

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 12950

(13) С1

(46) 2010.02.28

(51) МПК (2009)

В 60W 10/00

В 60W 50/06

(54)

## ГУСЕНИЧНЫЙ ТРАКТОР

(21) Номер заявки: а 20071486

(22) 2007.12.03

(43) 2009.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Жданович Чеслав Иосифович; Геращенко Василий Васильевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 9471 С1, 2007.

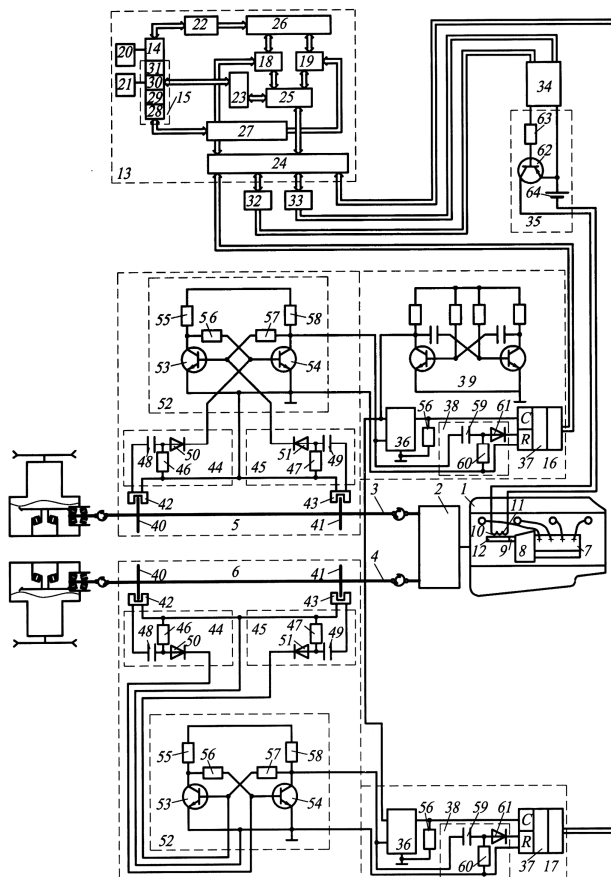
ВУ 1659 С1, 1997.

RU 2005086 С1, 1993.

JP 2001074135 А, 2001.

(57)

Гусеничный трактор, содержащий двигатель, включающий топливный насос с регулятором частоты вращения и рейкой, соленоид с обмоткой и подвижным сердечником, связанным с рейкой, трансмиссию, включающую коробку передач, два карданных вала,



Фиг. 1

ВУ 12950 С1 2010.02.28

каждый из которых снабжен датчиком крутящего момента, и преобразователи сигналов о среднем значении и среднеквадратическом отклонении крутящих моментов карданных валов, содержащие микропроцессорную систему, включающую микропроцессор с внутренней памятью, выполненной в виде регистров общего назначения, два аналого-цифровых преобразователя, каждый из которых содержит логический элемент И, суммирующий счетчик, дифференцирующую цепь и мультивибратор, а также оперативное и постоянное запоминающие устройства, генератор тактовой частоты, таймер, буфер адреса, буфер данных, интерфейс с шестью входами, шину данных, шину адреса, шину управления, два сравнивающих элемента, каждый из которых выполнен на двух регистрах общего назначения микропроцессора, и два цифроаналоговых преобразователя, причем первый вход интерфейса соединен через первый аналого-цифровой преобразователь с первым датчиком крутящего момента, второй его вход - через второй аналого-цифровой преобразователь со вторым датчиком крутящего момента, третий и четвертый входы - с первым и вторым цифроаналоговыми преобразователями соответственно, пятый вход - через шину управления с микропроцессором, а шестой вход - через шину данных и буфер данных с микропроцессором, который соединен с генератором тактовой частоты и таймером, а через буфер адреса и шину адреса - с оперативным и постоянным запоминающими устройствами, при этом выходы цифроаналоговых преобразователей соединены с входами логического элемента ИЛИ, выход которого через усилитель соединен с обмоткой соленоида.

