

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 678.046.3

С.Е. Артеменко, Ю.А. Кадыкова, О.Г. Васильева

БАЗАЛЬТОПЛАСТИКИ – ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ XXI ВЕКА

Отражены механические и физико-химические характеристики разработанных по интеркаляционной технологии базальтопластиков и перспективность организации их производства в Саратовской области.

S.E. Artemenko, Y.A. Kadikova, O.G. Vasilieva

BASALT PLASTICS – POLYMER COMPOSITIONAL MATERIALS OF THE XXI SENTURY

The work presents mechanical and physical-chemical characteristics of basalt plastics developed by intercalation technology and perspective of their production in Saratov region.

Базальтопластики (БП) обладают уникальными характеристиками, сочетая в себе высокую прочность, термо- и хемостойкость, экологическую чистоту, долговечность и пожаробезопасность.

Применяют их в качестве строительных (в том числе звуко- и теплоизоляционных) материалов, арматуры и конструкций, ответственных изделий в машино- и авиастроении, кровельных рулонированных материалов, магистральных трубопроводов и др.

В качестве армирующей основы в БП служат базальтовые нити (БН), ровинги, ткани, холсты, маты, а связующей матрицей – органические и неорганические полимеры.

Температурный интервал применения базальтовых волокон (БВ) составляет от –270 до +900°C, а близких им по химическому составу стеклянных волокон – от –60 до +450°C. Гигроскопичность БВ менее 1%, стеклянных – до 10-20%, по кислото-, щелоче- и пароустойчивости БВ также превосходят стеклянные.

По своему химическому составу БН – это многокомпонентная система, содержащая (в % по массе): SiO₂ – 48-52, Al₂O₃ – 12-16,5, TiO₂ – 2,5-3,0, Fe₂O₃ – 4,0-7,5, FeO – 7,5-10, MnO – 0,2-0,3, CaO – 8,0-12,0, MgO – 4,0-7,0, K₂O – 0,3-0,6, Na₂O – 2,4-2,6, SO₃ – 0,2, P₂O₅ – 0,3-0,5, различных примесей – 1,0-2,6.

Базальтовые нити характеризуются развитой активной поверхностью и являются эффективными сорбентами. Они обладают специфической гетероструктурой: пористостью с размером

пор $d=7,8\text{\AA}$, которые при нагреве расширяются, содержанием реакционноспособных окислов металлов более 36%, кристалличностью, шероховатой (кластерной) поверхностью.

Кафедрой химической технологии СГТУ разработана интеркаляционная технология базальтопластиков, которая базируется на пропитке БН не готовой смолой, как предусматривает традиционный способ формирования полимерного композиционного материала, а исходными мономерами. Использовали отечественные, выпускаемые в крупном масштабе мономеры – фенол и формальдегид в соотношении 1:1,4, и 2% NaOH в качестве катализатора [1-6].

Схема включает 4 стадии: пропитка БН смесью мономеров, синтез фенолформальдегидного олигомера при 90°C в течение 30 мин., сушка пресс-материала для удаления летучих и формование прямым способом изделий различного функционального назначения.

Благодаря высокой сорбционной способности и активности к химико-физическому взаимодействию с полимерным связующим формируется структура, придающая базальтопластикам значительно более высокие характеристики по сравнению с традиционными стеклопластиками (рис.1).

Нами разработаны различные методы модификации БП, которые еще в большей степени усиливают взаимодействие базальтовой нити с полимерным связующим. Так, введение в смесь мономеров активной низкомолекулярной добавки – 2%-го лапрола обеспечивает повышение прочности БП при изгибе σ_i на 20%, удельной ударной вязкости на 25% и снижение водопоглощения при 2-часовом кипячении на 35%. При этом повышается и термостойкость материала – потеря массы при воздействии 800°C составляет всего 19%, в то время как термостойкость эпоксидного стеклопластика не превышает 300°C .

Весьма эффективно применение гибридной волокнистой системы для армирования БП. Например, при сочетании углеродных с 40% базальтовых нитей прочность при изгибе гибридного материала несколько снижается (с 840 до 700 МПа), зато стоимость материала уменьшается в несколько раз.

