

А.Г. АКОПЯН, А.Г. МАЛХАСЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА

Исследованы закономерности глубокой очистки сточных вод текстильного производства на каркасно-засыпном фильтре (КЗФ) и получены его технологические и конструктивные параметры. Вместо традиционно применяемого из гравия и засыпки из кварцевого песка на КЗФ предлагается использовать засыпки из дробленого вулканического шлакового щебня и песка. Эксперименты, проведенные на опытно-технологической установке с использованием модели КЗФ, позволили получить оптимальные скорости фильтрования и параметры промывки засыпки. Результаты исследований по показателям очистки воды после фильтрования КЗФ показали, что вулканический шлаковый щебень и песок обеспечивают стабильный эффект очистки сточных вод.

Ключевые слова: глубокая очистка, фильтрование, сточные воды, каркасно-засыпной, взвешенный.

В работе исследованы закономерности глубокой очистки сточных вод текстильного производства на каркасно-засыпном фильтре и определены его технологические параметры.

Для глубокой очистки физико-химически очищенных производственных сточных вод применяется метод фильтрования через зернистые материалы, эффективность которого в значительной степени зависит от конструкции фильтра, условий фильтрования, а также от состава сточных вод.

Недостатком существующих КЗФ является то, что пористость нижнего слоя (рис.1, поз. 9) его загрузки весьма мала и не превышает 20%, что снижает эффективность работы фильтра. Несмотря на наличие большого количества песка, песок с требуемыми фракциями встречается не так часто. Эталоном считается кварцевый песок Волгоградского карьера. Кроме того, их каркас, в качестве которого используется крупный гравий или щебень, не имеет ноздреватой поверхности, что приводит к ухудшению задерживающей способности каркаса.

Для интенсификации процесса фильтрования сточных вод текстильного производства на КЗФ вместо традиционно применяемой засыпки из кварцевого песка предлагается использовать вулканический шлаковый щебень и песок.

Фильтрующие материалы должны отвечать требованиям по механической прочности и химической стойкости. Механическая прочность вулканических шлаков оценивается по показателям истираемости и измельчаемости. Приемлемым по механической прочности считается материал, у которого потери на истирание не превышают 0,5%, а измельчение - 4%. Для образцов вулканического шлака "Мастара" истираемость и измельчаемость соответственно составляют 0,27% и 0,08%.

На рис.1 приведена схема опытно-технологической установки КЗФ.

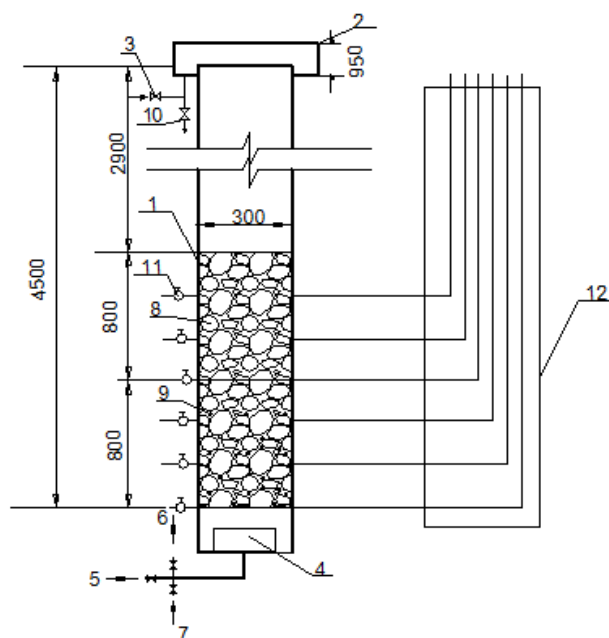


Рис.1. Схема опытно-технологической установки КЗУ: 1 - фильтрационная колонна; 2 - круговой желоб; 3 - подача исходной воды; 4 - распределитель для отвода фильтрата и подачи промывной воды с воздухом; 5 - фильтрат, 6 - воздух; 7 - промывная вода; 8 - щебневой каркас; 9 - песчаная засыпка; 10 - грязная промывная вода; 11 - пробоотборники; 12 - пьезометрический щит для послойного определения потери напора

Согласно требованиям химической стойкости, вулканический шлак имеет следующие показатели: по величинам прироста растворенного остатка в нейтральной, кислой, щелочной средах - соответственно 3,9; 16,2; 8,6 мг/л; по величинам прироста окисляемости в различных средах - 1,9; 1,0; 1,0 мг O_2 /л.

