

Список литературы

1. Каркасные строительные композиты [текст]: В 2. Ч. 1. Структурообразование. Свойства. Технология / В.Т. Ерофеев, Н. И. Мищенко, В.П. Селяев, В.И. Соломатов; под ред. Акад. РААСН В.И. Соломатова. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1995. 200 с.

V.V. Lesnov, V.T. Erofeev

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF CEMENT COMPOSITES MODIFIED POLYVINYLACETATE EMULSION AND FIBER «RICEM» FOR MANUFACTURE OF CARCASS CONCRETE

The results of investigation of the properties of cement composites modified polyvinylacetate emulsion and reinforced polyacrylonitrile fiber, suitable for the manufacture of CARCASS concrete. An increase of the bending strength and deformability of cement composites, obtained mathematical models of physical-mechanical properties.

Key words: *carcass concretes, cement composites, polyacrylonitrile fiber, polyvinylacetate emulsion, mathematical models of physical-mechanical properties.*

Получено 20.11.12

УДК 621.941

М.В. Матрохин, асп., (910)554-58-76, nixortam@rambler.ru
(Россия, Тула, ТулГУ)

СТАТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ СТАНКОВ

Приведены схемы замера жесткости токарного станка и данные по жесткости конкретного образца станка мод. 16К20. Показано, что в станках данной модели имеется значительная петля гистерезиса.

Ключевые слова: *станок, жесткость, деформации, петля гистерезиса.*

Статический способ используется на практике для оценки технического состояния нового оборудования при его производстве (технический контроль, [1]) или после ремонтов в процессе эксплуатации.

Принцип контроля жесткости основан на законе Гука

$$J = \frac{Q}{\Delta}, \quad (1)$$

где Q – модуль силы, действующей на элемент технологической системы в направлении соответствующей оси координат; Δ - величина суммарных перемещений звеньев технологической системы, измеренная в том же

направлении (под перемещениями понимаются относительные смещения в сопряжениях деталей и узлов, имеющих посадки с зазорами, и упругие деформации элементов системы).

Следует различать приведенную жесткость технологической системы и относительные жесткости ее элементов (подсистем).

Под приведенной понимается жесткость непосредственно в стыке инструмент-заготовка, измеренная в направлении действия силы резания. Приведенная жесткость технологической системы, так же как и сила резания, может раскладываться на три составляющие в направлении соответствующих осей координат. Помимо линейных составляющих вдоль осей координат, имеют место и угловые составляющие жесткости, отражающие свойство технологической системы сопротивляться деформации (повороту) под действием моментов сил.

Относительные жесткости – это характеристики отдельных частей (подсистем) металорежущего станка: например, жесткость шпиндельной бабки, суппортной группы (по резцодержателю) или задней бабки относительно станины; шпинделя относительно корпуса шпиндельной бабки; резцодержателя или револьверной головки относительно верхних салазок суппорта и т.д.

Относительная жесткость функциональных узлов станков является их важнейшим конструктивным показателем и подвергается всесторонним исследованиям в станкостроении.

В практическом машиностроении интерес представляют относительные жесткости более крупных подсистем станка, причем базовым элементом, относительно которого и определяется жесткость, является, как правило, станина (направляющие станины).

Относительные составляющие жесткости требуется установить экспериментальным образом в случае, если динамические модели рассматривают заготовку, технологическую оснастку и инструмент как отдельные изменяемые подсистемы (условия серийного производства). Остальные же подсистемы всей технологической системы в целом (т.е. узлы станков) могут рассматриваться как некоторые постоянные составляющие таких динамических моделей. В этом случае экспериментальное определение параметров относительной жесткости может производиться через достаточно большие промежутки времени, обусловленные долговечностью оборудования. Такие экспериментальные проверки жесткости целесообразно совместить с периодическим техническим обслуживанием оборудования.

На рис. 1 показана схема определения статической осевой составляющей жесткости $J_{X_{шб}}^{cm}$ шпиндельной бабки токарного станка (с приспособлением – патроном) и задней бабки $J_{X_{зб}}^{cm}$ по отношению к станине. В условном обозначении относительной жесткости используются индексы: X (Y , Z) – оси координат; $шб$, $зб$ – конечного узла, жесткость которого опре-

деляется; cm – базового узла, относительно которого определяется жесткость. (Угловая жесткость по отношению к оси X центров станка будет обозначаться как $G_{X\text{цб}}^{cm}$).

