



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

<sup>1</sup>  
(21) 2697244/18-24  
(22) 12.12.78  
(46) 30.03.90. Бюл. № 12  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) В.В.Мочалов  
(53) 629.113-597.5(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 360753, кл. В 60 Т 8/60, 1969.  
Авторское свидетельство СССР № 561502, кл. В 60 Т 8/60, 1971.  
Научный отчет БПИ БЕЛАЗу гос. № 77039804, 1978, с. 56-66.  
(54) (57) ПРОТИВОБЛОКИРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА, содержащее формирователь сигнала скорости колеса, выход которого подключен к первому входу первого блока сравнения, к первому входу блока прогнозирования скорости и через последовательно соединенный дифференцирующий блок и блок определения экстремума производной скорости колеса - к второму входу блока прогнозирования скорости, выход которого

<sup>2</sup>  
соединен с вторым входом первого блока сравнения, второй блок сравнения, первый и второй входы которого соединены соответственно с выходами формирователя опорного напряжения и дифференцирующего блока, а выход - с первым входом исполнительного блока, к второму входу которого подключен выход первого блока сравнения, отличающемся тем, что, с целью повышения надежности устройства, оно содержит блок определения максимума замедления и блок управления прогнозируемой скоростью, первый вход которого соединен с выходом первого блока сравнения, второй вход - с входом формирователя опорного напряжения и выходом блока определения максимума замедления, а выход - с третьим входом блока прогнозирования скорости, а первый и второй входы блока определения максимума замедления соединены соответственно с выходом и входом блока определения экстремума производной скорости колеса.

Изобретение относится к автомобилестроению, а именно к конструкции противоблокировочных устройств тормозной системы.

Известны противоблокировочные устройства тормозных систем транспортных средств, содержащие последовательно включенные формирователь сигнала скорости колеса, дифференцирующий блок, формирователь порога по заземлению, блок сравнения и исполни-

тельный блок, работа которых основана на анализе интенсивности изменения скорости колеса при торможении.

Недостаток данных устройств, эффективно работающих на дорогах с ровным однородным покрытием, заключается в том, что в условиях эксплуатации внедорожных автомобилей, например в карьерах, на сигнал замедления колеса накладывается значительная высокочастотная составляющая, обуслов-

(19) SU (11) 1553428 A1

ленная изменением во времени момента по сцеплению, действующего на колесо, а также нестабильностью тормозного момента, подведенного к колесу и упругими свойствами резины. Это приводит к ложному срабатыванию противоблокировочного устройства, что существенно снижает эффективность торможения транспортного средства.

Наиболее близким к предлагаемому является противоблокировочное устройство, содержащее формирователь сигнала скорости колеса, выход которого подключен к первому входу первого блока сравнения, к первому входу блока прогнозирования скорости и через последовательно соединенные дифференцирующий блок и блок определения экстремума производной скорости колеса - ко второму входу блока прогнозирования скорости, выход которого соединен со вторым входом первого блока сравнения, второй блок сравнения, первый и второй входы которого соединены соответственно с выходами формирователя опорного напряжения и дифференцирующего блока, а выход - с первым входом исполнительного блока, ко второму входу которого подключен выход первого блока сравнения.

Недостаток данного противоблокировочного устройства заключается во влиянии инерционных свойств элементов устройства на формирование сигналов управления, что ухудшает эффективность торможения, приводя к снижению надежности устройства.

Цель изобретения - повышение надежности устройства.

Цель достигается тем, что в известное противоблокировочное устройство тормозной системы транспортного средства введены блок определения максимума замедления и блок управления прогнозируемой скоростью, первый вход которого соединен с выходом первого блока сравнения, второй вход - со входом формирователя опорного напряжения и выходом блока определения максимума замедления, а выход - с третьим входом блока прогнозирования скорости, а первый и второй входы блока определения максимума замедления соединены соответственно с выходом и входом блока определения экстремума производной скорости колеса.

На фиг. 1 приведена функциональная схема противоблокировочного устройства тормозной системы транспортного средства; на фиг. 2 - блок управления прогнозируемой скоростью; на фиг. 3 - временные диаграммы работы устройства.

