

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунов В.П., Григорьев В.Ф. Баланс погрешностей выходного параметра многоцелевого станка в системе привода подач – подвижный орган// Вестник БрГТУ – Машиностроение, автоматизация, ЭВМ. – 2002; - № 4(16). – с 4-7.
2. Григорьев В.Ф., Горбунов В.П. Методические указания к лабораторной работе «Измерение точности позиционирования рабочих органов станков с ЧПУ» – БрГТУ, 2000.
3. Кордыш Л.М. и др. Исполнительные механизмы приводов подач подвижных узлов металлорежущих станков. Обзор. – М., НИИмаш, 1980.:
4. Шариковинтовые приводы Rexroth. Концевые опоры и корпуса гаек./ R310RU 3301 (2006.02)
5. Шариковинтовые приводы THK. / CATALOG No. 003-1EU.

УДК 621.9.06

*Рудюк А.Н.*

*Научный руководитель: доцент Григорьев В.Ф.*

### АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НАПРАВЛЯЮЩИХ КАЧЕНИЯ АГРЕГАТНОГО СТАНКА НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Привод подачи предъявляет определённые требования к направляющим исполнительного механизма: низкий коэффициент трения; высокая жёсткость в направлении, перпендикулярном направлению подачи, высокое демпфирование; высокая износостойкость [1].

В агрегатных станках с программным управлением благодаря своим характеристикам широкое распространение получили направляющие качения, так как они обеспечивают наивысшую точность координатных перемещений рабочих органов.

Направляющие качения имеют следующие основные достоинства:

- малый коэффициент трения (0,003—0,005);
- практическая независимость коэффициента трения от скорости подачи рабочего органа (исключается прерывистое движение в конце хода рабочего органа);
- незначительный износ тел качения и направляющих элементов.

Низкое сопротивление движению обеспечивает равномерность медленных перемещений, долговечность при интенсивном использовании подвижного органа длительное время и снижение мощности электродвигателя подачи.

У направляющих с опорами качения можно выделить следующие основные разновидности [2]:

- подшипниковые опоры;
- направляющие планки или кольца с телами качения, удерживаемые сепараторами;
- «танкетки» с возвратом тел качения.

Широкое применение получили опоры качения в виде так называемых «танкеток», в которых тела качения циркулируют по замкнутой траектории. Танкетка является самостоятельным узлом, который крепится к подвижному органу станка. Эти опоры применяются в паре с закалёнными и шлифованными накладными стальными направляющими, которые характеризуются высокой нагрузочной способностью, жёсткостью и износостойкостью.

На точность обработки наиболее существенное влияние оказывают такие показатели направляющих, как жёсткость и долговечность.

При проектировании привода подач агрегатного станка для фрезерной обработки блока цилиндра было рассмотрено три наиболее распространённые конструкции направляющих качения: Rexroth 1851-35 (рис. 1, а); THK SNR35 RH (рис. 1, б); THK SC 35UU (рис. 1, в).

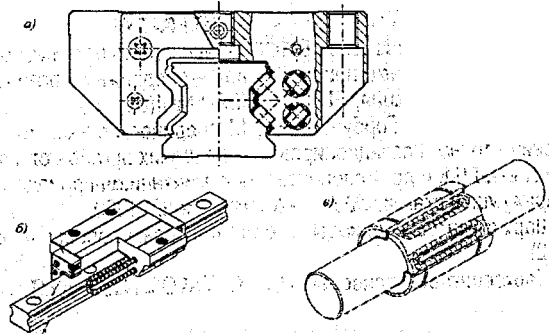


Рис.1. Рассматриваемые конструкции направляющих качения

На рис.2 изображена схема обработки блока цилиндра торцевой фрезой.

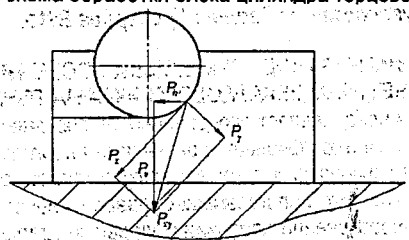


Рис. 2. Схема обработки

По данной схеме видно, что на направляющие действует две составляющие силы резания (вертикальная и горизонтальная). Горизонтальная сила направлена по направлению движения стола, поэтому данная сила не играет существенной роли для выбора конструкции направляющих. Определим вертикальную силу, действующую на направляющие:

$$F = P_v + G, \quad (1)$$

где  $F$  – результирующая вертикальная нагрузка, Н;

$P_v$  – вертикальная составляющая силы резания ( $P_v = 7550$  Н);

$G$  – сила тяжести ( $G = 24094$  Н).

$$F = 24094 + 7550 = 31644 \text{ Н}$$

Показатели жёсткости, грузоподъёмности и стоимости определим по каталогам производителей [3, 4] и занесем результаты в таблицу 1:

Табл.1. Параметры направляющих качения

|                 | Статическая грузоподъёмность, Н | Динамическая грузоподъёмность, Н | Жёсткость, Н/мкм | Стоимость, у.е. |
|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|-----------------|
| Rexroth 1851-35 | 113500                          | 56300                            | 555              | 800             |
| THK SNR35 RH    | 110000                          | 68700                            | 580              | 845             |
| THK SC 35UU     | 25650                           | 13820                            | 500              | 430             |

По этим показателям мы видим, что по жёсткости и грузоподъёмности лидируют шариковые направляющие качения THK SNR35 RH; а у круглых направляющих очень низкая грузоподъёмность, что вызвано консольным креплением самой круглой направляющей.

Долговечность является не менее важным параметром для направляющих. Так, износ направляющих приводит к искажению траектории движения рабочих органов станка, что приводит к погрешности обработки.

