

Сжимаемость композиционных материалов на основе волокнистого наполнителя различного состава

**Т. А. Переверзева, Э. Ю. Ефремова, Н. В. Черноусова,
О. В. Кожевникова, А. В. Дедов**

Исследована сжимаемость композиционных материалов, полученных пропиткой водной дисперсией полиуретана полотно из полиэтилентерефталатных волокон диаметром 20 мкм и смеси этих волокон с полиэтилентерефталатными волокнами диаметром 42 мкм. Показано влияние состава полотен на формирование структуры полотен и композиционных материалов на их основе. В процессе термообработки нагретым воздухом объем полотен из волокон диаметром 20 мкм возрастает, и снижается для полотна на основе смеси волокон различного диаметра. При степени пропитки меньше 1,0 водопроницаемость материалов различного состава возрастает в 1,5 – 2,0 раза по сравнению с водопроницаемостью полотен. Предложена модель для прогнозирования степени сжимаемости композиционных материалов от степени пропитки и нагрузки. Установлено, что сжимаемость композиционных материалов уменьшается в случае использования в качестве волокнистого наполнителя полотна, в котором волокна ориентированы перпендикулярно поверхности полотна. Менее эффективным для снижения сжимаемости является применение в качестве волокнистого наполнителя полотна из смеси волокон различного диаметра.

Ключевые слова: композиционный материал, нетканое полотно, сжимаемость.

DOI: 10.30791/1028-978X-2023-7-57-64

Введение

Применение нетканых иглопробивных полотен в качестве дренажных, фильтрующих и разделительных мембран дорожного и гидротехнического назначения [1 – 6] ограничено относительно высокой сжимаемостью [7 – 9], следствием которой является уменьшение пористости и проницаемости полотен по жидкостям [10]. Пористые мембраны с достаточной для практического использования сжимаемостью создают методом пропитки полотен дисперсиями полимеров и получением композиционных материалов с армирующим волокнистым наполнителем [11].

Композиционные материалы с высокой проницаемостью по жидкостям получают при относительно небольшой степени пропитки и преимущественной адсорбции частиц полимера на поверхности волокон, что приводит к возрастанию жесткости волокон и снижению сжимаемости, при осаждении частиц полимера на поверхности волокон, ориентирован-

ных перпендикулярно поверхности полотен, и несущих механическую нагрузку. Кроме того, волокна, соединенные между собой частицами полимера, имеют низкую подвижность в силовом поле, что также уменьшает сжимаемость полотна.

Композиционные материалы с низкой сжимаемостью получают при ориентации волокон перпендикулярно поверхности полотна, значительной площади контакта между волокнами и низкой подвижности волокон. Ориентация волокон и площадь контакта между ними регулируется в процессе прокалывания волокнистых холстов [12 – 14]. Сжимаемость полотен снижается при введении в их состав волокон относительно большого диаметра [8].

Ранее композиционные материалы получали пропиткой полотен латексами синтетических каучуков, низкое сродство которых к синтетическим волокнам приводит к заполнению частицами эластомера пространства между волокнами со снижением пористости и соответственно прони-

цаемости. В настоящее время разработаны водные дисперсии полиуретанов с высоким сродством к синтетическим волокнам и прежде всего к полиэфирным волокнам. Преимущественная адсорбция частиц полиуретана приводит к получению композиционных материалов с высокой проницаемостью по воде и пониженной сжимаемостью.

Цель работы — исследования сжимаемости композиционных материалов на основе волокнистого наполнителя различного состава при различном содержании полиуретана в матрице.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали нетканое иглопробивное полотно, изготовленное из полиэфирного волокна (ТУ 6-13-0204077-95-91) линейной плотности 0,33 текс (диаметром 20 – 25 мкм) (полотно А), и полотно сложного состава, изготовленные из смеси полиэфирных волокон линейной плотности 0,33 текс и 1,7 текс (диаметром 42 мкм) 45/55 % соответственно (полотно Б). Волокнистые холсты получали механическим способом формирования [12], холст упрочняли при плотности основного прокалывания 180 см⁻² [12]. Поверхностная плотность полотен А и Б составила 0,35 ± 0,02 кг/м², толщина — 3,5 – 4,0 мм и объемная плотность — 90 – 100 кг/м³. Для определения массы образцов полотен и композиционных материалов использовали электронные весы с точностью ± 0,002 г. Толщину образцов полотен и композиционных материалов определяли по ГОСТ 12023-93 при использовании толщиномера (ГОСТ 11358-70) с ценой деления 0,01 мм, измерения толщины проводили при давлении 10 кПа.