Устройство содержит формирователь 1 сигнала скорости колеса, состоящий из частотного датчика 2 скорости колеса и преобразователя 3 частоты в напряжение, дифференцирующий блок 4, первый блок 5 сравнения, второй блок 6 сравнения, формирователь 7 опорного напряжения, блок 8 определения экстремума ускорения колеса, блок 9 определения максимума замедления, блок 10 управления прогнозируемой скоростью, состоящий из сумматора 11, источника 12 опорного напряжения и управляемого ключа 13, блок 14 прогнозирования скорости, состоящий из формирователя 15 импульсов перезаписи, элемента 16 памяти и управляемого ключа 17; исполнительный блок 18, состоящий из элемента И 19, первого и второго усилителей мощности 20 и 21, модулятора 22 сброса тормозного давления и модулятора 23 выдержки тормозного давления, первый и второй входы блока 24 и 25 управления прогнозируемой скоростью. На фиг. 3 приняты следующие обозначения: реальная скорость колеса транспортного средства  $V_k$  и ее производная  $\dot{V}_k$ ; скорость колеса, получаемая на выходе формирователя сигнала скорости колеса  $\hat{V}_k$  и ее производная  $\dot{\hat{V}}_k$ , скорость транспортного средства  $V_a$ , прогнозируемая скорость колеса  $V_{пр}$ , оптимальная скорость колеса  $V_{опт}$ ; тормозной момент  $M_T$ , сигналы управления модуляторами сброса и выдержки тормозного давления  $U_{y22}$  и  $U_{y23}$ .

Противоблокировочное устройство работает следующим образом.

На выходе формирователя сигнала скорости колеса 1 путем частотно-аналогового преобразования сигналов, входящими в формирователь 2, датчиком угловой скорости колеса 2 и преобразователем 3 частоты в напряжение получается аналоговый сигнал, амплитуда напряжения которого является эквивалентом угловой скорости колеса транспортного средства. Наличие фильтра нижних частот (не показан) в формирователе сигнала скорости колеса

1 вызывает запаздывание во времени выходного сигнала скорости колеса  $\tilde{V}_k$  (фиг. 3) по отношению к реальной скорости колеса  $V_k$ . Для сопоставления эти переменные приведены к одному масштабу, как и представленная на той же фиг. 1 скорость транспортного средства  $V_a$ . Выходной сигнал скорости колеса  $V_k$  формирователя 1 сигнала скорости колеса поступает на дифференцирующий блок 4, где подвергается операции дифференцирования со сглаживанием. Образующийся на выходе дифференцирующего блока 4 сигнал производной скорости колеса  $\dot{V}_k$  еще более запаздывает во времени по сравнению с сигналом производной реальной скорости колеса  $V_k$ . Сигнал скорости колеса  $\tilde{V}_k$  подается также на первый вход первого блока 5 сравнения, на второй вход которого с выхода блока 14 прогнозирования скорости поступает сигнал прогнозируемой скорости колеса  $V_{пр}$ , аппроксимирующий некоторую оптимальную скорость колеса  $V_{опт}$ , т.е. такую скорость, при движении с которой во время торможения колесо имеет максимальный коэффициент сцепления и следовательно, обеспечивает минимальный тормозной путь транспортного средства. Когда значение сигнала скорости колеса  $V_k$  больше значения прогнозируемой скорости колеса  $V_{пр}$ , выходной сигнал первого блока 5 сравнения равен нулю, а когда сигнал скорости колеса меньше прогнозируемой скорости колеса, выходной сигнал первого блока 5 сравнения принимает ненулевое значение.

В начале торможения транспортного средства с противоблокировочным устройством происходит обычный процесс торможения: возрастает подводимый к колесу тормозной момент  $M_T$ , уменьшаются во времени реальная скорость колеса  $V_k$  и образуемый от нее с помощью формирователя 1 сигнал скорости колеса  $\tilde{V}_k$ , увеличивается замедление колеса  $\dot{V}_k$  и, соответственно, сигнал замедления  $\ddot{V}_k$ . При совпадении сигналов скорости колеса и прогнозируемой скорости колеса в некоторый момент времени  $t_1$  на выходе первого блока 5 сравнения образуется сигнал управления  $U_{y22}$  модулятором сброса тормозного давления 22 исполнительного блока 18, который подается на один из входов исполнительного блока 18,

