



Техника и технологии машиностроения

V

**МЕЖДУНАРОДНАЯ
СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

Омск, 2016

Сергеев В. С., Немтинова К. И. Конструкторская разработка технологического комплекса для сварки трением тонкостенных изделий из армлена	310
Ситников И. В., Саломатова Е. С. Электронно-лучевая сварка с применением присадочных материалов	313
Сметкин А. А., Осипчук М. К. Микродуговое оксидирование титановых имплантатов, применяемых в медицине	320
Соловьева Е. В., Довыденков В. А. Высокотемпературное спекания в вакууме композиционного материала на основе железа	324
Сошонков В. Е., Каюмов А. Ф., Гавариев Р. В. О вопросе уровня шума пластмассовых зубчатых колес	328
Стародубцев Б. И. Физическое моделирование функционирования безлопастного вентилятора для систем газоотсоса плавильных агрегатов	333
Твердохлебов А. С., Русаков Д. Н., Владимиров М. И. Обоснование выбора инструментального материала из твердого сплава рационального состава и структуры для обработки труднообрабатываемых материалов	338
Ткачев М. Ю. Импортозамещающие системы быстрой смены погружных стаканов для промежуточных ковшей слябовых МНЛЗ	344
Паничкин А. В., Аубакирова Р. К., Тургараева Д. У., Ибраева Г. М. Исследование многослойных структур интерметаллических соединений в диффузионной зоне систем Al-Co, Al-Ti методом диффузионных пар	350
Тухташева М. Н., Шернаев А. Н., Юлдашев А. Х., Гулямов Г., Абед Н. С. Композиционные полимерные материалы функционального назначения на основе полиолефинов	354
Утепова Е. Б., Беркинбаева А. С., Ибраева Г. М. Исследования диссипативных свойств сталей в зависимости от вида термической обработки	360
Фахриев Р. Р., Шапарев А. В. Особенности производства биметаллических полос сталь + бронза БрОФ 6,5-0,15 способом холодного плакирования	366
Хабибуллин И. С., Воронков А. Г., Фасхутдинов А. И. Обоснование метода получения заготовки детали автомобиля КАМАЗ сложной конфигурации	371
Хамдуллаев Б. Д., Бозоров А. Н., Михридинов Р. М. Прокатка молибденовых штабиков на четырёхвалковых станах	378
Хамдуллаев Б. Д., Бозоров А. Н., Михридинов Р. М. Технология производства молибденовой электродной проволоки для напыления поршневых колец двигателей внутреннего сгорания	382
Хайруллин А. В., Емельянов Д. В. Применение компьютерного моделирования при проектировании спиральных сверл	385
Хакимзянова А. А., Савин И. А. Особенности технологии лазерной резки металлических материалов	391
Хакимзянова А. А., Садиков И. Р., Савин И. А. Вибрационный метод диагностики подшипников качения	397
Хисамутдинов Р. Т., Гимаев Р. Р., Панкратов Д. Л. Повышение надежности соединений стальных труб, имеющих изоляцию и антикоррозионное покрытие	400
Храмов М. В., Разумова И. Н. Остаточные напряжения при точном точении закаленных сталей	406

создания технологий производства жаростойких покрытий на металлические детали и узлы специальной техники.

Библиографический список

1. Гегузин, Я. Е. Диффузионная зона / Я. Е. Гегузин. – М.: Наука, 1979. – 344 с.
2. Диаграммы состояния двойных металлических систем / Под общ. Ред. Т. З. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1996-2000. Кн. 1.
3. Гуревич, Л. М. Механизмы структурообразования при взаимодействии титана с расплавом алюминия / Л. М. Гуревич // Известия ВолгГТУ. Серия «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении»; вып. 3: межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград: Изд-во ВолгГТУ. – 2001. – № 6(109). – С. 6-13.

УДК 678.7

Композиционные полимерные материалы функционального назначения на основе полиолефинов

М. Н. Тухташева, А. Н. Шернаев, А. Х. Юлдашев, Г. Гулямов, Н. С. Абед
Ташкентский государственный технический университет, Государственное унитарное предприятие «Фан ва тараккиёт», г. Ташкент, Узбекистан

Современный уровень развития композиционных полимерных материалов позволяет создавать материалы на основе полиолефинов функционального назначения для рабочих органов машин и механизмов, работоспособные в условиях трения и износа при взаимодействии с волокнистой массой. Приведены разработанные антифрикционные, антифрикционно-износостойкие, антифрикционные древесно-полимерные, атмосферо- и химически стойкие и огнестойкие композиционные полимерные материалы на основе полиолефинов и их основные прочностные свойства, определенные общепринятыми методами.