---

Изобретение относится к гусеничным тракторам и может быть использовано для улучшения их топливной экономичности и снижения затрат на эксплуатацию, а также для повышения надежности путем исключения перегрузок двигателя и трансмиссии.

Известен гусеничный трактор [1], содержащий кабину с установленными в ней органами управления, двигатель, кинематически соединенный с трансмиссией, включающей два карданных вала.

Однако известный гусеничный трактор обладает недостаточной топливной экономичностью, надежностью и долговечностью.

Объясняется это тем, что при превышении нагрузки или снижении ее на выходе трансмиссии, особенно на повороте, машинист не получает об этом информации и поэтому управление машиной осуществляется субъективно и несвоевременно, с запаздыванием, в результате чего двигатель и трансмиссия перегружаются или недогружаются, топливная экономичность машины снижается, изнашивание трансмиссии увеличивается, растут затраты на ремонт.

Происходит это потому, что машины не оснащены бортовыми устройствами для управления трансмиссией из-за отсутствия устройств управления трансмиссией и машинист не имеет возможности в процессе эксплуатации получать информацию о нагрузке на трансмиссию, в том числе и предельной, для того, чтобы использовать полученную информацию для своевременного снижения или увеличения скорости движения машины и таким образом повышения эффективности работы машин. Возникает проблема создания методов и средств измерения нагрузки на трансмиссию гусеничного трактора с последующим использованием результатов измерения нагрузки для целей управления. Превышение или снижение нагрузки относительно оптимальной на трансмиссию сопровождается снижением топливной экономичности. Поэтому возникает необходимость получать информацию о нагрузке на трансмиссию и использовать эту информацию в качестве информационных параметров для управления трансмиссией. Нагружение карданных валов трансмиссии определяется крутящим моментом, который в процессе эксплуатации изменяется случайным образом. Поэтому в качестве информационного параметра непосредственно крутящий момент, изменяющийся случайным образом, ис-

## ВУ 12950 С1 2010.02.28

пользовать для целей управления затруднительно, так как он непрерывно изменяется по уровню. Но этот момент может быть охарактеризован своими статистическими характеристиками: средним значением момента и его среднеквадратическим отклонением. Для решения проблемы улучшения топливной экономичности и снижения затрат на ремонт необходимо использовать в качестве информационных параметров среднее значение момента на карданных валах трансмиссии и его среднеквадратическое отклонение на этих валах.

Известен гусеничный трактор [2], содержащий кабину с установленными в ней измерительными приборами, двигатель, кинематически соединенный с трансмиссией, включающей два карданных вала.

Однако известный гусеничный трактор обладает недостаточной топливной экономичностью, надежностью и долговечностью.

Объясняется это тем, что при превышении нагрузки или снижении ее на выходе трансмиссии, особенно на повороте, машинист не получает об этом информации и поэтому управление машиной осуществляется субъективно и несвоевременно, с запаздыванием, в результате чего двигатель и трансмиссия перегружаются или недогружаются, топливная экономичность машины снижается, изнашивание трансмиссии увеличивается, растут затраты на ремонт.

