

промышленных предприятий, так и для линейных подразделений Белорусской железной дороги. Это указывает на низкую эффективность использования нормирования как инструмента стимулирования рационального потребления светлых нефтепродуктов.

Таблица 1 – Нормы расхода светлых нефтепродуктов, разработанные НИЦ ЭиЭТ БелГУТа

Группа	Количество	
	машин	норм
Тепловозы:		
– маневровые	16	42
– промышленные	36	55
Специальная техника:		
– путевые машины	90	133
– моторисы	42	74
– мотовозы	18	46
– дрезины	27	47
– краны на железнодорожном ходу	57	78
– другое	23	30
Оборудование:		
– дизель-генераторы	11	13
– насосные установки	7	8
– «малая механизация»	24	24
– другое	14	15
Всего	365	565

Использование завышенных норм в большинстве случаев ведёт к хищениям, заниженным – к припискам времени наработки техники со стороны машинистов и необоснованному простоя на холостом ходу с целью увеличения данного времени, а также умышленной порчи приборов учёта времени наработки. В обоих случаях происходит увеличение затрат на топливно-энергетические ресурсы и, в конечном итоге, увеличение себестоимости продукции. Кроме того, в результате длительных простоев на холостом ходу происходит закоксовывание цилиндропоршневой группы дизелей и снижение моторесурса.

В настоящее время выполненная БелГУТом разработка на транспортных и промышленных предприятиях обоснованных норм расхода топлива для железнодорожной техники и оборудования и последующие их использование в реальной эксплуатации позволило снизить затраты на светлые нефтепродукты по группам:

- маневровые и промышленные тепловозы – на 13 %;
- специальная техника – на 5 %;
- малая механизация и оборудование – 25 %.

Таким образом, использование обоснованных норм расхода топлива, наряду с другими организационно-техническими мероприятиями (оборудование техники приборами учёта количества израсходованного топлива и времени наработки, техническими средствами контроля режимов работы, материальное стимулирование персонала и др.) позволяют значительно снизить потребление светлых нефтепродуктов железнодорожным транспортом и оборудованием.

УДК 678.026.344-036.675

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО И ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

А. С. АНТОНОВ

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Республика Беларусь

Создание новых композиционных материалов является актуальным вопросом для материаловедения и машиностроения. Особый интерес в данном направлении представляют алифатические полиамиды, нашедшие широкое применение в машиностроении при создании функциональных покрытий для триботехнических узлов благодаря хорошему сочетанию комплекса свойств: эластич-

ности, высокой износостойкости и сравнительно низкому коэффициенту трения, хорошему внешнему виду, высокой прочности и коррозионной стойкости. Модифицированные покрытия на основе полиамидных матриц применяют для изготовления деталей тяжело нагруженных узлов трения типа «вал-втулка» (например, шлицевых соединений карданных валов, подшипников скольжения, направляющих опор скольжения), деталей механизма привода токарных патронов (шестерен), фланцевых соединений транспортных систем и т. д. Актуальной является проблема снижения себестоимости при сохранении необходимого качества продукции автомобиле- и машиностроения [1].

Цель данной работы состояла в разработке составов и технологии композиционных функциональных покрытий на базе полиамидных матриц для тяжело нагруженных узлов трения.

В качестве объекта исследований использовали покрытия на базе полиамида 6, применяемые для втулок шлицевого соединения карданных валов производства ОАО «Белкард» (г. Гродно). В действующем производстве на шлицевые втулки карданных валов на ОАО «Белкард» наносят дорогостоящие импортные покрытия Rilsan® производства Arkema (Франция).

В данной работе в качестве матричного компонента использовали гранулированный полиамид ПА6-210/310 производства ПТК «Химволокно» ОАО «Гродно Азот». Порошок получали по криогенной технологии измельчения гранулята. Покрытия формировали по технологии погружения нагретой детали (втулки) в псевдооживленный слой порошка. В качестве модификатора использовали ультрадисперсный политетрафторэтилен (УПТФЭ, торговая марка «ФОРУМ», Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук), который наносили на слой полиамида по ротапринтной технологии. Толщина подслоя из ПА6 составляла 150–200 мкм, а ротапринтного слоя из УПТФЭ – 3–5 мкм. Энергетические характеристики покрытий определяли по краевому углу смачивания по стандартным методикам [2, 3]. Триботехнические испытания проводили на трибометре ПД-1А по схеме «палец-диск» при следующих нагрузочно-скоростных режимах: $P = 2$ МПа, $V = 0,5$ м/с.

Разработанные составы композитов представляют собой многослойные покрытия, сформированные по различным технологиям. Двухстадийная технология нанесения покрытия позволяет формировать нижний полиамидный слой с заданным комплексом показателей служебных характеристик (прочность, адгезия, коррозионная стойкость, демпфирующая способность) и верхний слой – из фторсодержащего компонента, позволяющего повысить триботехнические характеристики покрытия.

Исследование энергетических характеристик покрытий (таблица 1) показало, что нанесение на поверхность полиамидного слоя частиц УПТФЭ приводит к снижению поверхностной энергии композита. В результате этого увеличиваются гидрофобные свойства и предотвращается растекание масла по горизонтальной поверхности. Об этом свидетельствует и снижение показателей фактора растекания α , который непосредственно связан с величиной краевого угла смачивания θ [3].