Ключевые слова: композиционный полимерный материал, антифрикционный, антифрикционно-износостойкий, атмосферостойкий, светостойкий, древесно-полимерный материал, огнестойкий композиционный материал

Антифрикционные и антифрикционно-износостойкие композиционные полимерные материалы. Современный уровень развития композиционных полимерных материалов позволяет создавать материалы, работоспособные в экстремальных условиях при низких и повышенных температурах, давлениях и агрессивных средах. Однако существующие полимерные материалы и композиции на их основе ещё не находят широкого применения в машиностроительной, а также в других отраслях промышленности из-за отсутствия решения проблемы по созданию надежных композиционных полимерных материалов, структура которых направленно организуется под действием эксплуатационных факторов и обладающих высокими свойствами. Трение хлопка-сырца с композиционным материалом имеет сложную природу. На механизм взаимодействия этих тел при трении влияют как молекулярные, так и механические процесс. Специфика контактирующих тел обуславливается возникновением электростатических сил. Исходя из этого, установлено, что трение хлопка-сырца с композиционным материалом имеет молекулярно-механо-электрическую природу [1-3]. Эти результаты позволяют направленно изменять и регулировать свойства материалов, обеспечивая их соответствие требованиям, предъявляемым к композиционным полимерным материалам, работающим при взаимодействии с хлопком-сырцом.

Для создания композиционных материалов антифрикционного назначения необходимо стремиться к повышению прочности материала, снижению температуры и уменьшению величины заряда статического электричества в зоне трения. А при разработке композиционного материала антифрикционно-износостойкого (АИ) назначения необходимо учесть требования минимальных значений коэффициента трения и интенсивности изнашивания.

Эти задачи могут быть решены введением различного рода наполнителей, в том числе и системы гибридных наполнителей. В качестве наполнителей были использованы графит, сажа, каолин, тальк, стекловолокно, волластонит и хлопковый линт. Однако каждый из них имеет свои недостатки и достоинства. Экспериментальными исследованиями установлено, что стекловолокно, волластонит и хлопковый линт увеличивают коэффициент трения и снижают интенсивность изнашивания. Графит, сажа, каолин и тальк снижают коэффициент трения, но увеличивают изнашиваемость композиционных материалов, а также улучшают тепло- и электропроводность и, тем самым, снижают температуру и величину заряда статического электричества, возникающих в зоне трения контактирующих пар. Причем, эффективность этих наполнителей, особенно волокнистых, значительно проявляется при меньшем их содержании, то есть при меньшем содержании стекловолокна значительно снижается интенсивность изнашивания, а при дальнейшем увеличении их содержания интенсивность изнашивания композиционных материалов сравнительно мало снижается, но коэффициент трения резко повышается. Наиболее эффективное снижение коэффициента трения композиционных материалов с хлопком-сырцом наблюдается при введении сажи и графита.

На основании вышесказанного, нами разработаны антифрикционные и антифрикционно-износостойкие композиционные материалы на основе полиолефинов – полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) и полипропилена (ПП), в установленных оптимальных их соотношениях, обеспечивающих функционально важные физико-механические, триботехнические и эксплуатационные свойства композиционных полимерных материалов, работающих в условиях взаимодействия с хлопком-сырцом. Причем они обладают высокими антифрикционными свойствами и износостойкостью по сравнению со сталью.

В табл. 1 приведены прочностные и триботехнические свойства разработанных антифрикционных полиэтиленовых (АПЭК) и полипропиленовых композиций (АППК), антифрикционно-износостойких полипропиленовых композиций (АИППК) [4].

Как видно из табл. 1, свойства полиолефиновых композиционных полимерных материалов вполне отвечают функциональным требованиям, предъявляемым к материалу деталей трущихся пар рабочих органов машин и механизмов хлопкового комплекса, главными из которых являются технологичность и экономичность используемого материала, эффективное снижение повреждаемости хлопкового волокна и семян, исключение накапливания статического электричества, образования намотов волокна на поверхности колков и искры при соударении с твердыми телами, находящимися в хлопке-сырце.

