



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4670344/28  
(22) 30.03.89  
(46) 15.04.91. Бюл. № 14  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) В.П.Беляев, С.А.Беляев, Г.И.Гульков и  
Н.Т.Минченя  
(53) 531.717.2:621.833 (088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1422783, кл. G 01 M 13/02, 1987.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ШАГА  
ЗУБЬЕВ РЕМНЕЙ

(57) Изобретение относится к машиностроению, а именно к средствам контроля зубчатых зацеплений. Цель изобретения – повышение точности и производительности

Изобретение относится к машиностроению, а именно к средствам контроля зубчатых передач.

Цель изобретения – повышение точности и производительности контроля путем исключения субъективной обработки и оценки результатов измерения и автоматизации процесса контроля.

На фиг. 1 представлена функциональная схема устройства; на фиг. 2 – функциональная схема блока управления; на фиг. 3 – функциональная схема детектора минимального значения; на фиг. 4 – временная диаграмма эпюр напряжений на выходах блоков устройства.

На фиг. 4 введены следующие обозначения:  $U_1$  – напряжение на выходе фильтра 11 нижних частей;  $U_{12}$  – напряжение на выходе дифференциатора 12;  $U_{15}$  – напряжение на выходе блока 15 пуска;  $U_{26/1}$  – напряжение на первом выходе триггера 23;  $U_{26/2}$  – на-

2

контроля путем обеспечения возможности исключения субъективной обработки и оценки результатов измерения и автоматизации процесса контроля. В устройство введены дифференциатор, устройство выборки-хранения, блоки пуска и управления, детекторы максимального и минимального значений, позволяющие в автоматическом режиме работы получить на информационном устройстве значения максимальной и минимальной погрешностей шага зубьев проконтролированного ремня, определить накопленную погрешность шага зубьев и сделать заключение о качестве пресс-формы, на которой этот ремень изготовлен. 1 з.п. ф-лы, 4 ил.

пряжение на втором выходе триггера 23;  $U_{22}$  – напряжение на выходе компаратора 18;  $U_{21}$  – напряжение на выходе одновибратора 24;  $U_{18}$  – напряжение на выходе компаратора 19;  $U_{20}$  – напряжение на выходе триггера 22;  $U_{24}$  – напряжение на выходе одновибратора 25;  $U_{25}$  – напряжение на выходе одновибратора 26;  $U_{16}$  – напряжение на выходе детектора 16 максимального значения;  $U_{17}$  – напряжение на выходе детектора 17 минимального значения.

Устройство содержит зубчатый шкив-калибр 1 (фиг. 1) с измерительным зубом 2, выполненным с помощью радиальных прорезей по впадинам между смежными с ним зубьями податливым. В зоне наибольшей податливости зуба 2 установлены датчики 3 и 4 его деформаций, например тензорезисторы. Шкив-калибр 1 взаимодействует с контролируемым зубчатым ремнем 5, содержащим зубья 6.

Датчики 3 и 4 включены в измерительную схему, в состав которой входят мост 7 переменного тока, источник 8 синусоидального напряжения, усилитель 9 переменного напряжения, выпрямитель 10 и фильтр 11 нижних частот, дифференциатор 12, блок 13 выборки-хранения, блок 14 управления, блок 15 пуска, детектор 16 максимального значения и детектор 17 минимального значения.

Датчики 3 и 4 устройства подключены к входам мостовой схемы 7 переменного тока, питание которой осуществляется от источника 8 переменного напряжения. К выходу схемы 7 подключен усилитель 9 переменного напряжения, к выходу которого последовательно подключены выпрямитель 10 и фильтр 11 нижних частот, к выходу которого подключены дифференциатор 12 и блок 13 выборки-хранения, первый вход которого подключен к первому выходу блока 14 управления. К первому входу блока 14 подключен выход дифференциатора 12, к второму входу – фильтр 11 нижних частот, а к третьему – блок 15 пуска, к второму выходу – первый вход детектора 16 максимального значения и первый вход детектора 17 минимального значения, а к третьему выходу – второй вход детектора 17 минимального значения, выход блока 13 выборки-хранения подключен к второму и третьему входам детекторов 16, 17 соответственно максимального и минимального значений.

Блок 14 управления содержит два компаратора 18 и 19, два задатчика 20, 21 опорного напряжения, два триггера 22 и 23, три одновибратора 24, 25 и 26, первый вход первого компаратора 18 является первым входом блока 14 управления.