По методике испытаний [1] величина прироста растворенного остатка должна составлять не более 20 мг/л окисляемости - 10 мг O_2 /л.

Проведенный литературный анализ показал, что для глубокой очистки сточных вод текстильного производства на КЗФ наиболее приемлемым фракционным параметром для щебневого каркаса является диаметр зерен 40...60 мм, а для щебнево-песчаной засыпки - 0,8...1 мм [2,3].

Для получения гидравлических характеристик КЗФ были проведены экспериментальные исследования по фильтрованию чистой воды через его загрузку [4]. С этой целью опытный КЗФ диаметром 300 мм был загружен вулканическим шлаком Мастаринского месторождения. Гидравлические и структурные характеристики первого и второго слоев КЗФ приведены в табл. 1.

Для установления оптимальной скорости фильтрации в КЗФ подавалась вода после очистки методом реагентной напорной флотации при частично прямоточном насыщении воды воздухом.

В приложении 1 показатели эффекта очистки являются средними из трех определений.

Таблица 1

Структурные и гидравлические характеристики стационарного слоя фильтрующих материалов

Фильтр. слой	Диам. зерен, d, мм	Объем межзеренного пространства, $m_0, \%$	Внешняя удельная поверхн., $\omega_0, \text{см}^{-1}$	Коэф. формы зерен, α_ϕ	Гидравл. уклон, i_0
Щебневой	40-60 $d_{\text{ЭК}} = 54$	81	0,61	3,21	0,14
Щебнево-песчаный	0.8...1,0 $d_{\text{ЭК}} = 0.91$	56	62,5	2,4	0.91

$V = 10,6 \frac{\text{м}}{\text{ч}}; t = 10^\circ\text{C}; \text{коэф. теплопроводности } \varphi = 1,21$

Скорость фильтрации изменялась и соответствовала величинам 5, 10, 15 м/ч. Результаты экспериментов сведены в табл. 2.

Как видно из таблицы, при всех указанных скоростях фильтрации КЗФ обеспечивает стабильный эффект очистки сточных вод от взвешенных веществ на 85,0...95,0% по снижению БПК_{полн} на 58,4...79,7% и снижению величины ХПК на 26,2...39,8%.

Таблица 2

Снижение концентрации загрязнений в процессе глубокой очистки сточных вод на КЗФ при различных скоростях фильтрации

Скорость фильтрации, м/ч	Продолжительность фильтрации, ч	Показатель воды после фильтрации на КЗФ				
		Интенсивность окраски по разведению	Взвешенные вещества, мг/л	ПАВ, мг/л		ХПК, мг O ₂ /2
				неионогенные	анионоактивные	
5	29,1	1:43	2,5	4,72	3,31	144,6
10	25,61	1:50	5,0	5,10	4,0	157,61
15	14,80	1:68	7,5	6,53	4,6	167,25

Промывка КЗФ может быть как водяной, так водовоздушной. Продолжительность промывки составляла 10 мин; интенсивность подачи промывной воды – 14 л/с·м²; интенсивность подачи воздуха - 20...22 л/с·м².

Наиболее стабильные результаты по количеству взвешенных веществ в фильтрате получены при скорости фильтрации сточных вод 10 м/ч.

При проведении экспериментальных исследований продолжительность фильтроцикла принята равной 24 час [3], а концентрация взвешенных веществ в исходной воде составила 20...70 мг/л, что соответствует максимальному значению концентрации взвешенных веществ текстильной промышленности, содержащихся после реагентной напорной флотации.