Происходит это потому, что машины не оснащены бортовыми устройствами для управления трансмиссией из-за отсутствия устройств управления трансмиссией и машинист не имеет возможности в процессе эксплуатации получать информацию о нагрузке на трансмиссию, в том числе и предельной, для того, чтобы использовать полученную информацию для своевременного снижения или увеличения скорости движения машины и таким образом повышения эффективности работы машин. Возникает проблема создания методов и средств измерения нагрузки на трансмиссию гусеничного трактора с последующим использованием результатов измерения нагрузки для целей управления. Превышение или снижение нагрузки относительно оптимальной на трансмиссию сопровождается снижением топливной экономичности. Поэтому возникает необходимость получать информацию о нагрузке на трансмиссию и использовать эту информацию в качестве информационных параметров для управления трансмиссией. Нагружение карданных валов трансмиссии определяется крутящим моментом, который в процессе эксплуатации изменяется случайным образом. Поэтому в качестве информационного параметра непосредственно крутящий момент, изменяющийся случайным образом, использовать для целей управления затруднительно, так как он непрерывно изменяется по уровню. Но этот момент может быть охарактеризован своими статистическими характеристиками: средним значением момента и его среднеквадратическим отклонением. Для решения проблемы улучшения топливной экономичности и снижения затрат на ремонт необходимо использовать в качестве информационных параметров среднее значение момента на карданных валах трансмиссии и его среднеквадратическое отклонение на этих валах.

Известно транспортное средство (трактор) [3] - прототип, содержащее двигатель, включающий топливный насос с регулятором частоты вращения и рейкой, соленоид с обмоткой и подвижным сердечником, связанным с рейкой, трансмиссию, датчик крутящего момента, установленный на валу.

Однако известный трактор обладает недостаточной топливной экономичностью, надежностью и долговечностью.

Объясняется это тем, что при превышении нагрузки или снижении ее на выходе трансмиссии, особенно на повороте, сигнал подается не от каждого борта, обработка сигналов отличается погрешностью, отсутствуют статистические характеристики крутящих моментов на карданных валах, их суммы формируются с динамическими погрешностями. В результате этого двигатель и трансмиссия могут перегружаться или недогружаться,

## BY 12950 C1 2010.02.28

топливная экономичность машины снижается, изнашивание трансмиссии увеличивается, растут затраты на ремонт.

Задачей изобретения является повышение топливной экономичности, снижение затрат на эксплуатацию, а также повышение надежности гусеничного трактора путем получения и использования статистических характеристик нагрузки на карданных валах трансмиссии в цифровом виде, что исключает появление погрешностей при обработке информации.

Сущность изобретения заключается в том, что гусеничный трактор, содержащий двигатель, включающий топливный насос с регулятором частоты вращения и рейкой, соленоид с обмоткой и подвижным сердечником, связанным с рейкой, трансмиссию, включающую коробку передач, два карданных вала, каждый из которых снабжен датчиком крутящего момента, и преобразователи сигналов о среднем значении и среднеквадратическом отклонении крутящих моментов карданных валов, содержащие микропроцессорную систему, включающую микропроцессор с внутренней памятью, выполненной в виде регистров общего назначения, два аналого-цифровых преобразователя, каждый из которых содержит логический элемент И, суммирующий счетчик, дифференцирующую цепь и мультивибратор, а также оперативное и постоянное запоминающие устройства, генератор тактовой частоты, таймер, буфер адреса, буфер данных, интерфейс с шестью входами, шину данных, шину адреса, шину управления, два сравнивающих элемента, каждый из которых выполнен на двух регистрах общего назначения микропроцессора, и два цифроаналоговых преобразователя, причем первый вход интерфейса соединен через первый аналого-цифровой преобразователь с первым датчиком крутящего момента, второй его вход - через второй аналого-цифровой преобразователь со вторым датчиком крутящего момента, третий и четвертый входы - с первым и вторым цифроаналоговыми преобразователями соответственно, пятый вход - через шину управления с микропроцессором, а шестой вход - через шину данных и буфер данных с микропроцессором, который соединен с генератором тактовой частоты и таймером, а через буфер адреса и шину адреса - с оперативным и постоянным запоминающими устройствами, при этом выходы цифроаналоговых преобразователей соединены с входами логического элемента ИЛИ, выход которого через усилитель соединен с обмоткой соленоида.