Таблица 1

Физико-механические и триботехнические свойства полиэтиленовых и полипропиленовых композитов

Показатели	АПЭК-1	АПЭК-2	АППК-3	АППК-1	АИППК
Разрушающее напряжение при изгибе $\sigma_{и}$, МПа	33,4	35,4	90,1	85,7	93,3
Ударная вязкость, a , кДж/м ²	17,5	21,0	97,3	91,3	103,7
Твердость по Бринеллю H_b , МПа	45,1	48,4	80,3	76,2	73,8
Модуль упругости при изгибе, $E_{и}$, ГПа	0,62	0,65	1,85	0,75	1,7
Коэффициент трения f (* при $P = 0,01$ МПа, $V = 1,5$ м/с, $W = 8,2\%$)	0,36	0,34	0,27	0,29	0,29
Интенсивность изнашивания $\Gamma 10^{10}$ (при $P = 0,01$ МПа, $V = 1,5$ м/с, $W = 8,2\%$)	5,7	5,5	3,12	3,2	2,8

*P-удельное давление, V- скорость скольжения, W- влажность хлопка-сырца

Из разработанных композиционных полимерных материалов были изготовлены детали трущихся пар рабочих органов приемо-подающего механизма, передвижного перегружателя хлопка, телескопического туннелеобразователя, туннелеройной машины, разборщика бунтов

хлопка и разборщика питателя, используемых на заготовительных пунктах и хлопкоочистительных заводах при приемке, транспортировке, разборке и подаче хлопка-сырца в последующие технологические установки.

Применение разработанных композиционных полимерных материалов в качестве материалов для деталей трущихся пар рабочих органов хлопковых машин и механизмов, работающих в условиях фрикционного взаимодействия с хлопком - сырцом приводит к повышению производительности машин на 12-16% и снижению потребляемой мощности на 7-18%, поврежденности хлопковых волокон и дробленности семян, а также ликвидации возможного загорания хлопка-сырца и образования намотов волокна на поверхности композиционных деталей.

Антифрикционные древесно-полимерные композиционные материалы. Известно, что в основе всех технологий производства древесно-полимерного композиционного материала на основе тополя и тала лежит подготовка сырой древесины к прессованию путем приданию ей пластичности. Учитывая, что с повышением температуры и влажности древесины её составные части – лигнин и гемицеллюлоза значительно размягчаются и становятся менее вязкими, вследствие чего сопротивление сжатию падает. Поэтому первоначально древесина подвергалась предварительной термообработке паром при низких температурах.

С целью повышения механических свойств, её водо- и влагостойкости древесины и для получения заготовок подшипников скольжения из тополя и тала, они пропитываются жидким минеральным маслом. На основе проведенных исследований разработан способ пропитки древесины-тополя и тала машинным маслом и полимерной композицией (полиэтилен высокой плотности, модифицированный сажей или графитом), которая осуществляется по непрерывной схеме при определенных режимах их получения.

Пропитка древесины с торца под давлением обеспечивает относительную легкость продвижения жидкости вдоль волокон древесины и вытеснение из сосудов воды и воздуха, высокую скорость наполнения сырой древесины. Она дает возможность изменять в заданном направлении структуру древесного вещества путем продавливания заготовки через канал переменного сечения при одновременной подаче потока нагретого модификатора в её торец под действием высокого давления.

Таким образом, в настоящее время, с учетом такой пропитки древесины маслом и полимерной композицией, нами получены антифрикционные древесно-полимерные композиционные материалы (АДПКМ) на основе местного сырья – тополя (АДПКМ-1, АДПКМ-2) и тала (АДПКМ-3, АДПКМ-4), свойства которых приведены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические и антифрикционные свойства композиционных древесно-полимерных материалов

Показатели	Композиционный древесно-полимерный материал			
	АДПКМ-1	АДПКМ-2	АДПКМ-3	АДПКМ-4
Плотность, ρ , г/см ³	0,9-1,0	0,9-1,0	0,9-1,0	0,9-1,0
Предел прочности при сжатии, МПа	9,0	10,0	12,0	14,0
Твердость по Бринеллю, МПа	90	110	120	130
Коэффициент трения	0,11	0,12	0,13	0,14
Интенсивность изнашивания, $1 \cdot 10^{-9}$	0,8	0,85	0,90	1,0
Водопоглощение за 24 ч, %	48,3	35-45	35-45	37,4
Степень уплотнения, %	38,5	38,1	37,8	36,1
Степень прессования, Δh	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0
Усилие при прессовании, МПа	10-15	10-15	10-15	10-15

Как видно из табл. 2, разработанные антифрикционные древесно-полимерные композиционные материалы обладают достаточно высокими прочностными и антифрикционными

свойствами отвечающим требованиям, предъявляемым к материалам подшипников скольжения для узлов трения рабочих органов машин и механизмов, работающих в условиях трения и износа. На основе этих материалов разработаны оптимальные конструкции подшипников скольжения для узлов трения рабочих органов машин и механизмов взамен подшипников качения.