Второй вход компаратора 18 подключен к выходу первого задатчика 20 опорного напряжения, выход – к первому входу первого триггера 22, второй вход которого подключен к выходу первого одновибратора 24, вход которого подключен к выходу второго компаратора 19, первый вход которого является вторым входом блока 14 управления, второй вход второго компаратора 19 подключен к выходу второго задатчика 21 опорного напряжения, выход первого триггера 22 подключен к входу второго одновибратора 25, выход которого является первым выходом блока 14 управления и подключен к входу третьего одновибратора 26, выход которого подключен к первому входу второго триггера 23, второй вход которого является третьим входом блока 14 управления, первый выход – вторым выходом блока управления, второй выход – третьим выходом блока 14 управления.

Детектор 17 минимального значения (фиг. 3) содержит первый и второй эмиттерные повторители 27 и 28, диод 29, первый и второй ключи 30 и 31, резистор 32 и конденсатор 33, причем вход эмиттерного повторителя 27 является первым входом детектора 17, выход эмиттерного повторителя 27 подключен к катоду диода 29, анод которого подключен к входу ключа 30, выход которого подключен к выходу ключа 31 и к первому выводу резистора 32, к второму выводу которого подключен конденсатор 33 и вход эмиттерного повторителя 28, выход которого является выходом детектора 17, вход ключа 30 является вторым входом детектора 17, второй вход ключа 31 является вторым входом детектора 17 третий вход ключа 31 подключен к положительной шине источника питания.

Дифференциатор 12, блок 13 выборки-хранения, детектор 16 максимального значения, компараторы 18, 19, эмиттерные повторители 27, 28 могут быть выполнены на основе операционных усилителей. Задатчики 20, 21 опорного напряжения могут быть выполнены потенциометрическими. Триггеры 22, 23, одновибраторы 24, 25 и 26 могут быть выполнены на основе микросхем серии К 511. В качестве ключей 30, 31 могут быть использованы полевые транзисторы. Блок 15 пуска может быть выполнен, например, по схеме, состоящей из кнопки 34, одна клемма которой подключена к общей шине источника питания, а вторая – через резистор 35 к положительному полюсу источника питания.

Работа устройства рассматривается в двух режимах.

Первый режим: при измерении отклонения шага на условно первом зубе 6 измеряемого зубчатого ремня 5 (после установки ремня 5 для измерения).

Второй режим: при измерении отклонения шага на условно втором зубе 6 и последующих зубьях измеряемого зубчатого ремня 5.

Устройство в первом режиме работает следующим образом.

При кратковременном нажатии на кнопку 34 на второй вход триггера 23 поступает "0". Триггер 23 срабатывает, на его первом выходе появляется "1", а на втором выходе – "0". Вследствие этого детектор 16 максимального значения устанавливается в исходное состояние с выходом напряжения, равным нулю. При этом в детекторе 17 минимального значения ключ 30 закрывается, ключ 31 открывается, детектор 17 устанавливается в исходное состояние с выходным

напряжением, равным напряжению питания.

При входе в зацепление измерительного зуба шкива-калибра 1 с условно первым зубом ремня измерительный зуб 2 начинает отклоняться. Его деформации фиксируются датчиками 3 и 4 деформации (фиг. 1). При этом возникает разбаланс мостовой схемы 7, в результате которого на выходе схемы 7 появляется напряжение, пропорциональное деформации измерительного зуба. Усиленное усилителем 9 напряжение выпрямляется выпрямителем 10 и фиксируется фильтром 11. Напряжение  $U_n$  (фиг. 4), пропорциональное деформации измерительного зуба 2, поступает на входы дифференциатора 12 (фиг. 1), устройства 13 выборки-хранения и второй вход блока 14 управления. Как только напряжение  $U_n$  превысит опорное напряжение  $U_{оп1}$ , задаваемое задатчиком 21, срабатывает компаратор 19, на его выходе появляется "1". При этом срабатывает одновибратор 24, на его выходе кратковременно появляется "0", переводящий триггер 22 в состояние с выходным сигналом "0". Остальная часть устройства в этот момент времени изменений не претерпевает. При дальнейшем перемещении зубчатого ремня 5 измерительный зуб 2 продолжает отклоняться, а напряжение  $U_n$  – возрастать.

