

ГИДРАВЛИКА

В. С. САРКИСЯН, А. Ж. ЧИТЧЯН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ОЧИСТКЕ
ВОДЫ НА МОДЕЛИ НАМЫВНОГО ФИЛЬТРА

Институтом ВОДГЕО разработана и внедрена технология приготовления опресненной питьевой воды из промышленного дистиллята, получаемого на базе термических испарителей морской воды. В ней предусмотрена глубокая сорбционно-механическая очистка дистиллята от низкомолекулярных растворенных органических соединений (нефтепродукты, канцерогенные вещества, фенолы и др.), летучих с водяным паром в процессе термической дистилляции морской воды, а также технологических примесей, в частности, продуктов коррозии железа. Такая очистка проводится в намывном слое порошкообразного активного угля (АУ), гидравлически намытого на цилиндрические фильтрующие элементы (ФЭ) намывного сорбционного фильтра (НСФ).

Производственные испытания фильтра НСФ—400 на станции приготовления опресненной питьевой воды показали, что в течение всего фильтроцикла обеспечивается эффективная очистка промышленного дистиллята от органических соединений и гидроокиси железа до уровня, ниже ПДК для хозяйственно-питьевой воды. Продолжительность же фильтроцикла НСФ лимитируется не по проскоку допустимых концентраций загрязнения в фильтрате, а по предельному перепаду давления на фильтре, что обусловлено содержанием в дистилляте гидроокиси железа.

Авторами проведено исследование по фильтрации дистиллята, содержащего тонкодисперсные частицы гидроокиси железа, через намывной слой порошкообразного АУ для следующих возможных случаев: а) кольматажа (отложения в фильтрующей среде) намывного слоя; б) образования осадка на намывном слое; в) частичного кольматажа намывного слоя с дальнейшим образованием на нем осадка. Получены расчетные зависимости для определения изменения перепада давления на НСФ Δp , а также коэффициентов сопротивления ξ для различных стадий фильтрации [1].

Для оценки полученных расчетных зависимостей проведены экспериментальные исследования на лабораторной установке с моделью НСФ. Исследования показали, что для НСФ наиболее надежным и эффективным ФЭ является спирально-щелевой патрон с двойным капро-

новым чехлом из ткани артикула 76 Рахмановского шелкового комбината, а в качестве порошкообразного сорбента целесообразно использовать АУ марки БАУ или АГ-3 фракции 40—80 мкм [2, 3].

Для ФЭ $l = 1$ м, $r_1 = 19$ мм и $r_2 = 25$ мм, а площадь фильтрующей поверхности составляет $0,16$ м². При среднем размере пор 40 мкм, ФЭ обладает коэффициентом проницаемости $k_1 = 2,9 \cdot 10^{-10}$ м² [2]. Для намывного слоя углей БАУ и АГ-3, соответственно, имеем: объемный вес $\delta_0 = 370$ и 460 кг/м³; активная пористость $n_0 = 0,38$ и $0,35$; коэффициент проницаемости $k_2 = 4,5 \cdot 10^{-15}$ и $1,5 \cdot 10^{-15}$ м² [3].

Исследования проводились со скоростью фильтрации дистиллята 10 м/ч и при удельном расходе угля 1 кг/м². В ходе эксперимента определялась концентрация железа в дистилляте на подходе к НСФ и в фильтрате. Перепад давления на НСФ измерялся П-образным пьезометром с подачей в его верхнюю часть воздуха. При перепаде более 30 кПа, давления на входе НСФ измерялись механическими манометрами. Одновременно фиксировалась температура дистиллята.

При исследовании процесса кольматажа концентрация железа на подходе к НСФ c_0 , составляла $0,3$ и $0,4$ мг/л для угля БАУ, $0,5$ и $0,6$ мг/л для угля АГ-3. Кольматаж намывного слоя считали законченным при появлении в фильтрате исходной концентрации железа. Процесс образования осадка гидроокиси железа на намывном слое проводили для угля БАУ при $c_0 = 8, 12$ и 16 мг/л. Кольматаж намывного слоя с дальнейшим образованием на нем осадка гидроокиси железа исследовали для угля АГ-3 при $c_0 = 1$ и 3 мг/л. Начало времени образования слоя осадка фиксировали визуально при появлении на черной поверхности АУ ржавой пленки.

По данным лабораторного эксперимента определены значения следующих параметров [1]: γ ; b_3 ; b_* и k_* , которые для БАУ и АГ-3, соответственно, равны: $\gamma = 62$ и 45 с⁻¹; $b_0 = 0,12$ и $0,16$; $b_* = 0,05$ и $0,06$; $k_* = 3,2 \cdot 10^{-15}$ м².

На графиках рис. 1—3 показаны расчетные зависимости коэффициента сопротивления ξ от безразмерного параметра времени \bar{t} при: кольматаже намывного слоя (рис. 1); образовании слоя осадка гидроокиси железа на намывном слое (рис. 2); частичном кольматаже намывного слоя с дальнейшим образованием на нем слоя осадка гидроокиси железа (рис. 3).

В таблице приводятся результаты опытных и теоретических значений перепадов давления и коэффициентов сопротивления, а также отклонение расчетных значений от опытных, для случая образования осадка, при $c_0 = 8$ мг/л. Опытные значения коэффициента сопротивления определялись по формуле:

$$\zeta_{\text{оп}} = \frac{4\pi/k_2}{14q} (\Delta p_* - \Delta p_0),$$

где Δp_0 , Δp_* — опытные значения перепада давления и начальный момент фильтрации в момент времени t .

