

боты такой системы диагностики основан на использовании обучающей выборки, достаточно полно представляющей генеральную совокупность (гипотетическое множество всех возможных объектов, характеризующих каждый тип дефектов изоляции).

Обучающая выборка формировалась из оптимального набора модельных образцов, в каждом из которых создавался единичный искусственный дефект, где реализовывалась возможность возникновения частичных разрядов определенной разновидности.

После тщательного обучения и тестирования искусственной нейронной сети на различных наборах данных, а именно на наборах данных для тестирования и обучения для различных показателей производительности, она будет готова к использованию в реальных приложениях.

Список литературы

1 Назарычев, А. Н. Основные принципы системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования по техническому состоянию / А. Н. Назарычев // Надежность либерализованных систем энергетики : [монография] / В. А. Баринов [и др.] ; под ред. Н. И. Воропая, А. Д. Тевяшева. – Новосибирск : Наука, 2004. – С. 173–189.

2 Грачев, В. В. Метод оценки работоспособности тепловозов / В. В. Грачев, А. В. Грищенко, М. Н. Панченко // Транспорт Российской Федерации. – 2019. – № 1 (80). – С. 46–49.

3 Надежность подвижного состава : учеб. для образовательных учреждений, реализующих программы ВО по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» / А. А. Воробьев [и др.]. – М. : Учеб.-метод. центр по образованию на ж.-д. трансп., 2017. – 300 с.

4 Методика синтеза нейросетевых диагностических моделей сложных технических объектов / В. В. Грачев [и др.] // Автоматика на транспорте. – 2020. – Т. 6, № 4. – С. 466–484.

УДК 621.83

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИУРЕТАНОВ В СОСТАВЕ КОЛЁС РЕЛЬСО-СТРУННОГО ТРАНСПОРТА ЮСТ

А. Э. ЮНИЦКИЙ, А. Э. БАРАНКЕВИЧ

ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Республика Беларусь

Безопасность на транспорте в сфере пассажирских и грузовых перевозок, особенно в инфраструктуре «второго уровня», в значительной мере зависит от надёжности агрегатов, узлов и деталей подвижного состава.

Надёжность любого транспорта, в том числе рельсо-струнных комплексов ЮСТ [1], зависит от его способности выполнять заданные проектные функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или установленного пробега, что обеспечивается правильным проектированием и расчётом, точным изготовлением и сборкой, рациональной эксплуатацией и техническим обслуживанием, своевременным и высококачественным ремонтом.

За время эксплуатации транспорт расходует свой технический ресурс, поэтому его необходимо со временем восстанавливать. Транспортная инфраструктура «второго уровня» относится к обслуживаемым, ремонтируемым объектам, и рассчитывается на регламентируемые условия эксплуатации, однако время работы каждого из них до первого отказа или между отказами оказывается различным, что свидетельствует о неравномерности их нагрузок в эксплуатации. Такие особенности недостаточно учитываются обычными расчётами по допускаемым износам, и остается неясным, какова же вероятность безотказной работы деталей, узлов и оборудования в течение заданного времени эксплуатации. Решение этих задач возможно путём создания более надёжных и долговечных узлов подвижного состава ЮСТ – беспилотных рельсовых электромобилей (юнимобилей). Одними из таких ответственных узлов являются опорные колёса и противосходные ролики юнимобилия.

Рассмотрим поведение полиуретанового колеса при механических нагрузках в качестве опорной поверхности качения колеса, акцентируя внимание на том, что изменение нагрузки и температурных условий поверхностного слоя бандажа колеса УП «ФАМ» имеют определённые зависимости. При этом исследования показали, что для материала «Vulkollan» такой зависимости нет. Это свидетельствует о том, что данные материалы бандажа колеса ведут себя в различных условиях по-разному (рисунки 1 и 2) [2–4].

Проведён анализ механических свойств состояния колёс, выполненных из полиуретанов УП «ФАМ» и «Vulkollan». В результате проведённых испытаний получены данные для построения математической модели свойств материала и использования их в последующих расчётах. Испытания проводились на лабораторном стенде ЗАО «Струнные технологии» (г. Марьина Горка, Республика Беларусь) на цилиндрических колёсах диаметром 90 мм с шириной опорной части 70,0 мм при нагрузке от 0,5 до 5,0 кН с температурой полиуретанового слоя от -40 до $+80$ °С для бандажа колеса УП «ФАМ» и от -5 до $+90$ °С для колеса «Vulkollan». Толщина слоя полиуретана составляла 10,0 мм.

