

Н.М.ВАРНАКОВ, канд. техн. наук,
И.М.ШАТАЛОВ (БПИ), Т.В.СТАВРОВА,
канд. техн. наук (СКБИМПС)

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ ВОДОЗАБОРОВ ИЗ ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМОВ

Для предотвращения попадания молоди рыбы, а также взвешенных частиц в насосные установки на мелиоративных водозаборах из открытых водоемов используют щебеночные кассетные фильтры. Разработаны типовые проекты водозаборов со щебеночными кассетными фильтрами с пропускной способностью $0,080-0,120 \text{ м}^3/\text{с}$ с 1 м^2 поверхности. Опыт эксплуатации кассетных фильтров выявил у них ряд существенных недостатков: большая металлоемкость, недостаточная эффективность очистки воды, сложность промывки и большие эксплуатационные расходы [1].

Совершенствование конструкции фильтров предусматривает улучшение системы очистки, снижение скоростей фильтрации, поиск новых материалов для заполнения кассет и рациональной компоновки "защитного полотна" [2]. Наиболее перспективным является поиск и использование в кассетных фильтрах новых материалов. Нами проведены исследования нетканого полиэтиленхолста. С учетом предъявляемых к ним требований фильтры должны обладать: 1) пропускной способностью не менее $0,120 \text{ м}^3/\text{с}$ с 1 м^2 поверхности при перепаде уровней на фильтре не более $0,2 \text{ м}$; 2) способностью задерживать частицы размером $0,5 \text{ мм}$ и более с содержанием твердых частиц в воде до 5 г/л ; 3) возможностью промывки струями воды; 4) коррозионной стойкостью, малым весом; 5) простотой изготовления и эксплуатации, возможностью использования принципа сменности фильтрующих элементов.

Полиэтиленхолсты отвечают вышеперечисленным требованиям. В процессе изготовления фильтров пневмоэкструзионным способом можно получить необходимые пористость, плотность, диаметр элементарных волокон, толщину холста, механическую прочность полиэтиленхолстов. Разработана методика и проведены лабораторные исследования 40 образцов полиэтиленхолста, изготовленных в СКБ с ОП института металлополимерных систем АН БССР (г. Гомель), из которых отобрано 15 наиболее характерных (табл. 1).

В процессе исследований изучались прочностные свойства полиэтиленхолстов, их пропускная способность при фильтрации чистой воды, процесс кольматации и промываемость. Прочностные свойства полиэтиленхолстов исследовались с использованием электронного малоинерционного динамометра марки ZT.

Пропускная способность полиэтиленхолстов при фильтрации чистой воды, процесс кольматации и промываемость исследовались в гидравлическом лотке на образцах размером $0,60$ на $0,20 \text{ м}$, установленных вертикально. На каждом фильтре создавались перепады уровней воды $2-20 \text{ см}$ и каждый раз замерялись расход Q и напор перед фильтром H . Процесс кольматации фильтров изучался в фильтрационной колонне с вертикальным током воды. Скорость потока на подходе к фильтру по условиям рыбозащиты составляла $0,10-0,17 \text{ м/с}$. Песок отсеянными фракциями диаметром $0,5$; $0,25$ и менее,

Основные опытные данные

№ образ-ца	Наименование характеристик		
	толщина образца, мм	диаметр элементарного волокна, мм·10 ⁻³	плотность образца, г/см ³
2	1,3	90,4	0,189
7	1,1	119	0,258
10	1,3	92,5	0,188
17	1,1	263	0,209
18	1,1	219	0,208
20	1,2	249	0,205
21	1,4	258	0,207
24	0,6	130	0,178
28	0,9	155	0,136
29	0,6	190	0,177
30	0,9	178	0,123
31	0,8	136	0,118
32	0,7	134	0,186
39	1,0	173	0,132
40	0,6	189	0,216

а также смешанными фракциями равномерно вводился в поток интенсивностью 0,1 г на 1 см² фильтра. После опыта песок просушивался и определялся процентный состав (по весу) задержанных частиц по фракциям.

Следует отметить, что сначала исследовались однослойные (тонкие) полиэтиленхолсты.

Анализ результатов исследований прочностных свойств полиэтиленхолстов показал, что диаметр элементарных волокон фильтров составлял 0,075—0,272 мм, толщина 0,6—1,5 мм, плотность 0,118—0,351 г/см³, прочность при растяжении на разрывное удлинение 1,55—8,3 кг/см при удлинении 12—26 мм. Плотность полиэтиленхолстов существенно зависит от диаметра элементарных волокон. При одной и той же плотности фильтра количество пор на единицу площади тем больше, чем меньше диаметр элементарных волокон.

