

УДК 620.193.4

DOI: 10.17072/2223-1838-2016-3-71-76

М.Г. Щербань, О.Ш. Гоголишвили

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ НА ХИМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ БАЗАЛЬТОВОГО СТЕКЛОВОЛОКНА

Обсуждается влияние различных сред на химическую устойчивость и структуру базальтового стекловолокна (БСТВ).

Ключевые слова: базальтовое стекловолокно; гидролитические кривые; химическая устойчивость; микроструктура.

M.G. Shcherban, O.Sh. Gogolishvili

Perm State University, Perm, Russia

THE INFLUENCE OF THE ENVIRONMENT ON CHEMICAL RESISTANCE OF BASALT FIBER

Discusses the influence of different environments on chemical resistance and structure of basalt fiber (STBF).

Keywords: basalt fiber; hydrolytic curves; chemical resistance; microstructure.

Введение

Как известно, применение горных пород для получения волокон различного назначения требует изучения их кислото- и щелочестойкости. Кислотоустойчивые волокна могут быть использованы в качестве армирующих материалов в производстве полимерных композитов, щелочестойкие – для армирования цементов, слабокислотоустойчивые – для получения высокотемпературных материалов и адсорбентов [1–36].

Изучение стойкости базальтового волокна принципиально важно и для решения следующих задач:

- остекловывание вредных, в том числе радиоактивных, отходов;
- высокотемпературная переработка отходов строиматериалов и конструкций;
- асбестозамещение;
- создание минеральных волокон с заданными характеристиками по химической, температурной стойкости и биорастворимости;
- разработка новых технологий плавления горных пород для выделения расплавов полезных компонентов, в том числе металлов платиновой группы и алюминия.

Различают два вида взаимодействия агрессивной среды и волокна – химическое (выщелачивание) и растворение его в объеме внешней среды.

Так, многие силикатные волокна растворяются в концентрированных горячих растворах ще-

лочей, т.е. обладают низкой щелочестойкостью. По кислотостойкости волокна условно подразделяются на три группы: растворяющиеся, выщелачивающиеся и относительно стойкие [2–37].

Результаты и обсуждение

Химическую стойкость базальтового стекловолокна (БСТВ) оценивали по потерям массы в средах 0,1 н HCl; 0,1 н H₂SO₄; 0,5 н NaCl; 0,1 н NaOH.

Массовый показатель устойчивости рассчитывали по уравнению

$$K_m = \frac{\Delta m}{m_0 t},$$

где m_0 – исходная масса образца; Δm – убыль массы после испытаний; t – время испытаний.

Наряду с гравиметрией и микроскопическими исследованиями в течение 5 суток проводили мониторинг pH коррозионной среды.

Кривые изменения pH растворов во времени представлены на рис. 1–3.

Гидролитические кривые, полученные в щелочи, свидетельствуют о том, что щелочной гидролиз базальтовых волокон состоит из нескольких параллельно протекающих процессов. Это переход в раствор ионов Na, повышающий значение pH на начальной стадии гидролиза, и переход в щелочной раствор SiO₂ из алюмосиликатной матрицы, вызывающий понижение pH раствора.