где усиливается первым усилителем мощности 20 и поступает на модулятор сброса тормозного давления 22. Одновременно с этим сигнал управления  $U_{y22}$  модулятором сброса тормозного давления 22 поступает на управляющий вход управляемого ключа 13 блока управления прогнозируемой скоростью 10 (фиг. 2), а именно, на его первый вход 24, что приводит к открыванию первого транзистора ключа и запирающему второму транзистору, т.е. к выключению управляемого ключа 13. Разомкнутый ключ 13 освобождает выход сумматора 11 и его выходной сигнал, являющийся выходным сигналом блока 10 управления прогнозируемой скоростью, подается на третий вход блока 14 прогнозирования скорости, увеличивая интенсивность изменения выходного сигнала последнего блока - сигнала прогнозируемой скорости. Таким образом, после совпадения прогнозируемой скорости колеса  $V_{пр}$  и сигнала скорости колеса  $\tilde{V}_k$  (точка 1 на фиг. 1), увеличивается интенсивность уменьшения прогнозируемой скорости колеса. После появления сигнала управления  $U_{y22}$  модулятором 22 сброса тормозного давления (фиг. 1в) с некоторым запаздыванием  $\Delta t$ , обусловленным свойствами модулятора 22 сброса тормозного давления и исполнительного механизма тормозного привода (не показан), начинается уменьшение тормозного момента  $M_T$  (фиг. 1д). Вслед за этим начинается уменьшение сигнала замедления скорости колеса  $\dot{V}_k$ , так как снижение тормозного момента, подводимого к колесу, вызывает уменьшение интенсивности изменения реальной скорости колеса  $V_k$ , а в дальнейшем и разгон колеса. При прохождении сигналом производной скорости колеса своего минимального значения или другими словами при прохождении сигналом замедления колеса своего максимального значения блок 8 определения экстремума производной скорости колеса изменяет свое состояние. Перепад выходного сигнала блока 8 определения экстремума производной скорости колеса поступает на первый управляющий вход блока 9 определения максимума замедления и является командой для запоминания значений сигнала замедления, поступающего на второй (информационный) вход блока 9 определения

максимума замедления. Выходной сигнал блока 9 поступает на один из входов сумматора 11 блока 10 управления прогнозируемой скоростью (фиг. 2), а именно, на его второй вход 25 для управления интенсивностью изменения прогнозируемой скорости колеса. Максимальное замедление колеса при торможении с блокированием и, следовательно, выходная величина блока 9 определения максимума замедления тем больше, чем меньше коэффициент сцепления колес с опорной поверхностью. В этом случае и разгон колеса в фазе оттормаживания и сброса тормозного давления будет менее интенсивен, т.е. будет продолжаться дольше, чем при торможении на поверхности с большим коэффициентом сцепления. Для уменьшения в указанном случае интенсивности изменения оптимальной скорости колеса в сумматоре 11 происходит вычитание из величины опорного напряжения, задаваемой с помощью источника 12 опорного напряжения выходного напряжения блока 9 определения максимума замедления, в результате чего уменьшается выходной сигнал блока 10 управления прогнозируемой скоростью колеса, а это, в свою очередь, вызывает уменьшение интенсивности изменения выходного сигнала блока 14 - сигнала прогнозируемой скорости колеса. При торможении на поверхности с большим коэффициентом сцепления величина максимального замедления колеса будет меньше, поэтому выходное напряжение блока 10 управления прогнозируемой скоростью станет большим, а это вызовет увеличение интенсивности изменения прогнозируемой скорости колеса. Таким образом, осуществляется подстройка параметров противоблокировочного устройства под условия торможения транспортного средства. Выходной сигнал блока 9 определения максимума замедления поступает также на вход формирователя 7 опорного напряжения по замедлению, на выходе которого образуется сигнал, представляющий собой некоторую часть от входного сигнала (фиг. 1 б, уровень  $\dot{V}_{II}$ ). При совпадении сигнала замедления колеса и выходного сигнала формирователя 7 опорного напряжения (фиг. 1 б, точка II) на выходе второго блока 6 сравнения появляется ненулевой сигнал, который подается на один из вхо-

