Литература

1. Восточно-европейский журнал передовых технологий : сб. науч. ст. / Частное предприятие «Технологический Центр» ; редкол.: Д. А. Демин (гл. ред.) [и др.]. – Харьков : Технол. Центр, 2016. – 912 с.
2. Лукинских, С. В. Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологической подготовке производства : учеб. пособие / С. В. Лукинских. – Екатеринбург : Урал. ун-т, 2020. – 168 с.
3. Программный комплекс Fidesys / Cal- Fidesys.com. – URL: http://www.sstc.spb.ru/upload/iblock/e76/06-ПакетFidesysдляпрочностногоинженерногоанализа.pdf (дата обращения: 20.09.2024).
4. ANSYS / Офиц. сайт. – URL: https://www.cadfem-cis.ru/products/ansys/structures/mechanical (дата обращения: 20.09.2024).
5. Ефимчик, К. В. Моделирование изделий из порошковых материалов с использованием современных систем инженерного анализа / К. В. Ефимчик, Е. Ф Кудина // Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка : материалы Междунар. конф., посвящ. 50-летию основания ГНУ «Институт порошковой металлургии имени академика О. В. Романа», г. Минск, 14–16 сент. 2022 г. / Ин-т порош. металлургии им. акад. О. В. Романа. – Минск, 2022, – С. 183–188.
6. Заявка № a 20230136. Сборно-разборный дорожный настил : заявлено 01.06.2023 / Ефимчик К. В., Кудина Е. Ф., Поддубный А. А.

УДК 629.44;629.4.027.5

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ ВНУТРЕННИХ КОЛЕЦ БУКСОВЫХ ПОДШИПНИКОВ С ШЕЙКОЙ ОСИ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ

Р. И. Чернин

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель

Отмечено, что эксплуатационные факторы, оказывающие влияние на прочность прессовых соединений элементов колесных пар, не изучены в должной мере. Приведены результаты исследований влияния скорости движения на прочность прессовой посадки внутренних колец буксовых подшипников на шейке оси колесной пары на разработанной и верифицированной конечно-элементной модели.

Ключевые слова: колесная пара, соединения с натягом, напряженно-деформированное состояние, контактное давление, прочность, скорость движения.

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF THE SPEED OF MOVEMENT ON THE STRENGTH OF THE CONNECTION OF THE INNER RINGS OF THE AXLE BEARINGS WITH THE AXLE NECK OF THE WHEELSET

R. I. Chernin

Belarusian State University of Transport, Gomel

The operational factors affecting the strength of the press joints of the wheelset elements have not been adequately studied. The results of studies of the influence of the speed of movement on the strength of the pressing fit of the inner rings of axle bearings on the neck of the axle of the wheelset on the developed and verified finite element model are presented.

Keywords: wheelset, press-fit joints, stress-strain state, contact pressure, strength, speed of movement.

Обеспечение безопасности движения поездов во многом зависит от технического состояния подвижного состава. В свою очередь, одним из основных элементов, напрямую оказывающих на это влияние, является колесная пара. Вопросы прочности прессовых соединений элементов колесных пар вагонов вызывали и продолжают вызывать как научный, так и практический интерес и если технологические факторы довольно хорошо изучены, то эксплуатационные, к которым относится скорость движения подвижного состава, на сегодняшний день требуют изучения.

Для проведения исследований по оценке влияния скорости движения вагона на прочность прессовой посадки внутренних колец буксовых подшипников на шейку оси колесной пары создана конечно-элементная модель, которая соответствует нормативным документам [1, 2] и позволяет учитывать влияние макрогеометрии (конусность, овальность) поверхностей сопряжения на величину натяга, уровень загрузки и скорость движения. Модель состоит из конечных элементов видов Tet10 и Hex20 и насчитывает 44252 конечных элементов и 86300 узлов.

Верификация результатов с данными экспериментальных исследований [3] показала, что максимальная Δ составляет около 9 % (при натяге 0,045 мм) и снижается до 1,8 % при натяге 0,110 мм, а следовательно, разработанную модель возможно использовать для исследований.

Исследование разработанной модели проводилась с изменением скорости движения колесной пары от 0 до 200 км/ч, с шагом в 25 км/ч при значении натягов 0,045 и 0,110 мм, при нагрузке 1,5 и 16,5 т с принятым допущением, что перемещение колесной пары строго прямолинейное без торцевого воздействия на ось вследствие извилистого движения ее по колее.

