

УДК 628.161.2

В. В. Симон, студент
Н. П. Омельченко, orcid.org/0000-0003-0738-9058
Л. И. Коваленко, orcid.org/0000-0002-7405-8542

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Краматорск, Украина
nik@donnaba.edu.ua

ПОВЫШЕНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ ВОЛОКОН МОДИФИКАЦИЕЙ ИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Изложены результаты поисковых исследований по химической модификации насадки из синтетических волокон раствором сернокислого алюминия. Установлено, что существенный эффект осветления при фильтровании малоконцентрированной глинистой суспензии через волокнистый фильтр с модифицированными волокнами наблюдается при низких скоростях фильтрования ограниченное время. Технология требует доработки.

Ключевые слова: синтетические волокна, контактная коагуляция, волокнистый фильтр, химическая модификация волокон при очистке воды.

В. В. Симон, студент
М. П. Омельченко, orcid.org/0000-0003-0738-9058
Л. И. Коваленко, orcid.org/0000-0002-7405-8542

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Краматорськ, Україна
nik@donnaba.edu.ua

ПІДВИЩЕННЯ АДГЕЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОЛОКОН МОДИФІКАЦІЄЮ ЇХ ПОВЕРХОНЬ

Викладені результати пошукових досліджень з хімічної модифікації насадки з синтетичних волокон розчином сірчаноокислого алюмінію. Встановлено, що суттєвий ефект прояснення при фільтруванні малоконцентрованої глинистої суспензії крізь волокнистий фільтр з модифікованими волокнами спостерігається при низьких швидкостях фільтрування обмежений час. Технологія потребує доопрацювання.

Ключові слова: синтетичні волокна, контактна коагуляція, волокнистий фільтр, хімічна модифікація волокон при очищенні води.

V. V. Symon, student
M. P. Omelchenko, orcid.org/0000-0003-0738-9058
L. I. Kovalenko, orcid.org/0000-0002-7405-8542

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Kramatorsk, Ukraine
nik@donnaba.edu.ua

INCREASING ADHESIVE PROPERTIES OF FIBRES BY MODIFICATION OF THEIR SURFACES

The results of the exploratory research in chemical modification of attachment made from synthetic fibers by solution of aluminum sulphate have been presented. It was found that the substantial effect of water clarification at filtration of the low-concentration clay suspension through a fibred filter with the modified fibres is observed at small speeds of filtration for a limited period of time. The technology requires improvement.

Ключевые слова: synthetic fibers, pin coagulation, fibred filter, chemical modification of fibres at water clarification.

Формулировка проблемы. В Донбасской национальной академии строительства и архитектуры предложены и разрабатываются инновационные технологии очистки природных и промышленных сточных вод с использованием волокнистых насадок из синтетических волокон в форме ершей [1,2,3].

Основным направлением исследований является осветление воды, то-есть изъятие взвешенных веществ. При этом на поверхности синтетических волокон протекает процесс контактной коагуляции.

Как следует из теории и практики контактной коагуляции [4], этот процесс определяется свойствами двух контактирующих (коагулирующих) элементов: частицы примеси и поверхности, к которой она прилипает. В нашем случае вторым элементом будет поверхность волокон. Если не брать в расчет свойства примеси, которые будут зависеть от их химической природы, химсостава воды и обработки реагентами, то для обеспечения процесса коагуляции следует обратить внимание на поверхностные свойства волокон; именно они будут определять успешное изъятие взвешенных примесей.

Единичное волокно представляет собой филамент. Сплетение отдельных филаментов дает комплексную нить диаметром порядка 10 мкм. На специальных станках нити переплетаются в ерши диаметром 50...60 мм. При заполнении ершами фильтрующей среды ее пористость превышает 99%, а активная поверхность волокон в одном кубометре ершей составляет порядка 10 тысяч квадратных метров. К достоинствам волокнистых насадок относятся также:

- практически мгновенное протекание процесса изъятия примесей,
- малое влияние щелочности и других химических показателей на очистку,
- малое гидравлическое сопротивление фильтрующей волокнистой среды и ее незаиливаемость.

Анализ предшествующих исследований и публикаций. Одним из путей улучшения адгезионных свойств волокон является модификация их поверхностей. Модифицирование волокон может быть физическим или химическим.

Основной способ физической модификации волокон заключается в пропускании расплава на стадии формирования нитей через профилированные фильеры. Последние могут иметь форму, весьма отличную от круглой, в виде пяти-, шести- или восьмилучевой звезды, двух букв "Ш", соединенных основаниями со сдвигом, и др. Такие нити будут иметь повышенную шероховатость и удельную поверхность. Можно получить нити с внутренним каналом, которые будут обладать свойствами капиллярности, высокими теплоизоляционными свойствами.

