

**КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОЛЬМАТАЦИИ
НЕТКАНЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН
ПРИ ДРЕНИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**COMPUTER STUDY OF THE PROCESS OF COLMATATION
OF NONWOVEN GEOTEXTILE FABRICS DURING DRAINING
OF CONSTRUCTION OBJECTS**

М.А. ЛЫСОВА, Н.А. КОРОБОВ, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, Б.Н. ГУСЕВ

M.A. LYSOVA, N.A. KOROBOV, N.A. GRUZINTSEVA, B.N. GUSEV

**(Ивановский государственный химико-технологический университет,
Ивановский государственный политехнический университет)**

**(Ivanovo State of Chemistry and Technology University,
Ivanovo State Polytechnical University)**

E-mail: lysova7@yandex.ru; mtsm@ivgpu.com

В статье проведено компьютерное исследование процесса кольматации нетканых геотекстильных полотен, уложенных при дренировании в различных объектах строительства (железнодорожных путях, при мелиорации земель сельскохозяйственного назначения и других объектов). В результате предложено выделить простое негативное свойство "кольмативность" и определить для него новые косвенные количественные характеристики в абсолютных и относительных единицах. В итоге определен наиболее информативный показатель, характеризующий степень проникновения кольматанта по толщине геополотна. Кроме этого для диагностики уровня кольматанта в исследуемом геополотне предложено с применением шкалы порядка ввести четыре уровня градации для установления предельного срока эксплуатации используемого синтетического нетканого материала.

The article presents a computer study of the process of colmatation of non-woven geotextile fabrics laid during drainage in various construction objects (railway tracks, land reclamation for agricultural purposes and other objects). As a result, it is proposed to identify a simple negative property "colmativity" and define new indirect quantitative characteristics for it in absolute and relative units. As a result, we determined the most informative indicator that characterizes the degree of penetration of colmatant along the thickness of the geopolotn. In addition, to diagnose the level of colmatant in the studied geo-field, it is proposed to introduce four gradation levels using a scale of order to establish the maximum service life of the synthetic non-woven material used.

Ключевые слова: нетканые геосинтетические полотна, процесс кольматации, прямые и косвенные показатели свойства.

Keywords: non-woven geosynthetic fabric, the process of mudding, direct and indirect measurements of properties.

Геосинтетические материалы (ГСМ) в различных строительных объектах выполняют функции защиты, армирования, разделения, фильтрации, дренирования, борьбы с эрозией, гидроизоляции [1]. Выделим и рассмотрим отдельно технологическую функцию, связанную со способностью геосинтетики задерживать грунт или другие частицы, которые перемещаются вместе с жидкостью в дренажных системах, то есть функцию дренирования [2]. Для выполнения данной технологической функции в строительном объекте наиболее подходит нетканое геосинтетическое полотно (ГПТ-НТ), которое обладает хорошей водопроницаемостью, и при этом не происходит его быстрое засорение и заиливание из-за большого количества микроотверстий.

В материаловедческой дисциплине [3] данный негативный процесс для ГПТ-НТ определяется понятием "кольматирование" (кольматацией). При этом различают кольматацию механическую, химическую, термическую и биологическую. Носителем кольматантного материала (кольматанта) служат жидкости и газы.

В соответствии с приведенными выше данными выделим на уровне качественной характеристики (простого свойства) понятие "кольматационность" или "кольмативность" и установим количественные показатели данного свойства. Выделенное свойство отнесем к группе фильтрационных свойств, определяющих способность пропускать поперек плоскости геополотна жидкости, а также удерживать на контактной поверхности частицы грунта. Стандартный метод определения фильтрационной способности ГСМ предусматривает определение расхода воды на единицу ширины образца при заданном градиенте напора и линейном законе фильтрации [3]. Данный метод требует специальной аппаратуры, которая в РФ не производится. Для определения других путей решения данной проблемы возможны обозначенные нами ранее направления поиска [5], [6].

В соответствии с установленной целью исследования по выявлению новых количественных показателей выделенного негативного свойства "кольмативность", осу-

ществим экспериментальные исследования нетканого геополотна марки "Дорнит" производства ОАО "Нипротекс" из полиэфирного волокна поверхностной плотности 300 г/м².