Наличие топливного насоса с регулятором частоты вращения и рейкой, соленоида с обмоткой и подвижным сердечником, связанным с рейкой, позволяет управлять оборотами двигателя и скоростью движения машины посредством сигнала подаваемого на обмотку соленоида.

Наличие микропроцессора, имеющего внутреннюю память, выполненную в виде регистров общего назначения, аналого-цифровых преобразователей, оперативного и постоянного запоминающих устройств, генератора тактовой частоты, таймера, буфера адреса, буфера данных, интерфейса с шестью входами, шины данных, шины адреса, шины управления, соединение первого входа интерфейса через первый аналого-цифровой преобразователь с первым датчиком момента, соединение входа интерфейса через шину управления с микропроцессором, соединение четвертого входа интерфейса через шину данных и буфер данных с микропроцессором, соединение микропроцессора с генератором тактовой частоты и таймером, соединение микропроцессора через буфер адреса и шину адреса с оперативным и постоянным запоминающими устройствами позволяет преобразовывать крутящие моменты на каждом из карданных валов трансмиссии, представляющие собой случайные функции времени, в цифровые коды, формируемые на выходе аналого-цифровых преобразователей, записывать их в виде операндов посредством интерфейса и шины данных в оперативное запоминающее устройство, по программе, записанной в постоянном запоминающем устройстве, определять такие статистические характеристики каждого из крутящих моментов как их средние значения и среднеквадратические отклонения, а также крутящие моменты на валах в виде сумм средних значений и соответствующих среднеквадратических отклонений для каждого из валов, записывать полученные

## ВУ 12950 С1 2010.02.28

суммы средних значений и среднеквадратических отклонений из оперативного запоминающего устройства в первый и третий регистры общего назначения микропроцессора, выполнение сравнивающих элементов на четырех регистрах общего назначения микропроцессора позволяет сравнивать полученные суммы средних значений и среднеквадратических отклонений с соответствующими номинальными величинами, записанными ранее во второй и четвертый регистры общего назначения микропроцессора.

Наличие двух цифроаналоговых преобразователей позволяет при наличии сигналов рассогласования двух измеренных сумм статистических характеристик с соответствующими номинальными, записанными во втором и четвертом регистрах общего назначения, позволяет подавать этот сигнал на цифровые преобразователи посредством буфера данных, шины данных и интерфейса, соединение выходов цифроаналоговых преобразователей с входами логического элемента ИЛИ, выход которого посредством усилителя соединен с обмоткой соленоида, позволяет при появлении сигнала рассогласования одного любого из двух или одновременно двух сигналов рассогласования получить на выходе логического элемента сигнал, который усиливается усилителем и подается в обмотку соленоида, сердечник соленоида перемещается, перемещая рычаг и связанную с ним рейку топливного насоса, скорость движения машины снижается, перегрузка трансмиссии прекратится.

На фиг. 1 изображена схема гусеничного трактора с интеллектуальной микропроцессорной системой управления нагрузками на карданных валах трансмиссии; на фиг. 2 - осциллограммы импульсов, возникающих на коллекторе второго транзистора триггера датчика крутящего момента; на фиг. 3 - осциллограммы импульсов, возникающих на коллекторе первого транзистора триггера датчика крутящего момента; на фиг. 4 - осциллограммы импульсов на выходе дифференцирующих цепей датчика крутящего момента; на фиг. 5 - крутящий момент на одном из карданных валов гусеничного трактора; на фиг. 6 - среднее значение крутящего момента, вычисляемое микропроцессором; на фиг. 7 - среднеквадратическое отклонение крутящего момента; на фиг. 8 - сумма среднего значения и среднеквадратического отклонения крутящего момента, используемая для управления гусеничным трактором.