Результаты экспериментов показали, что при одинаковой продолжительности фильтроцикла применение шлака вместо кварца позволит увеличить скорость фильтрации в 1,8...2,0 раза (см. приложение 2).

В процессе экспериментов исследовались два выходных параметра: вынос взвешенных веществ с фильтратом и потери напора. Сточная вода подавалась на глубокую очистку при постоянном гидростатическом напоре. Опыты проводились при скорости фильтрования 10,0 м/ч.

На основе проведенных исследований были определены продолжительность защитного действия t_3 и продолжительность работы фильтра до момента достижения предельных потерь напора (t_n) при различных высотах слоя. При отношении $t_3/t_n = 1,2 \dots 1,3$ режим работы фильтров является оптимальным. Если найденное отношение не соответствует заданному оптимальному режиму работы фильтра, принимают другую скорость фильтрования. Вычисления повторяют до тех пор, пока не будет получена требуемая продолжительность защитного действия.

На рис. 2 представлена зависимость продолжительности защитного действия (t_3) и продолжительности работы фильтра до момента достижения предельных потерь напора (t_n) от различных высот слоя, причем точка пересечения соответствует оптимальной высоте слоя.

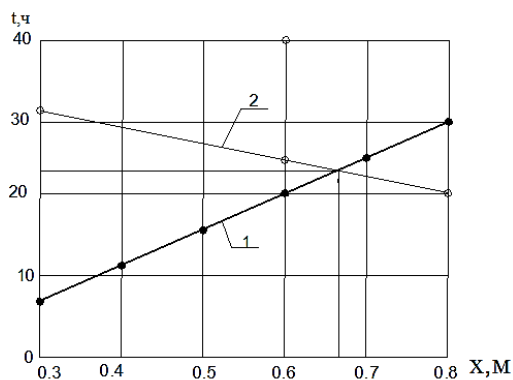


Рис. 2. Определение оптимальной высоты слоя фильтрующей загрузки:
1 - время защитного действия; 2- предельная потеря напора

Из рисунка видно, что оптимальная высота равна 0,67 м. Учитывая коэффициент запаса, толщину слоя загрузки следует увеличить до 0,8 м.

Поскольку во время промывки необходимо обеспечить 80...100%-е расширение песчаного слоя, высота каркаса из щебня над песчаным слоем принимается равной 0,8 м. Следовательно, общая высота щебневого каркаса составляет 1,6 м.

Приложение 1

Результаты очистки исходной воды методом реагентной напорной флотации

Показатели	До очистки		После очистки		Эффект очистки, %	
	минимальные- максимальные значения	средние значения	минимальные- максимальные значения	средние значения	минимальные- максимальные значения	средние значения
Интенсивность окраски по разведению	1:150 ... 1:1100	1:330	1:45 ... 1:99	1:49,5	70 ... 91	85
Взвешенные вещества, мг/л	100 ... 410	250	21 ... 74	31,2	79 ... 82	78
Сухой остаток, мг/л	330 ... 620	548	180 ... 260	220	-	-
Зольность сухого остатка, %	39 ... 51	45	40 ... 51	44	-	-
ХПК, мгО ₂ /л	300 ... 1228	830	93 ... 221	241	69 ... 82	71
БПК полн., мгО ₂ /л	168 ... 432	340	64 ... 140	119	62 ... 68	65
рН	7,10 ... 11,20	8,20	6,1 ... 8,3	6,8	-	-
ПАВ, мг/л: неионогенные анионоактивные	10,0 ... 29,0	22	3,5 ... 9,0	6,16	65 ... 69	72
	14,5 ... 32,0	25	4,1 ... 7,3	6,5	72 ... 77	74

Примечание. Доза сульфата алюминия – 200 мг/л; время флотации - 15 мин.

В каждом отдельном случае определяется оптимальная доза коагулянта методом пробного коагулирования.