В повышении термостойкости разработанного БП важную роль играет не только высокая термостойкость базальтовой нити, но и углеродообразующая фенолформальдегидная матрица. Именно фенолформальдегидная смола, в отличие от эпоксидной, относится к такому классу смол, которые при температуре $\sim 800^{\circ}\text{C}$ превращаются в коксовую прослойку между нитями, обеспечивая тем самым «запас прочности» базальтопластикам.

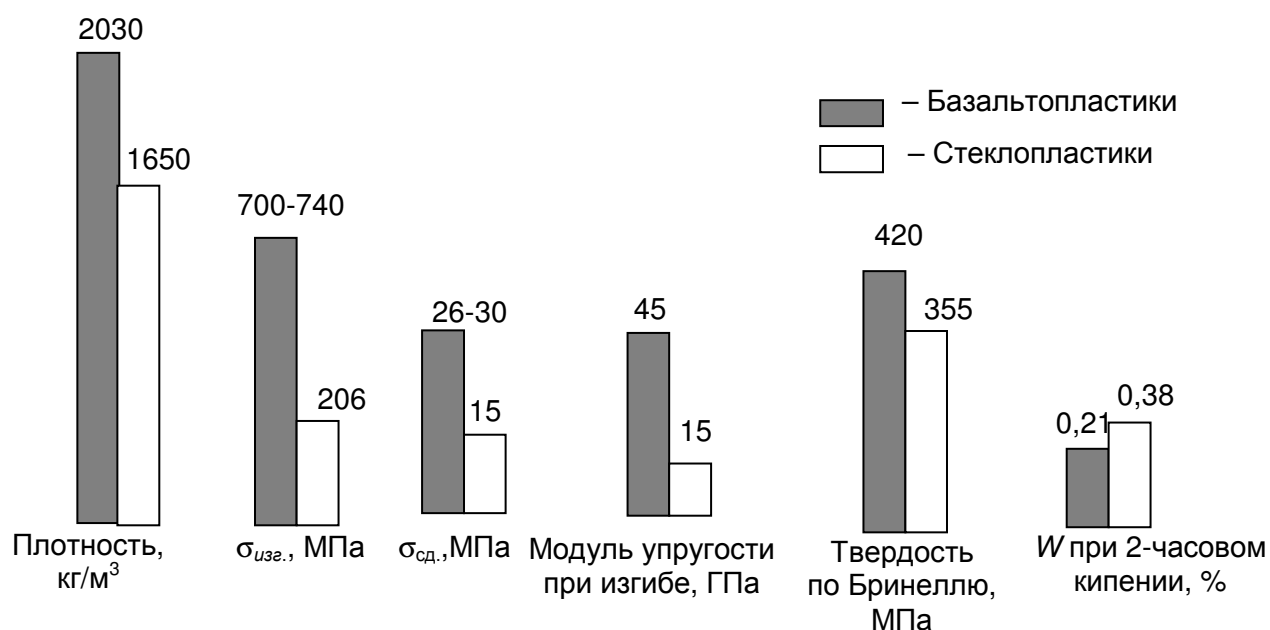


Рис. 1. Сравнительные характеристики разработанного базальтопластика с традиционными стеклопластиками

В настоящее время базальтопластики находятся на начальной стадии развития, т.к. еще недостаточно сформированы мощности производств нити, ровинга и тканей, и не сложилась научно-техническая база БП. Доминирующее положение в нашей стране занимает выпуск базальтоволоконистой теплоизоляции – объем 100 тыс. м³ в год, производство которой стремительно развивается [7]. География размещения производств базальтовой ваты ориентирована на приближение их к источникам сырья – габбро-базальтовым магматическим горным породам (рис. 2), месторождения которых в России неограниченны. Наиболее разведанные запасы этих пород сосредоточены на севере европейской части России, на Урале, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Саратовская область богата доломитом – проектная мощность двух Иргизских и Ершовского карьеров составляет более 2 млн. м³ в год. Доломит относится к местным материалам, крупные карьеры которого находятся во всех областях Поволжья, в том числе в Тверской, Самарской, Саратовской, Волгоградской и других областях. Его добавляют в качестве компонента в количестве 10-20% в базальтовую шихту.



