

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **102 553** (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(51) МПК
[B23B 19/02 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 07.03.2014)
Пошлина: учтена за 1 год с 04.03.2010 по 04.03.2011

<p>(21)(22) Заявка: 2010108050/02, 04.03.2010</p> <p>(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 04.03.2010</p> <p>Приоритет(ы):</p> <p>(22) Дата подачи заявки: 04.03.2010</p> <p>(45) Опубликовано: 10.03.2011 Бюл. № 7</p> <p>Адрес для переписки: 620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УРФУ , центр интеллектуальной собственности, Т.В. Марк</p>	<p>(72) Автор(ы): Либерман Яков Львович (RU), Плюхина Елена Александровна (RU)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина" (RU)</p>
---	---

(54) ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ШПИНДЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО СТАНКА

(57) Реферат:

В заявке предлагается высокоскоростной шпиндельный узел металлорежущего станка, содержащий шпиндель, установленный в корпусе на подшипниках качения, многоходовой блок управления, первый вход которого соединен с задатчиком напряжения, электроуправляемый маслораспылитель, выходное сопло которого размещено в корпусе, а управляющий вход связан с выходом блока управления. Шпиндель снабжен термодатчиком, соприкасающимся с наружным кольцом переднего подшипника шпинделя и соединенный со вторым входом блока управления, и тензодатчиком, встроенным в наружное кольцо переднего подшипника шпинделя. Отличительной особенностью шпиндельного узла является то, что он снабжен формирователем импульсов и сглаживающим фильтром, входы которых соединены с тензодатчиком, частотомером, вход которого подключен к выходу формирователя импульсов, а выход - к третьему входу блока управления, причем выход фильтра соединен с четвертым входом блока управления, а блок управления выполнен в виде сумматора напряжений.

Предлагаемая полезная модель относится к области станкостроения и может быть использована в токарных, фрезерных и иных станках, работающих в широких диапазонах скоростей главного привода и нагрузках на него.

В настоящее время, шпиндельные узлы, аналогичные предлагаемому, известны. К ним относится, в частности, шпиндельный узел, описанный в книге «Станки с числовым программным управлением (специализированные)/ Под ред. В.А.Лещенко. - М.: Машиностроение, 1979, стр.111-112, рис.3.37 и 3.38». Указанный узел содержит электрошпиндель, установленный в корпусе на подшипниках качения. Подшипники

смазываются масляным туманом. Для этого имеется маслораспылитель, содержащий источник сжатого воздуха, резервуар с маслом, электропневматический клапан и выходное сопло. Источник воздуха соединен с резервуаром масла через электропневматический клапан, выходное сопло маслораспылителя размещено в корпусе шпиндельного узла, а вход (им является вход включения-выключения клапана) соединен с пусковой кнопкой электрошпинделя. При включении электрошпинделя электропневматический клапан срабатывает и сжатый воздух начинает подаваться через масляный резервуар в корпус шпиндельного узла. При этом он захватывает из резервуара капли масла и через сопло распыляет их в корпусе, создавая масляный туман. Туман охлаждает подшипники шпинделя, что способствует повышению их долговечности.

Рассмотренный шпиндельный узел довольно прост по конструкции, однако имеет существенный недостаток: интенсивность образования в нем масляного тумана постоянна и определяется первоначальной настройкой маслораспылителя. В связи с этим, при малой скорости вращения шпинделя и малой нагрузке на него подача масляного тумана в корпус узла может оказаться избыточной, а при высокой скорости и большой нагрузке - недостаточной. В первом случае работа шпиндельного узла будет неэкономичной, во втором случае будет происходить с перегревом подшипников, что уменьшит срок их службы.

Отмеченного недостатка, в определенной степени, лишен высокоскоростной шпиндельный узел, разработанный фирмой Georg Muller Numberg (Германия), описанный в книге «Я.Л.Либерман. Системы мониторинга для металлорежущих станков. - Екатеринбург: УГТУ, 2000, стр.55-57, рис.21» и принятый нами за прототип.