Гусеничный трактор содержит двигатель 1, трансмиссию, включающую коробку передач 2 и два карданных вала 3, 4, при этом карданный вал 3 имеет датчик 5 крутящего момента, карданный вал 4 имеет датчик 6 крутящего момента, топливный насос 7 с регулятором 8 частоты вращения и рейкой 9, соленоид 10 с обмоткой 11 и подвижным сердечником 12, связанным с рейкой 9, преобразователи сигналов, выполненные в виде микропроцессорной системы 13, содержащей микропроцессор 14, имеющий внутреннюю память, выполненную в виде регистров 15 общего назначения, два аналого-цифровые преобразователя 16, 17, оперативное 18 и постоянное 19 запоминающие устройства, генератор 20 тактовой частоты, таймер 21, буфер 22 адреса, буфер 23 данных, интерфейс 24 с шестью входами, шину 25 данных, шину 26 адреса, шину 27 управления, первый сравнивающий элемент, выполненный на регистрах 28, 29 общего назначения, второй сравнивающий элемент, выполненный на регистрах 30, 31 общего назначения, два цифроаналоговые преобразователя 32, 33, при этом первым входом интерфейс 24 соединен через первый аналого-цифровой преобразователь 16 с первым датчиком момента 4, вторым - через второй аналого-цифровой преобразователь 17 - с вторым датчиком момента 6, третьим и четвертым входами интерфейс 24 соединен с первым и вторым цифроаналоговыми преобразователями 32, 33 соответственно, пятым входом интерфейс 24 соединен через шину управления 27 с микропроцессором 14, шестым входом - через шину данных 25 и буфер 23 данных с микропроцессором 14, который соединен с генератором 20 тактовой частоты и таймером 21, а через буфер адреса 22 и шину 26 адреса микропроцессор 14 соединен с оперативным и постоянным запоминающими устройствами 18, 19, а выходами цифроаналоговые преобразователи 32, 33 соединены с входами

## ВУ 12950 С1 2010.02.28

логического элемента ИЛИ 34, выход которого посредством усилителя 35 соединен с обмоткой 11 соленоида 10, а каждый из аналого-цифровых преобразователей 16, 17 включает в себя логический элемент И 36, суммирующий счетчик 37, дифференцирующую цепь 38 и мультивибратор 39, являющийся общим для обоих преобразователей 16, 17.

Каждый из датчиков 5, 6 крутящего момента содержит металлические диски 40, 41 с радиальными прорезями и выступами, установленные по концам валов, преобразователи 42 и 43 импульсные, установленные с обеспечением возможности прохождения каждого диска вблизи соответствующего преобразователя, подключенные к выходам преобразователей 42, 43 дифференцирующие цепи 44, 45, выполненные на резисторах 46, 47, конденсаторах 48, 49 с подключенными к их выходам диодами 50, 51, последовательно соединенные триггер 52, выполненный на первом 53 и втором 54 биполярных транзисторах и четырех 55, 56, 57, 58 резисторах, при этом базы и эмиттеры транзисторов 53, 54 соединены с соответствующими выводами выходов дифференцирующих цепей 44, 45.

Каждая из дифференцирующих цепей 38 содержит конденсатор 59, резистор 60, диод 61. Усилитель 35 имеет транзистор 62, резистор 63, источник питания 64.

При эксплуатации трактора двигатель развивает крутящий момент для преодоления момента сопротивления движению, поток мощности поступает от двигателя 2 на карданные валы 3 и 4. При включении датчиков 5, 6 крутящего момента в исходном состоянии транзистор 54 триггера 52 открыт, а транзистор 53 закрыт. Поэтому напряжение на коллекторе транзистора 54 равно нулю, а на коллекторе транзистора 53 принимает максимальное значение (фиг. 2, 3). В момент времени, равный  $t_1$  (фиг. 4), на выходе преобразователя 42 при вращении вала с диском 40 формируется первый импульс, он дифференцируется цепью 44, выпрямляется диодом 50, образуется положительный импульс, который подается на базу транзистора 53. Транзистор 53 открывается, а транзистор 54 закрывается. На коллекторе транзистора 54 появляется положительное напряжение.