дов элемента И 19 исполнительного блока 18. Так как на другом входе элемента И 19 присутствует в это время ненулевой сигнал с выхода первого блока 5 сравнения, то на выходе элемента И 19 образуется сигнал управления  $U_{y23}$  модулятором 23 выдержки тормозного давления (фиг. 1 г). Этот сигнал усиливается вторым усилителем 21 мощности и включает модулятор 23 выдержки тормозного давления. С некоторым запаздыванием  $\Delta t_6$  от момента времени  $t_{II}$  появления сигнала управления  $U_{y23}$  модулятором 23 выдержки тормозного давления наступает выдержка, т.е. ограничение уменьшающегося тормозного момента  $M_T$ , подводимого к колесу, что предотвращает чрезмерное уменьшение тормозного момента  $M_T$  ниже момента, реализуемого по условиям сцепления. При следующем совпадении сигналов скорости колеса  $\dot{V}_k$  и прогнозируемой скорости колеса  $V_{пр}$  (фиг. 1 а, точка III) сигнал на выходе первого блока 5 сравнения становится равным нулю, что приводит к обращению в ноль сигнала управления  $U_{y23}$  модулятором 23 выдержки тормозного давления на выход элемента И 19.

С некоторым запаздыванием  $\Delta t_7$  от указанного момента времени  $t_{III}$  окончания сигналов управления  $U_{y22}$  и  $U_{y23}$  модуляторами сброса и выдержки тормозного давления 22 и 23 начинается подъем тормозного давления, а также и тормозного момента, подведенного к колесу (фиг. 1 д).

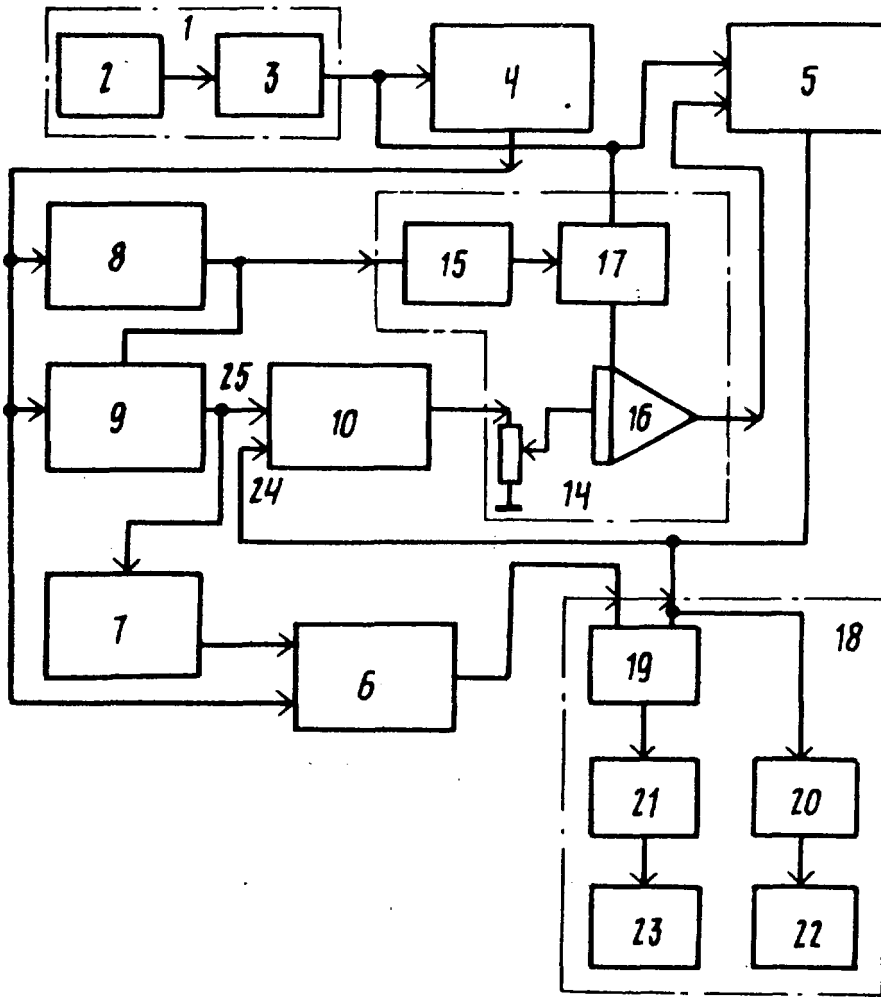
Обращение в ноль выходного сигнала первого блока сравнения 5 - сигнала управления  $U_{y22}$  модулятором 22 сброса тормозного давления приводит к закрыванию первого транзистора управляемого ключа 13 блока 10 управления прогнозируемой скоростью и, соответственно, насыщению второго транзистора этого ключа, т.е. к открыванию ключа 13, и замыканию на шину нулевого потенциала выхода сумматора 11. Это приводит к тому, что сигнал управления на третьем входе блока 14 прогнозирования скорости становится равным нулю и на выходе блока 14 прогнозирования скорости сигнал прогнозируемой скорости колеса остается постоянным во времени, т.е. интенсивность его изменения становится равной нулю. Величина прогнозируемой скорости колеса на выходе блока 14