При полном входе измерительного зуба 2 в зацепление с зубчатым ремнем 5 измерительный зуб 2 перестает отклоняться, в результате чего напряжение  $U_n$  практически не возрастает, что фиксируется дифференциатором 12. Как только выходное напряжение  $dU_n/dt$  дифференциатора 12 станет меньше напряжения  $U_{оп2}$ , задаваемого задатчиком 20, срабатывает компаратор 18 и на его выходе появляется "0", переводящий выход триггера 22 в состояние "1". В результате этого срабатывает одновибратор 25, на его выходе кратковременно появляется "0", воздействующий на первый вход устройства 13 выборки-хранения и подключающий его на время действия "0" к выходу фильтра 11. В момент окончания импульса лог. "0" на выходе одновибратора 25 блок 13 выборки-хранения отключается на выходе фильтра 11, в результате в блок 13 выборки-хранения запоминается напряжение  $U_{пмак1}$ . При этом также на выходе одновибратора 26 кратковременно возникает импульс логического "0", переводящий первый выход триггера 25 в состояние логического "0", а второй выход – в состояние логической "1". Вследствие этого детектор 16 максимального значения устанавливается в рабочее со-

стояние, первый ключ 30 открывается, второй ключ 31 закрывается и детектор 17 минимального значения также переводится в рабочее состояние. В результате в детекторах 16 и 17 максимального и минимального значений запоминается напряжение  $U_{пмак1}$ . При дальнейшем перемещении зубчатого ремня 5 измерительный зуб 2 выходит из зацепления с ремнем 5 и занимает первоначальное положение, в результате чего напряжение  $U_n$  падает до нуля. При этом срабатывают компараторы 18, 19 и на выходе компаратора 18 появляется "1", на выходе компаратора 19 – "0". Остальная часть схемы в этот момент времени не претерпевает изменений и устройство готово к следующему измерению.

При дальнейшем перемещении зубчатого ремня 5 измерительный зуб 2 входит в зацепление с условно вторым зубом 6 ремня 5, начинает отклоняться, что вызывает увеличение напряжения  $U_n$ . Как только  $U_n$  превысит опорное напряжение  $U_{оп1}$ , срабатывает компаратор 19 и на его выходе появляется "1". При этом срабатывает одновибратор 24, на его выходе кратковременно появляется "0", переводящий выход триггера 22 в состояние "0". Остальная часть устройства в этот момент времени изменений не претерпевает.

При полном входе измерительного зуба 2 в зацепление с зубчатым ремнем 5 измерительный зуб 2 перестает отклоняться, в результате чего напряжение  $U_n$  практически не возрастает. Как только выходное напряжение дифференциатора 12 станет меньше  $U_{оп2}$ , срабатывает компаратор 18 и на его выходе появляется "0", переводящий выход триггера 22 в состояние "1". В результате этого срабатывает одновибратор 25, на его выходе кратковременно появляется "0", воздействующий на первый вход блока 13 выборки-хранения и подключающий его на время действия "0" к выходу фильтра 11. В момент окончания импульса лог. "0" блок 13 выборки-хранения отключается от выхода фильтра 11, в результате в блоке 13 выборки-хранения запоминается напряжение  $U_{пмак2}$ . При этом, если  $U_{пмак1} > U_{пмак2}$ , то на выходе детектора 16 максимального значения сохраняется значение напряжения  $U_{пмак1}$ , а на выходе детектора 17 минимального значения значение напряжения становится равным  $U_{пмак2}$ . Если  $U_{пмак1} < U_{пмак2}$ , то на выходе детектора 16 максимального значения значение напряжения становится равным  $U_{пмак2}$ , а на выходе детектора 17 минимального значения сохраняется значение напряжения  $U_{пмак1}$ . Состояние остальных элементов устройства не изменяется.

При дальнейшем перемещении зубчатого ремня 5 измерительный зуб 2 выходит из зацепления с зубьями 6 ремня 5 и занимает первоначальное положение. В результате напряжение  $U_n$  падает до нуля. При этом срабатывают компараторы 18, 19 и на выходе компаратора 18 появляется "1", на выходе компаратора 19 – "0". Остальная часть устройства в этот момент времени не претерпевает изменений и устройство готово к следующему измерению.

При измерении отклонения шага на последующих зубьях 6 ремня 5 устройство работает аналогично.

После окончания процесса измерения отклонения шага на всех зубьях 6 ремня 5 на выходе детектора 16 максимального значения будет присутствовать наибольшее значение напряжения на всех значениях напряжений  $U_{\max i}$ , где  $i = 1 \dots z$ ,  $z$  – число зубьев ремня, а на выходе детектора 17 минимального значения – наименьшее значение напряжения из всех значений напряжений  $U_{\min i}$ .