Данный шпиндельный узел содержит шпиндель (в частном случае, мотор - шпиндель), установленный в корпусе на подшипниках качения; многоходовой блок управления (он состоит, по крайней мере, из двух компараторов); электроуправляемый маслораспылитель (он содержит источник сжатого воздуха, резервуар с маслом, электроуправляемый дроссель, установленный между источником воздуха и масляным резервуаром и выходное сопло); первый задатчик напряжения, соединенный с первым входом первого компаратора; термодатчик, соприкасающийся с наружным кольцом переднего подшипника шпинделя и соединенный со вторым входом первого компаратора; второй задатчик напряжения, соединенный с первым входом второго компаратора; тензодатчик, встроенный в наружное кольцо переднего подшипника и соединенный со вторым входом второго компаратора. При этом выходное сопло маслораспылителя размещено в корпусе шпиндельного узла, выход первого компаратора соединен с управляющим входом электроуправляемого маслораспылителя, а выход второго компаратора - с регулятором силы резания (таковым является, в частности, привод подачи станка, поскольку, уменьшая подачу, можно существенно уменьшать силу резания и нагрузку на шпиндель, а увеличивая подачу, - заставить их возрасти).

При эксплуатации шпиндельного узла вначале с помощью первого задатчика задают на первый компаратор напряжение, уровень которого соответствует допустимой температуре переднего (наиболее нагруженного) подшипника. Аналогично, с помощью второго задатчика на второй компаратор подают напряжение, уровень которого соответствует допустимой нагрузке на подшипник. Далее при работе шпиндельного узла термодатчик выдает сигнал, уровень которого соответствует фактической температуре подшипника. Если этот сигнал меньше заданного, первый компаратор заставляет маслораспылитель уменьшить туманообразование, а если больше, - то увеличить. Подобным же образом, если нагрузка на подшипник возрастает и станет больше допустимой, то второй компаратор окажет соответствующее воздействие на регулятор силы резания (уменьшит подачу), а если уменьшится, - то увеличит.

Шпиндельный узел - прототип работает значительно эффективнее, чем его предшественники. Маслораспылитель в нем действует более экономично, температура подшипников поддерживается более или менее постоянной, близкой к заданной. Вместе с тем, точность поддержания заданной температуры при работе шпиндельного узла-прототипа, все же, далеко не всегда удовлетворительна. Особенно при изменении скоростей и нагрузок в широких диапазонах.

В связи с этим, задачей разработки предлагаемой полезной модели является повышение точности поддержания температуры подшипников на заданном уровне при высокой экономичности масляного туманообразования.

Достигается решение поставленной задачи за счет того, что высокоскоростной шпиндельный узел металлорежущего станка, содержащий шпиндель, установленный в корпусе на подшипниках качения, многоходовой блок управления, первый вход

которого соединен с задатчиком напряжения, электроуправляемый Маслораспылитель, выходное сопло которого размещено в корпусе, а управляющий вход связан с выходом блока управления, термодатчик, соприкасающийся с наружным кольцом переднего подшипника шпинделя и соединенный со вторым входом блока управления, и тензодатчик, встроенный в наружное кольцо переднего подшипника шпинделя, дополнительно снабжен формирователем импульсов и сглаживающим фильтром, входы которых соединены с тензодатчиком, частотомером, вход которого подключен к выходу формирователя импульсов, а выход - к третьему входу блока управления, причем выход фильтра соединен с четвертым входом блока управления, а блок управления выполнен в виде сумматора напряжений.

На рис.1 приведена схема прилагаемого шпиндельного узла, на рис.2 - схема расположения термодатчика и тензодатчика относительно переднего подшипника шпинделя, на рис.3 - временная диаграмма сигналов напряжения при вращении шпинделя на выходах тензодатчика, сглаживающего фильтра и формирователя импульсов.

Как видно из рисунков, шпиндельный узел состоит из корпуса 1, в котором на подшипниках качения (на рисунке показан только передний подшипник 2) установлен шпиндель 3. В корпусе 1 в соприкосновении с подшипником 2 размещен термодатчик 4, а в наружное кольцо подшипника 2 встроен тензодатчик 5.

