

УДК 626.862.91

**ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПОЛОТНА НЕТКАНОГО ИГЛОПРОБИВНОГО**

**В.Н. Кондратьев**, доктор технических наук  
**А.И. Митрахович**, кандидат технических наук  
РУП «Институт мелиорации»

**Ключевые слова:** полотно нетканое иглопробивное, коэффициент фильтрации полотна, кольматация, расход, дрена, фильтр, скорость фильтрации

**Введение**

В Беларуси в настоящее время мелиорировано закрытым дренажем около 2 млн. га сельхозугодий. При существующей в мировой практике доле реконструкции от ранее построенных систем, составляющей 1...4%, в республике должно перестраиваться ежегодно 30-80 тыс. га дренажа [1,2]. Принимая во внимание, что приближается окончание нормативного срока службы дренажных систем, построенных в 50-60-е гг., и учитывая дефицит средств для осуществления массовой реконструкции систем, необходимо принимать меры по разработке технологий к внедрению материалов, максимально снижающих затраты как на реконструкцию, так и строительство дренажных систем. К числу таких мер относится применение фильтрующих материалов, повышающих быстродействие дренажа.

Целью наших исследований являлось изучение фильтрационных характеристик полотна нетканого иглопробивного для определения возможности использования их в качестве защитного фильтрующего материала закрытого дренажа при реконструкции мелиоративных систем.

**Состав материала и методика исследований**

Исследовались фильтрационные характеристики полотна нетканого иглопробивного производства ОАО «БелФА» – коэффициент фильтрации, степень кольматации и физико-механические показатели – разрывные нагрузки во влажном состоянии полосок шириной 5 см и их удлинение при разрыве.

Изучались следующие образцы: НПО-400-8А (состав смеси: лавсан – 20%, отходы волокна от производства искусственного меха – 80%. Рулон № 1 «а» с нанесением акриловой дисперсии Аппретан 92121); НПЛ-400-8Б (состав смеси: полипропиленовое волокно – 14%, смесь химических волокон – 86%). Рулон № 4 «а» с нанесением акриловой дисперсии Аппретан 92121; НПЛ-400-8Б. Рулон № 5 «а» с термообработкой без нанесения Аппретана); НПО-2-2-0-А2 (рулон № 2, состав смеси: лавсан – 20%, отходы волокна от производства искусственного меха – 68%, отходы полотна нетканого – 12%); НПО

-2-2-0-Б2 (рулон № 4, состав смеси: лавсан – 35%, отходы волокна от производства искусственного меха – 53%, отходы полотна нетканого – 12%). При проведении исследований использовалась ранее апробированная в Институте мелиорации методика определения экспериментальным путем коэффициента фильтрации полотна при различных нагрузках; определялись степень кольматации полотна частицами грунта; а также размер частиц грунта, проходящих через полотно.

Коэффициент фильтрации – это скорость движения воды через полотно при градиенте напора, равном единице, и линейном законе фильтрации. Он характеризует водопроницаемость полотна и зависит от диаметра и формы элементарных волокон полотна, их деформационных свойств и действующей на них нагрузки, температуры фильтрующей жидкости, толщины слоя испытываемых образцов.

Установлено, что полотно предназначено для предотвращения проникновения внутрь дренажных труб частиц грунта диаметром больше 0,1 мм и пропуска более мелких частиц. Вследствие того, что в природных условиях в поровые ходы полотна проникают частицы грунта, частично их перекрывая, происходит снижение коэффициента фильтрации полотна, т. е. его кольматация.

При испытаниях устанавливали также степень снижения коэффициента фильтрации полотна вследствие его кольматации и определяли диаметр частиц грунта, прошедших через полотно.

Экспериментальная установка представляет собой прибор Дарси, модифицированный для названных целей испытания [3].