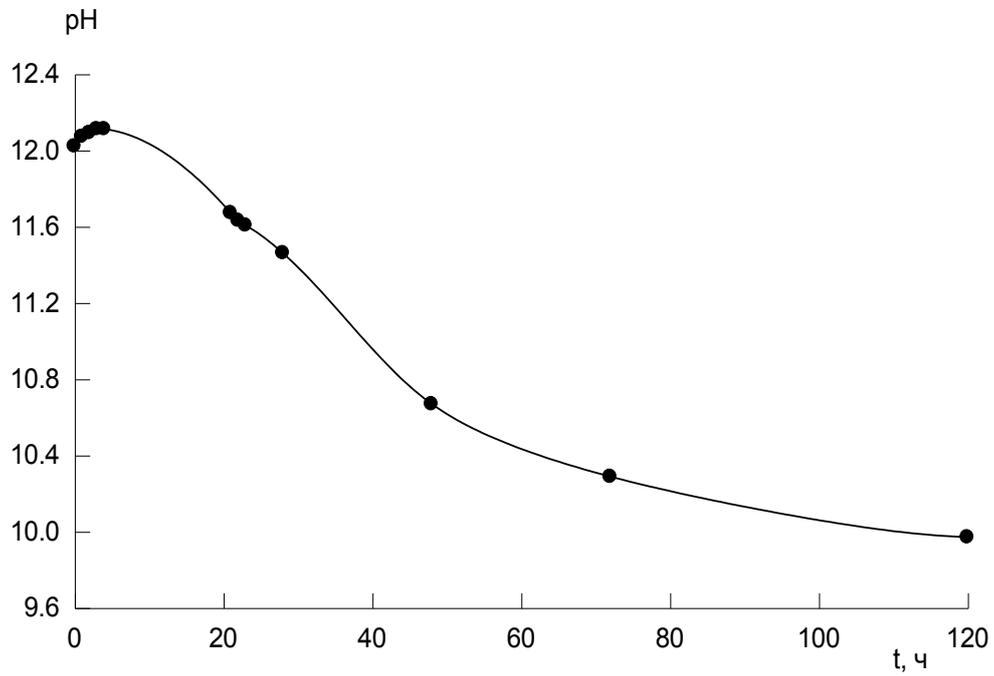


Рис. 1. Гидролитическая кривая БСТВ в растворе NaOH

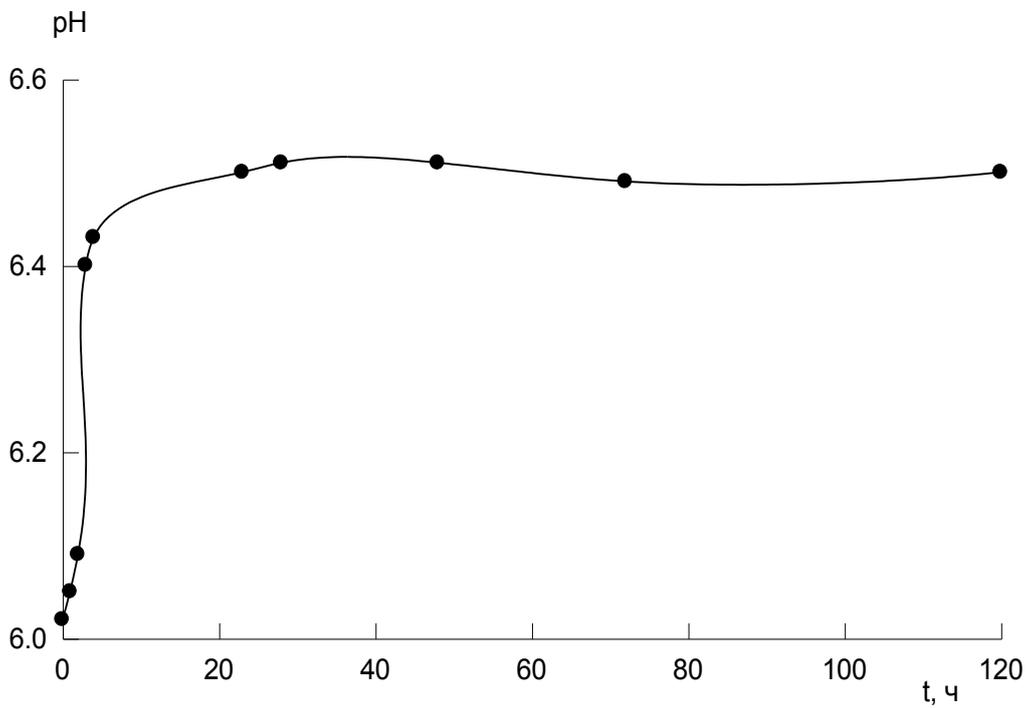


Рис. 2. Гидролитическая кривая БСТВ в растворе NaCl

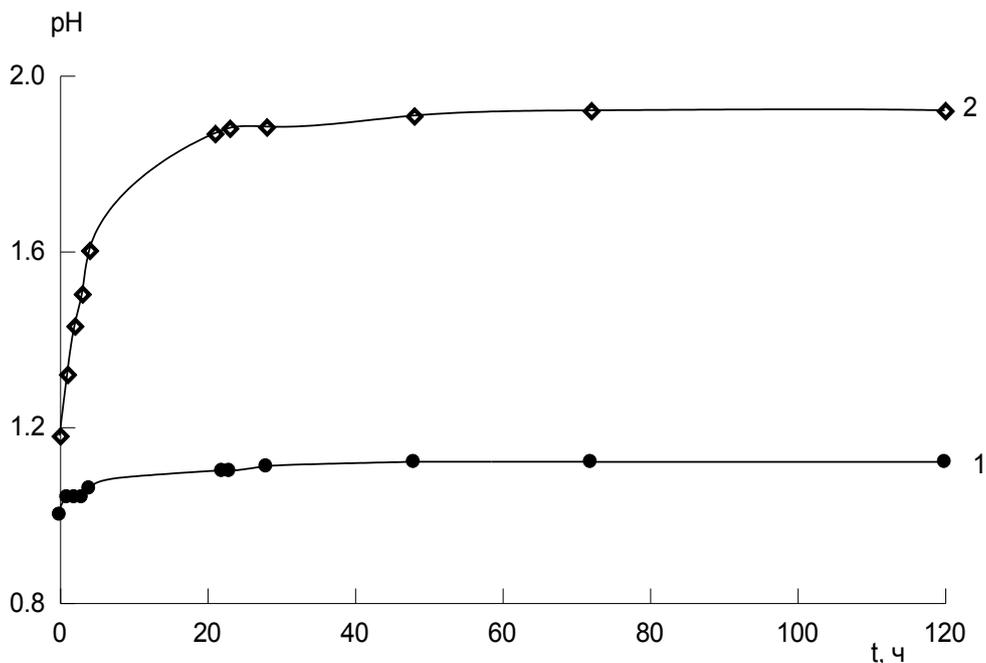


Рис. 3. Гидролитические кривые БСТВ в растворах H₂SO₄ (1) и HCl (2)

Повышение pH растворов серной кислоты и хлорида натрия свидетельствует о переходе в раствор оксидов щелочных и щелочноземельных элементов, в результате чего на поверхности волокна возможно формирование защитной кремнеземной пленки.

Единственная среда, в которой pH раствора остается практически постоянным –

