

УДК 621.941.27:539.37

Л.П.Медведев, А.Ф.Шпатаковский

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО
СТАНКА ОСОБО ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ (класс А)

Токарно-винторезный станок ИВ616 изготавливается малыми сериями на Средневолжском станкостроительном заводе в особых механических и сборочном цехах. Исследованию жесткости подвергался установленный в научно-исследовательской лаборатории № 3 станок ИВ616 заводской № 280, выпуска 1970 года.

Станок ИВ616 спроектирован на базе серийного станка нормальной точности 1А616. Кинематика станка и основы его устройства сходны с серийным станком 1А616. Однако станок ИВ616 предназначен для выполнения финишных операций токарной обработки высокой точности и имеет ряд специальных устройств, например, термостат для масла, смазывающего коробку скоростей, специальную скользящую переднюю опору шпинделя и т.д. Отличительной особенностью станка ИВ616 является особо тщательные обработка и подгонка всех контактирующих поверхностей. Станку ИВ616 присвоен высокий отличительный знак - Государственный знак качества. Следует отметить, что станок ИВ616 без всякой переделки и модернизации может быть использован для точения алмазными резцами.

Станок имеет разделенный привод главного движения, реверсирование шпинделя достигается дисковыми фрикционными муфтами, расположенными в коробке скоростей.

Основные технические данные станка 1В616 приводятся ниже.
Наибольший диаметр точения над станиной, мм..... 320.
Расстояние между центрами, мм..... 500.
Число скоростей правого вращения..... 21.
Пределы об/мин шпинделя..... 10-2000
Пределы продольной подачи, мм/об..... 0,01-0,23.

Жесткость металлорежущего станка является одной из важнейших его характеристик, в значительной степени определяющей его точность и производительность [2]. Вопросам жесткости металлорежущих станков в СССР уделяется значительное внимание. На сегодняшний день введены в действие свыше 22 Государственных стандартов на жесткость или точность, с включением проверки на жесткость, практически на все типы станков, выпускаемых крупными сериями.

Все существующие стандарты жесткости металлорежущих станков разработаны в ЗНИМС под руководством В.И.Дикущина. Перед установлением норм жесткости было проведено большое опытно-статистическое исследование, которое дало основные научные закономерности будущих стандартов.

При нормировании характеристики жесткости устанавливают приближенную теоретическую закономерность, связывающую J_{im} с основным параметром станка A_i , исходя из технологически необходимой точности обработки. Силу резания P_i и погрешность обработки δ выражают как функцию A_i ;

$$J_{im} = \frac{dP_i}{d\delta_i} = \frac{d[\psi(A_i)]}{d[\varphi(A_i)]} = f(A_i) \quad (1)$$

Практически характеристика жесткости $J_{im} = f(A_i)$ есть степенная функция

$$J_{im} = C_{jm} A_i^{x_{im}}$$

Зависимость J_{im} от размеров станков принимает в результате анализа роли жесткости станка в общей технологической системе при изменении размеров обрабатываемых изделий, а также определения общей тенденции изменения J_{im} как путем расчета деформаций основ-
17-4806

ных элементов станков, так и на основе обобщения статистических данных [1]. Для большинства типов станков, работающих однолезвийным инструментом, величина

$$J_{im} = C_{jm} \sqrt[3]{A_i}$$

Числовые значения коэффициентов определяются на основе обобщения статистических данных.

Первый из утвержденных в СССР стандартов ГОСТ 7895-56 "Станки металлорежущие общего назначения. Нормы жесткости" предусматривает нормы жесткости для станков нормального класса точности "Н". За последнее время поставлена задача значительно увеличить выпуск станков более высоких классов точности. В связи с этим ЭНИМС разработал проект ГОСТ "Станки токарные и токарновинторезные. Нормы точности". В данном проекте устанавливаются нормы точности и жесткости для станков классов Н, П, В. Нормы для станков классов А и С в проекте не приводятся, но здесь дается методика их расчета. Согласно рекомендации ЭНИМС, нагружающие силы и допустимые суммарные отжимы для станков повышенных классов точности можно определить по следующим формулам:

$$P = \frac{P_n}{1,25^k} \text{ кг} \quad (1)$$

$$a = \frac{a_n}{1,56^k} \text{ мм} \quad (2)$$

где P_n - нагружающая сила, в кг; a_n - допустимый отжим, в мм, для соответствующего типо-размера станка класса точности Н; k - показатель степени; для станков класса Н — $k = 0$; класса П — $k = 1$; класса В — $k = 2$; класса А — $k = 3$ и класса С — $k = 4$.

