

УДК 692.3.017.5

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУЧЕННЫХ ФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

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 композиционных материалов, позволяющая исключить из состава фрикционных композиций высокомолекулярные соединения, органические растворители, получать фрикционные композиции в виде гранул. Исследованы трибологические свойства. Показана применимость разработанной технологии для производства широкого спектра фрикционных изделий.

Ключевые слова: фрикционная композиция, фрикционный композитный материал, базальтовое волокно, стабильность коэффициента трения.

К настоящему времени значительно вырос выпуск автомобилей и другой транспортной техники. Это прежде всего связано с расширением спроса на них в разных странах мира. Значительно выросли также динамические характеристики выпускаемых автомобилей, что повышает требования к работоспособности их фрикционных узлов. Это обуславливает значительное увеличение объема выпуска фрикционных материалов (ФМ) при одновременном повышении их качественных показателей.

Тенденция резкого увеличения производства в качественных ФМ столкнулась с другой важной проблемой – запретом в большинстве стран использования асбеста в качестве одного из компонентов фрикционных составов из-за его канцерогенных свойств. Асбест – природный материал, который традиционно широко использовался при производстве фрикционных материалов и обеспечивал армирование ФМ, а также целый ряд дополнительных полезных свойств. Изъятие асбеста из состава ФМ значительно ухудшило их свойства и поставило задачу по поиску его эффективных заменителей.

Одним из выходов из сложившейся ситуации является разработка новых составов ФМ с использованием минеральных волокон взамен асбеста и освоения новых технологий их производства. Перспективным видом минеральных волокон для использования во фрикционных материалах является базальтовое волокно (БВ). Это волокно по своим основным характеристикам превосходит другие виды минеральных волокон, в частности, стеклянные и

минеральные штапельные волокна. БВ применяется в виде рубленого волокна (чопсов, фибры).

При применении рубленого волокна как компонента фрикционных композиций возникает серьезная технологическая проблема — обеспечение качества смешения рубленого волокна и порошковых компонентов композитов, недопущение расслоения композитов как в процессе их производства, так и при их хранении, транспортировке и использовании при формовании фрикционных изделий.

С целью обеспечения процесса смешивания и недопущения расслоения полученных композиций в состав вводят бутадиеннитрильные и бутадиенстирольные каучуки, при этом смешение проводят в среде бензина [1]. При использовании бутадиеновых каучуков проводят предварительную пропитку волокнистого наполнителя водными дисперсиями эпоксидных смол [2], смешение осуществляют в среде раствора фенолоформальдегидных смол в ацетоне [3] с последующей сушкой.

Вышеприведенные и сходные с ними технические решения обладают существенными недостатками. Введение в состав фрикционных композиций органических высокомолекулярных соединений приводит к снижению температурной стойкости отформованных изделий. Кроме того, в технологический процесс необходимо включать дополнительные операции, применять дорогостоящие и пожароопасные балластные растворители [1–3].

В ООО «Новые базальтовые технологии» выполнены исследования по разработке технологии

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

производства фрикционных композиционных материалов с применением минеральных волокон взамен асбеста. Их задачей являлось существенное упрощение технологического процесса изготовления фрикционных композиций, применение в составе фрикционных композиций только компонентов, прямо влияющих на трибологические и прочностные характеристики ФМ, исключение из технологического процесса легко воспламеняющихся балластных растворителей, а также отдельных органических высокомолекулярных соединений (каучуков, эпоксидных смол), повышение термической стойкости и физико-механических показателей фрикционных материалов.

В результате исследований разработана простая и эффективная технология производства ФМ. Технологический процесс состоит всего из двух стадий, причем смешение компонентов производится только на первой стадии. Процесс смешения позволяет добиться высокой однородности получаемых ФМ. Существенным достоинством разработанной технологии является то, что готовые фрикционные композиции получают в виде гранул, что существенно облегчает их дозирование при формовании фрикционных изделий. На рис. 1 показан внешний вид готовой фрикционной композиции.



Рисунок 1 – Готовая фрикционная композиция

Разработанная технология позволила получить ФМ, состоящие из рубленого базальтового волокна, новолачной фенолформальдегидной смолы, глинозема и барита различных марок, графита и медного порошка ПМС-1.

Содержание рубленого БВ составляет 10–20 мас.%, остальное – вышеуказанные порошковые компоненты в различном соотношении.

В ходе выполнения работ было опробовано более 20 фрикционных композиций разного состава, что позволило выявить закономерности влияния состава ФМ на свойства получаемых из них фрикционных изделий, в особенности, на трибологические характеристики.

Для подтверждения эффективности разработанной технологии и исследования трибологических свойств ФМ были выбраны и испытаны четыре

композиции различного состава (табл. 1), отличающиеся, в основном, содержанием и марками барита и глинозема. Эти композиции представлялись наиболее перспективными для применения в тормозных узлах автомобильной техники.

Проводили стендовые испытания ФМ с определением коэффициента трения ($f_{тр}$) при различных температурах. Кроме того, исследовали кратковременную термическую стойкость при нагреве до 560 °С в течение 10 мин. Результаты стендовых испытаний приведены в табл. 2–4.

На основании представленных в табл. 1–4 данных о коэффициенте трения при различных усилиях, скоростях и температурах можно сделать вывод о том, что все четыре образца имеют высокий и стабильный коэффициент трения в диапазоне 0,39–0,56.