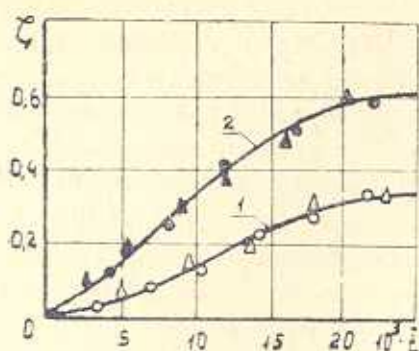


Рис. 1. График $\zeta = \zeta(t)$ при кольматации намывного слоя: 1 — угля БАУ; 2 — угля АГ-3. $\circ, \triangle, \bullet, \blacktriangle$ — опытные точки при концентрации гидроокиси железа 0,3, 0,4, 0,5 и 0,6 мг/л.

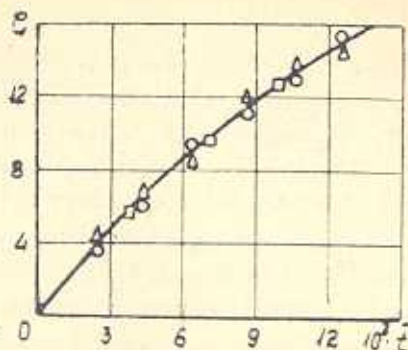


Рис. 3. График $\zeta = \zeta(t)$ при образовании слоя осадка гидроокиси железа на намывном слое угля БАУ. $\circ, \triangle, \square$ — опытные точки при концентрации железа 8, 12 и 16 мг/л.

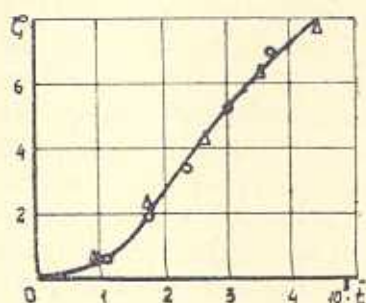


Рис. 3. График $\zeta = \zeta(t)$ при частичном кольматации намывного слоя угля АГ-3 с дальнейшим образованием на нем слоя осадка гидроокиси железа. \circ, \triangle — опытные точки при концентрации железа 1 и 3 мг/л.

Таблица

Время фильтрации t , ч	Перепад давления, кПа		Коэффициент сопротивления		Значение параметра, 10^{-3}	Отклонение $\frac{\zeta_{\text{он}} - \zeta}{\zeta_{\text{он}}} \cdot 100\%$
	опытный $\Delta p_{\text{оп}}$	расчетный Δp	опытный $\zeta_{\text{он}}$	расчетный ζ		
0	1,5	1,5	0	0	0	0
0,5	22,6	24	2,93	3,12	2,14	-6,5
1	41,6	44,7	5,4	5,81	4,27	-7,5
1,5	69,8	66,3	9,07	8,61	6,41	5
2	85,4	86,5	11,09	11,23	8,54	-1,3
2,5	100	105,1	12,97	13,65	10,68	-5,1
3	127,7	122,8	16,58	15,95	12,81	3,8
3,5	143,3	139,7	18,61	18,14	15,95	2,5
4	158,1	153,6	20,53	19,95	17,08	2,8

Анализ полученных результатов показывает, что опытные данные коэффициента сопротивления хорошо согласуются с расчетными. (Отклонение значений ξ от опытных не превышает 10%). Это свидетельствует о том, что выбранная физическая модель, а также основные дифференциальные уравнения и краевые условия правильно описывают процесс фильтрации дистиллята, содержащего тонкодисперсные частицы гидроокиси железа, через намывной слой порошкообразного АУ.

АрмНИИВЦиГ

10. IX. 1983

Վ. Բ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Ե. Ժ. ՉԵՏՉԵԱՆ

ԶԻՐ ՄԱՔՐԻՄԱՆ ՓՈՐՉՈՐԱՐԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ ԱՂՈՂԱԿՈՒՑ
ՖԻՆՏՐԻ ՄՈԳԵԼԻ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Դրապես են փոշենման ածխի շերտի միջով երկաթի հիդրօքսիդի գիսպերս մասնիկներ պարունակող արդյունաբերական թորած ջրի մաքրման պրոցեսի փորձարարական հետազոտություն՝ կատարված գլանային բամիչ էլեմենտից բաղկացած ողողակուտ ֆիլտրի մոդելի վրա: Ֆիլտրի ճնշման անկման փորձնական տվյալների շեղումները հաշվարկայինից չեն գերազանցում 10 տոկոսից:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Саркисян В. С., Чичьян А. Ж. Методы прогноза очистки воды в намывных фильтрах (решающая задача).—Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XXXVII, № 2, 1948, с. 40—45.
2. Егоров А. И., Чичьян А. Ж. Гидравлическая характеристика фильтрующих элементов намывных сорбционных фильтров.—Водоснабжение и санитарная техника, 1980, № 12, с. 7—8.
3. Чичьян А. Ж. Об оценке пропускности намывного слоя сорбционных фильтров.— В кн.: Сооружения и технологические процессы механической и биологической очистки промышленных сточных вод: Тр. инст. ВОДГЕО, 1981, с. 111—114.