С учетом приведенного выше понятия процесса кольматации возможно непосредственное определение массы кольматанта на основании выражения:

$$m_k = m_{зм} - m_{чм},$$

где m_k – масса кольматанта; $m_{зм}$, $m_{чм}$ – масса соответственно сухого загрязненного и чистого геополотна.

Для поиска других вариантов количественной оценки свойства "кольмативность" проводили компьютерные исследования приготовленных проб ГПТ-НТ в соответствии с алгоритмом, указанным на рис. 1

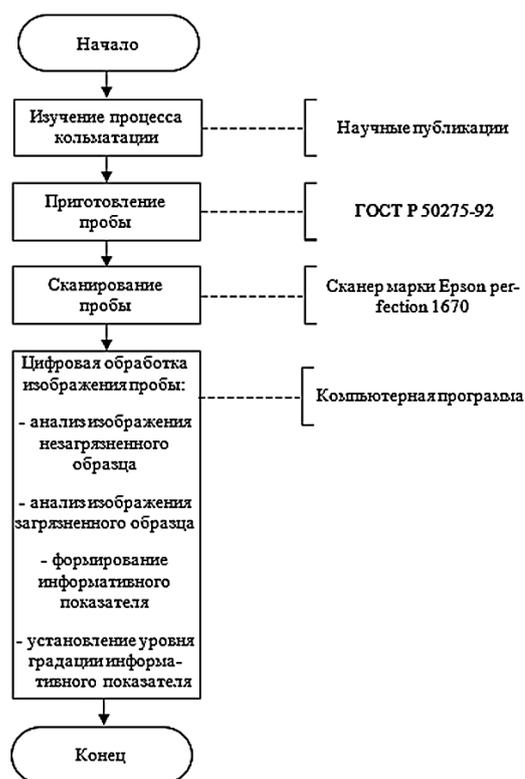


Рис. 1

При подготовке проб площадью 1 дм² осуществляли искусственный процесс их загрязнения кольматантом (тонером) механическим путем. В дальнейшем осуществляли сканирование пробы с двух сторон (наружной и внутренней поверхности) в от-

раженном свете с использованием сканера марки Epson perfection 1670 для получения соответствующих изображений, показан-

ных на рис. 2 (а - чистый образец, б - внутренняя загрязненная поверхность, в - наружная загрязненная поверхность).

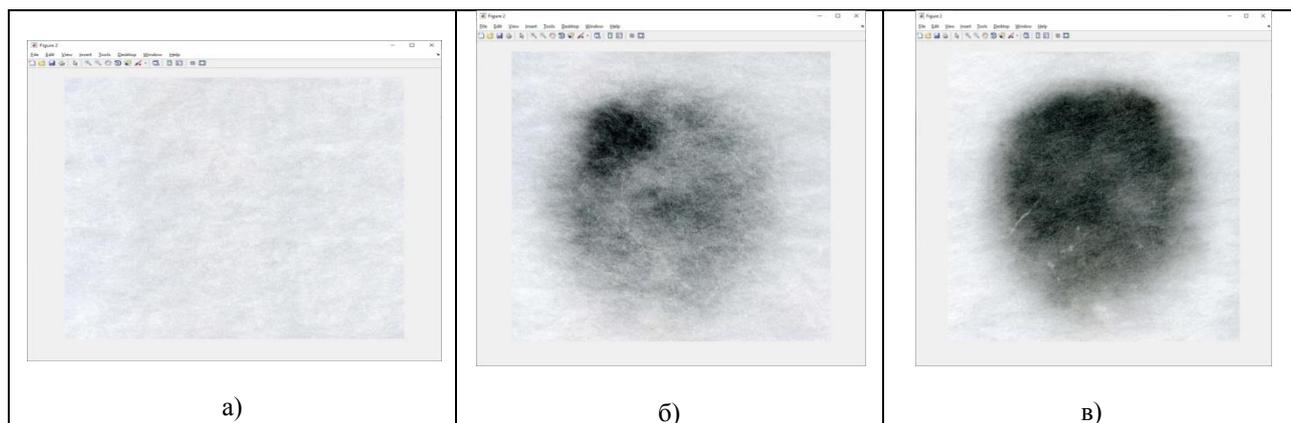


Рис. 2

Цифровая обработка пробы заключалась в анализе гистограммы яркости (рис. 3), где было определено, что фон незагрязненного образца формируется точками с яркостью от 187 до 255 пикселей. Следовательно, изображение образца с кольматантом находится в диапазоне от 0 до 186 пикселей.