Такая конструкция подшипников скольжения из композиционных древесно-полимерных материалов на основе местной породы древесины и термопластичных полимеров способствует улучшению надежности и эффективности работы узлов трения рабочих органов машин и механизмов, работающих в условиях сильной запыленности окружающей среды.

Проведенные испытания в производственных условиях подшипников скольжения из композиционных древесно-полимерных материалов показали, что, применение их в узлах трения рабочих органах машин и механизмов позволит значительно повысить вдвое ресурс их работы, а также позволит повысить надежность и работоспособность машин, работающих в условиях трения и износа.

Атмосферо- и химически стойкие композиционные материалы. Известно, что работа резервуаров осуществляется в условиях контакта с агрессивными жидкостями при воздействии различных климатических факторов. Воздействие агрессивных сред предъявляет повышенные требования к выбору материалов для изготовления резервуаров и их элементов машин по химической обработке хлопчатника. В этом случае полимеры и композиции на их основе выступают не только в качестве заменителей традиционных материалов, но и используются самостоятельно при конструировании агрегатов машин для химической обработки хлопчатника. растворами ядохимикатов при севе его в вегетационный период.

При разработке атмосферо- и химически стойкие композиционные материалы в качестве связующего был выбран полиэтилен средней плотности марок R-0333-UMDPE, R-0338-UMDPE и R-0348-UMDPE, в качестве наполнителей выбраны каолин, сажа и графит, а в качестве добавок свето – и термостабилизаторы (СС-1, ТС-1).

В результате проведенных исследований по изучению влияния выбранных наполнителей и добавок на свойства полиэтилена средней плотности, выявлено оптимальное содержание наполнителей, обеспечивающие получение полимерных композиционных материалов функционального назначения с заданными свойствами для резервуаров по химической обработке хлопчатника.

Анализ исследований физико-механических характеристик композитов показали, что при разработке атмосферо- и химически стойких полимерных композиций могут быть применены различные минеральные (тальк, каолин) и углеграфитовые (сажа и графит) наполнители. Поскольку при введении в композицию наполнителей по отдельности последние не всегда обеспечивают эффективность машин из-за их некоторых недостатков, то для более полной реализации достоинств каждого наполнителя в состав композиции вводилась система наполнителей, которые придает материалу комплекс необходимых свойств.

Проведенные исследования позволили разработать высокоэффективные атмосферо- и химически стойкие полиэтиленовые композиции (АХСПЭК) функционального назначения на основе полиэтилена средней плотности и различных ингредиентов оптимизированного состава, содержащих светостабилизаторы и термостабилизаторы и комбинации высокодисперсных ингредиентов - механоактивированного графита, сажи и каолина (полиэтилен средней плотности + сажа (или графит) + каолин(или тальк) + СС-1 и ТС-1. обеспечивающих функционально важные физико-механические и эксплуатационные свойства композиционных полимерных материалов, работающих в условиях взаимодействия с агрессивной средой.

Композиции готовились путем смешивания исходных материалов в виде порошков в ротационной форме с последующим формованием на лабораторной установке ротационного формования. При изучении физико-механических и прочностных свойств (табл. 3) разработанных атмосферо- и химически стойкие полиэтиленовых композиционных материалов

установлено, что они обладают достаточно высокими прочностными свойствами, отвечающими предъявляемым требованиям к композиционным полимерным материалам для резервуаров машин по химической обработке хлопчатника и могут быть рекомендованы для их изготовления, так как эти материалы обладают химической и атмосферной стойкостью, экономичны по сравнению с нержавеющей сталью, а также они хорошо перерабатывается методом ротационного формования, позволяющий получать крупногабаритные полые изделия и резервуары различной емкости.

Таблица 3

Физико-механические свойства атмосферо- и химически стойких полиэтиленовых композиций

Показатели	Атмосферо- и химически стойкие полиэтиленовые композиции для ротационного формования					
	АХПЭК-1	АХПЭК-2	АХПЭК-3	АХПЭК-4	АХПЭК-5	АХПЭК-6
Плотность, г/см ³	0,990	1,00	1,10	1,20	1,05	1,15
Показатель текучести расплава, г/10 мин	3,50	3,50	3,80	3,80	4,70	4,70
Прочность при растяжении, МПа	18,1	20,5	21,4	23,5	23,4	25,7
Относительное удлинение, %	750	710	725	715	735	720
Твердость по Бриггеллю, МПа	37,5	40,5	45,1	48,4	47,5	49,5
Модуль упругости при изгибе, МПа	530	540	620	650	675	680
Ударная прочность, кДж/м ²	50,5	52,5	51,5	53,5	55,3	53,0

Применение: атмосферо- и химически стойких композиционных полимерных материалов на основе полиолефинов при отливке резервуаров методом ротационного формования для машин по химической обработке хлопчатника позволяет существенно уменьшить их вес, увеличить долговечность машин и сократить трудозатраты при их изготовлении.