Схема измерения относительной статической жесткости имеет некоторую особенность, связанную с проблемой контроля перемещений шпиндельной и задней бабки станка относительно станины непосредственно вдоль оси центров станка (это можно выполнить только при наличии специальных достаточно сложных и дорогостоящих датчиков линейных малых перемещений, например, на основе лазера). Решение проблемы с использованием стандартных средств измерения, например, индикаторов часового типа (с ценой деления 0,001 мм) – в контроле перемещений при силовом нагружении в двух сечениях, симметричных относительно оси центров, то есть $l_I = 0,5 l_H$.

И шпиндельная бабка, и задняя бабка токарного станка конструктивно представляют собой некое подобие консольных балок, жестко закрепленных на станине. Поэтому, имеет место, помимо плоскопараллельного перемещения, и поворот относительно точки, координаты которой неизвестны. Для исключения влияния этого поворота на измерение осевое усилие на контрольные диски 7 и 11 (см. рис. 1), контактирующие непосредственно с исследуемыми узлами, передается через шариковые опоры 8.

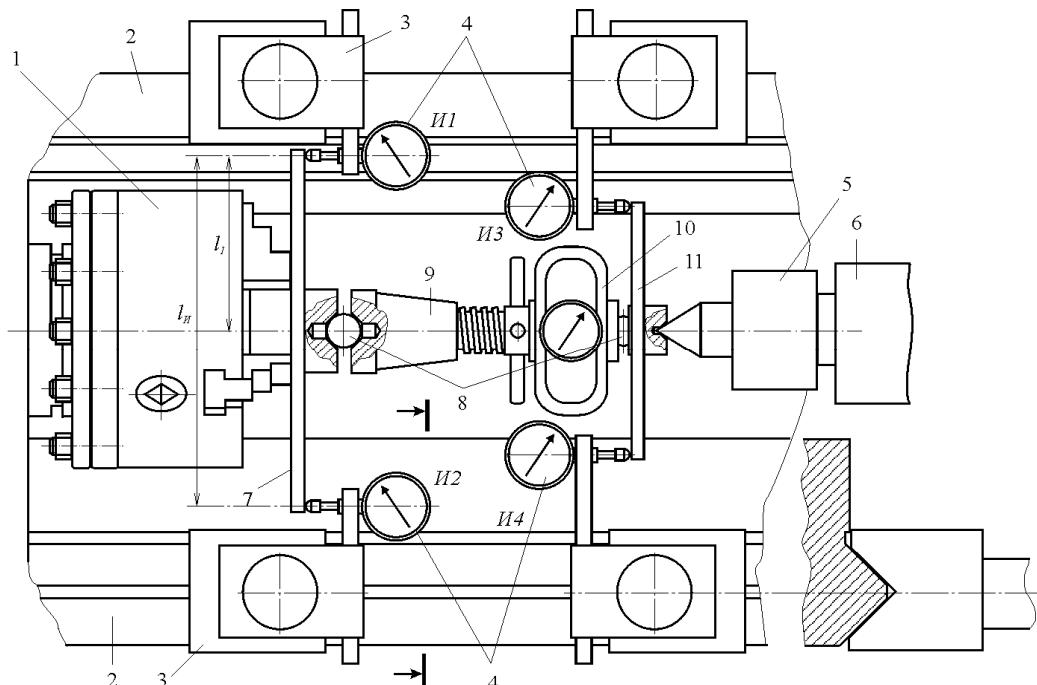


Рис. 1. Схема определения статической осевой жесткости шпиндельной и задней бабки токарного станка: 1- патрон; 2 – направляющие станины; 3 – магнитные стойки; 4 – индикаторы часового типа; 5 – центр задний; 6 – пиноль; 7, 11 – контрольные диски; 8 – шаровые опоры; 9 – винтовой домкрат; 10 – динамометр

Усилие создается между контролируемыми узлами с помощью винтового домкрата 9 и механического динамометра 10. За счет плавного поворота маховика домкрата 9 устанавливаются определенные дискретные значения осевой силы Q от нуля до максимального значения, которое ограничено либо предельным значением осевой составляющей силы резания при выполнении конкретной операции, либо паспортными допустимыми значениями для конкретной модели станка.