соляная кислота. Тем не менее, массовые потери волокна в ней максимальны (см. таблицу). Растворение волокна позволяет предположить, что базальтовое стекло содержит в своем составе недостаточное количество кремнезема и, напротив, обогащено щелочными и щелочноземельными оксидами.

Стойкость БСТВ в различных средах

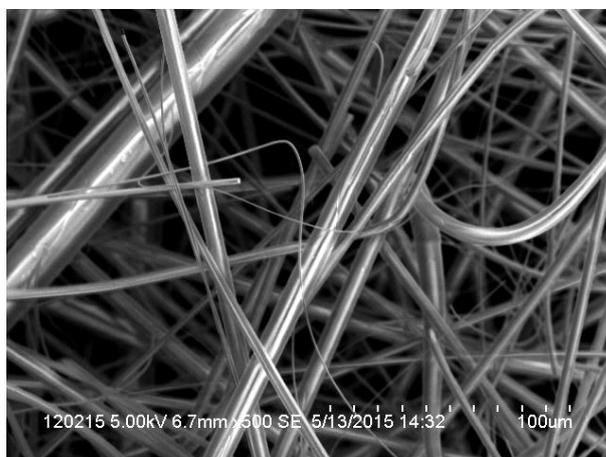
Коррозионная среда	NaOH 0,1 Н	NaCl 1 Н	HCl 0,1 Н	H ₂ SO ₄ 0,1 Н
$K_m \cdot 10^4, ч^{-1}$	1,0	4,4	11,8	8,6

Результаты исследования микроструктуры исходного базальтового волокна и структуры волокон после испытаний на их химическую устойчивость представлены на рис.4.