прогнозируемой скорости корректируется в момент прохождения максимума сигнала ускорения колеса, который определяется по новому изменению состояния блока 8 определения экстремума производной скорости колеса. Перепад выходного сигнала блока 8 определения экстремума производной скорости колеса, поступающего на второй вход (управляющий) блока 14 прогнозирования скорости, является командой для занесения в элемент 16 памяти блока 14 прогнозирования скорости текущего значения сигнала скорости колеса, поступающего на первый вход (информационный) блока 14 прогнозирования скорости. Такая коррекция величины прогнозируемой скорости колеса необходима для приближения характера изменения прогнозируемой скорости колеса  $V_{пр}$  к характеру изменения оптимальной скорости колеса  $V_{опт}$  транспортного средства. Одновременно с этим перепад выходного сигнала блока определения экстремума производной скорости колеса 8 поступает на первый (управляющий) вход блока 9 определения максимума замедления и направление изменения сигнала служит для изменения состояния элемента памяти (не показан) блока 9 определения максимума замедления 9 и окончания выходного сигнала второго блока 8 сравнения 6. Следующий цикл работы противоблокировочного устройства начинается с некоторым запаздыванием  $\Delta t_7$  от вышеуказанного момента окончания сигналов управления  $U_{y22}$  и  $U_{y23}$  модуляторами сброса и выдержки тормозного давления 22 и 23 (фиг. 1 д, точка III) с началом повторного повышения тормозного давления и тормозного момента, подводимого к колесу. При следующем совпадении сигнала скорости колеса  $\hat{V}_k$  и запомненного в блоке 14 прогнозирования скорости значения прогнозируемой скорости колеса  $V_{пр}$  будет выработан сигнал управления  $U_{y22}$  модулятором сброса тор-

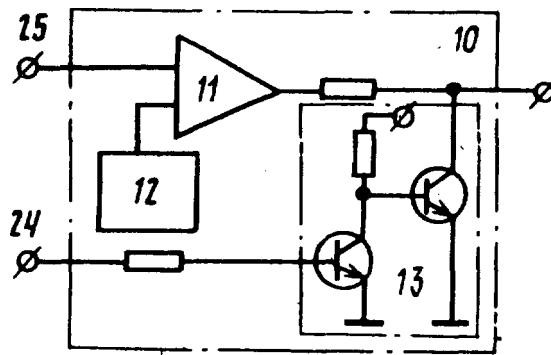
можного давления и повторятся все названные этапы работы противоблокировочного устройства. Для того чтобы исключить выработку сигналов управления  $U_{y22}$  и  $U_{y23}$  модуляторами 22, 23 сброса и выдержки тормозного давления исполнительного блока 18 в процессе движения транспортного средства без торможения в исполнительный блок 18 подается разрешающий сигнал от тормозной педали, не показанный на приведенных фигурах.

Таким образом, изменение прогнозируемой скорости с различной интенсивностью, определяемой для конкретных условий движения, и изменяющейся, кроме того, в зависимости от фаз работы противоблокировочного устройства, а также формирование фазы выдержки тормозного давления в зависимости от величины замедления колеса при торможении, с помощью блоков 9 определения максимума замедления и блока 10 управления прогнозируемой скоростью, позволяют упредить запаздывания в определении совпадения оптимальной и реальной скоростей колеса и тормозного момента, подводимого к колесу с моментом, реализованным по условиям сцепления. Это приводит к тому, что характер изменения реальной скорости колеса транспортного средства приближается к оптимальному, в результате чего улучшается управляемость, повышается поперечная устойчивость транспортного средства и одновременно сокращается тормозной путь, а также увеличивается срок службы шин за счет предотвращения блокирования колес в процессе торможения, что, в конечном итоге, приводит к повышению надежности устройства.