Вследствие деформации передней бабки станка как "консольной балки" и некоторого смещения точки приложения силы нагружения Q контрольный диск, зажатый в патроне или установленный непосредственно в базы шпинделя, может иметь некоторое угловое смещение, что фиксируется различными показаниями индикаторов $I1$ и $I2$. Приведенной плоско-параллельное смещение шпиндельной бабки в этом случае составит

$$\Delta_{ШБ} = \Delta_{\Sigma 12} = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}, \quad (2)$$

то есть, с учетом формулы (1), получим

$$J_{X_{u\delta}}^{cm} = \frac{2Q}{\Delta_1 + \Delta_2}. \quad (3)$$

Такой же зависимостью определяется и статическая осевая жесткость задней бабки станка по показаниям соответствующих индикаторов $I3$ и $I4$

$$J_{X_{3\delta}}^{cm} = \frac{2Q}{\Delta_3 + \Delta_4}. \quad (4)$$

Схема экспериментального определения статической относительной угловой жесткости предусматривает приложение к соответствующим узлам (подсистемам) станка определенного момента сил. На рис. 2 представлена такая схема для установления угловой жесткости шпиндельной бабки и суппортной группы станка относительно станины и оси Z системы координат.

Угловое смещение (поворот) шпиндельного узла определяется на базовой длине l_H :

$$\gamma_{u\delta}^{cm} = \frac{\Delta_{10} - \Delta_9}{l_H}, \quad (8)$$

$$\gamma_{cn}^{cm} = \frac{\Delta_{11} - \Delta_{12}}{l_H}, \quad (9)$$

а угловые относительные жесткости:

$$G_{Z_{u\delta}}^{cm} = \frac{Q \cdot L}{\gamma_{u\delta}^{cm}} = \frac{Q \cdot L \cdot l_H}{\Delta_{10} - \Delta_9}, \quad (10)$$

$$G_{Z_{cn}}^{cm} = \frac{Q \cdot L \cdot l_H}{\Delta_{11} - \Delta_{12}}. \quad (11)$$

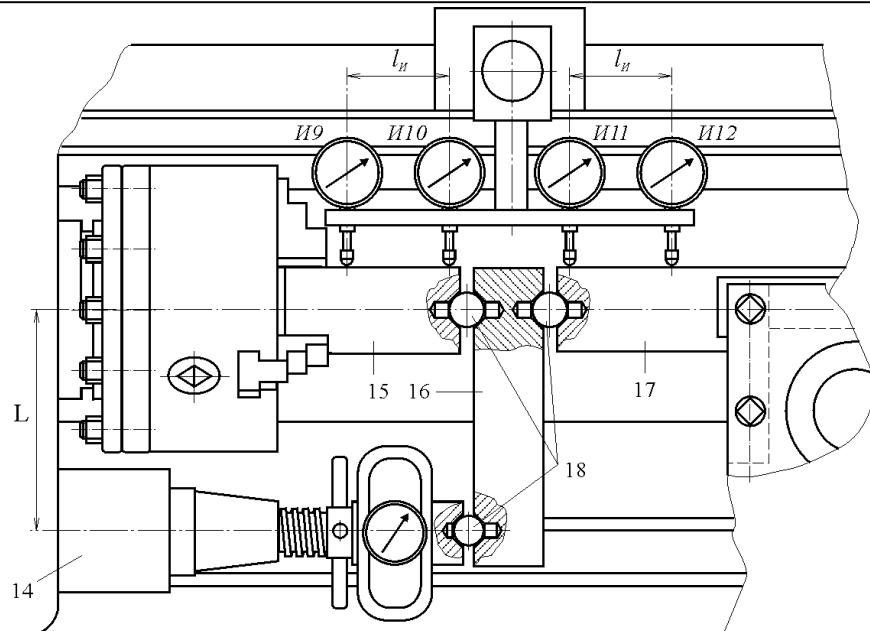


Рис. 2. Схема определения статической угловой жесткости шпиндельной и задней бабки токарного станка относительно оси Z:
14 – дополнительная опора (на станине);
15, 17 – измерительные оправки, 16 – рычаг, 18 - шарики