Таблица 1 – Состав опытных партий безасбестовых композиционных материалов фрикционного назначения

Компонент	Состав фрикционных композиций, мас. %			
	Образец			
	1	2	3	4
Смола фенолформальдегидная СФП-011Л	15	15	15	17
Рубленое базальтовое волокно, длина отрезков 5 мм	15	15	15	15
Баритовый концентрат КБ-1	25	30	–	–
Микробарит фракционированный 10-96	–	–	30	40
Глинозем Г-00	30	30	–	–
Глинозем ГК-1	–	–	30	20
Графит ГЛ-1	10	5	5	4
Порошок медный ПМС-1	5	5	5	4

Таблица 2 – Коэффициент трения «холодного» образца при различных контактных нагрузках P_k (начальная скорость вращения — 2500 об/мин, температура — 100 °С, конечная скорость — 0 об/мин)

Образец	P_k , кгс		
	20	60	100
1	0,53	0,40	0,40
2	0,55	0,45	0,41
3	0,41	0,45	0,47
4	0,55	0,46	0,40

Таблица 3 – Коэффициент трения «холодного» образца при различных начальных скоростях вращения вала (P_k – 60 кгс, T – 100 °С, конечная скорость — 0 об/мин)

Образец	Начальная скорость вращения вала, об/мин		
	1500	2500	3500
1	0,41	0,39	0,40
2	0,40	0,45	0,46
3	0,41	0,39	0,40
4	0,40	0,42	0,46

Таблица 4 – Коэффициент трения образца при различных температурах (P_k — 60 кгс, начальная скорость вращения — 3000 об/мин, конечная скорость — 0 об/мин)

Образец	Температура, °С								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	0,39	0,39	0,40	0,39	0,40	0,39	0,39		
2	0,45	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44	0,46		
3	0,45	0,47	0,50	0,50	0,48	0,41	0,40	0,40	0,42
4	0,46	0,47	0,50	0,52	0,46	0,40	0,39	0,41	

Величину среднего коэффициента трения образцов можно оценить по среднему коэффициенту трения за «нагревный цикл», которые приведены в табл. 5.

Таблица 5 – Средний коэффициент трения за «нагревный цикл»

Средний коэффициент трения за «нагревный цикл»	Образец			
	1	2	3	4
	0,40	0,44	0,46	0,46

Полученные результаты свидетельствуют о высокой стабильности триботехнических свойств фрикционных материалов, их малой зависимости от температуры. Это косвенно свидетельствует о высокой однородности ФМ и оптимальности их состава.

Краткосрочную термическую стойкость определяли путем измерения тормозного пути до и после нагрева ФМ до 560 °С в течение 10 мин. Изменение тормозного пути во всех случаях не превышало 5%. Результаты приведены в табл. 6.

Таблица 6 – Изменение тормозного пути колодок после краткосрочной термообработки при 560 °С

Изменение тормозного пути, %	Образец			
	1	2	3	4
	4,4	4,6	3,1	3,2

Заключение

Приведенные результаты испытаний позволяют сделать вывод о том, что разработанная технология производства ФМ эффективна и разработанные материалы с применением минеральных волокон взамен асбеста дают возможность производства высококачественных изделий, которые могут найти применение в тормозных устройствах автомобильной техники.

Литература

1. Способ получения фрикционного материала: пат. 462472 СССР, МПК7С08J 3/24 / Лапицкий В.А., Трофимов Н.Н., Натрусов В.И., Говор С.Я., Гриненко Е.Ю.; заявитель Акционерное общество НПО «Стеклопластик»; заявл. 04.03.1994; опубл. 10.09.1997 // Бюллетень № 30 / ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР.
2. Способ получения фрикционных полимерных материалов: пат. 2430936 РФ, МПК 7 С08J5/14 / С08L9/00 / С08L9/02 / С08L63/00 / С08K3/06 / С08K5/40 / С08K5/47 / Колесников В.И., Лапицкий А.В., Сычев А.П., Колесников И.В., Бочкарёв Н.А., Котляр С.М., Сафонов В.Г., Седов М.П.; заявитель Ростовский государственный университет путей сообщения, НИЧ; заявл. 31.08.2009; опубл. 10.10.2011 // Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели» № 28 / ФГБУ «ФИПС».
3. Способ получения прессматериала: пат. 197155 СССР, МПК7С08g / Г.Л. Мазур, В.С. Захаров, Н.В. Шорыгина, В.К. Нинин; заявитель Московский институт химического машиностроения; заявл. 28.03.1966; опубл. 31.05.1967 // Бюллетень № 12 / ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР.

Gemuev Sh., Gemuev A.

Advanced technology of friction compositions production and tribological characteristics of developed friction materials.

Advanced technology of friction compositions production is developed. The technology makes possible to exclude rubbers and organic solvents from friction compositions. It also allows to produce friction compositions in pellets. Four new friction compositions are developed and their tribological properties are investigated. The applicability of the developed technology for producing a wide range of friction products is proved.

Keywords: friction composition, friction material, basalt fiber, friction coefficient stability.

Поступила в редакцию 15.08.2016.

© Ш.И. Гемуев, А.И. Гемуев, 2016.