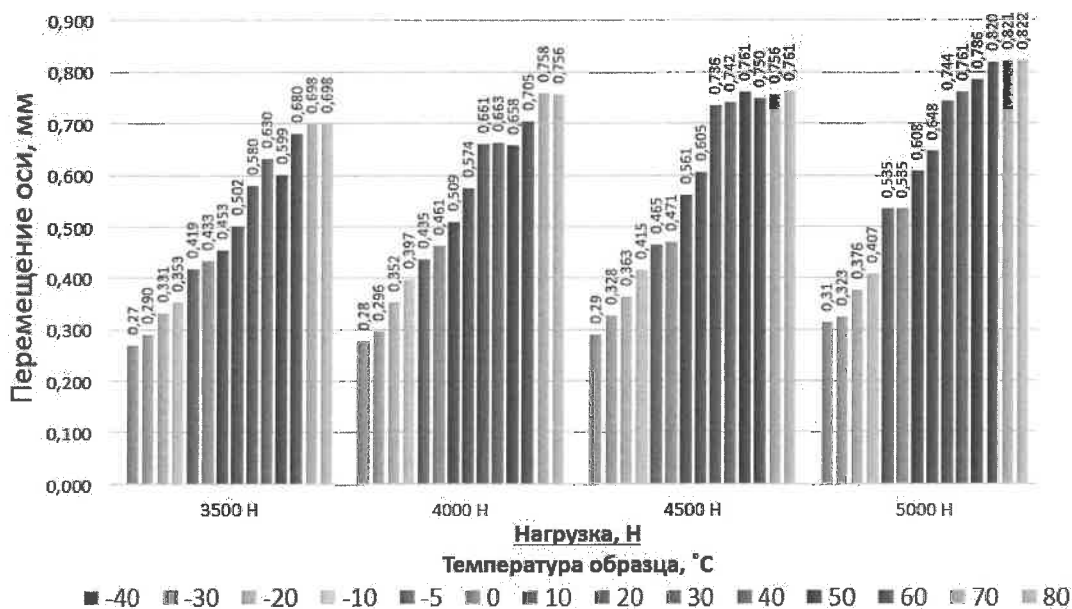


Рисунок 1 – Смещение оси колеса УП «ФАМ» относительно ненагруженного положения

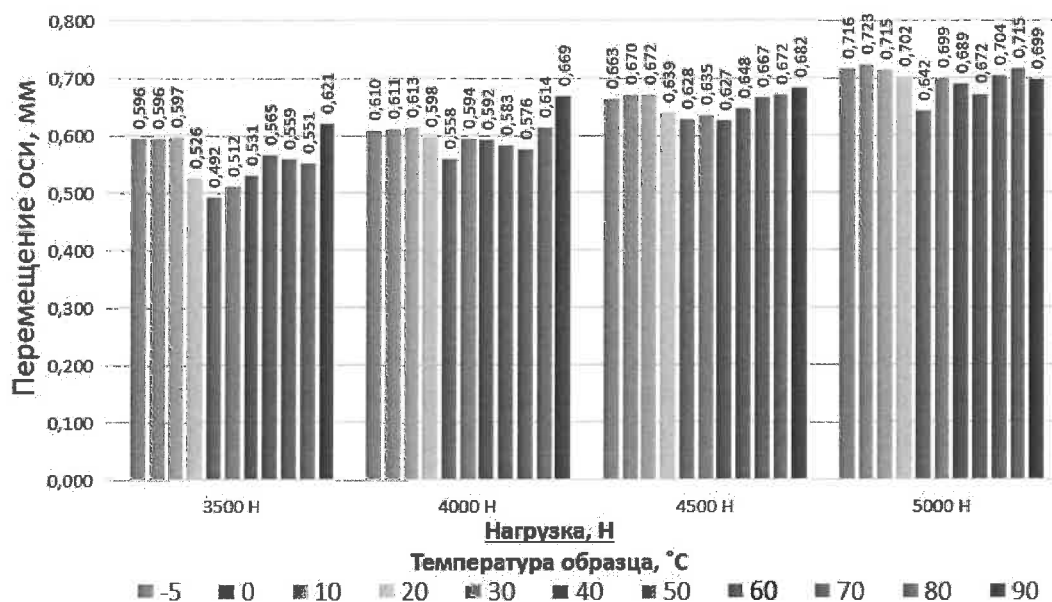


Рисунок 2 – Смещение оси колеса «Vulkollan» относительно ненагруженного положения

Согласно данным, полученным при определении смещения оси относительно не нагружаемого положения при изменении температуры, определено, что полиуретан УП «ФАМ» соблюдает положительную линейную зависимость, а изменение температуры для полиуретана «Vulkollan» не оказывает существенного влияния на смещение оси.