Для пропитки применяли водную дисперсию анионного стабилизированного алифатического полиуретана марки IMPRANIL DL 1380 (КНР). Образец погружали в заполненную латексом емкость объемом 500 мл и прокатывали валиком в течение 3 – 5 мин. Образец извлекали из емкости, выдерживали до полного стекания латекса и прокатывали между валами с зазором равным половине толщины полотен. Степень пропитки варьировали использованием латекса различного сухого остатка, что достигали разбавлением латекса дистиллированной водой. Термообработку пропитанных полотен, которую проводили обдувом образцов нагретым воздухом, выполняли при температуре 90 °С. Степень пропитки (C_M , отн. ед.) рассчитывали по формуле:

$$C_M = \frac{m_1 - m}{m}, \quad (1)$$

где m и m_1 — масса образца до и после пропитки соответственно, кг.

Проницаемость полотен и композиционных материалов определяли по ГОСТ Р 52606-2006 при постоянном напоре воды, равном 500 Па. Скорость фильтрации воды в полотнах и композиционных материалах определяли после 5 мин эксперимента, в течение этого промежутка времени достигалась постоянная скорость фильтрации. Сжимаемость полотен и материалов под нагрузкой 3,3, 6,6 и 13,2 кПа определяли по ГОСТ 577-68 с точностью измерения толщины ± 0,001 мм. Микрофотографии срезов полотен и композиционных материалов получили при использовании оптического микроскопа Levenhuk DTX RC2 76822 (КНР).

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Волокна полотен, сформированных механическим способом формирования, ориентированы параллельно поверхности [12]. Переориентация волокон перпендикулярно поверхности полотен и площадь контакта между волокнами зависит от реализации различных стадий процесса прокалывания (рис. 1).

На первой стадии прокалывания под действием иглы полотно уплотняется без изменения ориентации волокон, при достижении определенной плотности возрастает вероятность захвата

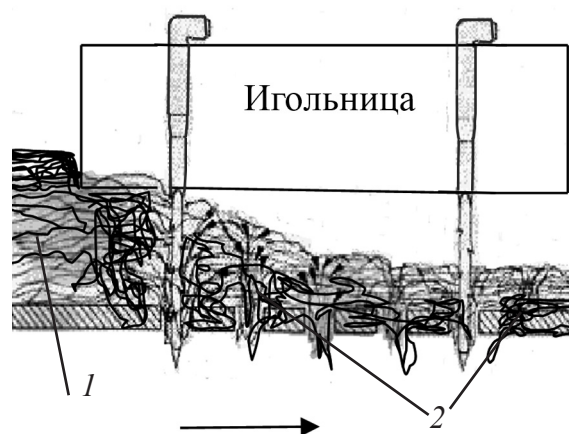


Рис. 1. Схема действия игл в процессе прокалывания полотна: 1 — зона уплотнения; 2 — зона переориентации волокон, стрелкой показано направление движения полотна в процессе прокалывания.

Fig. 1. Scheme of the action of needles in the process of piercing the web: 1 — sealing zone; 2 — fiber reorientation zone, the arrow shows the direction of movement of the web during piercing.

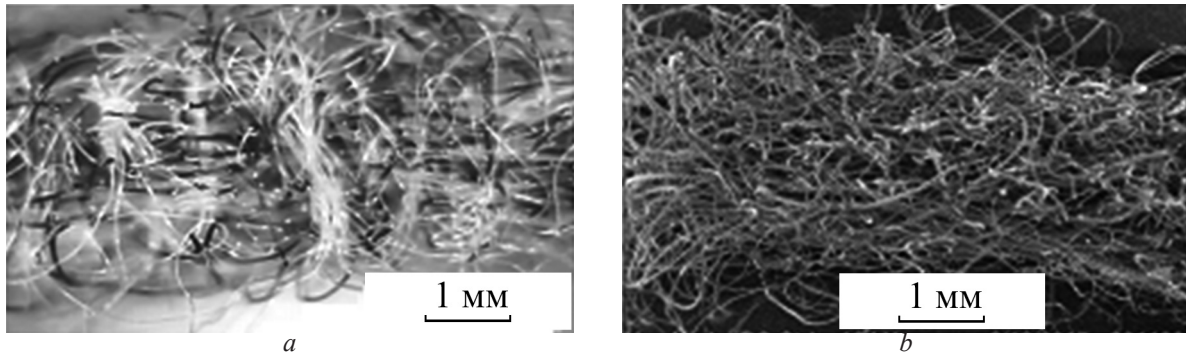


Рис. 2. Срез полотна А из волокон диаметром 20 мкм (а) и полотна Б из смеси волокон различного диаметра (b).

Fig. 2. Image of a section of web A made of fibers with a diameter of 20 μm (a) and web B of a mixture of fibers of different diameters (b).