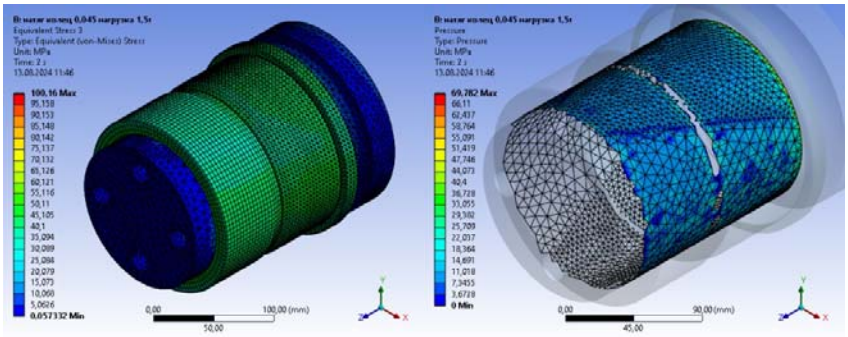
На рис. 1 представлены результаты расчета модели при скорости 150 км/ч, нагрузке 1,5 и 16,5 т и натягах 0,045 и 0,110 мм.

При исследовании результатов моделирования было установлено, что максимальные НДС модели и значение контактного давления в зоне сопряжения при увеличении скорости движения снижаются для нижней границы зоны рекомендованных натягов (0,045 мм), а в случае для верхней границе зоны (0,110 мм) НДС снижается, а контактное давление растет, однако среднее значение НДС по сечениям возрастает как при нижней границе, так и при верхней, т. е. наблюдается картина, обратная результатам, полученным без нагрузки и при статической нагрузке, когда при росте НДС охватывающего кольца происходил рост контактного давления и было возможно, согласно разработанной и апробированной методике [3], определить действительную прочность сопряжения.

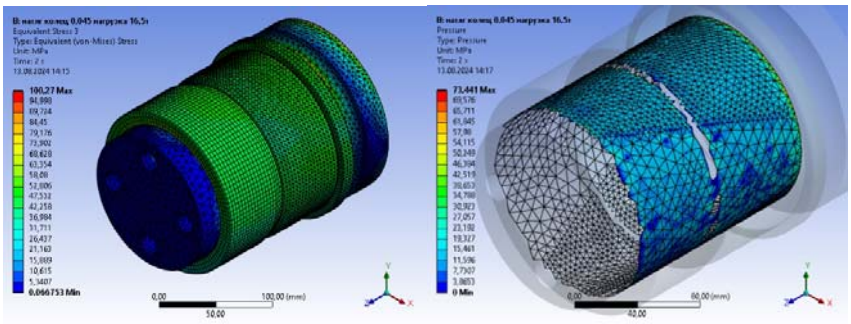
Для оценки прочности прессовых соединений колесных пар в динамике необходимо использовать значение контактного давления в зоне сопряжения.

На рис. 2 приведены результаты анализа полученных данных для оценки влияния скорости движения вагона на прочность прессовой посадки внутренних колец буксовых подшипников на шейку оси колесной пары в диапазоне рекомендованных натягов (0,045–0,110 мм) [2] и нагрузке приходящейся на шейку оси от 1,5 до 16,5 т, что в среднем соответствует порожнему (масса тары) и груженому вагону (масса брутто).

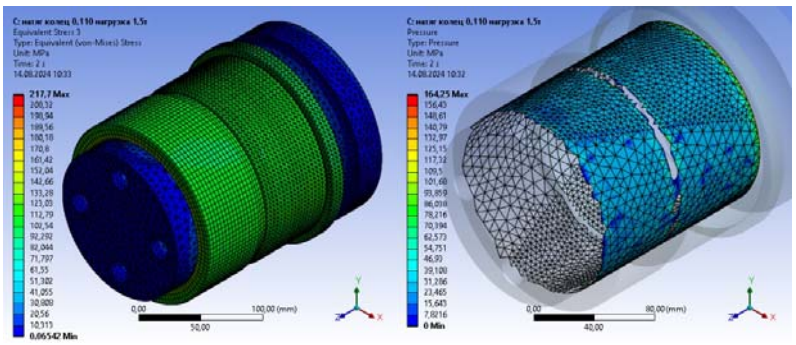
Как видно из рис. 2, увеличение скорости движения подвижного состава вызывает снижение контактного давления, и как следствие – снижается и прочность прессового соединения внутренних колец буксовых подшипников с шейкой оси колесной пары.



