

Таким образом, в кейнсианской концепции можно выделить следующие положительные моменты, оказывающие влияние на эффективность ее рекомендаций:

- системность в подходе к проблемам экономики в период спада;
- детальность в определении особенностей и форм государственного регулирования экономики в условиях разных режимов ее функционирования экономики.

#### Список использованных источников

1. Международная научная конференция «Современная российская экономика: кейнсианский вариант выхода из стагнации»: сборник тезисов / под ред. А.А. Пороховского, К.А. Хубиева, С.В. Кайманакова. – М.: Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2017. – 347 с.

УДК 658.512

### ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ НАГРУЗКИ НА ЖЕСТКОСТЬ НАПРАВЛЯЮЩИХ КАЧЕНИЯ

*Л.А. Колесников*

*Белорусский национальный технический университет*

Одним из важнейших факторов, определяющих точность станков, является выбор направляющих качения. Оценим характер изменения жесткости такой направляющей в зависимости от направления действия нагрузки. В качестве тестовой использовалась направляющая Rexroth серии 1851 типоразмера 45 с роликовыми телами качения и натягом 0,08  $C$ , где  $C$  – динамическая грузоподъемность,  $C = 92300$  Н. В соответствии с [1] жесткость направляющей в вертикальном направлении равна  $j_Y = 1833$  Н/мкм; в горизонтальном направлении –  $j_X = 1143$  Н/мкм.

Была разработана псевдоплоская МКЭ-модель тестовой направляющей качения, включающая опорную рельсу, саму каретку и упругие тела (1–4), моделирующие тела качения (рисунок 1,а). Тело каретки и рельса выполнены из стали ( $E = 2 \cdot 10^5$  МПа,  $\mu = 0,3$ ), а модуль Юнга упругих тел подбирался таким образом, чтобы эквивалентная жесткость модели направляющей в вертикальном направлении была равна заданной  $j_Y$ . Между упругими телами и дорожками тел качения задавалось условие контакта «Frictionless», верхние опорные площадки каретки жестко фиксировались. Предварительный натяг 0,08  $C$  обеспечивался формированием термоупругих напряжений в упругих телах 1–4.

Тестовая сила  $F$  прикладывалась к нижней поверхности рельсы. Ее направление менялось на угол от  $0^\circ$  до  $90^\circ$  относительно вертикальной оси. Характерная картина деформации модели направляющей под нагрузкой приведена на рисунке 1,б. График зависимости жесткости направляющей (Н/мкм) как функция от направления приложения силы, град, представлен на рисунке 2.

