

Использование полимерного материала Римамид для производства деталей машин

М.А. Болтакс

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ, г. Набережные Челны, Россия

Аннотация. Рассмотрено применение материала «Римамид» для изготовления подшипников скольжения и качения, втулок для колёс и роликов, шкивов, блоков, кронштейнов, ступиц колес, шестерен, звездочек, зубчатых и червячных колес и других деталей с целью снижения веса, уровня шума и вибраций.

Ключевые слова: полимерные композитные материалы, механическая обработка, шестерни, подшипники, снижение шума, ударная прочность.

Постановка задачи исследования. Чем больше развивается машиностроение, тем больше используются полимеры, тем выше становится качество этих материалов. Многие из них легче и прочнее лучших металлических (алюминиевых и титановых) сплавов, и их применение позволяет снизить вес изделия (самолета, ракеты, космического корабля) и, соответственно, сократить расход топлива [1].

Новые полимерные материалы, обладая уникальными физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками, являются наиболее перспективными в качестве основы для создания самых разнообразных образцов новой техники. Химическая промышленность выпускает большое количество разнообразных высокомолекулярных материалов – полимеров, применение которых обеспечивает решение многих сложных технических задач во всех отраслях народного хозяйства и, в частности, при техническом уходе и эксплуатационном ремонте машин и механизмов.

Во всех отраслях промышленности идет процесс освоения синтетических материалов; крупным потребителем полимерных материалов является ремонтное производство. Опыт работы ремонтных предприятий за последние 5–6 лет свидетельствует о дальнейшем расширении области использования новых более дешевых и более стойких полимерных материалов [2].

Полимерные материалы дают возможность без механической обработки получать первоначальные размеры изношенных деталей, герметизировать трещины, пробоины, резьбовые соединения, восстанавливать прессы посадки, получать износостойкие и противокоррозионные покрытия. Соединение различных материалов может быть не только жестким, но и гибким. Различные сорта бензина, масел, антифриза, кислот не оказывают разрушающе-

го действия на полимерный слой, который может работать в диапазоне температур от -50 до $+200^{\circ}\text{C}$.

В качестве примера рассмотрим современный полимерный материал «Римамид», разработанный и выпускающийся на предприятии НПО «Старт-Пласт» (г. Набережные Челны) [2]. Полимерный композиционный материал «Римамид» предназначен для замены более тяжёлых и дорогостоящих материалов, а именно нержавеющей стали, антифрикционного чугуна, фарфора, фторопласта, бронзы, латуни, текстолита, древесноволокнистых пластиков и других антифрикционных и конструкционных материалов.

Краткая характеристика материала. Основные свойства полимерного материала «Римамид» приведены в таблице 1, в качестве примеров на рис. 1–3 показаны детали, изготовленные из материала «Римамид» [2].

Таблица 1. Свойства полимерного материала «Римамид» производства НПО «СтартПласт» [2]

Наименование показателя	Римамид-200		Методы испытания по ГОСТ
	Римамид-200	Римамид-200У	
Температура плавления, $^{\circ}\text{C}$	220...225	218...223	21553
Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	1145...1150	1135...1145	15139
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	80...85	не менее 30	11262
Относительное удлинение при разрыве, %	25...30	25...40	11262
Модуль упругости при растяжении, МПа	2800...3200	2200...2800	9550
Ударная вязкость по Шарпи образца без надреза, $\text{кДж}/\text{м}^2$ (при 20°C)	25...40	без излома	4647
Водопоглощение за 24 часа, % максимальное значение, %	1,0...2,0 2,5...3,0	1,0...1,5 1,5...2,0	4650
Коэффициент теплопроводности при комнатной температуре, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$	0,29		23630.2
Средний коэффициент линейного теплового расширения в интервале температур от -50 до 50°C , $^{\circ}\text{C}^{-1}$	$6,6 \cdot 10^{-5} \dots 9,8 \cdot 10^{-5}$		15173
Твёрдость по Шору D	80...85	75...80	24621
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом	1011...1012		6433.2
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м	$2 \cdot 10^{-14} \dots 8 \cdot 10^{-14}$		6433.2
Диэлектрическая проницаемость	3,0...3,3		22372

при частоте 106 Гц			
Электрическая прочность, кВ/мм	30...35		6433.3
Коэффициент трения по стали без смазки	0,15...0,3		0,2...0,3
Коэффициент трения по стали со смазкой	0,04...0,08	0,04...0,08	11629
Содержание экстрагируемых веществ, %	1,0...3,0	1,0...1,5	11629