Далее выделяли (контрастировали) все точки, окрашенные в цвета яркости от 0 до 186 пикселей.

Возможный вариант количественной оценки исследуемого свойства состоит в рассмотрении изменения плотности проникновения кольматанта на известной площади геополотна, то есть определение степени загрязненности пробы:

- по абсолютной величине: $\Delta S = S_H - S_B$ при $S_H = S_B$, $\Delta S = 0$;

- по относительной величине: $\delta S = 1 - S_B / S_H$ при условии $S_B / S_H \leq 1$; $K_S = S_B / S_H$, при $S_B = S_H$, $K_S = 1$ (где S_H , S_B – площадь загрязненного участка пробы соответственно с наружной и внутренней стороны загрязнений).

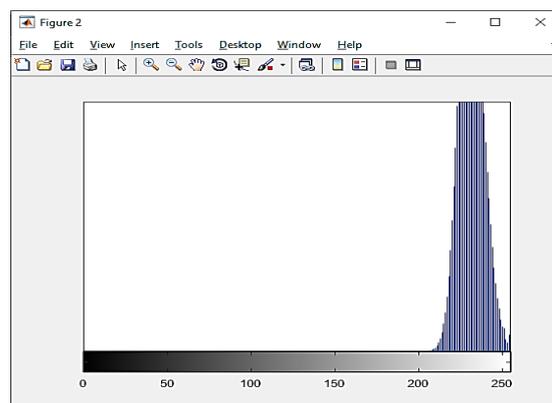


Рис. 3

Т а б л и ц а 1

| Показатели, количество пикселей | Испытываемый образец | | | | |
|---|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | Среднее |
| Площадь загрязнения (наружная сторона) | 5633929 | 5635831 | 5633008 | 5635236 | 5634501 |
| Площадь загрязнения (внутренняя сторона) | 5633972 | 5635872 | 5635672 | 5635872 | 5635347 |
| Яркость загрязнения (наружная сторона) | 98 | 125 | 102 | 125 | 112,50 |
| Яркость загрязнения (внутренняя сторона) | 136 | 167 | 140 | 150 | 148,25 |

П р и м е ч а н и е. Сторона 1 пикселя $25,41/600 = 0,04235$ мм; площадь 1 пикселя $0,04235 \times 0,04235 = 0,00179$ мм².

Анализ экспериментальных данных, приведенных в табл. 1, показал, что площади пятен загрязнений с наружной и внутренней сторон оказались практически одинаковыми. Поэтому оценка степени загрязнения геополотна на основании вышеприведенного показателя неэффективна. Одной из причин, возможно, является то, что исследуемое нетканое геополотно для данного типа сканера слишком прозрачно, и загрязненный участок насквозь просматривается почти одинаково с двух сторон.

В то же время при дальнейшем анализе экспериментальных результатов (табл. 1) было выявлено, что существенное отличие в данных загрязнения проб наблюдается по

цвету. Следовательно, количественные показатели в виде:

- по абсолютной величине: $\Delta_p = p_n - p_v$;

- по относительной величине: $\delta_p = 1 - p_v/p_n$

(где p_n, p_v – количество темных точек (пикселей) соответственно на наружной и внутренней стороне пробы) считаем информативными и используем в дальнейшем для оценки процесса кольматации нетканого геополотна.

По шкале порядка установим градации по показателю степени проникновения кольманата (по абсолютной величине) на площади 1 дм², которые приведены в табл.2.