засубринами игл волокон с их переориентацией, перпендикулярно поверхности полотна (рис. 2). Длительность стадий прокалывания зависит от состава полотен (рис. 2).

При прокалывании полотна А реализуются обе стадии процесса. Переориентация приводит к образованию пучков из нескольких волокон, ориентированных перпендикулярно поверхности полотна и с большой площадью контакта. Прокалывание полотна Б приводит только к уплотнению полотна с сохранением ориентации волокон параллельно поверхности полотна (рис. 2). Таким образом, получены полотна с различной структурой, определяющей сжимаемость полотен. Сжимаемость полотна А определяется жесткостью пучков и площадью контакта между волокнами в пучках, полотна Б — пониженной подвижностью волокон с линейной плотностью 1,7 текс.

Кроме степени пропитки пористая структура композиционных материалов зависит от изменения объема полотна в процессе термообработки. Для оценки влияния термообработки был предложен подход [15], связанный с установлением значений отношения коэффициентов уравнения, описывающего линейные зависимости плотности композиционных материалов p , ($\text{кг}/\text{м}^3$) от степени пропитки C_M :

$$p = p_0 \left(1 + \frac{k}{p_0} C_M \right), \quad (2)$$

где p_0 — плотность полотна, $\text{кг}/\text{м}^3$; k — коэффициент размерности, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Постоянный объем полотна в процессе термообработки, которую выполняли обдувов образцов нагретым воздухом в камере, композиционных материалов выражается условием $k/p_0 = 1$, уменьшение объема соответствует $k/p_0 > 1$, а возрастание объема — $k/p_0 < 1$ [15].

Зависимость плотности композиционных материалов p от степени пропитки C_M полотна А и Б от представлена на рис. 3.

Для композиционных материалов на основе полотна А $k/p_0 = 0,79$, для композиционных материалов на основе полотна Б — $k/p_0 = 1,45$. Согласно показателям отношения k/p_0 в процессе термообработки объем полотна А возрастает, а полотна Б — снижается.

Практическое значение имеют исследования влияния степени пропитки полотен на проницаемость композиционных материалов по воде, которую оценивали коэффициентом проницаемости (K , м^2) [16 – 18], рассчитанным при постоянном напоре, равном 500 Па. Зависимость K от C_M представлена на рис. 4.

Соотношение между K от C_M композиционных материалов на основе полотна А и Б отражается общей зависимостью. При $0 < C_M < 1,0$ коэффициент проницаемости композиционных материалов

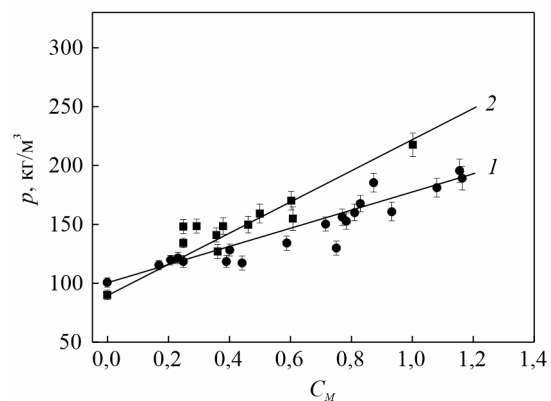


Рис. 3. Зависимости плотности композиционных материалов от степени пропитки полотна А (1) и Б (2).

Fig. 3. Dependences of the density of composite materials on the degree of impregnation of the canvas A (1) and B (2).

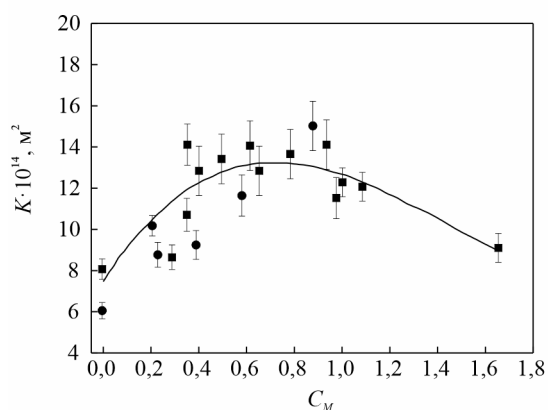


Рис. 4. Влияние степени пропитки на коэффициент проницаемости композиционного материала на основе полотна А (●) и полотна Б (■) по воде.

Fig. 4. Influence of the degree of impregnation on the permeability coefficient of a composite material based on web A (●) and web B (■) by water.