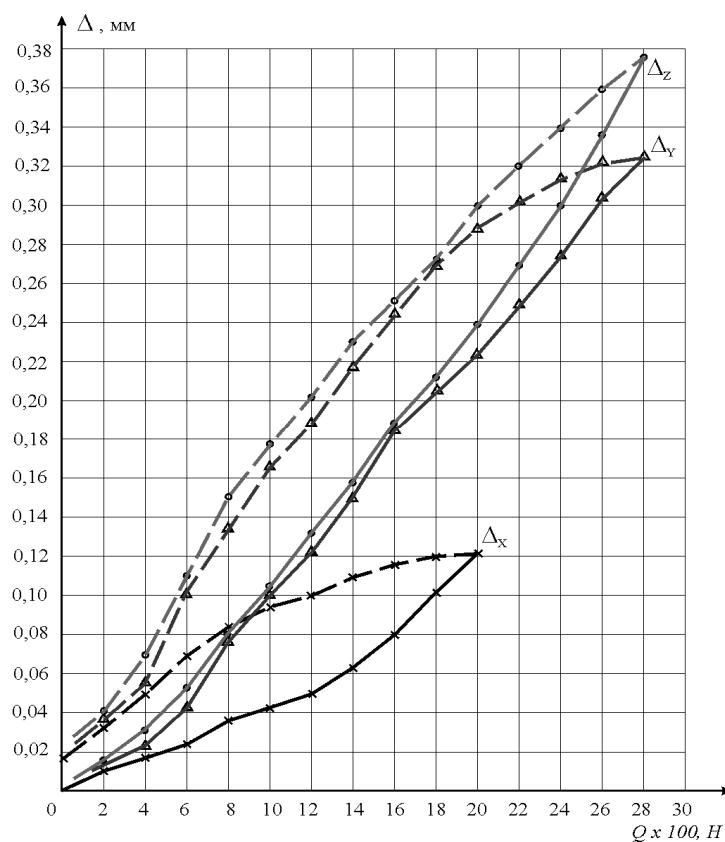


Рис. 3. Графики изменения относительных перемещений суппорта и шпинделя токарного станка 16К20 при прямом и обратном нагружении

На рис. 3 приведены результаты замеров перемещений шпинделья относительно суппорта (инструментального блока) при осевом (X), радиальном (Y) и тангенциальном (Z) нагружении по схемам, аналогичным изображенной на рис. 1.

Как следует из экспериментальных графиков жесткость в направлении осей координат, имеет некоторую нелинейность и, кроме того, обладает явлением "гистерезиса": ветви нагрузки и разгрузки технологической системы не совпадают, что объясняется наличием зазоров в подвижных соединениях металлорежущего станка, некоторыми особенностями упругих деформаций различных конструктивных элементов узлов станка и колебаниями свойств процесса трения.

На рис. 4 приведены экспериментальные графики угловых перемещений в стыке шпиндель - инструментальный блок (суппорт), измеренные по схеме на рис. 2.