#### **Порядок выполнения работы**

Испытания каждого полотна состояло из двух этапов:

– на первом определяли зависимость коэффициента фильтрации для каждого полотна от действующей на него нагрузки при испытании в чистой воде, т. е. при закладке в установку испытываемых образцов полотна без грунта;

– на втором проводили аналогичные эксперименты, но при засыпке образца грунтом. Вид грунта устанавливали при планировании опытов.

Далее опыты проводили в той же последовательности, как и в чистой воде. Если образец не заменялся после опытов с чистой водой, то допускалось производить опыты с грунтом при нагрузке, при которой были прекращены опыты с чистой водой.

В начале фильтрации измеряли объем воды с выносимым грунтом, после отстаивания определяли состав осадка. Затем грунт выгружали из установки и проводили исследования закольматированного полотна – определяли коэффициент фильтрации.

Для предотвращения вымывания и просыпания частиц, кольматирующих полотно, образец помещали между двумя слоями чистого образца полотна, и при расчете коэффициентов фильтрации вводили поправку на величину сопротивления чистого полотна при соответствующем напоре. Опыты проводили под нагрузкой.

По окончании опыта обрабатывали полученные результаты и определяли коэффициент фильтрации заcolmатированного полотна. Исходя из требований, что коэффициент фильтрации заcolmатированного полотна  $K_{\phi_3}$  должен быть больше коэффициента фильтрации исследуемых грунтов  $K_{cp}$ , а именно: для песков  $K_{\phi_3} / K_{cp}$  более 5, глин и суглинков  $K_{\phi_3} / K_{cp}$  более 20, степень кольматации полотна определяли по формуле :

$$\alpha = \frac{K_{\phi_4}}{K_{\phi_3}} \quad (1)$$

где  $K_{\phi_4}$  – коэффициент фильтрации полотна, установленный на чистой воде;  $K_{\phi_3}$  – коэффициент фильтрации заcolmатированного полотна. Допускается применять полотно при  $\alpha$  менее 5-10.

Определение коэффициента фильтрации полотна в чистой воде производили по формуле:

$$K_{\phi} = \frac{Q}{F} \cdot \frac{\Delta h}{l}, \quad (2)$$

где  $Q$  – расход воды при фильтрации, см<sup>3</sup>/с, определяемый объемным способом по времени  $t$  (с) заполнения мерного сосуда (см<sup>3</sup>).

$$Q = \frac{w}{t}, \quad (3)$$

где  $w$  – объем воды в мерном сосуде, см<sup>3</sup>;  $l$  – путь фильтрации, т.е. толщина испытываемого образца, см;  $\Delta h$  – разность показаний пьезометров, см;  $F$  – площадь фильтрующего образца, см<sup>2</sup>.

Вычисленные значения коэффициента фильтрации приводили к значениям при температуре 10°C, используя поправку  $t$ :

$$K_{10} = K_t, \quad (4)$$

$$t = 0,7 + 0,03T, \quad (5)$$

где  $T$  – температура воды во время опыта, °C. По вычисленным значения  $K_{10}$  строили графики зависимости