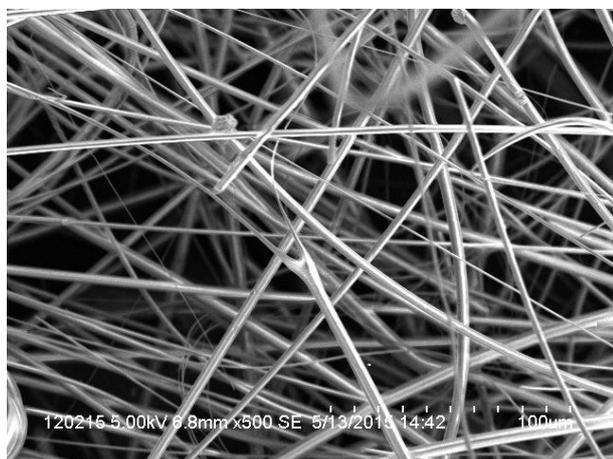
Исходное волокно имеет гладкую, равномерную по толщине структуру (рис.4, а). После испытаний в растворе NaCl (рис.4, б) структура и внешний вид волокон не изменяются. Незначительно изменяется структура волокна и по-

сле испытаний в растворе NaOH (рис. 4, в). Однако следует отметить, что средний диаметр волокон после выдержки в обоих растворах несколько уменьшается, что свидетельствует об их равномерном растворении в этих средах. Наименьшую устойчивость, согласно гравиметрическим испытаниям, волокна проявили в кислых средах (см. таблицу), что подтверждается результатами электронной микроскопии.

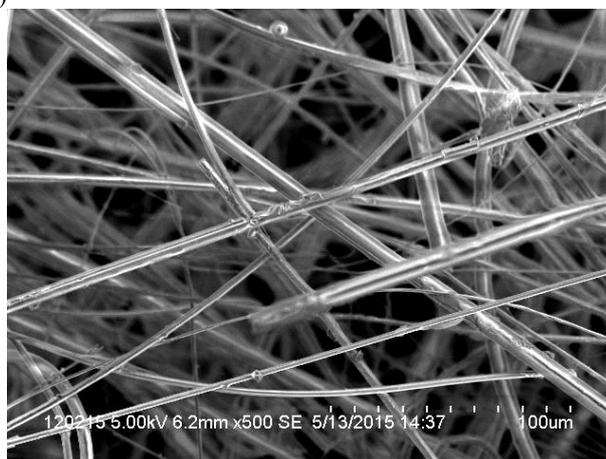
После выдержки в растворе HCl (рис. 4, г) на поверхности волокна появляются «ямки травления», после пребывания в растворе H_2SO_4 отмечено появление поперечных рубцов (рис. 4, д).



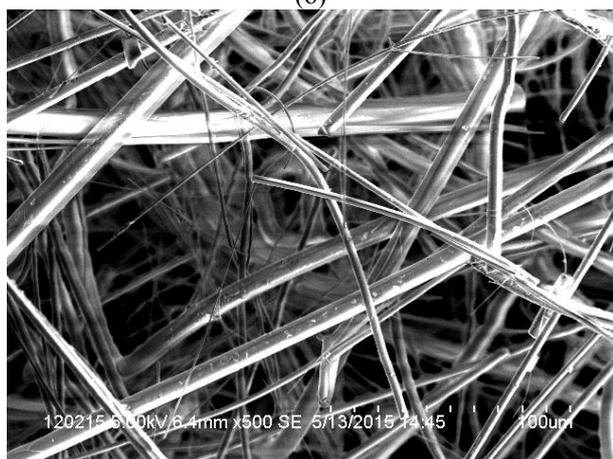
(а)



