

ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА ДЕТАЛЕЙ СОПРЯЖЕНИЯ ИЗ КОМПОЗИТОВ В ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

В. В. МОЖАРОВСКИЙ

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Республика Беларусь

Краткий обзор литературы. В настоящее время имеется достаточно большой опыт эксплуатации деталей сопряжения (подшипников скольжения, опор трения, зубчатых колес и т. д.) из композиционных материалов на основе вязкоупругих тканей, стеклянных волокон и других армирующих наполнителей. Однако возрастающие потребности современной инженерной практики требуют создания аналитических и численных методов расчета этих узлов.

Из анализа научно-технической литературы можно сделать вывод о возрастающем интересе к проблеме использования волокнистых композиционных материалов в узлах трения.

Эта проблема является не только актуальной в области механики, но и в других отраслях науки и техники (авиационного, энергетического и космического машиностроения) при разработках инженерных методик расчета сложных конструкций из различных материалов. Коснемся некоторых аспектов исследований в этом направлении. В последнее время предложено ряд математических и физических моделей. Так, в [1] предложена физико-математическая модель, описывающая деформирование и разрушение функционально-градиентных материалов. Математическая модель контакта между цилиндром и функционально-градиентным полупространством представлен Giannakopoulos и Pallot в [2], а трибологические аспекты жесткого штампа подложки в покрытиях были изучены Гюлер и Эрдоган [3].

Модели контактного взаимодействия волокнистых материалов в трибосистемах. Прежде чем сделать расчет узлов трения из гетерогенных волокнистых материалов, необходимо выбрать оптимальные модели расчета, разработать схему решений. Следует отметить, что сейчас достигнут значительный прогресс не только в исследованиях механического поведения и прочности композитов, но и в методах получения исходных материалов, способах их обработки, разработке структуры композитов. Это позволило разработать такие композиты, которые могут быть использованы для узлов трибосопряжений, обеспечивающих требуемые износостойкость и жесткость (прочность).

Особое значение приобретает изменение коэффициента трения КМ в зависимости от содержания, свойств волокон и матрицы. Необходимо уметь предсказать (прогнозировать) трибомеханическое поведение в зависимости от модулей упругости отдельных компонентов. Следует учитывать, что если волокна идеально однородны и геометрические характеристики или свойства образующего их материала не изменяются, то трибохарактеристики композита должны непосредственно определяться свойствами материала волокон. Требуется найти оптимальную ориентацию арматуры и создать оптимальный проект, т. е. спроектировать конструкцию, имеющую минимальный коэффициент трения (износ) и массу. Конструкция должна быть изготовлена из композита на основе волокон, которые в заданных условиях имеют лучшие характеристики. В качестве другого критерия, т.е. целевой функции, может быть стоимость материала.

Необходимо исследовать вопрос о том, имеет ли какие-либо преимущества конструкция, армированная волокнами так, что ее упругие характеристики можно считать изотропными, по сравнению с конструкцией, армированной волокнами, уложенными в одном определенном направлении (например, ортотропия или трансверсально-изотропия). При этом важно знать, какая из схем армирования используется наиболее эффективно.

Приведенный ранее обзор современных исследований в области контактного взаимодействия в узлах трения из волокнистых композиционных материалов [5] показывает необходимость создания новых математических моделей, учитывающих расположение волокон в контактирующих телах и их влияния на коэффициент трения.

Разработка инженерных методов расчета деталей машин из функционально-градиентных композиционных материалов. В настоящее время создание функционально-градиентных материалов (ФГМ) является перспективным направлением в машиностроении. Технология ФГМ позволяет получать материалы с заданными, различными по объему свойствами. Возьмем, например, создание и расчет зубчатых колес из нового класса ФГМ. Существуют новые технологии создания зубчатых колес, такие как прямое лазерное плавления (DLM), вид процесса – сканирование 3D, метод основан на построении послойного плавления металлического порошка с лазерного сканирования. DLM может непосредственно создать модели – сложные металлические части без использования каких-либо форм и инструментов [4].

Инженерный метод расчета зубьев зубчатых колес из композиционных функционально-градиентных материалов. Для расчета зубчатых колес из волокнистых композитов следует учитывать все теоретические и экспериментальные исследования, касающиеся определения зоны контакта при взаимодействии цилиндрических волокнистых элементов (зубьев колес из слоистых и функционально-градиентных материалов), определения максимальных и касательных напряжений с учетом свойств материала, объема содержания волокон в матрице и температуры. Представлены математические модели расчета зубчатых колес из волокнистых композитов.

Список литературы

- 1 Герасимов, А. В. Численное моделирование деформирования и разрушения функционально градиентных пористых материалов при взрывном и ударном нагружении / А. В. Герасимов, Р. А. Кректулева // Механика композиционных материалов и конструкций. – 1999. – Т. 5, № 3. – С. 94–106.
- 2 Giannakopoulos, A. E. Two-dimensional contact analysis of elastic graded materials / A. E. Giannakopoulos, P. Pallot // J. Mech. Phys. Solids. – 2000. – No. 48. – P. 1597–1631.
- 3 Guler, M. A. The frictional sliding contact problems of rigid parabolic and cylindrical stamps on graded coatings / M. A. Guler, F. Erdogan // Int. J. Mech. Sci. – 2007. – No. 49. – P. 161–182.
- 4 Sang-Wook, Han. Fabrication of Gear Having Functionally Graded Properties by Direct Laser Melting Process / Sang-Wook Han, Won-Jong Ji, Young-Hoon Moon Hindawi // Publishing Corporation Advances in Mechanical Engineering. – 2014. – Article ID 618464. – P. 1155–1161.
- 5 Choi, S. H. A topological hierarchy-based approach to layered manufacturing of functionally graded / S. H. Choi, H. H. Cheung // Multi-material objects Computers in Industry. – 2009. – Vol. 60. – No. 5. – P. 349–363.