

безопасности, возникающих в связи с этим, требуется реализация дополнительных мероприятий, что вступает в противоречие с жесткими требованиями рыночной экономики по минимизации издержек. Это противоречие делает задачу оптимизации ключевым приоритетом, что особенно актуально для системы «колесо – рельс» в эпоху развития тяжеловесных железнодорожных перевозок.

В рамках работ научной школы «Трибофатика» отмечается, что, несмотря на фундаментальную важность системы «колесо – рельс» для железнодорожного транспорта и активное обсуждение проблемы как на региональном, так и на международном уровне, на практике всё равно имеют место масштабные убытки от контактно-усталостных повреждений, а задача ее оптимизации до сих пор не только не решена, но и не получила четкой формулировки. В работах ученых данного направления предлагается концепция восполнения наблюдаемого пробела, путем постановки данной задачи с позиции трибофатики, т. е. с позиции многокритериальной оптимизации системы «колесо – рельс» для существующих условий движения [1].

Это стало возможным в связи с тем, что со второй половины XX века сформировалось понимание о силовых системах (в частности, «колесо – рельс»), процессы трения в которых протекают на фоне циклического объемного деформирования, по крайней мере, одного из взаимодействующих элементов (например, рельса). Проведенные всесторонние исследования и работы других авторов показали, что неконтактные циклические нагрузки (растяжение, сжатие, изгиб, кручение) в зависимости от условий эксплуатации могут существенно влиять на силу и коэффициент трения в силовой системе. В частности, установлено, что износ в силовых системах способен как значительно снижать (до двух раз), так и повышать (примерно на 10–20 %) усталостную прочность ее элементов. Это явление, известное как **прямой эффект в трибофатике**, показало, что традиционно считавшийся вредным износ может служить инструментом для управления надежностью силовых систем. С другой стороны, было показано, что усталостные повреждения также оказывают двунаправленное влияние: они могут, как снижать (в 1,5 раза и более), так и повышать (на 10–30 %) износостойкость системы, формируя другой – **обратный эффект**.

Ключевым выводом проведенных исследований явилось то, что трение/износ и усталость являются не просто взаимовлияющими факторами, но и тесно взаимодействующими явлениями. На этой основе была предложена новая методология расчета и проектирования, ориентированная не на отдельные элементы, а на механические системы в целом. Такая методология построена на теории диалектических А-взаимодействий повреждений, вызванных нагрузками различной природы.

На сегодняшний день методология расчета силовых систем, изготовленных из соответствующих материалов, несмотря на наличие научных публикаций, не получила должного нормативного оформления, и как следствие, конструкторские бюро не имеют официально утвержденных методик расчета конкретных силовых систем. Поэтому необходимо ставить и решать задачи по формированию соответствующего банка данных для реальных силовых систем машин и оборудования, и их последующему должностному нормативному обеспечению. Внедрение данного подхода позволит перейти от реагирования на повреждения к активному управлению ресурсом наиболее нагруженных узлов и систем.

Список литературы

1 Трибофатическая система колесо / рельс для тяжеловесного движения: повышение нагрузок и... снижение затрат? / Л. А. Сосновский, В. А. Гапанович, В. И. Сенько [и др.] // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2016. – № 1 (32). – С. 219–226.

УДК 678

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОЛЩИНЫ ДЕТАЛИ НА ПРОЦЕСС ОТВЕРЖДЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

У. Д. КОСИМОВ, Н. К. ТУРСУНОВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

При изготовлении изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) большое внимание уделяется процессу укладки тканей и дальнейшей термической обработке на пути к получению высокотехнологичных узлов с достаточно высокими физическими и механическими свойствами.

Известно, что основной технологией, используемой для полимеризации связующего, является отверждение под ИК-лампой, в печи и под прессом [1]. Существенные отличия в различных свойствах матрицы и армирующего наполнителя, усадка полимерной матрицы, которая происходит в процессе отверждения связующего и термические напряжения могут послужить причиной возникновения остаточных напряжений [2]. Все эти факторы приводят к возникновению в ПКМ необратимых деформаций, которые вызывают появление дополнительных остаточных напряжений.

Соответственно кинетика процесса существенно зависит от разнотолщинности конструкции или детали из композиционного материала, времени, скорости и способа подвода тепла, используемого материала оснастки и др. [3].

Низкая теплопроводность большинства полимерных КМ решает достаточно сложную задачу обеспечения равномерности температурного поля по толщине изделия при отверждении и приводит к появлению неоднородных напряжений [4].

Цель исследования – изучить влияние толщины детали на кинетику процесса отверждения деталей из полимерных композиционных материалов на основе эпоксидного связующего для оптимизации технологических режимов полимеризации.

Для получения значений тепловыделения и рассмотрения процесса отверждения детали был произведен эксперимент, заключающийся в разогреве связующего в стаканах, с различной высотой столба жидкости (10, 20, 40 мм). Весь процесс был зафиксирован на тепловизор, и были получены значения разницы температур при отверждении образцов.

В испытании было использовано связующее Т20 – 60 с прилагаемым к нему отвердителем. Соотношение связующего к отвердителю по паспорту было заложено 100:31,6.

На образце с высотой жидкости 20 мм произошел перегрев и связующее вскипело, что наглядно показывают появившиеся в объеме пузыри. В процессе отверждения было замечено, что полимеризация не происходит во всем объеме одновременно. Было видно, как тепло передается сверху вниз по объему жидкости и на верхних слоях, которые более прогреты, процесс полимеризации начался быстрее, в отличие от остальных лежащих вглубь слоев. Для изучения этого явления был проведен еще один эксперимент в такой же форме, но с высотой столба связующего в 20 и 40 мм.

В ходе исследования было выявлено, что подобный процесс может протекать и без внешней подачи тепла – в процессе замешивания смолы с отвердителем при пропитке изделия получившимся связующим.

Исходя из вышеизложенного рекомендуется распределять связующее в большом объеме при минимальной высоте столба жидкости, чтобы избежать вскипания.

Список литературы

- 1 Панов, Ю. Т. Современные методы переработки полимерных материалов. Переработка реактопластов : учеб. пособие / Ю. Т. Панов, Л. А. Чижова, Е. В. Ермолаева. – Владимир : ВлГУ, 2014. – 144 с.
- 2 Современные технологии получения и переработки полимерных и композиционных материалов : учеб. пособие / В. Е. Галыгин, Г. С. Баронин, В. П. Таров, Д. О. Завражин. – Тамбов : ТГТУ, 2012. – 180 с.
- 3 Чукин, А. В. Проверка законов теплового излучения / А. В. Чукин. – URL: <http://www.urfu.ru> (дата обращения: 25.07.2025).
- 4 Кулик, В. И. Связующие для полимерных композиционных материалов : учеб. пособие / В. И. Кулик, А. С. Нилов. – СПб. : Изд-во БГТУ, 2019. – 52 с.

УДК 004.94:656.073

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕВОЗИМЫХ ВО ФЛЕКСИТАНКАХ ЖИДКИХ ГРУЗОВ НА ДИНАМИКУ ИХ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

А. А. МАРКАВЦОВ

Конструкторско-технический центр Белорусской железной дороги, г. Минск
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время увеличиваются объемы мультимодальных перевозок жидких грузов с использованием стандартных контейнеров, оснащенных эластичными вкладышами (флекситанками), что объясняется более простой организацией их доставки на длительные расстояния с использованием нескольких видов транспорта по сравнению с традиционными дорогостоящими танк-контейнерами и вагонами-цистернами. Безопасность таких перевозок напрямую зависит от динамических нагрузок от