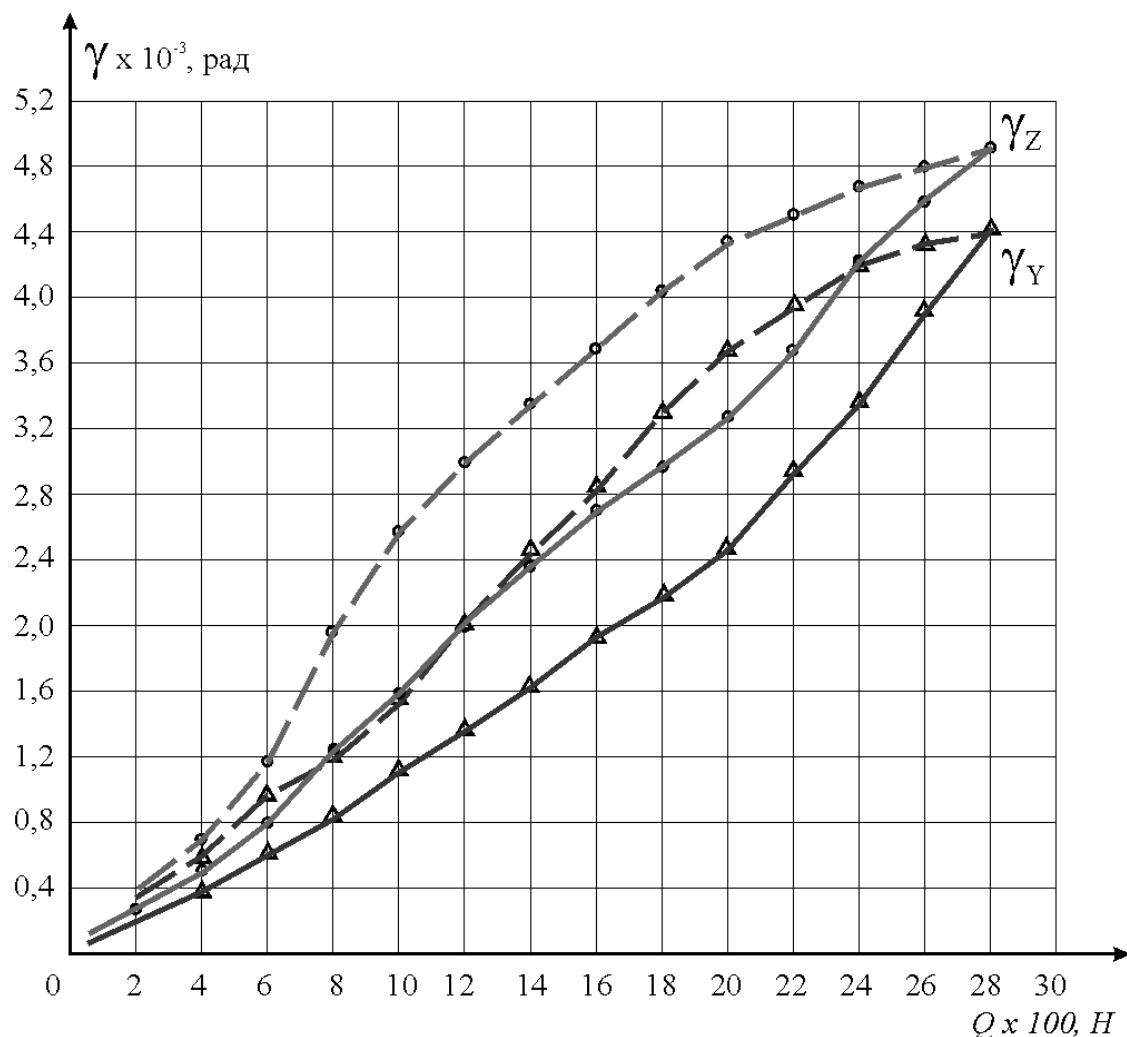


Рис. 4. Графики изменения относительных угловых перемещений суппорта и шпинделья токарного станка 16К20 при прямом и обратном нагружении

Угловые жесткости как свойство технологической системы сопротивляться поворотам вокруг осей Z и Y близки по значениям (различие составляет 8...10%), но также имеют петлю "гистерезиса". По приведенной методике получаются достаточно точные картины упругих деформаций и восстановления технологической системы.

Список литературы

1. Заковоротный В.Л. Методика исследования упругих характеристик металлорежущих станков/ В.Л. Заковоротный // Известия Северо Кавказского научного центра высшей школы. / Сер. Технических наук, 1980. № 1. С. 63-65.
2. Пуш А.В. Моделирование и мониторинг станков и станочных систем/А.В. Пуш //СТИН. 2000. №9. С. 12-20.
3. Ямников А.С., Федин. Е.И., Попов М.А. Методика расчета динамических характеристик технологической системы по экспериментальным данным/ А.С. Ямников, Е.И. Федин., М.А. Попов// Изв. ТулГУ. Серия Машиностроение, Тула.:ТулГУ, 1997. Вып. 3. С. 202-206.

M.V. Matrohin

METHOD FOR DETERMINING THE STATIC STIFFNESS OF MACHINES

The schemes of measuring rigidity lathe and data on the rigidity of the machine specific sample modes. 16K20. It is shown that machines of this model has a large hysteresis loop.

Key words: machine, stiffness, strain measurement, the hysteresis loop.

Получено 20.11.12