различного состава возрастает в 1,5 – 2,0 раза по сравнению с коэффициентами проницаемости полотен А ($6 \cdot 10^{-14} \text{ м}^2$) и Б ($8 \cdot 10^{-14} \text{ м}^2$). При $C_M > 1,0$ коэффициент проницаемости снижается (рис. 4). Увеличение коэффициента проницаемости композиционных материалов при относительно небольшой степени пропитки можно объяснить снижением подвижности волокон за счет их соединения между собой частицами полимера [19, 20], что подтверждают ОМ-изображение поперечного среза композиционных материалов на основе полотен А и Б (рис. 5).

При пропитке полотна А частицы полимера сорбируются на поверхности пучков, плотность упаковки волокон в которых превышает плот-

ность упаковки волокон между пучками (рис. 2). Пропитка полотна Б приводит к преимущественному осаждению частиц полимера на поверхности волокон диаметром 42 мкм (рис. 5b).

Исходя из структуры полотен различного состава (рис. 2), вода в полотне А, в основном, движется между пучками, а в полотне Б — равномерно распределяется в объеме полотна. В полотне А под действием потока воды волокна из пучков, которые создают сопротивление фильтрации, перемещаются в межпучковое пространство. Преимущественная сорбция частиц полимера на поверхности волокон увеличенного диаметра (рис. 5b) свидетельствует о том, что снижение проницаемости полотна Б в течение первых 10 – 15 мин эксперимента является следствием движения под действием потока воды волокон диаметром 42 мкм, которые связаны с волокнами диаметром 20 мкм. Совместное перемещение волокон приводит к образованию уплотненных агломератов, которые увеличивают сопротивление движению потока воды.

Сжатие композиционных материалов (ϵ , отн. ед.) рассчитывали из уравнения:

$$\epsilon = \frac{d - d_P}{d}, \quad (3)$$

где d — толщина композиционного материала до деформации, м; d_P — толщина композиционного материала под действием нагрузки P , м.

Зависимость степени сжатия композиционных материалов ϵ от величины нагрузки P представлена на рис. 6.

Полученные зависимости $\epsilon - P$ описываются степенными уравнениями третьего порядка, значительное число переменных снижает критериальную ценность моделей такого типа и ограничивает

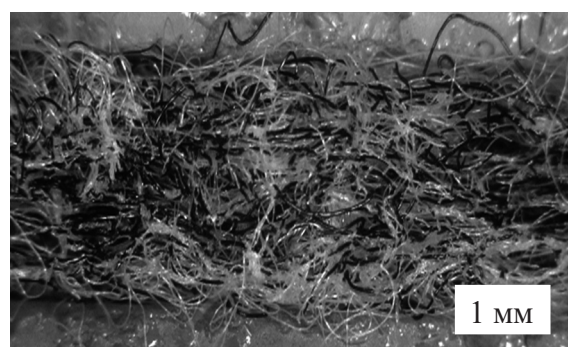
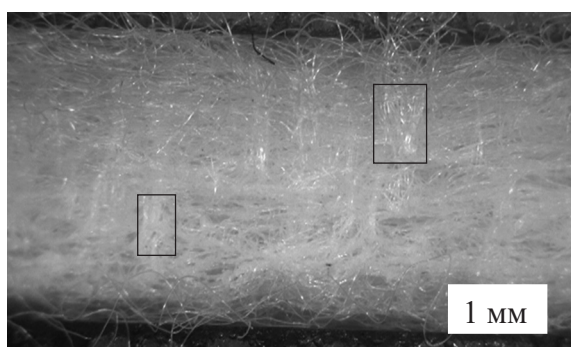


Рис. 5. Поперечный срез композиционного материала на основе полотна А (a) и полотна Б (b). Отмечены участки полотна А, на которых частицы полимера сорбированы на поверхности пучков.

Fig. 5. Cross-section of a composite material based on web A (a) and web B (b). Sections of web A are marked, on which polymer particles are sorbed on the surface of the beams.