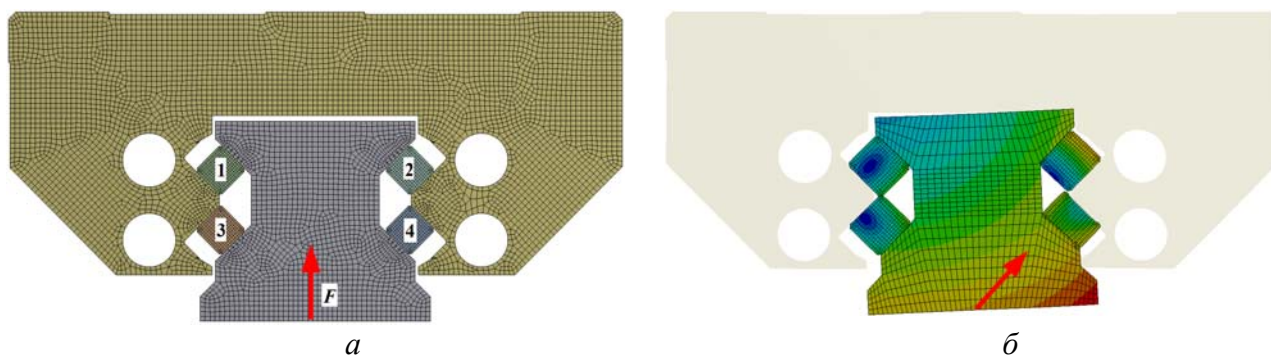


Рисунок 1 – МКЭ-модель направляющей качения

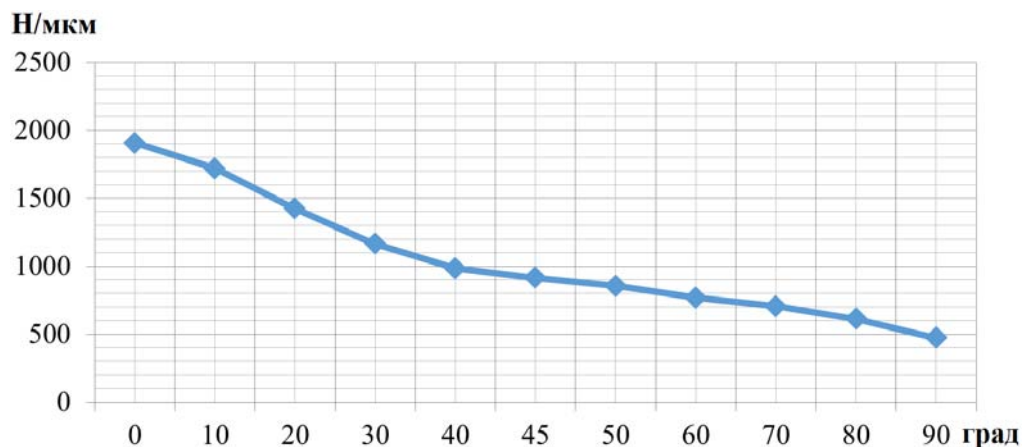


Рисунок 2 – Расчетная зависимость жесткости направляющей качения Rexroth от направления действия силы

Расчетная жесткость при горизонтальном приложении силы  $j_x$  оказалась в 2,4 раза меньше, чем по данным Rexroth [1]. Для выяснения причин такой кардинальной разницы сравнивались результаты МКЭ-расчетов для случая, когда сила прикладывается к нижней поверхности рельса (рисунок 3,а), и когда сила прикладывается симметрично относительно дорожек тел качения (красная стрелка на рисунке 3,б).

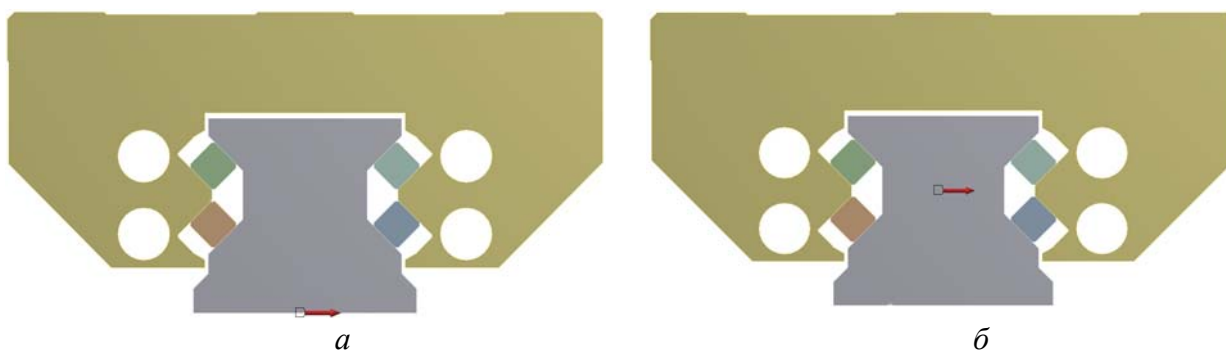


Рисунок 3 – Варианты нагружения направляющей боковой силой

В случае симметричного приложения нагрузки жесткость по результатам МКЭ-расчета практически точно совпадает с данными производителя (погрешность ~5%). К сожалению, обеспечить такой вариант нагружения (без дополнительного момента силы относительно дорожек тел качения) возможно только в редких случаях.

Таким образом, фактическая жесткость направляющих Rexroth в боковом направлении существенно меньше приведенной в технической документации. Вероятно, это справедливо и для направляющих других производителей, построенных по той же самой конструктивной схеме. При конструировании технологического оборудования следует учитывать эту недокументированную особенность направляющих качения. Например, использовать направляющие с большей грузоподъемностью, чем это вытекает из результатов стандартных расчетов.

УДК 339.9

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВИАКОМПАНИЙ

*К.И. Корнилова*

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время воздушный транспорт оказывает фундаментальное влияние на экономическое развитие страны. Кроме того, многие из наиболее экономически успешных горо-