МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ОПОРНЫХ ЧАСТЕЙ МОСТОВ С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ УГЛУБЛЕНИЯМИ ПОД СМАЗКУ ПРИ НОРМАТИВНОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ

© А.А. Каменских, Ю.О. Носов

anna_kamenskih@mail.ru, ura.4132@yandex.ru

УДК 531.4

DOI: 10.33184/mnkuomsh2t-2021-10-06.75.

В рамках работы выполнено моделирование контактного взаимодействия элементов сферических опорных частей мостов, воспринимающих нагрузки от мостового пролета, в трехмерной постановке с учетом технологических углублений под смазочный материал. Созданы параметризованные конечно-элементные модели опорных частей с двумя типами углублений под смазку: кольцевые канавки, сферические лунки. Выполнена серия численных экспериментов, направленная на сравнительный анализ влияния конфигурации и положения углублений на работоспособность конструкций. Математическое моделирование задачи выполнено с использованием прикладного пакета ANSYS.

Ключевые слова: математическое моделирование, итерационная процедура, смазка, геометрическая конфигурация, полимер

Mathematical modeling of the spherical bearing deformation behavior of bridges with technological grooves for lubrication under a normative vertical load

Modeling of the contact interaction elements spherical bearings of bridges which perceive the loads from the bridge span in a three-dimensional setting taking into account the technological grooves for the lubricant was carried out as part of the work. Parameterized finite element models of bearings with two types of lubrication recesses are created: annular grooves, spherical hole. A numerical experiments series aimed at a comparative analysis of the configuration and position influence of the recesses on the structures performance has been carried out. Mathematical modeling of the problem was carried out using the ANSYS application package.

Keywords: mathematical modeling, iterative procedure, lubricat, geometric configuration, polymer

Каменских Анна Александровна, к.т.н., доцент, ПНИПУ (Пермь, Россия); Anna Kamenskih (Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia)

Носов Юрий Олегович, студент, ПНИПУ (Пермь, Россия); Yuriy Nosov (Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia)

Упрощенная расчетная схема сферической опорной части пролетных строений мостов включает верхнюю и нижнюю стальную плиту, а также сферический слой скольжения [1]. В работе рассматривается один из вариантов типоразмера опорной части, рассчитанный на нормативную вертикальную нагрузку 1000 кН высотой 55 мм и шириной 155 мм. При этом особый интерес представляет влияние на параметры зон контакта и деформационное поведение конструкции в целом технологических углублений под смазочный материал. Рассматривается две геометрические конфигурации углублений под смазку: кольцевые канавки и сферические лунки. В рамках математического моделирования расчетных схем выполнена параметризация модели по геометрическим характеристикам углублений и их положению относительно центральной части сферической опоры. В процессе моделирования прослойки со сферическими вырезами под смазочный материал возникла необходимость в создании процедуры для внедрения лунок. Процедура позволяет строить отпараметризованную модель со сферическими вырезами под смазочный материал и последующее внедрение, в них, смазочного материала, в зависимости от задаваемых параметров конструкции (расстояние между вырезами под смазочный материал, глубина лунок, толщина прослойки и т.д.).

Исследования включали серию численных экспериментов, направленных на анализ влияния конфигурации углублений под смазку и положения углублений относительно центра опорной части. В качестве материала сферического слоя скольжения используется модифицированный фторопласт, физико-механические и фрикционные свойства получены экспериментально [2]. При реализации задачи рассматривалось три коэффициента трения сталь-полимер (табличное, экспериментальное с учетом и без учета смазки по сопрягаемым поверхностям) и два варианта трения смазка-сталь (минимальное и максимальное значение коэффициента трения для твердых и пастообразных смазок). Для автоматизации расчета и обработки результатов большого набора вычислительных экспериментов была реализована итерационная процедура.

Установлено, что прослойки со сферическими вырезами имеют наименьшее деформирование по сравнению со слоем скольжения с кольцевыми канавками. Максимальные значения контактного давления и контактного касательного напряжения антифрикционной прослойки со сферическими углублениями выше, чем у прослойки с кольцевыми канавками в среднем на 10-12%. Влияние коэффициента трения сталь-смазка наблюдается только при экспериментально полученном коэффициенте трения сталь-полимер с учетом смазки: при минимальном значении трения сталь-смазка максимальный уровень контактного касательного напря-

жения меньше на 38,7%. Трение сталь-полимер оказывает значительное влияние на уровень контактного касательного напряжения.

Литература

1. *Adamov A.A., Kamenskih A.A., Pankova A.P.* Numerical analysis of the spherical bearing geometric configuration with antifriction layer made of different materials // PNRPU Mechanics Bulletin, **4** (2020), 15-26.

2. *Адамов А.А., Каменских А.А., Носов Ю.О.* Математическое моделирование поведения современных антифрикционных полимеров // Прикладная математика и вопросы управления, **4** (2019), 43-56.