Рис.1. Шевронная шестерня редуктора диаметром 850 мм



Рис.2. Зубчатое колесо



Рис.3. Шкивы

Опыт изготовления и эксплуатации деталей из материала «Рима-мид». Опыт изготовления деталей из материала «Римамид» и их опытной эксплуатации позволил выявить их следующие преимущества:

1. Низкий коэффициент трения по стали, который обеспечивает увеличение ресурса деталей узла трения в 3-4 раза. При использовании материала «Римамид» с добавлением (или применением покрытий) антифрикционных компонентов (масло, сульфид молибдена, графит и др.) коэффициент трения снижается и отсутствует необходимость добавления смазки в узел трения. [3]

2. Материал «Римамид» в несколько раз легче стали и бронзы, почти два раза легче фторопласта. Технологическая себестоимость заготовки материала «Римамид» в 9-10 раз ниже стоимости такой же заготовки из бронзы или фторопласта.

3. Высокая износостойкость материала (в 1,5 раза превосходит текстолит, в 10 раз бронзу) и низкий коэффициент трения снижает уровень шума в узлах скольжения, а также даёт возможность использования деталей в запылённых местах установки.

4. Стойкость материала к ударным динамическим нагрузкам, что позволяет сохранить работоспособность узла в критические моменты эксплуатации.

5. Высокая температурная стойкость материала обеспечивает длительную работу изделий при температуре от -40 до $+160^{\circ}\text{C}$ с сохранением свойств материала. [4]

6. Полимерный материал «Римамид» является высокопрочным композитным материалом, способным заменить изделия из металла, обеспечив долговечность, прочность, дешевизну и уменьшение нагрузки на узлы машин за счет малого веса деталей.

При внедрении и эксплуатации материала «Римамид» обнаружены следующие проблемы:

1. Отсутствие крупных потребителей композитных изделий в тех отраслях промышленности, где композиты способны заменить традиционные материалы. [5]

2. Отсутствие действующей и работоспособной системы технического регулирования и отсутствие современных стандартов, регламентирующих производство и методы испытаний композитов. Решение данных проблем создаст необходимые условия более широкого применения материала «Римамид».

Перспективы применения материала «Римамид». Современные композитные материалы обладают свойствами, превышающими по некоторым показателям свойства традиционно применяемых материалов (стали, алюминиевых и титановых сплавов, древесины) причем, чем выше удельные характеристики композита, тем легче или прочнее конструкция.

Уникальность полимерного материала «Римамид» состоит в том, что можно заранее спроектировать материал таким образом, чтобы придать изделию из него свойства, необходимые для конкретной области применения.

Благодаря своим свойствам они могут применяться практически во всех отраслях промышленности. Например, для современной ракетно-космической техники характерно интенсивное использование новых материалов, технологий и перспективных конструкций на их основе. Развитие коммерческой сферы применения новых технологий и техники в космосе и мировая конкуренция за получение заказов на доставку полезных грузов на орбиту Земли стимулируют снижение стоимости запуска груза и заставляют разработчиков ракетно-космической техники активно применять композиты для оптимизации энергомассовых характеристик ракет-носителей, увеличению объема полезного груза.

Заключение

Полимерный материал «Римамид» является высокопрочным материалом и изготавливается в виде заготовок (плита, стержень и др. геометрические формы) различных размеров для дальнейшей механической обработки изделия на токарных, фрезерных и других обрабатывающих станках. Основными преимуществами данного материала является низкий коэффициент трения по стали, который обеспечивает в узлах трения увеличение ресурса деталей в 3...4 раза, а также малый вес, высокая прочность, хорошая обрабатываемость на металлорежущих станках, стойкость в агрессивных средах, экологическая безопасность. При использовании материала «Римамид» с до-

бавлением (или применением покрытий) антифрикционных компонентов (масло, сульфид молибдена, графит и др.) коэффициент трения уменьшается, в результате отсутствует необходимость использования смазочных материалов в узлах трения.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Шапарев А.В.

Библиографический список

1. Полимерные композиционные материалы. Свойства. Структура. Технологии. /под ред. А.А. Берлина.. СПб.: Профессия, 2009. – 560 с.
2. Полимерный материал РИМАМИД. – <https://innokam.pro/catalog/103>
3. A.V. Shaparev and I. Savin, "Calculation of the Amount of the Reduction Required for the Formation of Compound Layers during Cold Rolling of Bimetals", Materials Science Forum, Vol. 870, pp. 328-333, 2016
4. A.V. Shaparev, I.A. Savin, Calculation of Joint Plastic Deformation to Form Metal Compound in Cold Condition, Solid State Phenomena, 265 (2017) p.313-318
5. R.V. Gavariev , I.A. Savin, Improvement of Surface Quality of Casting Produced by Casting under Pressure, Solid State Phenomena, 265 (2017) p.988-993