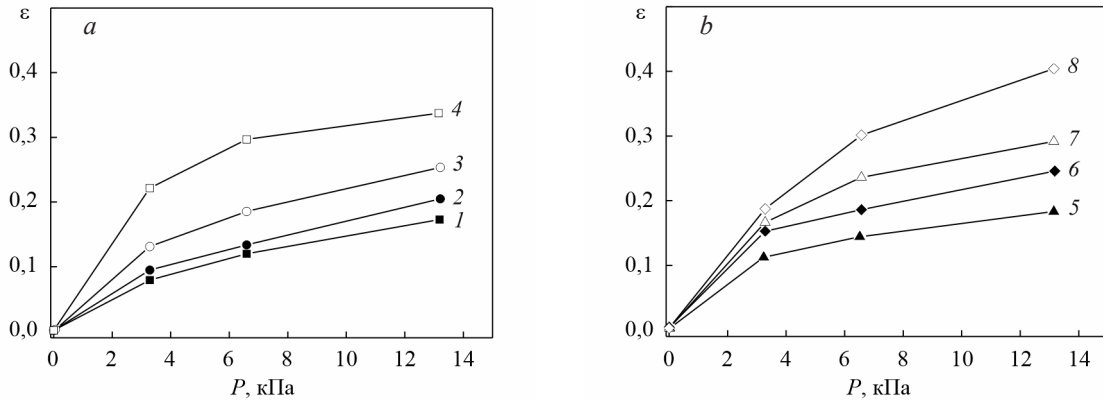


Рис. 6. Влияние нагрузки на степень сжатия в координатах $\varepsilon - P$ композиционных материалов на основе полотна А (а) со степенью пропитки: 1 — 0,27, 2 — 0,59, 3 — 0,85, 4 — 1,16, и на основе полотна Б (b) со степенью пропитки: 5 — 0,22, 6 — 0,35, 7 — 1,2, 8 — 1,8.

Fig. 6. Effect of load on the degree of compression in the coordinates $\varepsilon - P$ of composite materials based on canvas A (a) with the degree of impregnation: 1 — 0.27, 2 — 0.59, 3 — 0.85, 4 — 1.16, and based on canvas B (b) with the degree of impregnation: 5 — 0.22, 6 — 0.35, 7 — 1.2, 8 — 1.8.

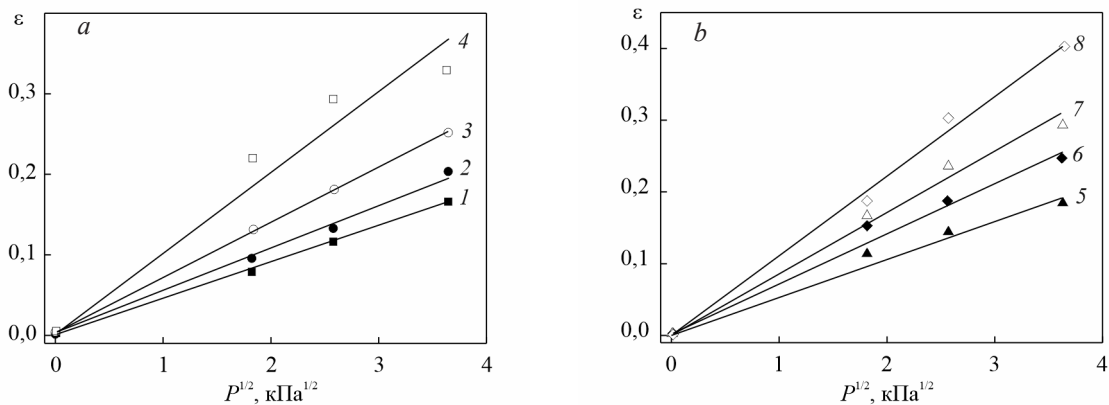


Рис. 7. Влияние нагрузки на степень сжатия в координатах $\varepsilon - P^{1/2}$ композиционных материалов на основе полотна А (а) со степенью пропитки: 1 — 0,27, 2 — 0,59, 3 — 0,85, 4 — 1,16, и на основе полотна Б (b) со степенью пропитки: 5 — 0,22, 6 — 0,35, 7 — 1,2, 8 — 1,8.

Fig. 7. Effect of load on the degree of compression in the coordinates $\varepsilon - P^{1/2}$ of composite materials based on canvas A (a) with the degree of impregnation: 1 — 0.27, 2 — 0.59, 3 — 0.85, 4 — 1.16, and based on canvas B (b) with the degree of impregnation: 5 — 0.22, 6 — 0.35, 7 — 1.2, 8 — 1.8.

определение зависимостей переменных уравнений от степени пропитки композиционных материалов, что необходимо для расчета сжимаемости материалов различной степени пропитки. В системе координат $\varepsilon - P^{1/2}$ зависимости сложного вида (рис. 6) трансформируются в зависимости линейного вида (рис. 7).

Линейные зависимости $\varepsilon - P^{1/2}$ выходят из начала координат и с коэффициентом корреляции более 0,95 описываются уравнения с одной переменной:

$$\varepsilon = k_P P^{1/2}, \quad (4)$$

где k — коэффициент приведения, $(\text{кПа}^{1/2})^{-1}$, который зависит от степени пропитки композиционных материалов (рис. 8).

