

УДК 621.002.3 – 419.620.22 - 419

А.Н. Носовец (4 курс, каф. ПТСМ), А.Я. Башкарев, д.т.н., проф., А.В. Стукач, к.т.н., доц.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ В МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНОМ ПОКРЫТИИ

Теоретическое исследование процесса накопления повреждаемости адгезии металлополимерных покрытий, связаны с проблемой их отслоения от металлической подложки в процессе эксплуатации [1]. Отслоение антифрикционного покрытия, делает невозможным дальнейшую эксплуатацию узла трения. Для продления периода эксплуатации металлополимерного покрытия необходимо выяснить вклад таких периодов, как процесс нанесения, процесс хранения в уменьшение адгезионной прочности, обеспечивающей «прилипание» металлополимерного покрытия к металлической подложке.

Проводя теоретические исследования, решается вопрос об описании процесса накопления повреждаемости математическим языком. Построение математической модели процесса накопления, делает возможным определение вклада в уменьшение общей адгезионной прочности выше перечисленных периодов, входящих в процесс жизни металлополимерного покрытия.

Проводимые теоретические исследования позволят, в дальнейшем, осуществим попытку выявления факторов, в большей степени влияющих на величину накопленной повреждаемости. На основе анализа выявленных факторов, будут внесены соответствующие коррективы в технологию процесса нанесения и условий хранения. Корректировка позволит продлить срок службы антифрикционных покрытий из металлополимеров за счет совершенствования технологии нанесения и улучшения условий хранения.

Анализ литературных источников позволяет утверждать, что до настоящего времени не было попыток построения математической модели процесса накопления повреждаемости для металлополимерных композиций; сделан вывод об отсутствии базы, от которой можно отталкиваться, решая поставленную задачу. Таким образом, возможно рассмотрение вопроса о построении математической модели в первом приближении, создавая основу для будущих уточняющих решений.

В основу теоретического исследования накопления повреждаемости в металлополимерах заложен критерий Бейли:

$$P_{\text{общ}} = \int_0^{t_{\text{общ}}} \frac{dt}{\tau(\delta, T)} = 1. \quad (1)$$

Физическую сущность этого критерия можно трактовать следующим образом: общая поврежденность разрушенного тела, накопленная за все время его жизни равна 1.

Для металлополимерного покрытия критерий Бейли можно перефразировать: суммарная поврежденность, накопившаяся с момента нанесения металлополимерного покрытия и по момент разрушения равна единице.

В формуле (1) $\tau(\sigma, T)$ – долговечность, характеризующая продолжительность жизни детали (образца) при заданных значениях напряжения и температуры. Долговечность определяется по формуле Журкова С.Н.:

$$\tau = \tau_0 \cdot e^{\frac{u - \gamma \cdot \sigma}{R \cdot T}}. \quad (2)$$

Интеграл по времени всей жизни, в формуле (1), берется исходя из предположения, что напряжения и температура могут быть заданы законами изменения, зависящими от времени.

Весь период жизни металлополимерного покрытия, т.е. время с момента получения металлополимерного покрытия по момент его разрушения, разбивается на четыре этапа:

1. Нанесение
2. Хранение

3. Эксплуатация
4. Мгновенное разрушение.

Разбивкой периода жизни антифрикционного покрытия на четыре этапа производим синтез, добиваясь упрощения решаемой задачи. Упрощение заключается в том, что теперь можно рассматривать накопление повреждаемости на каждом из этих этапов.

Под этапом нанесения, понимается процесс нанесения металлополимерного покрытия. В свою очередь процесс нанесения разбивается на две составляющих, первая из которых характеризуется временем остывания и переменной температурой, а вторая – временем нахождения непосредственно в печи при постоянной температуре. По технологии нанесения, для малогабаритных деталей рекомендуется дооплавление, в связи с быстрым охлаждением (остыванием) подложки. Второй составляющей может и не быть, если деталь является относительно массивной, что позволяет ей аккумулировать достаточное количества тепла для оплавления покрытия. Считаем, что напряжения на этапе нанесения не действуют, и накопление повреждаемости происходит только из-за температуры.

Под этапом хранения понимаем процесс нахождения металлической подложки с нанесенным покрытием на складе. На этом этапе, определяющими вклад, считаем температуру хранения и напряжения, связанные с изменением температуры хранения, относительно температуры, до которой осуществлялось охлаждение детали при процессе нанесения.

Процесс эксплуатации характеризуется контактным напряжением [2] и температурой [3] эксплуатации.

Процесс мгновенного разрушения трудно описать с помощью математического языка, т.к. на этом этапе происходит окончательное разрушение связей, количества которых уже не достаточно для обеспечения необходимого уровня прочности адгезии. Поэтому, величина накопленных повреждений на этом этапе будет определена, как разность между единицей и накопленной поврежденностью за предыдущие три периода.

Описав математически накопление повреждаемости на каждом из четырех этапов, составляющих время жизни металлополимерного покрытия, создается приближенная модель процесса накопления повреждаемости.

Выводы. Предложена математическая модель процесса накопления повреждаемости для определения накопления повреждаемости на каждом из этапов. Создана база, от которой можно отталкиваться при разработке уточняющих решений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Белый В.А., Егоренков Н.И., Плескачевский Ю.М. Адгезия полимеров к металлам. Минск: Наука и техника, 1971. 294 с.
2. Штаерман И.Я., Контактная задача теории упругости. М.–Л.: Гостехиздат, 1949. 272 с.
3. Башкарев А.Я., Миронов Н.И., Семенов В.П. Пластмассы в строительных и землеройных машинах. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-е, 1981.– 191 с