Огнестойкие композиционные полимерные материалы. Анализом современного состояния получения и существующей технологии получения огнестойких композиционных полимерных материалов на основе полиэтилена высокой плотности установлено, что для улучшения качества производства огнестойких композиционных полимерных материалов целесообразно в качестве добавок использовать антипирены, повышающие огнестойкость полимерных материалов, минеральные наполнители, повышающие прочностные свойства и снижающие стоимость материала.

В результате полученных на основании исследований закономерностей влияния содержания механоактивированного песка и мела на прочностные свойства композиционных полиэтиленовых материалов, наполненных олигомерными антипиренами было установлено, что при содержании механоактивированного песка и мела в количестве 6-10 мас. ч. прочность находится в пределах 30-35 МПа, а при содержании олигомерного антипирена в количестве 2-6 мас. ч. разрывная прочность повышается и носит экстремальный характер. Причем максимум смещается в сторону более низкого содержания олигомерного антипирена по сравнению с композициями, в которых используются механоактивированный песок и мел.

Полученные данные исследований позволили нам разработать огнестойкие композиционные материалы на основе полиэтилена высокой плотности с использованием механоактивированного песка, мела и олигомерного антипирена в установленных пределах, а также технологию их получения, исследовать их структуру и основные свойства. Определен оптимальный температурный режим по зонам экструдера, Выбраны оптимальные условия техно-

логического режима для производства огнестойкого композиционного полимерного материала экструзионным методом.

При изучении физико-механических и прочностных свойств разработанных огнестойких композиционных материалов установлено, что они обладают достаточно высокими прочностными свойствами (табл. 4), отвечающими предъявляемым требованиям к композиционным полимерным материалам для сидений автобусов.

Были проведены испытания по определению группы горючести и огнестойкости полученных образцов из огнестойких композиционных полимерных материалов. Получены акты и протоколы испытаний по определению групп горючести и огнестойкости образцов композитов в пожарно-технической лаборатории Главного управления пожарной безопасности МВД РУз.

Таблица 4

Основные физико-механические и упруго–прочностные свойства огнестойких полиэтиленовых композиций

Показатели	Огнестойкие полиэтиленовые композиции			
	ОПЭК-1	ОПЭК-2	ОПЭК-3	ОПЭК-4
Прочность при растяжении, МПа	35,1	42,3	45,5	41,4
Относительное удлинение, %	1110	1140	1250	1200
Твердость по Бринеллю, МПа	59,5	62,2	65,6	63,5
Модуль упругости при изгибе, МПа	1310	1620	1680	1560
Ударная вязкость, а, Дж/м ²	30,5	37,1	40,2	38,8

Проведены испытания на определение токсикологических и гигиенических характеристик и радиологических показателей огнестойких композиционных материалов. Исследованы структуры огнестойких композиционных полимерных материалов рентгеноструктурным анализом. Проведены морфологические исследования и дифференциальный термический анализ огнестойких композиционных полимерных материалов. Получены акты и протоколы испытаний по определению токсикологических и гигиенических характеристик и радиологических показателей огнестойких композиционных материалов в Центре Государственного санитарно-эпидемиологического надзора г. Ташкента МЗ РУз.

Таким образом, разработанные композиционные полимерные материалы функционального назначения на основе полиолефинов могут быть использованы в различных отраслях промышленности Республики Узбекистан, в частности, в машиностроении, автомобилестроении и хлопкоочистительной промышленности.

Библиографический список

1. Гулямов, Г. Конструкционные и композиционные материалы для изготовления деталей, взаимодействующих с хлопком-сырцом / Г. Гулямов // Композиционные материалы. – 2007. – № 2. – С. 27-31.
2. Гулямов, Г. Машиностроительные детали из конструкционных полимерных материалов для рабочих органов хлопковых машин и механизмов / Г. Гулямов // Композиционные материалы. – 2008. – № 2. – С. 63-66.
3. Негматов, С. С. Основы процессов контактного взаимодействия композиционных полимерных материалов с волокнистой массой / С. С. Негматов. – Ташкент: Фан, 1984. – 296 с.
4. Патент РУз № 04228. Антифрикционно-износостойкая полимерная композиция / Негматов С. С., Норкулов А. А., Гулямов Г., Махмудов Х. Х., Абед-Негматова Н. С. // Расмий ахборотнома. – 2010. – №9.