Последний установлен в кольцевой проточке 6, выполненной в наружном кольце так, как это показано на рисунке 2, что является типовым способом установки тензодатчиков в подобных случаях (М.С.Городецкий, Д.Л.Ведянский. Контроль и диагностика в ГПС. - М.: Высшая школа, 1989, рис.31). Выход тензодатчика 5 соединен со входами формирователя импульсов 7 и сглаживающего фильтра 8. При этом выход формирователя связан со входами частотомера 9, а выход частотомера, выход фильтра 8 и термодатчика 4 соединены со входами блока управления 10, выполненного в виде четырехходового сумматора (термодатчик соединен со вторым входом блока 10, частотомер - с третьим входом блока 10, а фильтр - с четвертым входом блока 10). К первому же входу блока 10 подключен задатчик напряжения 11, к выходу блока 10 подключен управляющий вход электроуправляемого маслораспылителя 12, а выходное сопло маслораспылителя подключено к корпусу 1 шпиндельного узла, а именно, размещен в нем. Для настройки устройства (согласования сигналов от частотомера 9, фильтра 8 и термодатчика 4) фильтр и термодатчик могут быть соединены с блоком 10 (сумматором), соответственно, через усилители 13 и 14 с регулируемыми коэффициентами усиления. Однако применение этих усилителей не обязательно - параметры выходных сигналов частотомера, фильтра и термодатчика могут быть согласованы и при изготовлении всего шпиндельного узла.

Работа предлагаемого узла происходит следующим образом. При вращении шпинделя 3 тела вращения (шарики) подшипника 2 создают пульсирующую нагрузку на тензодатчик 5. Тензодатчик выдает также пульсирующий сигнал напряжения, амплитуда которого пропорциональна нагрузке на подшипник, а частота - скорости его вращения. Проходя через сглаживающий фильтр 8, этот сигнал усредняется, в результате чего нагрузка P теперь отображается уровнем сигнала $E \cdot P$ на выходе фильтра. Проходя через формирователь импульсов 7, сигнал от тензодатчика 5 из приблизительно синусоидально пульсирующего преобразуется в последовательность прямоугольных импульсов, частоту которых теперь можно надежно подсчитать. Поступая на частотомер 9, эти импульсы создают на его выходе сигнал $D \cdot \omega$, уровень которого отображает скорость со вращения подшипника 2. Одновременно с этим термодатчик 4 выдает сигнал $F \cdot t$, уровень которого отображает температуру t подшипника 2 (D , E , F - коэффициенты пропорциональности). Все эти сигналы (от частотомера 9 и через усилители 13 и 14) поступают на сумматор 10 и суммируются им. На этот же сумматор подается сигнал U_3 от задатчика напряжения 11, которым задается минимально допустимая производительность маслораспылителя 12. В результате на выходе сумматора получается сигнал $U_y = D \cdot \omega + E \cdot P + F \cdot t + U_3$. Сигнал U_y поступает на маслораспылитель 12 и обеспечивает его производительность Q . Чем больше U_y , тем больше Q . А чем больше Q , тем лучше охлаждаются подшипники шпиндельного узла и тем меньше температура t . Иначе говоря, чем больше некоторая величина $C \cdot U_y$, тем меньше t (здесь C - коэффициент пропорциональности, подобный D , E , F). Если учесть, что чем больше ω , тем больше t , и чем больше P , тем также больше t , то в общем виде можно записать $t = A \cdot \omega + B \cdot P - C \cdot U_y$, где A и B - коэффициенты пропорциональности, аналогичные C . Подставив в формулу для t

величину U_y , получим $t = \frac{(A - C \cdot D) \cdot \omega + (B - C \cdot E) \cdot P - C \cdot U_3}{1 + C \cdot F}$. Из этой формулы

следует, что при неизменном U_3 и изменении ω на $\Delta\omega$ и P на ΔP , величина t изменится на

$$\Delta t = \frac{(A - C \cdot D) \cdot \Delta\omega + (B - C \cdot E) \cdot \Delta P}{1 + C \cdot F} \quad (1)$$

То есть, если при работе шпиндельного узла скорость вращения шпинделя или/и нагрузка увеличатся, соответственно, на $\Delta\omega$ или/и на ΔP , то t возрастет на Δt , а если они уменьшатся, то уменьшатся на Δt и t .