Зависимости k_P от C_M композиционных материалов описывается уравнениями общего вида:

$$k_P = 0,1 \exp(-k_M \cdot C_M), \quad (5)$$

где k_M — коэффициент приведения, зависящий от состава волокнистого наполнителя композиционных материалов. Для композиционных материалов, в которых в качестве наполнителя использовали полотно А, $k_M = 0,67$, и полотно Б — $k_M = 0,34$.

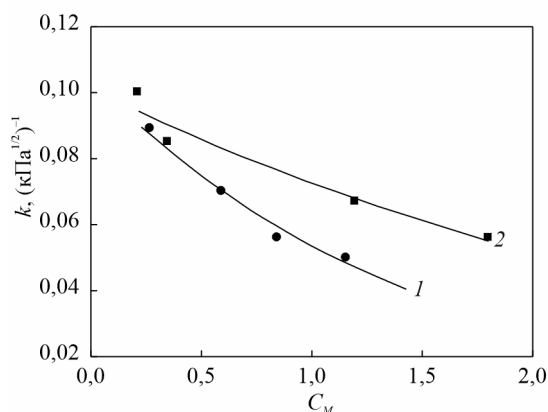


Рис. 8. Зависимости коэффициента k_p от степени пропитки C_M композиционных материалов на основе полотна А (1) и Б (2).

Fig. 8. Dependences of the coefficient k_p on the degree of impregnation of composite materials based on canvas A (1) and B (2).

При подстановке уравнение (5) в уравнение (4) получена модель для прогнозирования сжимаемости композиционных материалов от степени пропитки и нагрузки. Модель имеет вид:

$$\varepsilon = 0,1 \exp(-k_M \cdot C_M) P^{1/2}. \quad (6)$$

Численное решение модели (6) при изменении степени пропитки 0 до 2 (при $C_M = 0$ определяли степень сжимаемости полотна) и нагрузки от 0 до 25 кПа (до $P^{1/2} = 5$ кПа) представлено на рис. 9.

Из полученных зависимостей (рис. 9) следует, что сжимаемость композиционного материала на основе полотна А меньше сжимаемости материала на основе полотна Б. Разность между показателя-

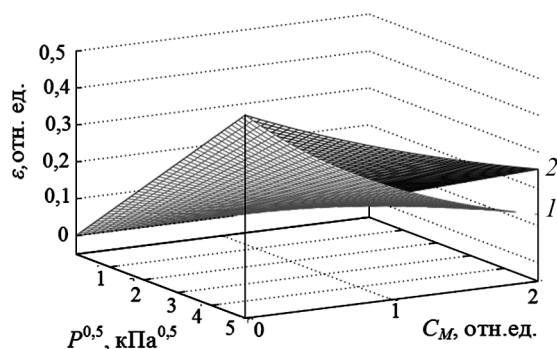


Рис. 9. Зависимости степень сжатия от нагрузки и степени пропитки композиционного материала на основе полотна А (1) и Б (2).

Fig. 9. Dependences of the degree of compression on the load and the degree of impregnation of the composite material based on canvas A (1) and B (2).

ми степени сжимаемости композиционных материалов с волокнистым наполнителем различного состава становится заметной при нагрузке более 2 кПа и возрастает с увеличением степени пропитки.

Выводы

Влияние ориентации волокон в нетканом полотне на сжимаемость композиционного материала, полученного пропиткой полотна водной дисперсией полиуретана, проявляется при нагрузке более 2 кПа.

При степени пропитки полотна из полиэфирных волокон линейной плотности 0,33 текс и их смеси с полиэфирными волокнами линейной плотности 1,7 текс от 0,6 до 1,0 получены композиционные материалы, которые по сравнению с полотном имеют не только пониженную сжимаемость, но и повышенную проницаемость по воде.

Литература/References

1. Saberi E., Najar S.S., Abdellahi S.B., Soltanzadeh Z.A. hyperelastic approach for finite element modelling puncture resistance of needle punched nonwoven geotextiles. *Fibers and Polymers*, 2017, v.18, no. 8, pp. 1623 – 1628.
2. Fatema N., Bhatia S.K. Sediment retention and clogging of geotextile with high water content slurries. *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering*, 2018, v. 4, no.13, pp. 43 – 56.
3. Pereborova N.V., Makarov A.G., Vasil'eva E.K., Shvankin A.M., Egorov I.M. Mathematical modeling and computed prediction of viscoelastic creep in geotextile nonwoven fabrics. *Fibre Chemistry*, 2019, v. 50, no. 6, pp.487 – 490.
4. Kim H.A., Kim S.J. Moisture and thermal permeability of the hollow textured PET imbedded woven fabrics for high emotional garments. *Fibers and Polymers*, 2016, v. 17, no. 9, pp. 427 – 438.
5. Kakati N., Assanvo E.F., Kalita D. Synthesis and performance evaluation of unsaturated polyester blends of resins and its application on non-woven/fabric jute fibers reinforced composites. *J. Polym. Environment*, 2019, v. 27, no. 6 – 7, pp. 2540 – 2548.
6. Sharma P., Mali H.S., Dixit A. Mechanical behavior and fracture toughness characterization of high strength fiber reinforced polymer textile composites. *Iranian Polym. J.*, 2021, v. 30, no. 7, pp. 193 – 233.
7. Дедов А.В. Компрессионные характеристики иглопробивных материалов. *Хим. Волокна*, 2006, № 2, с. 56 – 58.
- Dedov A.V. Kompresionnye kharakteristiki igloprobivnyh materialov. [Compression characteristics of needle-punched materials]. *Khimicheskiye Volokna [Chemical Fibers]*, 2006, no. 2, pp. 56 – 58.