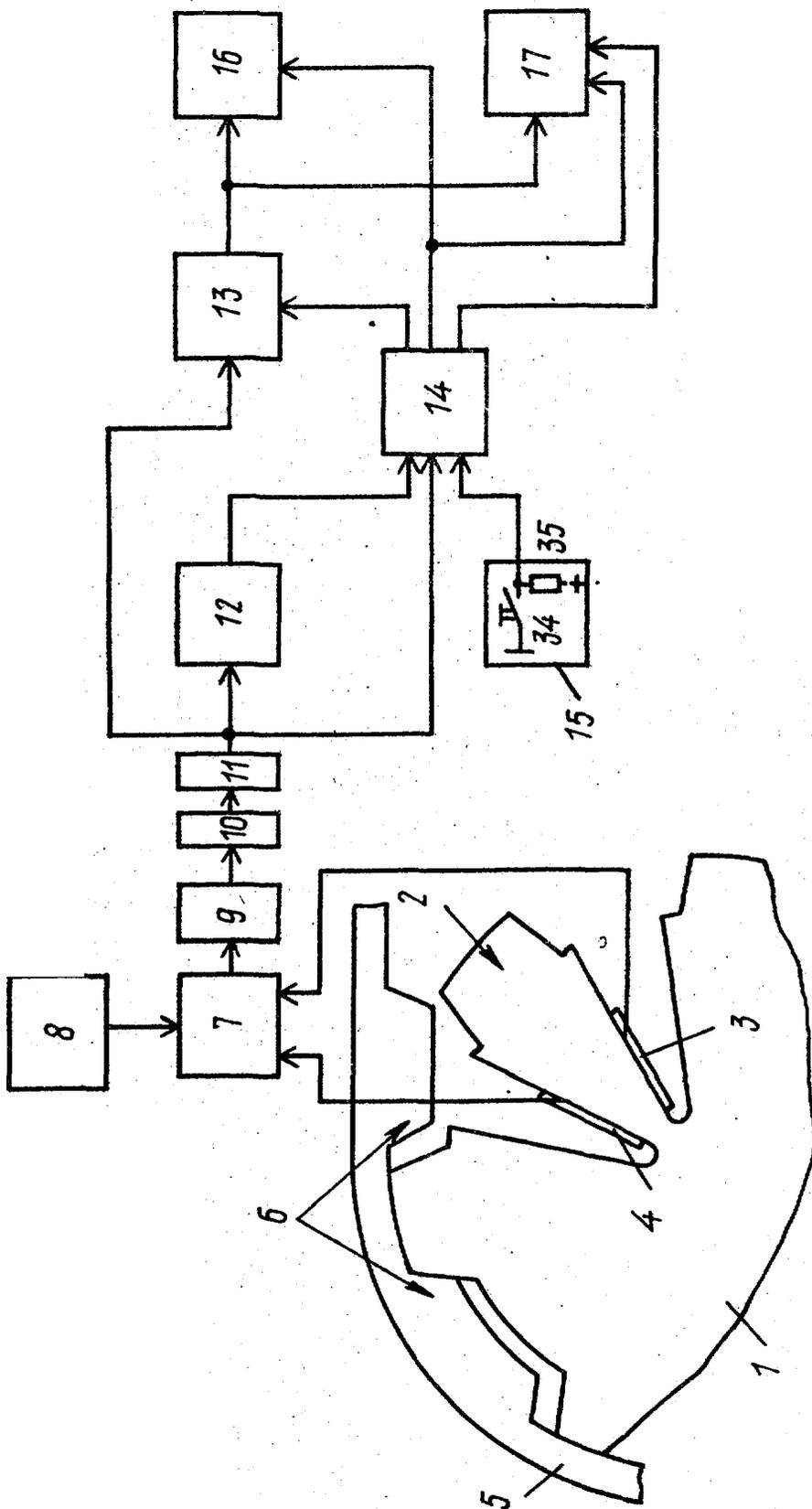
Полученные напряжения пропорциональны максимальному и минимальному значениям отклонений шага зубьев 6 ремня 5 от номинального. Разность этих значений соответствует накопленной погрешности шага зубьев проконтролированного ремня. Согласно этой погрешности можно сделать заключение о качестве пресс-формы, на которой изготовлен данный ремень, и прогнозировать ресурс его работы.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