Приложение 2

Сравнительные показатели работы фильтров с кварцевой и шлаковой загрузками при доочистке сточных вод отделочной фабрики

Показатели	Вид фильтрующей загрузки					
	Кварцевый песок			Вулканический шлак		
	1	2	3	1	2	3
Средняя скорость фильтрования, м/ч	7,48	10,2	14,9	7,52	10,0	15,3
Продолжительность фильтроцикла, ч	20,3	11,06	5,7	34,6	30,0	19,9
Количество взвешенных веществ в фильтрате, мг/л	0,21	0,42	0,55	0,27	0,32	0,76

Выводы

1. Сравнение фильтрующих загрузок из вулканического шлака Мастаринского месторождения РА и кварцевого песка показывает, что вулканический шлак по своим механическим и физико-химическим свойствам не только не уступает кварцевому песку, но и обладает целым рядом преимуществ.

2. Применение вулканического шлака в качестве фильтрующей загрузки позволяет интенсифицировать процесс фильтрования и работу фильтровальных сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Николадзе Г.И., Минц Д.М., Кастальский А.А.** Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. - М.: Высшая школа, 1984. - 367 с.
2. **Кульский Л.А.** Теоретические основы и технология кондиционирования воды. - Киев: Наукова думка, 1980. - 559 с.
3. **Хабиров Р.С., Славитский А.С., Кравцова М.В.** Оптимизация конструктивных и технологических параметров каркасно-засыпных фильтров // Химия и технология воды. - Киев: Наукова думка, 1983. -Том 5, №4. – С. 352 - 353.
4. **Минц Д.М.** Теоретические основы технологии очистки воды. - М., 1964. – 155 с.

Гюмрийский филиал Национального политехнического университета Армении.
Материал поступил в редакцию 10.06.2014.

Հ.Հ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ, Ա.Հ. ՄԱԼԽԱՍՅԱՆ

ՏԵՔՍՏԻԼ ԱՐԴՑՈՒՆԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ԿԵՂՏԱԶՐԵՐԻ ՄԱՔՐՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Հետազոտվել են տեքստիլ արտադրության կեղտաջրերի խոր մաքրման օրինաչափությունները կմախքացվածքային գտիչի (ԿԼԶ) միջոցով, և ստացված են նրա տեխնոլոգիական կոնստրուկտիվ պարամետրերը: Ավանդաբար օգտագործվող կոպիչի և քվարցային ավազի փոխարեն ԿԼԶ-ում առաջարկվում է օգտագործել հրաբխային խարամի կոտրատված խիճի ու ավազի լցվածքը: ԿԼԶ –ի փորձա-տեխնոլոգիական սարքով որոշված են ֆիտրացման օպտիմալ տարբերակը և լվացման պարամետրերը: Փորձնական ուսումնասիրությունները կատարվել են փորձա-տեխնոլոգիական սարքով՝ ԿԼԶ-ի մոդելի օգտագործմամբ, ինչը թույլ է տվել ստանալ ֆիտրացման օպտիմալ արագությունը և լցվածքի լվացման պարամետրերը: Որոշված է նաև շերտի բարձրությունը: Կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տալիս, որ ԿԼԶ–ի վրա ֆիտրացումից հետո օգտագործվող հրաբխային խիճը և ավազն ապահովում են կեղտաջրերի մաքրման կայուն արդյունավետություն:

Առանցքային բառեր. խոր մաքրում, գտում, կեղտաջուր, կմախքացվածքային, կախություն:

H.H. HAKOBYAN, A.H. MALKHASYAN

INVESTIGATING THE SEWAGE TREATMENT PROCESSES IN THE TEXTILE INDUSTRY

Instead of the traditionally used frame-filling gravity and filling from quartz sand on FFF (frame-filling filter), it is proposed to use a filling from crushed volcanic slag stone and sand. The experiments carried out on the experimental and technological set by using the FFF model allowed to obtain the optimal filtering speed and the filling washing parameters. The research results according to the water filtering on FFF show that the volcanic slag crushed stone and sand provide the constant effect of sewage treatment. The regularities of the tertiary sewage treatment in textile industry on the frame-filling filter are investigated and its technological parameters are obtained.

Keywords: tertiary treatment, filtering, frame, filling, weighed, sewage.