Химическая модификация возможна на стадии приготовления расплава или после получения готовых волокон. Первый способ заключается в привитии сополимеров, которые будут придавать волокнам специфические свойства [5]. Таким способом можно получить сорбенты, негорючие и термостойкие, гидрофобные, электронообменные, ионообменные, обратноосмотические, антимикробные волокна, а также множество других с заранее заданными свойствами. Однако нас интересуют инертные волокна, не вступающие в какие-либо взаимодействия с водой и изымаемыми примесями. Предыдущими исследованиями [3] в качестве таковых выбраны полиэфирные и полиамидные волокна.

В отраслевой научно-исследовательской лаборатории улучшения качества воды при Новочеркасском инженерно-мелиоративном институте (НИМИ) профессором Оводовой Н.В. был разработан реагентный метод модификации фильтрующей зернистой загрузки осветлительных фильтров [6]. Метод основан на возможности регулирования сил адгезии

путем видоизменения молекулярных групп на поверхности зерен фильтрующей среды с целью увеличения энергии прилипания к ним задержанных частиц взвеси. При этом свойства взвешенных примесей остаются без изменений, исходная вода не подвергается химической обработке.

Цель. Провести поисковые исследования возможности применения данного способа для модификации волокнистых насадок.

Основной материал. При разработке методики исследований нами был использован опыт НИМИ [6]. Так в качестве основного модифицирующего реагента принят сернокислый алюминий, как обеспечивающий наивысшую грязеемкость фильтра из-за высокого молекулярного веса модификационных групп на поверхности насадки. При этом концентрация раствора $Al(SO_4)_3$ для обработки принята 0,5 %.

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

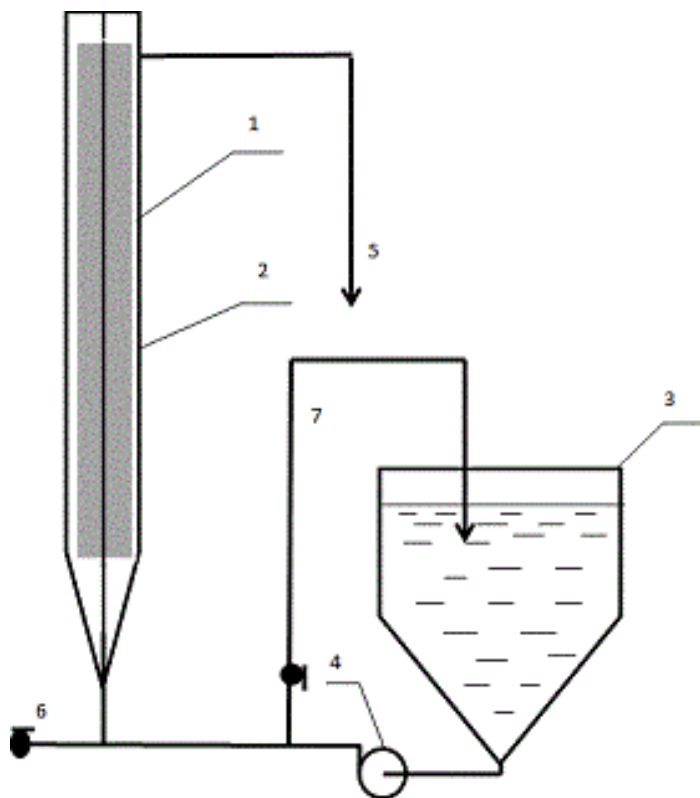


Рис.1. Схема лабораторной установки для модификации поверхности волокон реагентами

1- колонка из оргстекла, 2- эрш, 3- бак исходной воды, 4- насос, 5- фильтр, 6 – слив коагулянта, 7 – возврат избыточной воды

Основным элементом установки является фильтровальная колонка высотой 2 м и внутренним диаметром 50 мм с насадкой в форме эрша из полиэфирных волокон. Перед началом работы установки в рабочем режиме осветления воды колонка заполнялась 0,5%-ным раствором сернокислого алюминия, который после контакта с волокнистой насадкой сливался через патрубок. После этого запускался в работу насос, прокачивающий осветляемую воду через волокнистую насадку в направлении снизу вверх.

Исходная вода готовилась замутнением водопроводной воды тонкодисперсной глиной. Для предотвращения выпадения взвесей в баке исходной воды производилось ее

перемешивание.