Произведём расчёт долговечности для выбранных конструкций [3]:

Для направляющих фирмы Rexroth расчёт на долговечность производится по формулам:

$$L_n = \frac{L}{2 \cdot s \cdot n \cdot 60}, \quad (2)$$

где  $L$  – долговечность, м;  
 $s$  – длина рабочего хода ( $s=2,5$  м);  
 $n$  – число ходов в минуту ( $n=0,08$  мин<sup>-1</sup>).

$$L = \left(\frac{c}{F}\right)^{1/3} \cdot 10^5, \quad (3)$$

где  $c$  – динамическая грузоподъёмность, Н;  
 $F$  – сила, действующая на направляющие, Н.

Для направляющих фирмы THK расчёт на долговечность отличается от Rexroth лишь при определении  $L$  [4]:

$$L = \left(\frac{c}{F}\right)^3 \cdot 50, \quad (4)$$

Результаты расчёта на долговечность отобразим в виде таблицы 2:

Табл. 2. Показатели долговечности направляющих качения.

|             | Rexroth 1851-35 | THK SNR35 RH | THK SC 35UU |
|-------------|-----------------|--------------|-------------|
| $L$ , м     | 680000          | 510000       | 41000       |
| $L_n$ , час | 27500           | 21250        | 1700        |

По расчётам видно, что по долговечности лидируют роликовые направляющие, а круговые направляющие в этом показателе значительно уступают; это связано с небольшой грузоподъёмностью.

Сравнительный анализ конструкций направляющих представим в виде гистограммы (рис. 3).

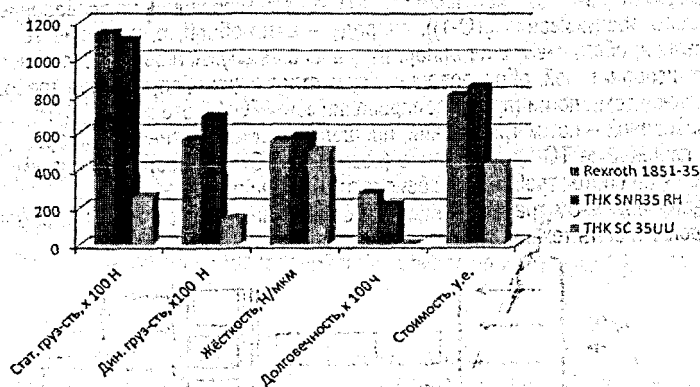


Рис. 3. Анализ конструкций направляющих качения

## Выводы

На основании произведённого анализа можно рекомендовать для проектируемого привода подачи использовать направляющие Rexroth 1851-35, так как данная конструкция обладает допустимой жёсткостью 555 Н/мм, не самой высокой стоимостью и значительно высокой долговечностью, что очень важно для агрегатных станков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кордыш Л.М. и др. Исполнительные механизмы приводов подач подвижных узлов металлорежущих станков. Обзор. – М., НИИмаш, 1980.
2. Кочергин А.И. Конструирование и расчёт металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: Выш. шк., 1991.
3. Роликовые рельсовые направляющие Rexroth. – RRS 82 302/2005.
4. Системы линейных перемещений THK. – CATALOG No.001 – 1EU.

УДК 629.083

Концевич П.С.

Научный руководитель: зав. кафедрой ТЭА, к.т.н., доцент Монтик С.В.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЗОНЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Определение оптимального количества постов для автотранспортных предприятий является важной задачей, так как неправильный выбор их количества может привести к неполной загрузке зон и участков или к необходимости ожидания автомобилями обслуживания. В последнем случае из-за простоев автомобилей снижается их коэффициент технической готовности, что в свою очередь приводит к снижению производительности.

Рассмотрим методику оптимизации зоны технического обслуживания (ТО) с использованием системы массового обслуживания на примере зоны ТО-1 для 70 автомобилей МАЗ-555102, эксплуатируемых в умеренно-теплом влажном климатическом районе.

Системами массового обслуживания (СМО) называют системы, в которых случайными являются моменты поступления требований на обслуживание и продолжительность самих обслуживаний [1].

Система массового обслуживания состоит из следующих элементов (рис.1) [1,2]: входящий поток требований – это совокупность требований к СМО на проведение определенных работ (при моделировании зоны ТО-1 – это требования на проведение первого технического обслуживания (ТО-1)); очередь – автомобили, ожидающие технического обслуживания; обслуживающие аппараты (каналы обслуживания) – совокупность рабочих мест, исполнителей, оборудования, осуществляющих обслуживание требований по определенной технологии (при моделировании зоны ТО-1 – это посты ТО-1); выходящий поток требований – поток требований, прошедших СМО (в данном примере – это автомобили, прошедшие ТО-1); замыкание (возможное) СМО – состояние системы, при котором входящий поток требований зависит от выходящего.

На автомобильном транспорте после обслуживания требований (ТО, ремонт) автомобиль должен быть технически исправным.

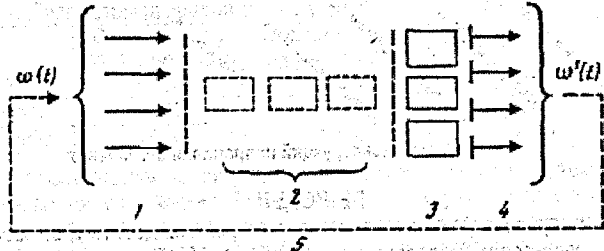


Рис. 1 Общая схема системы массового обслуживания (1 – входящий поток требований, 2 – очередь, 3 – обслуживающие аппараты, 4 выходящий поток, 5 – замыкание)