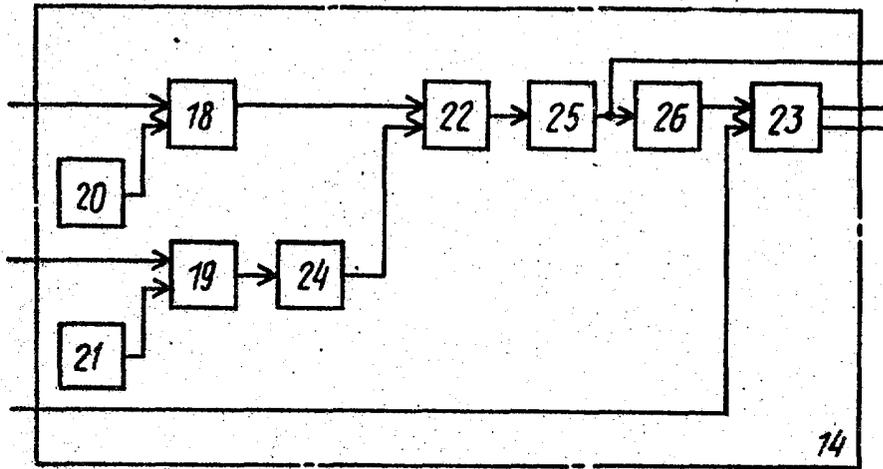
1. Устройство для контроля шага зубьев ремней, содержащее шкив-калибр, взаимодействующий с контролируемым ремнем, один из зубьев которого выполнен измерительным и снабжен датчиками его деформаций, включенными в измерительную схему, в состав которой входят мост переменного тока, источник синусоидального напряжения, усилитель переменного напряжения, выпрямитель и фильтр нижних частот, о т л и ч а ю щ е е с я т е м , что, с целью повыше-

ния точности и производительности контроля, оно снабжено блоком управления, блоком пуска, дифференциатором, блоком выборки-хранения, детектором максимального значения и детектором минимального значения, выход фильтра нижних частот подключен к входам дифференциатора, блок выборки-хранения – к второму входу блока управления, первый вход которого подключен к выходу дифференциатора, третий вход – к выходу блока пуска, первый выход – к первому входу блока выборки-хранения, второй выход – к первому входу детектора максимального значения и к первому входу детектора минимального значения, третий выход – к второму входу детектора минимального значения, выход блока выборки-хранения подключен к второму и третьему входам детекторов соответственно максимального значения.

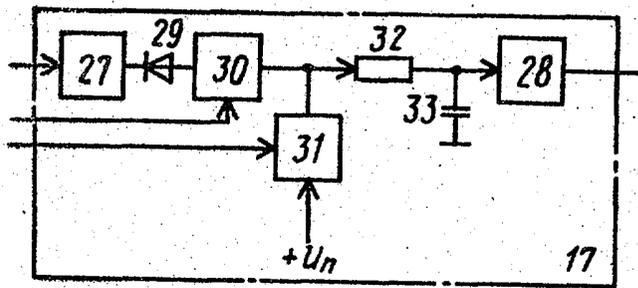
2. Устройство по п. 1, о т л и ч а ю щ е е с я т е м , что блок управления содержит два компаратора, два задатчика опорного напряжения, два триггера, три одновибратора, первый вход первого компаратора является первым входом блока управления, второй вход подключен к выходу первого задатчика опорного напряжения, выход – к первому входу первого триггера, второй вход которого подключен к выходу первого одновибратора, вход которого подключен к выходу второго компаратора, первый вход которого является вторым входом блока управления, второй вход второго компаратора подключен к выходу второго задатчика опорного напряжения, выход первого триггера подключен к входу второго одновибратора, выход которого является первым выходом блока управления и подключен к входу третьего одновибратора, выход которого подключен к первому входу второго триггера, второй вход которого является третьим входом блока управления, первый выход – вторым выходом блока управления, а второй выход – третьим выходом блока управления.



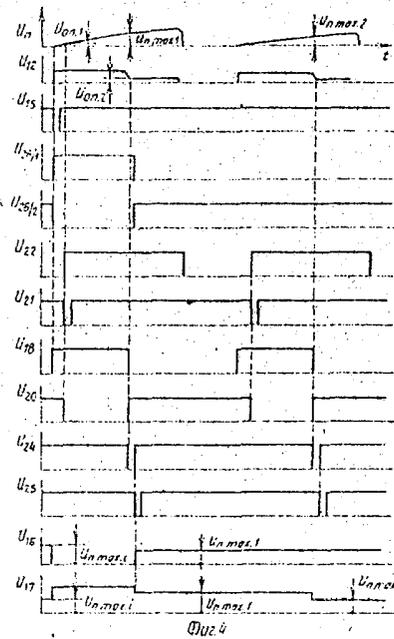
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Редактор М. Бандура      Составитель Б. Афонский      Техред М.Моргентал      Корректор О.Ципле

Заказ 1140      Тираж 361      Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101