Т а б л и ц а 2

| Δ_p , количество пикселей | $(1 - \Delta_p)$, мм ² | Δ_a | Уровень градации | Управленческое решение |
|----------------------------------|------------------------------------|-------------|------------------------|--|
| 255...187 | 0,00...0,11 | 0,00...0,24 | Не загрязнена | - |
| 186...100 | 0,12...0,27 | 0,25...0,59 | Низкая загрязненность | - |
| 99...50 | 0,28...0,36 | 0,60...0,78 | Средняя загрязненность | Срок эксплуатации материала можно продлить |
| 49...0 | 0,37...0,46 | 0,79...1,00 | Высокая загрязненность | Материал требует замены |

Усовершенствуем данный показатель с учетом того, что сторона 1 пикселя: $25,41/600 = 0,04235$ мм; а площадь 1 пикселя $0,04235 \times 0,04235 = 0,00179$ мм². Кроме того, характер оценки загрязненности в пикселях имеет обратную тенденцию: 0 – черный, 255 – белый). Потребитель же к оценке загрязненности чисто психологически привык к обратной картине. Поэтому целесообразнее использовать обратную величину, а именно $(1 - \Delta_p)$. С целью установления уровня градации выделенного показателя перейдем к безразмерному показателю $\Delta_a = (1 - \Delta_p)/0,46$. Значения данного показателя находятся в пределах от 0 до 1, где 0 соответствует не загрязненному полотну, а 1 самой высокой степени загрязненности.

ВЫВОДЫ

1. На основании изучения процесса кольматации (загрязненности) нетканых геосинтетических материалов предложено выделить простое негативное свойство

"кольмативность" и определить для него новые косвенные количественные характеристики по абсолютной и относительной величинам.

2. На основании проведенных экспериментальных исследований предложено ввести новый информативный количественный показатель свойства кольмативности ГСМ, а именно степень проникновения кольманата по толщине материала в абсолютных и относительных единицах измерения.

3. Для диагностики уровня кольманата в исследуемом материале предложено с применением шкалы порядка ввести четыре уровня градации для установления предельного срока эксплуатации ГСМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОДМ 218.2.046-2014. Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве. – М.: Росавтодор, 2014.

2. Маслов Б.С., Панов Е.П., Кормыш Е.И. и др. Мелиорация и водное хозяйство. – М.: Изд-во "Ассоциация ЭКОСТ", 2001.

3. *Машкин Н.А.* Материаловедение. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2010.

4. EN ISO 12958-2010. Геотекстильные материалы и изделия, относящиеся к геотекстилям. Определение их пропускной способности в плоскости применительно к воде.

5. *Федосов С.В., Пospelov П.И., Гойс Т.О., Матрохин А.Ю., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н.* Проблемы оценки качества и стандартизации геосинтетических материалов в дорожном строительстве//Academia. Архитектура и строительство. – 2016, №1. С. 101...106.

6. *Лысова М.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н.* Установление номенклатуры показателей качества геосинтетических нетканых полотен с учетом их эксплуатационной принадлежности. // Российский химический журнал. – 2019, №3-4. С. 50...54.

REFERENCES

1. ODM 218.2.046-2014. Rekomendatsii po vyboru i kontrolyu kachestva geosinteticheskikh materialov, primenyaemykh v dorozhnom stroitel'stve. – М.: Rosavtodor, 2014.

2. Maslov B.S., Panov E.P., Kormysh E.I. i dr. Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. – М.: Izd-vo "Asotsiatsiya EKOST", 2001.

3. *Машкин Н.А.* Materialovedenie. – Novosibirsk: NGASU (Sibstrin), 2010.

4. EN ISO 12958-2010. Geotekstil'nye materialy i izdeliya, odnosyashchiesya k geotekstilyam. Opredelenie ikh propusknoy sposobnosti v ploskosti primenitel'no k vode.

5. Fedosov S.V., Pospelov P.I., Goys T.O., Matrokhin A.Yu., Gruzintseva N.A., Gusev B.N. Problemy otsenki kachestva i standartizatsii geosinteticheskikh materialov v dorozhnom stroitel'stve//Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo. – 2016, №1. С. 101...106.

6. Lysova M.A., Gruzintseva N.A., Gusev B.N. Ustanovlenie nomenklatury pokazateley kachestva geosinteticheskikh netkanykh poloten s uchetom ikh ekspluatatsionnoy prinadlezhnosti. // Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal. – 2019, №3-4. С. 50...54.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения, метрологии и стандартизации ИВГПУ. Поступила 13.04.21.