

Экспериментальные исследования выполнялись с использованием станка мод. 1А751ф3, оснащенного устройством ЧПУ с функцией независимого управления суппортами и функцией модулированного изменения подачи. Обработывалась наружная поверхность втулок из стали 40ХН (длина втулки 145 мм, наружный диаметр 150 мм, внутренний 135 мм) при консольном закреплении в патроне и частоте вращения шпинделя $n_{ш}=255$ об/мин. Была реализована схема точения с делением подачи (оба рабочих хода выполнялись с глубиной резания $t=3$ мм и скоростью резания $v=120,1$ м/мин). Резец, установленный в револьверной головке правого суппорта, перемещался с модулированной подачей, среднее значение которой было равно подаче резца, установленного на левом суппорте.

В результате выполненных экспериментов установлено, что включение в процесс резания одним из резцов модулированной подачи обеспечивает уменьшение шероховатости обработанной поверхности и надежное дробление стружки. Уменьшение шероховатости обусловлено снижением уровня вибраций технологической системы, за счет уменьшения вероятности возникновения резонансных явлений при наложении друг на друга однородных процессов резания. Надежное дробление стружки обеспечивается за счет периодического сближения поверхностей резания обоих резцов.

УДК 658.512

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЖЕСТКОСТИ НАПРАВЛЯЮЩИХ КАЧЕНИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Колесников Л. А.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Точность современных станков определяется многими факторами, одним из важнейших которых является жесткость направляющих. В настоящее время наиболее распространены направляющие качения. Оценим характер изменения жесткости такой направляющей в зависимости от направления действия силы. В качестве тестовой использовалась направляющая Rexroth серии 1851 типоразмера 45 с роликовыми телами качения и натягом $0.08C$, где C – динамическая грузоподъемность, $C=92300$ Н. В соответствие с данными [1] жесткость направляющей в вертикальном направлении принималась равной 1833 Н/мкм, а в горизонтальном направлении – 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 ($E=2 \times 10^5$ МПа), а модуль Юнга упругих тел подбирался таким образом, чтобы эквивалентная жесткость модели направляющей в

вертикальном направлении была равна заданной (1833 Н/мм). Между упругими телами и дорожками тел качения задавалось условие контакта «Frictionless», верхние опорные площадки каретки жестко фиксировались. Предварительный натяг обеспечивался формированием термоупругих напряжений в упругих телах 1...4.