8. Дедов А.В. Механизм сжатия иглопробивного материала. Химические волокна 2009, № 6, с. 30 – 32.
 - Dedov A.V. Mekhanizm szhatiya igloprobivnogo materiala [Needle punched compression mechanism]. Khimicheskiye Volokna [Chemical Fibers], 2009, no. 6, pp. 30 – 32.
9. Debnath S., Madhusoothanan M. Thermal insulation, compression and air permeability of polyester needle-punched nonwoven. IJFTR, 2010, v. 35, no. 1, pp. 38 – 44.
10. Дедов А.В. Проницаемость деформированного иглопробивного материала. Хим. Волокна, 2009, № 4, с. 17 – 19.
 - Dedov A.V. Pronicaemost' deformirovannogo igloprobivnogo materiala [Permeability of deformed needle-punched material]. Khimicheskiye Volokna [Chemical Fibers], 2009, no. 4, pp. 17 – 19.
11. Перепелкина К.У. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. Издательство НОТ — научные основы технологии, С-Петербург, 2009, 382 с.
 - Perepelkina K.U. Armiruyushchie volokna i voloknistye polimernye kompozity [Reinforcing fibers and fibrous polymer composites]. Izdatel'stvo NOT, St-Petersburg, 2009, 382 p.
12. Горчакова В.М., Сергеенков Л.П., Волощик Т.Е. Оборудование для производства нетканых материалов (часть 1.), МГТУ им. Л.Н. Косыгина, М.: 2006, 671 с.
 - Gorchakova V.M., Sergeenkov L.P., Voloshchik T.E. Oborudovanie dlya proizvodstva netkanykh materialov (chast'1.) [Equipment for the production of nonwovens, part 1], MGTU im. L.N. Kosygina, Moscow, 2006, 671 p.
13. Дедов А.В. Пористость пропитанных иглопробивных материалов различного состава. Все материалы. Энциклопедический справочник, 2011, № 7, с. 33 – 36.
 - Dedov A.V. Poristost' propitannykh igloprobivnykh materialov razlichnogo so-stava [Porosity of impregnated needle-punched materials of various compositions], Vse Materialy. Entsiklopedicheskii Spravochnik [Polymer Science. Series D], 2011, no. 7, pp. 33 – 36.
14. Дедов А.В. Структура пропитанных иглопробивных материалов из волокон различной химической природе. Энциклопедия инженера-химика, 2012, № 2, с. 13 – 16.
 - Dedov A.V. Struktura propitannykh igloprobivnykh materialov iz volokon razlichnoj himicheskoy prirode [The structure of impregnated needle-punched materials from fibers of various chemical nature]. Enciklopediya inzhenera-khimika [Handbook of chemical engineer], 2012, no. 2, pp. 13 – 16.
15. Лещенко Т.А., Черноусова Н.В., Дедов А.В. Воздухопроницаемость композиционного волокнистого материала. Перспективные материалы, 2021, №1, с. 42 – 48.
 - Leshchenko T.A., Chernousova N.V., Dedov A.V. Vozduhopronicaemost' kompozicionnogo voloknistogo materiala [Air permeability of composite fiber material]. Perspektivnye Materialy [Advanced Materials], 2021, no. 1, pp. 42 – 48, (in Russ).
16. Amiot M., Lewandowski M., Leite P., Thomas M., Perwuelz A. An evaluation of fiber orientation and organization in nonwoven fabrics by tensile, air permeability and compression measurements. J. Mater. Sci., 2014, v. 49, no. 1, pp.52 – 61.
17. Xiong X., Yang T., Mishra R., Militky J. Transport properties of aerogel-based nanofibrous nonwoven fabrics. Fibers and Polymers, 2016, v. 17, no. 10, pp. 1709 – 1714.
18. Yang T., Xiong X., Mishra R., Novák J., Chaloupek J., Sanetnik F., Militký J. Investigation on acoustic behavior and air permeability of struto nonwovens. Fibers and Polymers, 2016, v. 17, no. 12, pp. 2078 – 2084.
19. Takahashi T., Aso Y., Yoshino K. Incorporation of photocatalytic function into nonwoven polyester fabrics via impregnation with peroxy titanate acid solution. J. Mater. Sci., 2013, v. 48, no.1, pp.8199 – 8208.
20. Yasinskaya N. N., Murycheva V. V., Razumeev K. E. Impregnation of Woven Fabrics from Chemical Yarns during Formation of Composite Textile Materials. Fibre Chemistry, 2020, v. 52, no. 1, pp.28 – 33.