Рис. 2. Массивы магматических горных пород – базальтов

Базальтовая вата характеризуется высоким коэффициентом звукопоглощения – 0,9-0,99, низкой теплопроводностью – $\lambda=0,02-0,045$ Вт/м·К, пожаробезопасностью, нетоксичностью, широко применяется для энергосбережения в различных отраслях промышленности, строительстве, транспортных системах, теплотрассах и др.

Современное производство базальтовой ваты (например, в г. Волгограде фирмы «Термостепс») компактно, практически полностью автоматизировано, экономически эффективно.

Важное значение имеет организация производства базальтовых волокон и на их основе базальтопластиков, учитывая острую необходимость наращивания производственного потенциала в Саратовской области.

Для условий области, где имеются сырьевые и энергоресурсы, производственная база, квалифицированные рабочие и инженерные кадры, организация выпуска базальтовой ваты, нитей и базальтопластиков является в высшей степени прогрессивной и экономически выгодной, особенно с учетом будущего эффекта от применения базальтовой продукции. Создание производств и использование базальтовых волокон и базальтопластиков превращается в одно из важнейших направлений технического прогресса.

Развитие производств базальтовых волокон и на их основе базальтопластиков обусловлено сочетанием следующих определяющих факторов:

– высокий комплекс механических свойств, термостойкость, био- и хемостойкость, биоинертность, негорючесть и другие эксплуатационные характеристики обеспечивают им приоритет по сравнению со стеклянными и химическими волокнами, выпуск которых в России ограничен;

– базальтовые нити, благодаря высокой активности к взаимодействию с полимерным связующим, обеспечивают формирование структуры и свойств базальтопластиков широкого функционального назначения;

– наличие в разных регионах России неограниченных запасов сырья создает возможность выпуска и прогресса самой разнообразной конкурентоспособной продукции строительного и технического назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полимерные композиционные материалы на основе волокон различной химической природы / Ю.А. Кадыкова, А.Н. Леонтьев, О.Г. Васильева, С.Е. Артеменко // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2002. № 6. С. 10-11.

2. Сравнительные характеристики базальто-, стекло- и углепластиков, сформованных методом поликонденсационного наполнения / Ю.А. Кадыкова, О.Г. Васильева, С.Е. Артеменко, А.Н. Леонтьев // Пластические массы. 2003. № 5. С. 37-38.

3. Артеменко С.Е. Базальтопластики. Структура и свойства / С.Е. Артеменко, О.Г. Васильева, Ю.А. Кадыкова, Ю.А. Соколова // Современные материалы и технологии в строительстве: материалы юбилейного 25-го Междунар. сб. науч. тр. Новосибирск, 2003. С. 161-164.

4. Структура и свойства базальто-, стекло- и углепластиков, сформованных по интеркаляционной технологии / С.Е. Артеменко, О.Г. Васильева, Ю.А. Кадыкова, А.Н. Леонтьев // Полимеры-2004: III Всерос. Каргинская конф. М., 2004. Т. 2. С. 162.

5. Кадыкова Ю.А. Физико-химические основы интеркаляционной технологии базальто-, стекло- и углепластиков: дис. ... канд. техн. наук / Ю.А. Кадыкова. Саратов, 2003. 127 с.

6. Леонтьев А.Н. Физико-химические закономерности интеркаляционной технологии базальто- и стеклопластиков: дис. ... канд. техн. наук / А.Н. Леонтьев. Саратов, 2004. 131 с.

7. Габбро-базальтовое сырье для производства минерального волокна // Промышленность строительных материалов: аналитический обзор. Москва – Пермь, 2003. 95 с.

Артеменко Серафима Ефимовна –

доктор химических наук, профессор кафедры «Химическая технология»
Энгельсского технологического института
Саратовского государственного технического университета

Кадыкова Юлия Александровна –

кандидат технических наук, ассистент кафедры «Химическая технология»
Энгельсского технологического института
Саратовского государственного технического университета

Васильева Ольга Германовна –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные материалы»
Московского института архитектуры и строительства