Проанализировав полученные данные площади пятна контакта (таблицы 1 и 2), можно сделать вывод, что при равной нагрузке с повышением температуры полиуретан УП «ФАМ» имеет большую «текучесть», что увеличивает пятно контакта. У полиуретана «Vulkollan» такой зависимости не наблюдается, изменение температуры практически не влияет на изменение площади пятна контакта (рисунок 3).

Таблица 1 – Площадь отпечатка пятна на плоской поверхности колеса P143.83000.31.01.625-20 (полиуретан УП «ФАМ»)

Температура, °С	Площадь отпечатка пятна, мм ²									
	500 Н	1000 Н	1500 Н	2000 Н	2500 Н	3000 Н	3500 Н	4000 Н	4500 Н	5000 Н
-40	187	230	280	309	340	340	357	374	386	389
-30	238	272	306	369	374	429	442	476	487	493
-20	289	340	374	356	408	442	476	508	532	551
-10	204	309	311	371	442	460	490	544	548	614
-5	212	301	374	435	464	476	544	611	646	716
0	218	272	408	442	478	510	578	630	680	782
+10	223	340	381	448	482	544	646	714	748	815
+20	330	408	476	553	658	731	799	816	884	918
+30	234	421	527	595	678	782	816	874	891	952
+40	340	456	544	646	729	799	843	884	918	962
+50	351	461	561	680	748	803	846	896	923	972
+60	425	503	589	689	751	816	850	892	952	988
+70	430	510	591	690	750	809	862	896	965	1009
+80	435	513	596	692	748	821	884	918	985	1020

Таблица 2 – Площадь отпечатка пятна на плоской поверхности колеса P143.83000.31.01.625 (полиуретан «Vulkollan»)

Температура, °С	Площадь отпечатка пятна, мм ²									
	500 Н	1000 Н	1500 Н	2000 Н	2500 Н	3000 Н	3500 Н	4000 Н	4500 Н	5000 Н
-5	340	442	476	510	541	608	659	723	782	804
0	323	374	459	518	578	612	668	748	799	816
+10	289	351	426	535	612	629	684	782	802	828
+20	374	476	492	544	646	680	695	749	782	821
+30	356	426	472	578	651	689	696	716	765	814
+40	272	391	510	584	523	598	693	759	814	851
+50	408	442	523	549	612	645	712	762	782	805
+60	323	480	534	544	608	612	702	754	816	826
+70	374	419	521	561	573	602	699	748	782	816
+80	372	374	476	544	608	663	723	799	816	884
+90	365	408	481	562	612	671	730	748	818	851

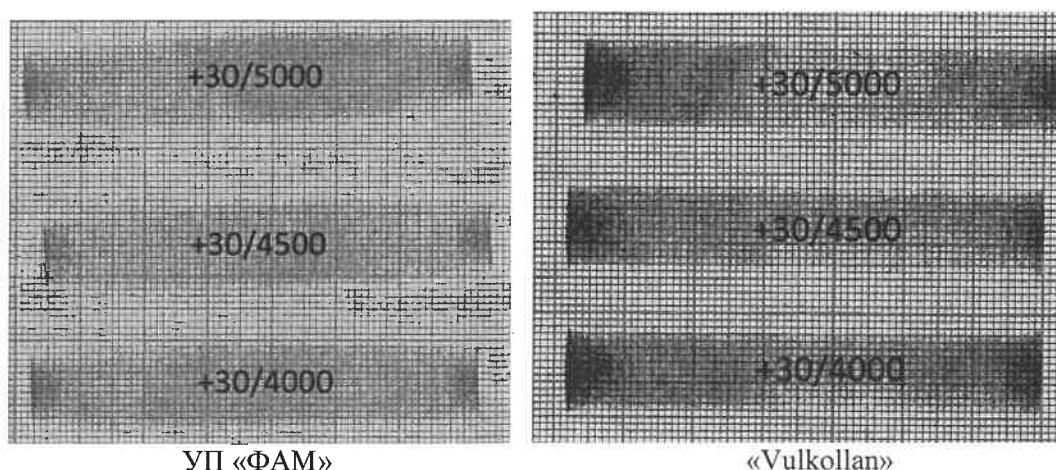


Рисунок 3 – Отпечатки на миллиметровой бумаге пятен колёс на плоской поверхности при температуре +30 °С и нагрузках 4000, 4500 и 5000 Н.