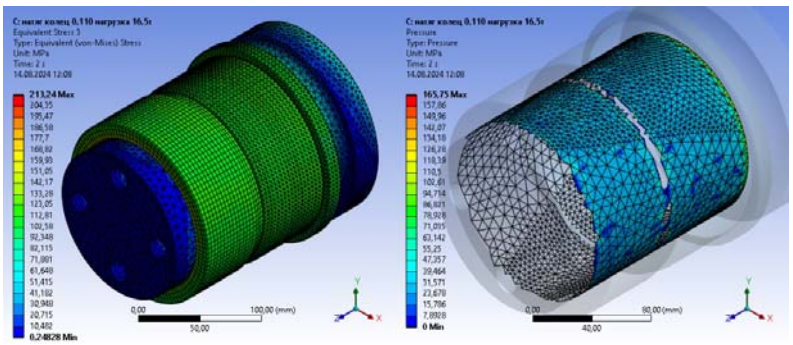
а)



б)



в)



г)

Рис. 1. Результаты расчета эквивалентных напряжений и контактного давления в сопряжении внутренних колец буксовых подшипников с шейкой оси колесной пары при скорости движения 150 км/ч:
а – при натяге 0,045 мм, нагрузке 1,5 т; *б* – при натяге 0,045 мм, нагрузке 16,5 т;
в – при натяге 0,110 мм, нагрузке 1,5 т; *г* – при натяге 0,110 мм, нагрузке 16,5 т

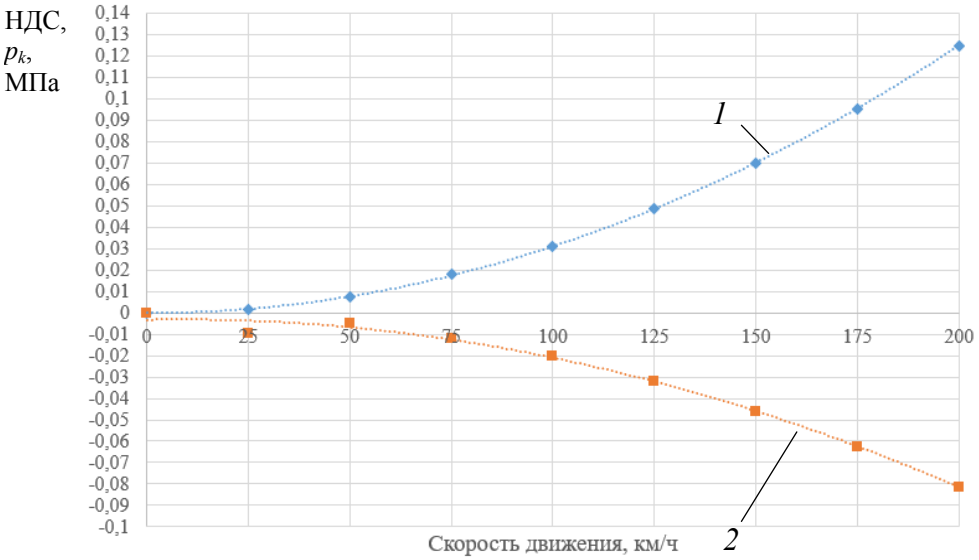


Рис. 2. Влияние скорости движения на НДС внутренних колец и прочность прессового соединения:
1 – НДС поверхности колец ($y = 0{,}000003x^2 - 0{,}000002x - 0{,}000037$);
2 – контактное давление в зоне сопряжения колец с осью ($y = -0{,}000002x^2 + 0{,}000036x - 0{,}003215$)

Следует отметить, что при принятых допущениях установленное снижение прочности не носит критического характера, однако влияние данного фактора необходимо учитывать при проведении дальнейших исследований с усложнением модели.

Литература

1. Оси колесных пар железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия : ГОСТ 33200-2014. – Введ. 01.10.2016. – Москва : Науч.-исслед. ин-т ж.-д. трансп., 2014. – 50 с.
2. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм : РД ВНИИЖТ 27.05.01–2017 : утв. Советом по ж.-д. транспорту государств-участников Содружества 19–20 окт. 2017 г. № 67. – Введ. 01.01.2018. – Москва : НИИЖТ, 2018. – 253 с.
3. О контроле прочности соединений с гарантированным натягом колец подшипников с шейками осей колесных пар / И. Л. Чернин, Р. И. Чернин, Н. Г. Сенько, В. А. Руденок // Вестник Белорусского государственного университета транспорта. Наука и транспорт. – 2010. – № 1 (20). – С. 5–9.

УДК 533.6.011:004.94

ВЛИЯНИЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБТЕКАНИЯ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВАГОНА

О. В. Демьянчук

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель

Рассмотрено обтекание воздушным потоком железнодорожного вагона, моделируемого прямоугольным параллелепипедом. Приведены результаты компьютерного моделирования аэродинамики воздушного потока в программных комплексах ANSYS CFX и ANSYS FLUENT. Выполнено сравнение результатов определения давления потока воздуха на стен-