Варьируя плотностью, диаметром элементарных волокон фильтров, можно получать различную их пористость и, следовательно, пропускную способность.

В качестве основной характеристики пропускной способности полиэтиленхолста при фильтрации чистой воды принята зависимость расхода Q с 1 м² фильтра от напора H при постоянном перепаде Z . Такая характеристика для двух образцов показана на рис. 1.

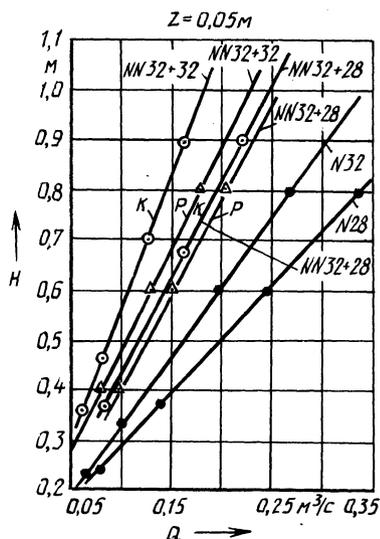
Зависимость $Q-H$ представляет собой прямую линию, угол наклона которой определяется величиной Z и конструктивными параметрами фильтра.

Фильтры из полиэтилена могут обеспечить в 2...4 раза большие расходы (т.е. порядка 240—480 л/с с 1 м²), чем кассетные. К таковым относятся образцы № 21, 24, 28, 29, 30, 31, 32. Их пропускную способность можно задавать в нужных размерах в процессе изготовления.

Лабораторные опыты по изучению процессов кольтматации показали, что полиэтиленхолсты вполне удовлетворительно могут задерживать взвешен-

Рис. 1. График зависимости $Q = f(H)$ для контактной и разомкнутой компонок полиэтиленхолстов:

K — контактная компоновка; P — разомкнутая компоновка



ные частицы диаметром 0,5 мм. Так, например, фильтры № 24, 32 задерживают до 90 % и более взвешенных частиц. При работе полиэтиленхолстов в натурных условиях важным показателем работоспособности является время полного фильтроцикла, т.е. время между промывками фильтров. Установлено, что оно зависит от величины пор и расхода. При содержании в воде твердых частиц до 5 г/л и диаметре частиц от 1 мм и менее у мелкопористых фильтров (образцы № 2, 7, 10) время полного фильтроцикла при расходе $Q = 5,2$ л/с составляло 2 ч, а у крупнопористых — увеличивалось до пяти и более суток для образцов № 20, 21, 30.

Характеристика многослойных полиэтиленфильтров

Таблица 2

№ образцов	Процентный состав задержанных частиц по фракциям			Пропускная способность, л/с м ²	Плотность, г/см ³	Диаметр волокон, мм
	$d \geq 0,5$ мм	$d = 0,25$ мм	$d < 0,25$ мм			
32	90	—	—	335	0,19	0,13
31	65	—	—	421	0,12	0,14
28	50	—	—	426	0,14	0,16
32+	99	78	52	180	—	—
32						
32+	97	63	34	240	—	—
31						
32+	92	56	28	250	—	—
28						
28+	84	47	28	228	—	—
28+						
28						

Анализ результатов лабораторных, гидравлических и кольматационных исследований показывает, что однослойные полиэтиленхолсты не могут обеспечить требуемого сочетания большой пропускной способности и 100 % задержания взвешенных частиц контрольной фракции. Близки к этому требованию образцы № 24, 32, рекомендованные к проверке в натуральных условиях.

Авторами предложены и предварительно исследованы многослойные составные фильтры из 2–3 и т.д. слоев. Первые опыты показали, что при соответствующем подборе образцов различной пористости можно получить комбинированные фильтры, которые без большого снижения пропускной способности могут обеспечить 100 % задержание частиц контрольных фракций (табл. 2).

Мелкопористый образец № 32 двумя слоями задерживает 100 % частиц диаметром 0,5 мм, но производительность уменьшается почти в 2 раза. Однако этот образец в комбинации с крупнопористыми образцами № 28 и 31, обеспечивая необходимое задержание контрольных частиц, дает расход в 2 раза больше кассетных фильтров с заполнением.

Имеет значение способ составления многослойных фильтров. Так как при контактном (плотном) соединении двух мелкопористых образцов пропускная способность по сравнению с неконтактной (расстояние между слоями 1 см) компоновкой падает больше (рис. 1, образцы № 32 + № 32 разница в расходах $0,06 \text{ м}^3/\text{с}$ с 1 м^2). В комбинации с крупнопористыми фильтрами эта разница меньше (образцы № 32 + № 28, разница — $0,01 \text{ м}^3/\text{с}$ с 1 м^2).