Механические исследования имеют большое значение вследствие усложнения форм и условий эксплуатации конструктивных элементов. Это позволит увеличить время между ТО и ремонтами в

различных условиях эксплуатации колёсного подвижного состава, использующего полиуретановые колёса. Согласно данным, полученным при определении смещения оси относительно ненагружаемого положения при изменении температуры, определено, что полиуретан УП «ФАМ» соблюдает положительную линейную зависимость, а изменение температуры для полиуретана («Vulkollan») не оказывает существенного влияния на смещение оси колеса.

Вывод. При равной нагрузке с повышением температуры полиуретан УП «ФАМ» имеет большую «текучесть». Это увеличивает пятно контакта (от 716 мм² при температуре –5 °С до 1020 мм² при температуре +80 °С с нагрузкой 5000 Н). Полиуретан «Vulkollan» такой зависимости не имеет. Изменение температуры почти не влияет на изменение площади пятна контакта (от 804 мм² при температуре –5 °С до 884 мм² при температуре +80 °С с нагрузкой 5000 Н). Поэтому полиуретан «Vulkollan» предпочтительнее при выборе полимерного материала для опорной части колёс рельсового электромобиля ЮСТ.

Список литературы

- 1 Юницкий, А. Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе / А. Э. Юницкий. – Силакрогс : ПНБ принт, 2019. – 576 с.
- 2 Зонненшайн, М. Ф. Полиуретаны: состав, свойства, производство, применение : пер. с англ. / М. Ф. Зонненшайн. – СПб : Профессия, 2018. – 576 с.
- 3 Энциклопедия полимеров. В 3 т. Т. 3 / ред. кол. : В. А. Кабанов (глав. ред.) [и др.]. – М. : Советская энциклопедия, 1977. – Т. 3.
- 4 ГОСТ 34376.1–2017. Пластмассы. Термопластичные полиуретаны для формования и экструзии. – Введ. 2018-06-01. – М. : Стандартинформ, 2018. – 9 с.

УДК 67.05

ГЕОМЕТРО-КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛОСКОРЕМЁННОЙ ПЕРЕДАЧИ С СОСТАВНЫМ ШКИВОМ

С. З. ЮНУСОВ, С. Н. КЕНЖАЕВ, Ш. А. МАХМУДОВА

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Ременные передачи нашли широкое применение в машинах и механизмах всех отраслей промышленности благодаря своим многочисленным положительным сторонам, таким как способность передавать вращательное движение на большие расстояния, дешевизна, удобство, простота эксплуатации и ремонта. Производство конкурентоспособных, качественных, надежных станков в условиях рыночной экономики является одним из важных вопросов. Создание новых эффективных машин и механизмов тесно связано с развитием науки и техники. В машинах и технологических процессах широко используются различные механические передачи, в том числе и ременные.

В работе [1] было приведено влияния поведения плоской ременной передачи с двумя шкивами из однородного материала, при этом рассмотрено влияния жёсткости ремня на изгиб, а также радиальную и т-образную угловую инерцию. С помощью этого было достигнуто расширение модели Фирбанка [2], так как в неё была включена инерция ремня. Ремень состоит из несущего элемента и эластомерной оболочки. В них стандартное приблизительное условие совместимости $T_1 + T_2 = \text{const}$ не используется для постоянного расстояния между центрами. Предложен итерационный метод поиска полной стационарной механики передачи.

Другой учёный предложил новую систему сбора данных на испытательном стенде. Концепции решения для конкретных компонентов оценивались с помощью морфологического анализа [3]. Известно, что ременные передачи используются для привода машинных агрегатов от электродвигателей малой и средней мощности и для привода маломощных двигателей внутреннего сгорания. Использование плоскоремённых передач ограничено, поскольку их эксплуатационные характеристики хуже, чем у других типов ременных приводов. Исключение составляют перспективные трансмиссии с плоскими синтетическими ремнями [4].

В приведённых выше исследованиях шкивы, на которые наматывается ремень, считаются жёсткими. Важно провести исследования ременных передач, в которых ведущий и ведомые шкивы имеют композитное покрытие. В связи с этим предлагается изготовить конструкцию ведомого шкива составным с покрытием эластично композитным материалом (ЭКМ). Если принять во вни-