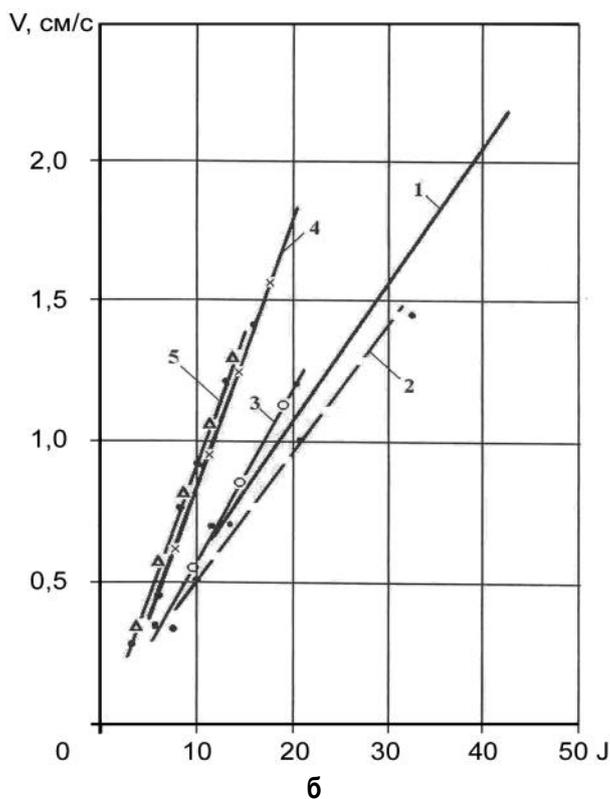
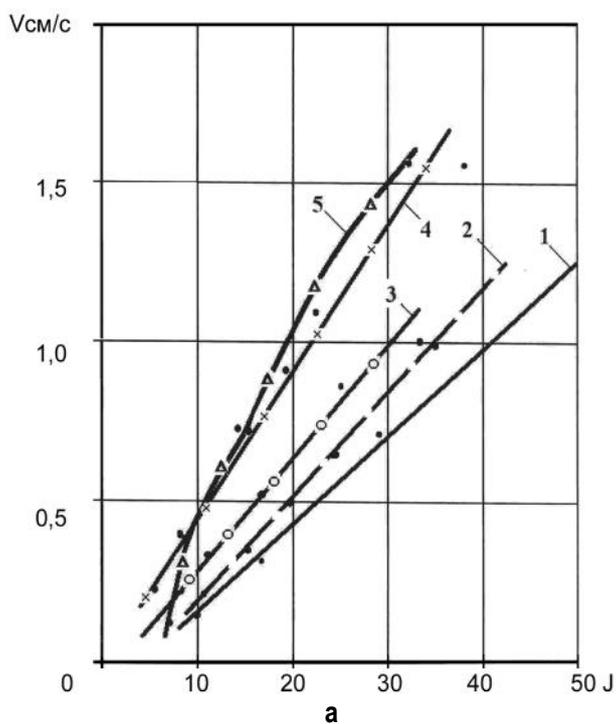
$$K_{10} = f(P), \quad (6)$$

где  $P$  – нагрузка на образец, кПа.

### **Основные результаты и обсуждение**

На рисунке приведены зависимости средней скорости фильтрации от градиента напора  $J$  для незаcolmатированных и заcolmатированных образцов полотен производства ОАО «БелФА». В табл. 1 приведены средние коэффициенты фильтрации испытываемых полотен и степень их кольматации.

Следует отметить, что наилучшими фильтрационными характеристиками облада-



ют полотна «а» НПЛ-400-8Б ( $K_{фз}=40,1$  м/сут.) и «а» НПЛ-400-8А ( $K_{фз}=40,7$  м/сут.).

В табл.2 приведены результаты испытания образцов полотен по физико-механическим показателям. Испытания по ГОСТ 2678-94 «Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные». Размеры образца – 220x40 мм. Длина растягиваемого образца  $l_0=150$  мм. Скорость разрыва – 45 мм/мин.

Полученные результаты испытаний иглопробивных полотен производства ОАО «БелФА» соответствуют требованиям к защите керамических и пластмассовых дрен от механического заиливания частицами грунта и увеличения притока к дренам.

**Графики зависимости V от J для  
незакольматированных (а)  
и закульматированных (б)  
полотен.**

- 1 – НПЛ-400 8Б (с термообработкой);
- 2 – НПО-2-2-0-Б2;
- 3 – НПО-2-2-0-А2;
- 4 – НПЛ-400-8А;
- 5 – НПЛ-400-8Б

**Таблица 1. Средние фильтрационные характеристики полотен нетканых иглопробивных производства ОАО «БелФА»**

Марка полотна	Номер рулона	Средние коэффициенты фильтрации, м/сут		Степень колю-матации, α
		К <sub>фч</sub> незаколюматированного полотна	К <sub>фз</sub> заколюматированного полотна	
НПЛ-400-8Б	4а	73,9	40,1	1,84
НПО-2-2-0-Б2	4	39,0	21,9	1,78
НПО-2-2-0-А2	2	49,3	24,6	2,00
НПЛ-400-8Б	5а	43,8	18,5	2,36
НПЛ-400-8А	1а	73,7	40,7	1,81