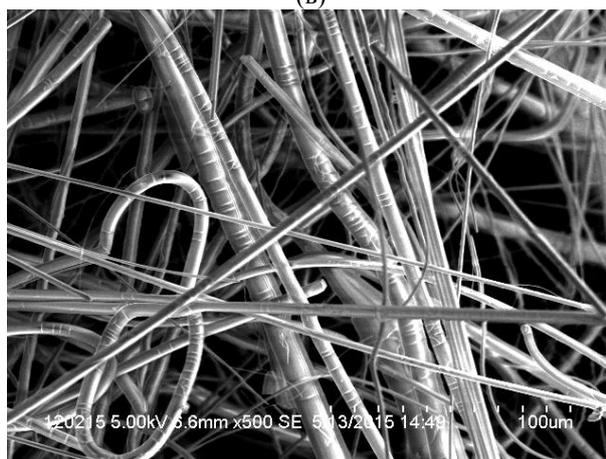
(б)



(в)



(г)



(д)

Рис. 4. Образцы БСТВ. Исходный (а); после испытаний на химическую устойчивость в растворах: NaOH (б); NaCl (в); HCl (г); H_2SO_4 (д).

Таким образом можно предположить, что изучаемое БСТВ, предлагаемое к дальнейшему использованию, обладает недостаточной хими-

ческой стойкостью в нейтральной, кислой и щелочной средах. Для повышения устойчивости материала необходимо уплотнение структуры

волокна. Такого эффекта, на наш взгляд, можно достичь путем введения в минеральную вату дисперсных частиц, в роли которых могут выступать оксиды алюминия, кремния, циркония [2].

Библиографический список

1. Черняк М.Г. Непрерывное стеклянное волокно. Основы технологии и свойства. – М.: Химия, 1965. 320 с.
2. Зимин Д.Е., Татаринцева О.С. Влияние химического состава стекла на стойкость базальто-

вых волокон к агрессивным средам // Ползуновский вестник. 2010. № 4, Т.1. С. 247–251.

References

1. Chernyak M.G. (1965) Nепrеривное steklyannoe volokno [Continuous glass fiber], Khimiya, Moscow, SU. (In Russ.).
2. Zimin D.E. and Tatarintseva O.S. (2010), Influence of the chemical composition of glass on the resistance of basalt fibers to aggressive environments, Polzunovskii Vestnik, vol.1, no. 4, pp. 247–251. (In Russ.).

Поступила в редакцию 19.09.2016

Об авторах

Щербань Марина Григорьевна,
кандидат химических наук,
доцент кафедры физической химии
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15.
ma-she74@mail.ru

Гоголишвили Отар Шотаевич,
студент
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15.
otar5993@mail.ru

About the authors

Shcherban' Marina Grigor'evna,
candidate of chemistry,
associate professor of the Department of physical chemistry
Perm State University
614990, 15, Bukireva st., Perm, Russia.
ma-she74@mail.ru

Gogolishvili Otar Shotaevich,
student
Perm State University
614990, 15, Bukireva st., Perm, Russia.
otar5993@mail.ru

Информация для цитирования

Щербань М.Г., Гоголишвили О.Ш. Влияние среды на химическую устойчивость базальтового стекловолокна // Вестник Пермского университета. Серия «Химия». 2016. Вып. 3(23). С. 71–76. DOI: 10.17072/2223-1838-2016-3-71-76.

Shcherban' M.G., Gogolishvili O.Sh. Vliyanie sredy na khimicheskuyu ustoychivost' bazal'tovogo steklovolokna [The influence of the environment on chemical resistance of basalt fiber] // Vestnik Permskogo universiteta. Seriya «Khimiya» – Bulletin of Perm University. CHEMISTRY. 2016. № 3(23). P. 71–76. (In Russ.). DOI: 10.17072/2223-1838-2016-3-71-76.