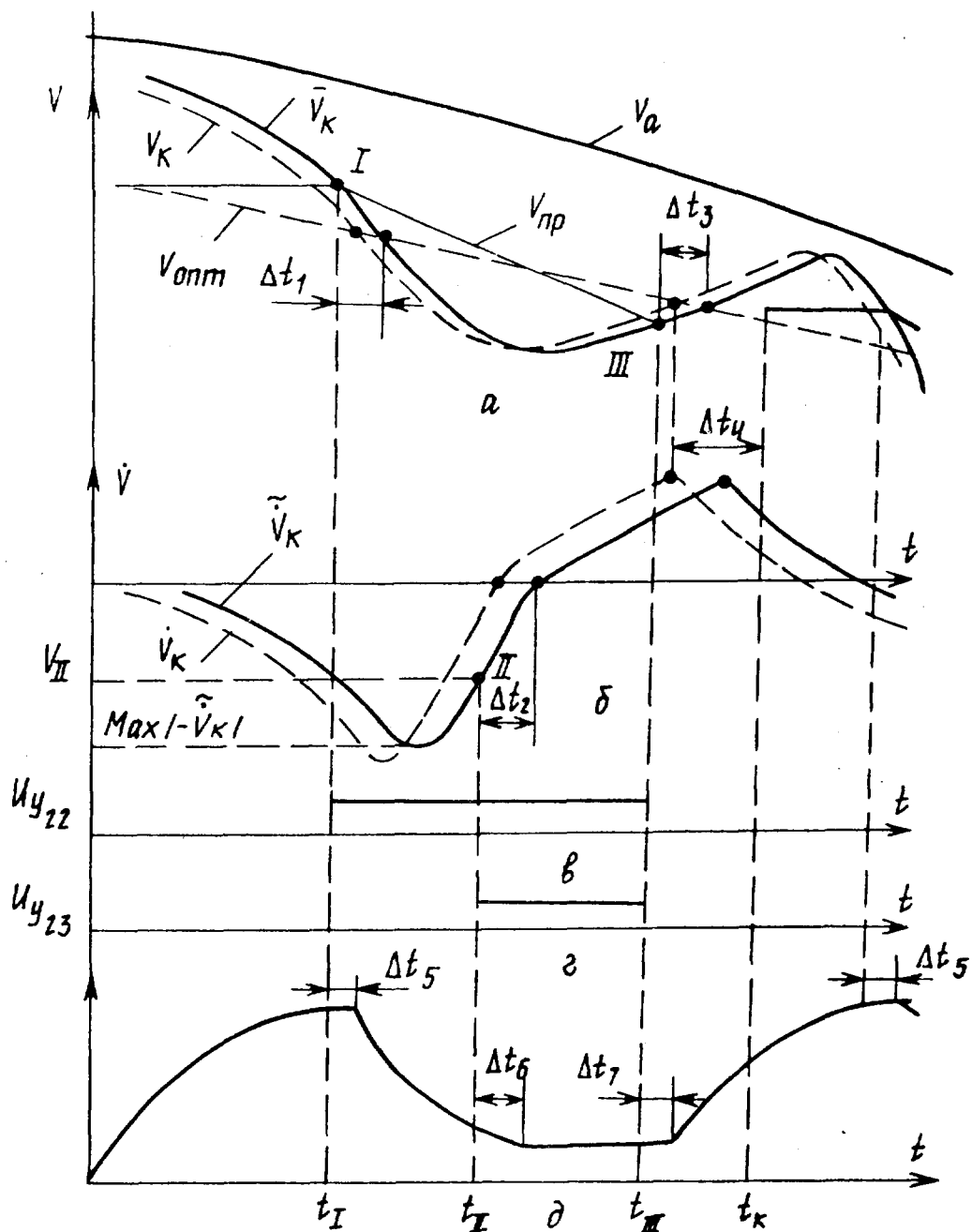
Применение предлагаемого противоблокировочного устройства тормозной системы транспортного средства существенно повышает эффективность торможения и позволяет сократить тормозной путь транспортного средства в отдельных случаях более чем на 30%.



$\Phi_{uz.1}$



$\Phi_{uz.2}$



Фиг. 3

Редактор А. Долинич      Составитель Г. Нефедова      Техред М. Ходанич      Корректор О. Ципле

Заказ 430      Тираж 407      Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

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