г. Петропавловский, П.П. Андриенко, Н.Г. Савчук – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 407 с.
4. Новорадовская, Т.С. Технология отделки тканей (лабораторный практикум) / Т.С. Новорадовская, Т.Д. Балашова, М.А. Куликова – М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1991. –104 с.
5. Отраслевой сборник методик проведения химического анализа веществ, применяемых в легкой промышленности, содержащихся в сточных водах. – М.: ЦНИИТЭИ, 1988. – 193 с.

Материал поступил в редакцию 08.01.17

HURRAMOV M.G. Method for producing filter material and device for its was tewater treatment using for dyeing and finishing product

This article discusses a method for producing a nonwoven fibrous filter material of fruit plants loofah, device is its application to capture and accumulate contaminants from the wastewater of dyeing and finishing production. Propose perspective direction of development of filter materials on the domestic raw material base. The resulting filter material would eliminate the deficit, expensive materials.