

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 629.3.017.5

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕССМАТЕРИАЛОВ И ИХ ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Ш.И. ГЕМУЕВ⁺, А.И. ГЕМУЕВ

ООО «Новые базальтовые технологии», ул. Киевская, д. 24, стр. 1, 121165, г. Москва, Россия.

Разработана новая технология производства фрикционных прессматериалов, позволяющая производить прессматериалы на основе базальтового волокна и эпоксидных компаундов с высоким его содержанием. Исследованы прочностные свойства прессматериалов. Показана применимость разработанной технологии для производства широкого спектра прессматериалов.

Ключевые слова: прессматериал, базальтовое волокно, эпоксидный компаунд.

В настоящее время в мире наблюдается рост потребления новых конструкционных материалов, расширение их использования в ряде базовых отраслей – авиастроении, транспортном машиностроении, производстве военной техники, строительстве, коммунальном хозяйстве.

Использование при производстве композиционных материалов полуфабрикатов – премиксов, прессматериалов, препрегов позволяет значительно расширить круг производителей композиционных материалов, обеспечить рыночную конкурентоспособность композитов. Применение полуфабрикатов значительно снижает экологическую нагрузку при производстве композиционных материалов.

Следует отметить, что в России и Беларуси в последние годы фактически отсутствуют прорывные решения по разработке новых полуфабрикатов для производства композиционных материалов. Это приводит к необходимости приобретать дорогостоящие технологии и оборудование за рубежом, что приводит к технологическому отставанию в технико-экономических параметрах выпускаемой продукции.

Одним из путей выхода из сложившейся ситуации является разработка новых полуфабрикатов для композиционных материалов – выпуск прессматериалов на базе базальтового волокна с использованием новейших достижений в области производства связующих и промышленной химии. Базальтовое волокно по своим основным характеристикам превосходит массовые виды стеклянных волокон, что открывает возможности для создания нового класса композиционных материалов, превосходящих существующие по технико-экономическим характери-

стикам.

Известно, что основной вклад в обеспечение высоких физико-механических (прочностных) свойств отформованных прессматериалов вносят усиливающие (армирующие) наполнители [1–3]. Уровень физико-механических свойств напрямую зависит от их содержания. К армирующим наполнителям относят наполнители с высоким аспектным отношением (отношением длины частиц наполнителя к их поперечному размеру). Самые высокие аспектные отношение имеют волокнистые наполнители, рубленые волокна и однонаправленное волокно. Порошкообразные наполнители, как правило, не вносят существенного вклада в повышение показателей физико-механических (прочностных) свойств отформованных прессматериалов.

Также важным параметром, определяющим физико-механические свойства прессматериалов, является уровень взаимодействия связующего с поверхностью волокнистых армирующих элементов. Применение высокопрочных связующих с высокой межфазной адгезией к поверхности волокнистых армирующих элементов значительно повышает их прочность.

Известен способ получения эпоксидного прессматериала путем смешения эпоксидной смолы, отвердителя и минерального наполнителя на вальцах, состоящий в том, что в качестве отвердителя используют ароматический полиамин, в качестве эпоксидной смолы сплав эпоксидной диановой смолы и диглицидилового эфира диоксифенилсульфона и диглицидилового эфира тетрабромдифенилолпропана [4, 5].

Известны также способы получения прессма-

⁺ Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: shamil@gemuev.ru.

териалов на эпоксидном связующем, содержащем эпоксидиановую смолу и отверждающую систему на основе аминного отвердителя холодного отверждения, заключающийся в раздельной пропитке волокнистого наполнителя компонентами связующего и сушку, при предварительной пропитке смолой, а затем отверждающей системой [6, 7].

Анализ упомянутых способов свидетельствует об их ограниченной применимости для получения прессматериалов с высоким уровнем свойств. Введение в состав прессматериалов порошкообразных наполнителей и отсутствие в их составе волокнистых армирующих элементов исключают возможность получения прессматериалов с высоким уровнем физико-механических свойств [4, 5]. Раздельная пропитка волокнистого наполнителя растворами смолы и отвердителя усложняет и удорожает технологический процесс и, кроме того, необходимо использовать дорогостоящий и пожароопасный растворитель – ацетон [6, 7].

В связи с этим, сформулированы следующие задачи, которые необходимо было решить при разработке составов прессматериалов и технологии их производства:

- найти возможности получения прессматериалов с длиной волокна или пряжи от 50 до 200 мм и более;

- максимально снизить механические воздействия элементов технологического оборудования на волокнистые наполнители для минимизации их деградации;

- исключить из технологического процесса стадии, требующие использования растворителей;

- минимизировать количество стадий технологического процесса, в том числе для улучшения экономических показателей производства;

- добиться максимально возможного содержания в прессматериале армирующих волокнистых наполнителей при выбранной технологии;

- использовать высокопрочное связующее, обеспечивающее высокий уровень взаимодействия с поверхностью армирующих волокнистых наполнителей;

- исключить из состава прессматериалов порошковые наполнители.

Вышеперечисленные задачи решались компанией ООО «Новые базальтовые технологии» в ходе выполнения НИОКР «Разработка технологии и оборудования для производства композиционных материалов на базе непрерывного базальтового волокна и его комбинации с другими армирующими элементами». В результате работы разработана простая и эффективная технология производства прессматериалов. В технологическом процессе максимально исключены механические воздействия элементов технологического оборудования на волокнистые наполнители в ходе формирования прессматериала.