В таблице I приведены результаты расчета нагружающих сил и допустимых суммарных отжимов оправок от суппорта для токарных станков классов А и С, произведенного по упомянутым формулам.

Таблица I

Величины нагружающих сил P и допустимых перемещений для станков классов А и С, рассчитанные на основе проекта ГОСТ

Для станков с наибольшим диаметром обработки D , мм	Класс точности станков					
	Кл. точности А			Кл. точности С		
	РкГ	a_1	a_2	РкГ	a_1	a_2
200	100	0,026	0,032	80	0,017	0,021
250	140	0,032	0,045	112	0,021	0,029
320	200	0,045	0,051	160	0,029	0,033
400	280	0,051	0,064	224	0,033	0,041

a_1 - наибольшее допустимое перемещение резцедержателя в мм относительно оправки, установленной в шпинделе, a_2 - установленной в пиноли.

Из таблицы I видно, что для станков ИВ616, имеющих $D = 320$ мм и класс точности А, нагружающая сила при испытании на жесткость составит $P = 200$ кг, а соответствующие допустимые перемещения 0,045 и 0,051 мм. Допуски, приведенные в таблице I, для станков класса А и С должны быть согласованы с заказчиком при изготовлении станка.

При измерении жесткости станка ИВ616 заводской № 280 были получены средние величины перемещений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Измеренные величины перемещений резцедержателя от оправок для станка ИВ616 заводской № 280. (Приводятся величины отжимов, средние из 5 проведенных одинаковых замеров)

Нагружающая сила P кг	Перемещение резцедержателя от оправки, вставленной в шпиндель, в мм	Перемещение резцедержателя от оправки, вставленной в пиноль, в мм
0	0,000	0,000
50	0,006	0,010
100	0,016	0,028
150	0,031	0,052
200	0,050	0,077
150	0,044	0,057
100	0,035	0,047
50	0,026	0,034
0	0,009	0,012
	остаточный отжим	остаточный отжим

Из таблицы 2 видно, что в положении суппорта около передней и задней бабок станок IB6I6 заводской № 280 не вполне удовлетворяет нормам жесткости: в положении около передней бабки, вместо наибольшего допустимого перемещения 0,045 мм, фактически получено 0,050 мм, а около задней бабки - 0,077 мм, вместо допустимых 0,051 мм.

В таблице 2 обращает на себя внимание малая величина остаточных отжимов после снятия нагружающей силы, что свидетельствует о высоком качестве пригонки контактирующих поверхностей.

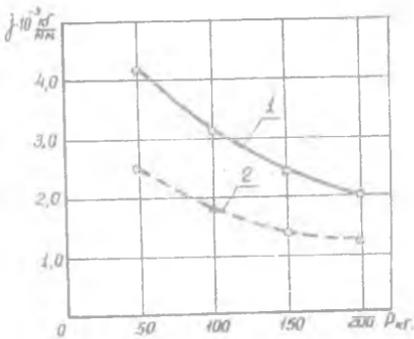


Рис. 1. Зависимость суммарных жесткостей от нагружающей силы.
1 - суммарная жесткость передней бабки и суппорта;
2 - суммарная жесткость задней бабки и суппорта.

передней бабки и 0,08 мм в положении около задней, то есть в несколько раз больше, чем для станка IB6I6.

Таким образом, приведенные данные по испытанию жесткости токарно-винторезного станка высокой точности IB6I6 показывают, что основным резервом повышения жесткости металлорежущего оборудования является улучшение качества обработки и тщательная подгонка контактирующих поверхностей.

Литература

1. Веденский В.А. Разработка норм жесткости металлорежущих станков. "Стандартизация", 1961, № 6.
2. Медведев Л.П. Производительность и точность обработки на

токарных станках в связи с их жесткостью. Труды Всесоюзной международной конференции по обрабатываемости жаропрочных и титановых сплавов. Куйбышев, 1962.

3. ГОСТ 7895-56. Станки токарные общего назначения. Нормы жесткости.