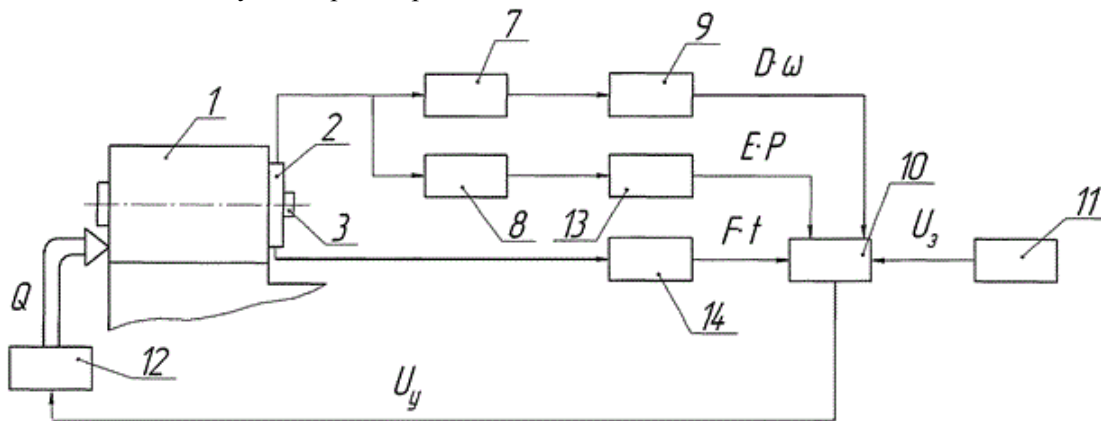
Величина Δt - есть погрешность стабилизации температуры предлагаемого шпиндельного узла. Она не равна нулю, но при одних и тех же значениях $\Delta\omega$ и ΔP существенно меньше, чем у прототипа. Действительно, в прототипе для поддержания заданной температуры используется лишь термодатчик, и не используются датчики скорости и нагрузки. (Как отмечалось выше, они есть, но используются для других целей). А это значит, что применительно к прототипу, коэффициенты D и E в формуле для Δt отсутствуют. Погрешность поддержания заданной температуры в данном случае равна

$$\Delta t = \frac{A \cdot \Delta\omega + B \cdot \Delta P}{1 + C \cdot F} \quad (2)$$

Очевидно, что в этой формуле коэффициенты при $\Delta\omega$ и ΔP больше, чем в предыдущей. Значит, числитель в первой формуле меньше, чем числитель во второй формуле при одних и тех же $\Delta\omega$ и ΔP . Как результат, и Δt в первой формуле меньше, чем во второй, т.е., в предлагаемом шпиндельном узле температура поддерживается на требуемом уровне с меньшей погрешностью, чем в прототипе.

Формула полезной модели

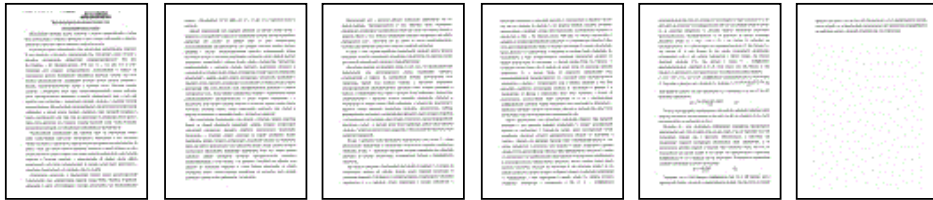
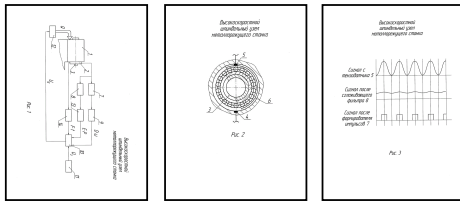
Высокоскоростной шпиндельный узел металлорежущего станка, содержащий шпиндель, установленный в корпусе на подшипниках качения, многоходовой блок управления, первый вход которого соединен с датчиком напряжения, электроуправляемый маслораспылитель, выходное сопло которого размещено в корпусе, а управляющий вход связан с выходом блока управления, термодатчик, соприкасающийся с наружным кольцом переднего подшипника шпинделя и соединенный со вторым входом блока управления, и тензодатчик, встроенный в наружное кольцо переднего подшипника шпинделя, отличающийся тем, что он снабжен формирователем импульсов и сглаживающим фильтром, входы которых соединены с тензодатчиком, частотомером, вход которого подключен к выходу формирователя импульсов, а выход - к третьему входу блока управления, причем выход фильтра соединен с четвертым входом блока управления, а блок управления выполнен в виде сумматора напряжений.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Реферат:



Описание:**Рисунки:**

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **05.03.2011**

Дата публикации: [10.01.2012](#)