*Статья поступила в редакцию — 13.09.2022 г.
после доработки — 13.10.2022 г.
принята к публикации — 14.10.2022 г.*

Переверзева Татьяна Александровна — Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (117997 Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр.1), аспирант кафедры химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов, специалист в области химических технологий, технологии крашения материалов. E-mail: leshenko.1996@mail.ru.

Ефремова Элеонора Владимировна — Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (117997 Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр.1), инженер кафедры химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов, специалист в области химических технологий, технологии волокнистых материалов. E-mail: efreмова120800@icloud.com.

Черноусова Наталья Владимировна — Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (117997 Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр.1), кандидат технических наук, доцент кафедры химии и технологии полимерных материалов и нанокмозитов, специалист в области полимерных пленочных материалов и искусственной кожи, упаковочных материалов. E-mail: chersov@gmail.com.

Кожевникова Ольга Вячеславовна — Московский политехнический университет (107023 Москва, ул. Б. Семеновская, 38), инженер кафедры химии и технологии полимерных материалов и нанокмозитов, специалист в области создания композиционных материалов. E-mail: efgenikum@gmail.com.

Дедов Александр Васильевич — Московский политехнический университет (107023 Москва, ул. Б. Семеновская, 38), доктор технических наук, профессор кафедры Инновационные материалы принтмедиаиндустрии, специалист в области создания композиционных материалов. E-mail: dedovs55@rambler.ru.

Compressibility of composite materials based on fibrous filler of various compositions

T. A. Pereverzeva, E. Yu. Efremova, N. V. Chernousova, A. V. Dedov

The compressibility of composite materials obtained by impregnation with water dispersion of polyurethane of webs made of polyethylene terephthalate fibers with a diameter of 20 μm and a mixture of these fibers with polyethylene terephthalate fibers with a diameter of 42 μm is investigated. The influence of the composition on the formation of the structure of canvases and composite materials based on them is shown. In the process of heat treatment, the volume of webs made of fibers with a diameter of 20 μm increases and decreases for webs based on a mixture of fibers of different diameters. Compared with canvases, with a degree of impregnation less than 1.0, the water permeability of materials of various compositions increases by 1.5 – 2.0 times. A model is proposed to predict the degree of compressibility of composite materials from the degree of impregnation and load. It is established that compressibility of composite materials decreases when using a web as a fibrous filler in which the fibers are oriented perpendicular to the surface of the web. Less effective for reducing compressibility is the use of a web made of a mixture of fibers of different diameters as a fibrous filler.

Keywords: composite material, non-woven fabric, compressibility

Pereverzeva Tatiana — Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art) (117997, Moscow, Sadovnicheskaya str., 33, p. 1), postgraduate student of department of chemistry and technology of polymer materials and nanocomposites, specialist in chemical technologies, technology of dyeing materials. E-mail: leshenko.1996@mail.ru.

Efremova Elionora — Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art) (117997, Moscow, Sadovnicheskaya str., 33, p. 1), engineer of the department of chemistry and technology of polymer materials and nanocomposites, specialist in the field of chemical technologies, technology of fibrous materials. E-mail: efremova120800@icloud.com.

Chernousova Natalia — Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art) (117997, Moscow, Sadovnicheskaya str., 33, p. 1), PhD, associate professor department of Chemistry and technology of polymer materials and nanocomposites, specialist in the field of polymer film materials and artificial leather, packaging materials. E-mail: chersov@gmail.com.

Kozhevnikova Olga — Moscow Polytechnic University (107023 Moscow, B. Semenovskaya St., 38), engineer of the Department of Chemistry and Technology of Polymer Materials and Nanocomposites, specialist in composite materials E-mail: efgenikum@gmail.com.

Dedov Alexander — Moscow Polytechnic University ((107023 Moscow, B. Semenovskaya St., 38), Dr. Sci. (Eng), professor of the department of innovative materials of the printing media industry, specialist in composite materials. E-mail: dedovs55@rambler.ru.