Таблица 1 – Энергетические характеристики покрытий

№ п/п	Материал подложки	θ_1 , град	θ_2 , град	Дисперсный компонент $\times 10^{-5}$, Дж/м ²	Полярный компонент $\times 10^{-5}$, Дж/м ²	Поверхностная энергия $\times 10^{-5}$, Дж/м ²	Фактор растекания α
1	ПА11 (Rilsan)	56	62	19	170,2	189,2	125,791
2	ПА6	60	87	16,75	322,8	339,55	102,787
3	ПА6+УПТФЭ	105	122	10,07	92,74	102,81	70,889

Примечание – θ_1 – Краевой угол смачивания дистиллированной воды; θ_2 – краевой угол смачивания глицерина.

Результаты триботехнических испытаний показали, что создание на поверхности подслоя из ПА6 тонкой плёнки УПТФЭ приводит к значительному увеличению износостойкости композиционного покрытия. Полученный состав фторсодержащего композита на базе ПА6 по триботехническим свойствам аналогичен покрытию из ПА11 (Rilsan) и может быть использован в качестве полноценной альтернативы.

Применение разработанных составов и ресурсоэффективной технологии функциональных покрытий позволяет отказаться от дорогостоящих импортных аналогов, используемых в тяжело нагруженных узлах трения, а также создать научно-техническую базу для выпуска инновационной экспортноориентированной продукции, соответствующей лучшим мировым образцам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Антонов, А. С. Технологии и составы триботехнических функциональных покрытий втулок шлицевых карданного вала / А.С. Антонов // Промышленность региона: проблемы и перспективы инновационного развития : материалы Респ. науч.-техн. конф., 19–20 мая 2011 г. – Гродно, 2011. – С. 183–186.

2 Напреев, И. С. Управление трибологическими характеристиками подшипниковых узлов методом эпиламирования: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.02.04 / И. С. Напреев; ИММС им. В. А. Белого НАН Беларуси. – Гомель, 1998. – 112 с.

3 Катков, Д. С. Влияние антифрикционного покрытия на смачиваемость металлических поверхностей смазочным материалом/ Д. С. Катков// Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники : материалы Международ. науч.-техн. семинара им. В. В. Михайлова. – Саратов: КУБиК, 2012. Вып. 25. – С. 130–133.

УДК 621.43.052

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАНЕВРОВЫХ ТЕПЛОВЗОВ

В. Н. БАЛАБИН, В. Н. ВАСИЛЬЕВ

Московский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

В современных условиях эксплуатации маневровые тепловозы, оборудованные дизелями с наддувом, неудовлетворительно работают на переходных процессах и малых нагрузках, что обусловлено рассогласованием подачи воздуха и топлива, а также недостаточным уровнем энергии газов при частичных нагрузках. Это приводит к ухудшению экологических показателей тепловоза, что особенно опасно на маневровой работе и на предприятиях промтранспорта.

Улучшение экологических показателей дизелей достигается при управлении процессами воздухообеспечения, топливоподачи, газораспределения, рециркуляции отработавших газов, применения многотопливных силовых установок и др.

На кафедре были выполнены исследования по выбору рационального метода регулирования процесса воздухообеспечения. На рисунке 1 схематично показаны возможные способы регулирования: 1 – поворотными лопатками; 2 – дросселированием воздуха за компрессором; 3 – выпуском в атмосферу части сжатого воздуха; 4 – дросселированием воздуха на входе в компрессор; 5 – подводом дополнительной энергии к турбокомпрессору; 6 – перепуском части сжатого воздуха на вход турбины; 7 – дросселированием газов на выходе из турбины; 8 – регулированием турбины поворотными лопатками; 9 – перепуском части газов мимо турбины; 10 – установкой дополнительной камеры сгорания на входе в турбину; 11 – регулируемым приводом клапанов газораспределения.

Наименьшую эффективность имеют способы управления с применением дросселирования воздуха и отработавших газов (способы 2, 4, 7). Это обусловлено значительными потерями энергии при дросселировании и соответствующим

ухудшением экологических и экономических показателей дизеля.

Наибольшей сложностью и, следовательно, сравнительно низкой надёжностью отличаются способы управления с применением поворотных лопаток компрессора и турбины (способы 1, 8). Недостатками этих способов являются также утечки части воздуха или газов через зазоры между лопатками и опорной поверхностью, а также возможность закоксовывания лопаток, размещенных в выпускном тракте.

Системы управления с перепуском наддувочного воздуха на вход турбины (способ 6) и выпуском в атмосферу части сжатого воздуха (способ 3) имеют ограниченное применение из-за потерь энергии на сжатие перепускаемого воздуха. При сравнительно низких давлениях наддува ($P_k = 0,15 \dots 0,2$ МПа), наиболее эффективным является перепуск части отработавших газов мимо турбины (способ 9). Этот способ отличается простотой выполнения и возможностью реализации большого диапазона регулирования частоты вращения турбины и, следовательно, давления наддува

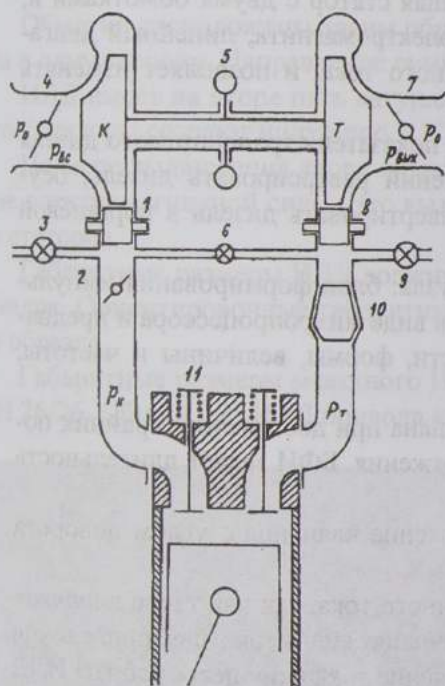


Рисунок 1