Порядок компоновки многослойных составных фильтров также имеет значение. Для увеличения времени полного фильтроцикла желательно с напорной стороны ставить крупнопористые образцы. При указанной расстановке пропускная способность неконтактной компоновки оказывается ниже контактной (на 5–7 %).

Для нормальной эксплуатации любых фильтров очень важна возможность их промывки. Полиэтиленхолсты легко промываются от засорения струями воды, вытекающими напором 0,5 м и более. После промывки пропускная способность их легко восстанавливается. На скорость и качество промывки оказывают влияние параметры фильтра (диаметр элементарного волокна, толщина холста, его плотность). Более плотные фильтры требуют и большего времени на промывку.

Анализ исследований позволяет сделать следующие выводы.

Полиэтиленхолст вполне может быть использован в качестве конструктивного материала для рыбозащитных устройств кассетного типа.

Однако однослойные (тонкие) полиэтиленхолсты не обеспечивают требуемого сочетания большой пропускной способности и 100 % задержания частиц контрольной фракции ($d = 0,5 \text{ мм}$).

Используя полиэтиленхолсты различной пористости (мелкопористые, крупнопористые), можно создать 2-, 3- и многослойные фильтры, обеспечивающие требуемую пропускную способность (не менее $0,12 \text{ м}^3/\text{с}$ с 1 м^2) и 100 % задержание частиц контрольной фракции.

При подборе составных частей многослойных фильтров следует подбирать базовый фильтр с диаметром элементарных волокон 0,11–0,14 мм, плотностью 0,18–0,20 г/см³, дополнительные — с диаметром элементарных воло-

кон 0,09—0,12 мм, плотностью 0,11—0,13 г/см³. Дополнительный фильтр ставится с напорной стороны.

ЛИТЕРАТУРА

1. П а н к р а т о в а Е.А. Использование рыбозащитных сооружений на водозаборах в СССР и за рубежом // ЦНИИинформации и технико-экономических исследований министерства рыбного хозяйства СССР.— М., 1975. — Сер. 8. Вып. 1. — 50 с. 2. П а в л о в Д.С., П а х о р у к о в А.Н. Биологические основы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения. — М., 1973. — 209 с.

УДК 628.112.24

В.В.ИВАШЕЧКИН, А.Н.КОНДРАТОВИЧ,
Д.А.ПРОКОПЧУК, канд. техн. наук (БПИ)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО СПОСОБА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФИЛЬТР И ПРИФИЛЬТРОВУЮ ЗОНУ СКВАЖИН

Эксперименты проводились на стенде, состоящем из прозрачной емкости с высокоскоростной фотографической регистрацией. В центре емкости находилась модель фильтра скважины, верхняя часть которого выполнялась из толстостенного оргстекла, а нижняя — из перфорированной трубы, обтянутой полиэтиленфильтром. Кроме этого, перфорированная часть стеклянной трубы засыпалась крупнозернистым песком с размером частиц 1,5—3 мм. Быстрое химическое превращение водородно-кислородной смеси инициировалось спиралью накаливания в верхней части цилиндрической камеры с внутренним и наружным диаметрами, равными 45 и 95 мм, и высотой 130 мм. Полезный объем камеры составлял 180 см³. Последняя размещалась в модели фильтра так, что газовый пузырь при своем максимальном расширении не достигал границы песчаной засыпки.

Скоростная съемка процесса движения на границе газ—вода при расширении и схлопывании продуктов быстрого химического превращения осуществлялась посредством скоростной камеры СКС-1М-16 со скоростью протяжки пленки 2000 кд/с. На рис. 1 представлены фотограммы процесса пульсаций парогазового пузыря для двух исходных объемов газовой смеси $V_{г} = 0,5V_{к}$ (а) и $V_{г} = V_{к}$ (б) в масштабе 1:5.

По фотограммам установлено, что граница раздела газ—вода не успевает сместиться до момента, пока быстрое химическое превращение газовой смеси не произойдет во всем объеме.

Определены скорости (рис. 1, а): 1) движения границы газ—вода в камере

Определены скорости (рис.1,а) : 1) движения границы газ—вода в камере $V_{к} = 17,3$ м/с; 2) перемещения пузыря за пределами камеры $V_{п} = 8$ м/с ; 3) обратного перемещения пузыря в камеру при схлопывании, $V_{с} = 14$ м/с. равная потенциальной энергии в момент достижения максимального объема V_{max} . При заполнении камеры $V_{г3} = V_{к}$ и $V_{г} = 0,5V_{к}$ максимальный объем пузыря составил 692 см³ и 344 см³. Начальная энергия парогазового пузыря рассчитывалась по [1] :