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

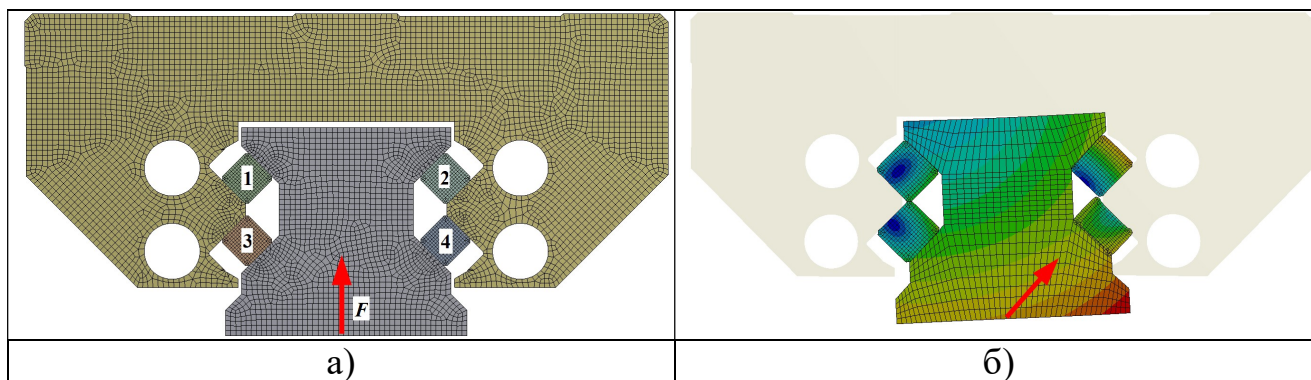


Рисунок 1 – МКЭ-модель направляющей качения

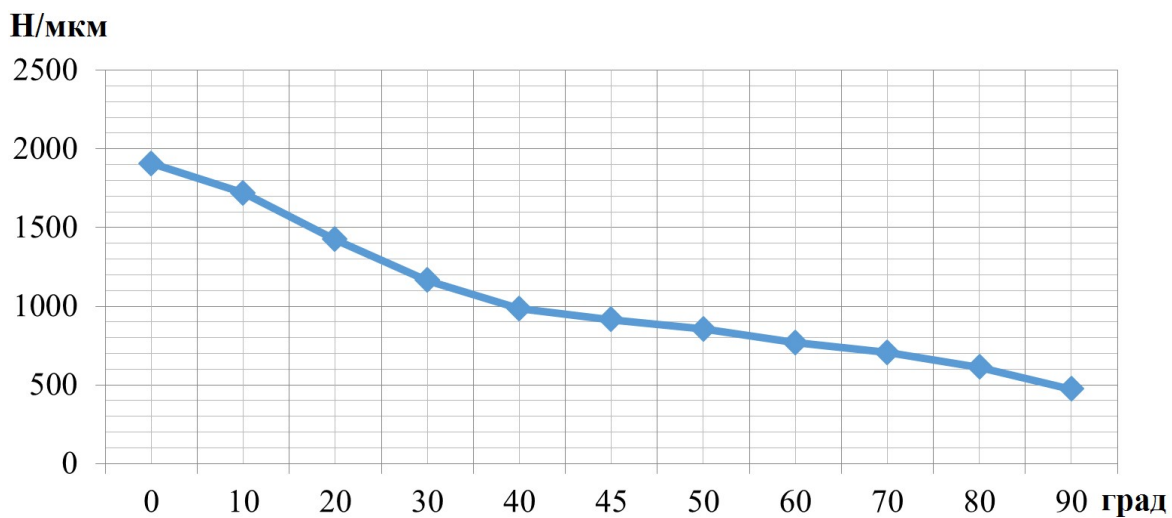


Рисунок 2 – Зависимость жесткости направляющей качения Rexroth от направления действия силы

В частности, по результатам МКЭ-расчета жесткость при горизонтальном приложении силы 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). Характер деформации каретки для каждого варианта показан на рисунках 3, в и 3, г.

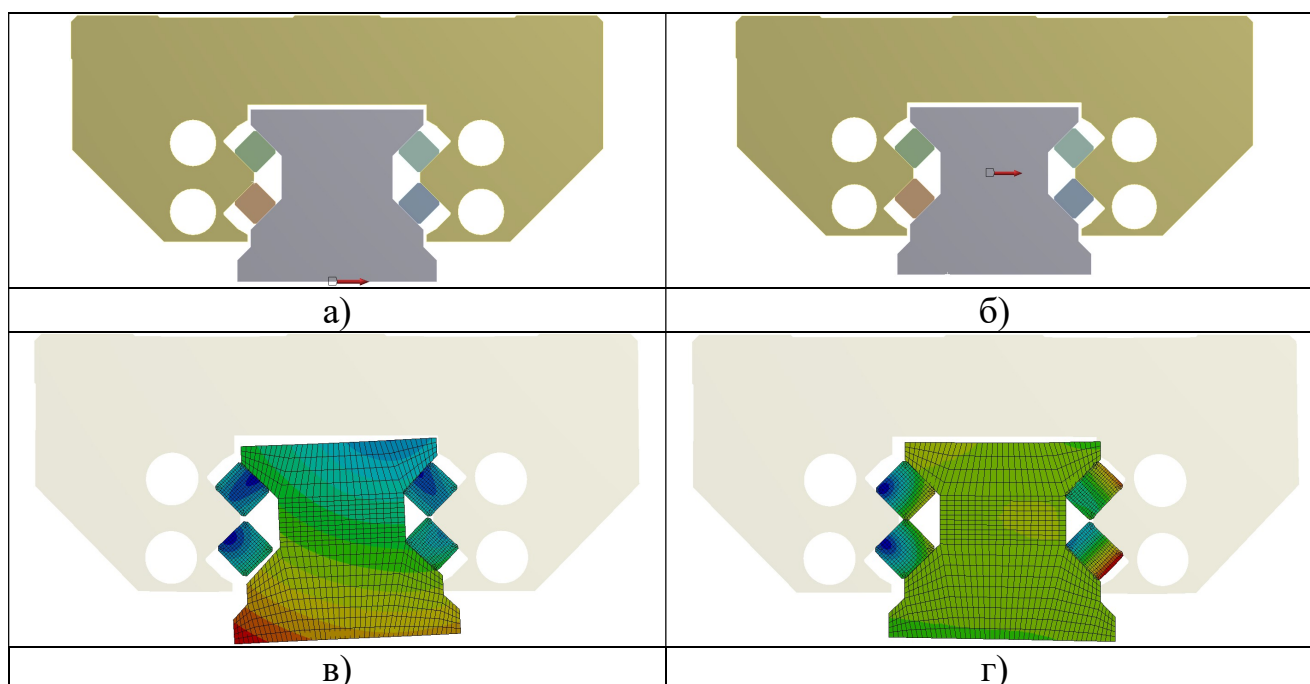


Рисунок 3 – Варианты нагружения направляющей боковой силой

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, такой явление имеет место быть не только для направляющих Rexroth, но 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.

1. Bosch Rexroth AG. Roller Rail Systems. R999000354 (2015-10).