**Таблица 2. Испытания на разрыв образцов полотен нетканых иглопробивных на машине разрывной для испытания пластмасс 2167 Р50**

Номер рулона	Прочность на разрыв/ удлинение	Сухой образец	Удлинение, %	Мокрый образец	Удлинение, %
1 а (1)	Р <sub>продольн</sub> , Н	77		100	
	D I, мм	69	46	77,3	51,5
	Р <sub>поперечн</sub> , Н	52		61	
	D I, мм	128	85	116	77,3
2 (2)	Р <sub>продольн</sub> , Н	156		222	
	D I, мм	125	83,3	125	83,3
	Р <sub>поперечн</sub> , Н	82		130	
	D I, мм	215	143,3	162	108
4 (3)	Р <sub>продольн</sub> , Н	77		81	
	D I, мм	197	131,3	127	84,7
	Р <sub>поперечн</sub> , Н	121		95	
	D I, мм	144	96,0	114	76,0
5 а (4)	Р <sub>продольн</sub> , Н	30		34	
	D I, мм	115	76,6	118	78,7
	Р <sub>поперечн</sub> , Н	29		32	
	D I, мм	112	74,7	100	66,7
4 а (5)	Р <sub>продольн</sub> , Н	47		71	
	D I, мм	125	83,3	160	106,7
	Р <sub>поперечн</sub> , Н	58		67	
	D I, мм	140	93,3	143	95,3
5 а (4)	Р <sub>продольн</sub> , Н	30		34	
	D I, мм	115	76,6	118	78,7
	Р <sub>поперечн</sub> , Н	29		32	
	D I, мм	112	74,7	100	66,7
4 а (5)	Р <sub>продольн</sub> , Н	47		71	
	D I, мм	125	83,3	160	106,7
	Р <sub>поперечн</sub> , Н	58		67	
	D I, мм	140	93,3	143	95,3

В настоящее время разработан проект Государственного Стандарта Республики Беларусь «Полотно нетканое мелиоративное». Полученные результаты испытаний образцов полотна нетканого иглопробивного производства «БелФА» соответствуют требованиям этого стандарта.

### **Заключение**

Таким образом, исследования полотна нетканого иглопробивного, изготовленного из отходов производства искусственного меха производства «БелФА», показали, что по своим фильтрационным и физико-механическим характеристикам испытанный материал всех марок позволяют использовать их для защиты дренажа от заиливания при строительстве его в несвязных грунтах (песок мелкозернистый) и с содержанием железа в грунтовых водах не более 2 мг/л.

### **Литература**

1. Лихацевич, А.П. Мелиоративная наука Беларуси: становление и развитие/ А.П. Лихацевич. // Мелиорация переувлажненных земель. – 2005. – № 2(54). – С. 5-18.
2. Климков, В.Т. Опыт и перспективы использования сельскохозяйственного дренажа/ В.Т.Климков, А.И.Митрахович // Мелиорация переувлажненных земель. – 2005. – № 2(54). – С. 82-85.

### **Summary**

#### ***Kondratyev V., Mitrakhovich A. Tests of the Filtering Characteristics of Needle-Punched Fabric***

The results of the laboratory tests of various samples of needle-punched fabric manufactured from the waste of artificial fur production are presented. The filtration characteristics of the fabric are determined for the purpose of use for protecting the drainage against silting: filtration coefficients and mudding degree. The tests have shown that the filtration and physical-and-mechanical characteristics of this filtering material allow it to be used in the ameliorative construction for protecting the raining against silting in cohesionless soil with the iron content in underground waters of not more than 2 mg/l.

*Поступила 25 июня 2008 г.*