Скорость фильтрования рассчитывалась по расходу воды и известной площади поперечного сечения колонки. Расход воды измерялся объемным способом. Поскольку производительность насоса превышала расход колонки, избыточная вода возвращалась в бак исходной воды и обеспечивала перемешивание. Скорость фильтрования регулировалась зажимом на возвратной трубе.

Периодически через каждые 30 минут отбиралась проба фильтрата. Мутность проб исходной воды и фильтрата определялась на фотоэлектроколориметре КФК – 2.

Было проведено 9 опытов с различными скоростями фильтрования $V=5; 10; 15$ м/ч. Усредненные результаты опытов приведены в табл. 1.

Как видно из данных таблицы, при скоростях фильтрования до 10 м/ч в первые часы фильтроцикла наблюдается некоторое повышение эффективности работы волокнистой насадки по изъятию загрязнений. В последующие часы происходит возрастание мутности фильтрата.

Таблица 1

Осветление воды модифицированной насадкой

Скорость фильтрования, м/ч	Мутность исходной воды, г/м ³	Эффект осветления, %, через							
		0,5 ч	1,0 ч	1,5ч	2,0ч	2,5ч	3,0ч ч	3,5ч	4,0ч
5	310	70	72	77	75	69	65	57	55
10	320	62	68	68	63	53	45	41	35
15	335	42	40	34	36	27	25	18	17
контрольный опыт									
10	340	30	41	45	-	40	42	40	-

При скорости 15 м/ч возрастание эффективности очистки осталось незамеченным, очевидно оно протекало в течение первого часа работы фильтрата. Это явление можно объяснить расходом в начале фильтроцикла раствора коагулянта, накопившегося между волокнами насадки. При исчерпании этого запаса эффект очистки снижается. В отличие от зернистых загрузок волокнистые насадки захватывают вследствие действия сил поверхностного натяжения большой объем раствора реагента, в котором их замачивают, после опорожнения фильтра. Поэтому в данном случае в большей степени действует этот процесс удерживания раствора между волокнами, чем модифицирование поверхностей волокон.

Был проведен также контрольный опыт с фильтрованием глинистой суспензии через чистую волокнистую насадку, не модифицированную раствором коагулянта (см. табл. 1). Как видим, в этом опыте эффект осветления был намного ниже, чем в опытах с модифицированной насадкой, причем к концу фильтроцикла эффекты практически не отличались.

В целом эффективность очистки воды от взвешенных веществ при фильтровании через модифицированные раствором коагулянта волокнистые насадки была невысокой, мутность фильтрата достигала 150 г/м³ и больше. Таким образом, такой процесс практической значимости не имеет.

Малая эффективность изученного процесса по сравнению с данными, полученными на зернистых фильтрах [6], может быть объяснена высокой пористостью волокнистых насадок, что из-за неинтенсивного массообмена затрудняет транспортировку взвешенных частиц к модифицированным поверхностям волокон.

Вывод. Результаты поисковых лабораторных исследований по осветлению воды на волокнистой насадке из синтетических волокон путем предварительного замачивания ершей в растворе сернокислого алюминия показали, что такая технология требует совершенствования с целью увеличения эффекта осветления.

Литература

1. Омельченко Н.П. Волокнистые насадки для систем очистки воды. [Текст] / Н.П.Омельченко, Л.И.Коваленко. // Проблемы экологии. - Донецк, ДонНТУ.- 2011. - №1-2. - С.12-17.
2. Омельченко Н.П. Контактные камеры хлопьеобразования с волокнистой насадкой. [Текст] / Н.П.Омельченко, Л.И. Коваленко. // Вісник ДонНАБА. – 2014. - випуск 2014-5(109). - С.19-23.
3. Омельченко Н.П. Исследования волокнистых насадок для очистки природных и сточных вод. / [Текст] Н.П.Омельченко, Л.И. Коваленко. // Електронний науково-технічний журнал «Збірник наукових праць ДонНАБА». – 2015. - №1. - С. 17-23.
4. Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. [Текст] – Ленинград: Химия, 1987. – 208 с.
5. Волокна с особыми свойствами. [Текст] / Под ред. Л.А.Вольфа. – М. : Химия, 1980. – 223 с.
6. Оводова Н.В. Технология модификации молекулярных групп на поверхность зерен фильтрующей загрузки [Текст] / Н.В.Оводова // Труды Новочеркасского инж.-мелиорат.ин-та. – 1978. - том XIV, вып.4. - С.30 – 35.