В качестве армирующих наполнителей использовалось однонаправленное базальтовое волокно с длиной отрезков 100–200 мм и рубленое базальто-

вое волокно с длиной отрезков 30–100 мм. В качестве связующего использовался эпоксидный компаунд горячего отверждения.

Ниже рассматриваются два прессматериала, полученных по разработанной технологии. Прессматериал 1 в качестве армирующего наполнителя содержал отрезки однонаправленного базальтового волокна длиной 200 мм. Прессматериал 2 в качестве армирующего наполнителя содержал отрезки рубленого базальтового волокна длиной 50 мм.

Для проведения испытаний изготавливали образцы типа 3 по ГОСТ 32656-2014 (ISO 527-4:1997 527-5:2009) и проводили испытания методом растяжения в соответствии с ГОСТ 12015-66.

Образцы для испытаний формовали при 150 °С по давлением 40 Бар в течение одного часа в прессформе, при этом были получены пластины размером 300×90 мм толщиной 8–10 мм. Далее пластины подвергали дополнительной термообработке в течение 2 часов при 170 °С. После проведения термообработки из пластин вырезали образцы размером 300×25 мм.

Результаты испытаний образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов прессматериалов

№ п/п	Наименование	Прочность при растяжении, МПа	Модуль упругости, ГПа	Содержание связующего, мас. %
1	Прессматериал 1	620,07	58,02	30
2	Прессматериал 2	233,33	25,96	34

Поиск возможных аналогов для сравнения показал, что по уровню прочностных свойств полученные прессматериалы целесообразно сравнивать с прессматериалами на основе углеродного волокна. Так, примерный аналог по свойствам Menzolit Carbon SMC 1100 имеет прочность при растяжении 130 МПа, модуль Юнга 30 ГПа.

Одним из направлений использования разработанных материалов может быть изготовление ответственных узлов сложной конфигурации машин и оборудования, работающих в условиях повышенных механических нагрузок, в том числе при температуре до 170 °С.

Хронометраж производственных операций, проведенный в ходе изготовления прессматериалов для формования образцов, показал, что разработанное и изготовленное в ходе выполнения работ оборудование обеспечивает выпуск не менее 410 тонн прессматериала в год.

Заключение

Вышеприведенные результаты позволяют сделать вывод о том, что разработанная технология производства прессматериалов эффективна, разработанные составы прессматериалов дают возможность производства высокопрочных композиционных материалов, способных занять определенную

нишу на рынке.

Литература

1. Katz H.S., Milewski J.V. (Eds). Handbook of Filler and Reinforcements for Plastics. New York: Van Nostrand Reinhold, 1978.
2. Функциональные наполнители для пластмасс / Под ред. М. Ксантоса. Пер. с англ. – СПб.: Научные основы и технологии, 210. – 462с.
3. McCrum N.G., Buckley C.P., Bucknall C.V. Principles of Polymer Engineering. New York: Oxford University Press, 1997.
4. Способ получения эпоксидного пресс-материала: пат. 2089574 РФ, МПК7 C08L 63/00 / C08G 59/50 / Лапицкий В.А., Трофимов Н.Н., Натрусов В.И., Говор С.Я., Гриненко Е.Ю.; заявитель ЗАО НПО «Стеклопластик»; заявл. 04.03.1994; опубл. 10.09.1997 // Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели» № 27 / ФГБУ «ФИПС».
5. Способ получения эпоксидных пресс-материалов: пат. 2222556 РФ, МПК 7 C08L63/02 / C08K13/02 / Лапицкий В.А., Лапицкая Т.В.; заявитель ЗАО ЭНПЦ «Эпитал»; заявл. 13.08.2001; опубл. 27.01.2004 // Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели» № 2 / ФГБУ «ФИПС».
6. Способ получения армированных полимерных материалов: пат. 2132341 РФ, МПК7 C08J5/06 / C08J5/24 / C08L63/02 / Студенцов В.Н., Сергиенко А.С., Самков Д.В.; заявитель Саратовский государственный технический университет (Технологический институт); заявл. 21.06.1966; опубл. 27.06.1999 // Бюллетень № 18 / ФГБУ «ФИПС».
7. Способ получения препрега: пат. 2028322 РФ, МПК7 C08J5/24 / Студенцов В.Н., Розенберг Б.А., Хазизова А.К.; заявитель Энгельсский филиал Саратовского государственного технического университета; заявл. 15.07.1991; опубл. 09.02.1995 // Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели» № 4 / ФГБУ «ФИПС».

Gemuev Sh., Gemuev A.

Advanced technology of epoxy molding compounds production and strength characteristics of developed epoxy molding compounds.

Advanced technology of e production is developed. The technology makes possible to produce epoxy molding compound with high content of basalt fiber as reinforcement filler. Two new epoxy molding compounds are developed and their strength properties are investigated. The applicability of the developed technology for producing a wide range of epoxy molding compounds is proved.

Keywords: Epoxy molding compound, basalt fiber, epoxy compound.

Поступила в редакцию 15.08.2016.

© Ш.И. Гемуев, А.И. Гемуев, 2016.