Во время эксплуатации карданные валы закручиваются на угол, пропорциональный приложенному моменту. Диск 41 закручивается относительно диска 40. Поэтому в момент времени, равный  $t_2$  (фиг. 4), на выходе преобразователя 43 формируется импульс, имеющий фазовое смещение относительно первого импульса, сформированного преобразователем 42. Этот импульс дифференцируется цепью 45, выпрямляется диодом 51, образуется положительный импульс, который подается на базу транзистора 54. Транзистор 54 открывается, а транзистор 53 закрывается. На коллекторе транзистора 54 опять устанавливается напряжение, равное нулю (фиг. 2). Далее, в моменты времени, равные соответственно  $t_3$ ,  $t_5$ , формируются на коллекторе второго транзистора 54 триггера 52 прямоугольные импульсы, осциллограммы которых приведены на фиг. 2.

Таким образом, на выходе транзисторов 54 триггеров 52 формируется положительные импульсы, длительность каждого из которых пропорциональна величине крутящего момента на каждом из карданных валов. Сформированные импульсы поступают на вторые входы логических элементов И 36. За время, равное длительности каждого из этих импульсов, поступающих от триггера 52 на второй вход логического элемента И 36, на первый вход этого логического элемента поступают короткие импульсы от мультивибратора 39. Эти короткие импульсы проходят на выход элемента И 36 и счетчиком 37 подсчитываются и преобразуются в цифровой код. По сигналу от микропроцессора 14 посредством интерфейса 24, шины 25 данных, минуя микропроцессор, этот код записывается в оперативное запоминающее устройство.

Обработка сигналов о моментах на валах с целью получения среднего значения момента, среднеквадратического отклонения этого момента осуществляется микропроцессором 14 по программе, которая состоит из команд. Программа вычисления этих статистических характеристик момента записана в постоянном запоминающем устройстве 19. При этом в ходе работы микропроцессор 14 выдает на шину 26 адреса номер ячейки постоянного запоминающего устройства 19, где хранится команда, которую необходимо

## ВУ 12950 С1 2010.02.28

выполнить по программе. По шине 27 управления в постоянное запоминающее устройство 19 поступают сигналы, обеспечивающие чтение содержимого этой ячейки памяти. Запрошенная команда выдается на шину 25 данных и через буфер 23 данных, принимается микропроцессор 14 и расшифровывается. После расшифровки микропроцессор 14 выдает через буфер 22 адреса на шину 26 адреса номер ячейки оперативного запоминающего устройства 18, хранящей данные, над которыми необходимо по команде выполнить операцию. По шине 27 управления в оперативное запоминающее устройство 18 поступают сигналы, обеспечивающие чтение содержимого ячейки, где хранятся данные. Запрошенные данные подаются на шину 25 данных и через буфер 23 данных поступают в микропроцессор 14. Затем выполняется операция над данными микропроцессором 14. После завершения выполнения текущей команды на шину 26 адреса микропроцессором выдается адрес следующей команды и описанный процесс обработки информации микропроцессором 14 повторяется. Таймером 21 задаются в определенное время команды управления и организуются временные задержки. Для синхронизации работы по обработке информации генератором 20 тактовой частоты на микропроцессор 14 подается последовательность тактовых импульсов.

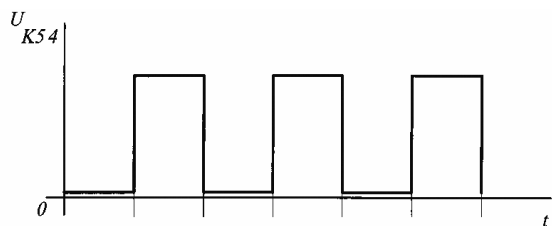
Запись данных в оперативное запоминающее устройство происходит следующим образом. Сигналы от датчиков момента поступают на аналого-цифровые преобразователи 16, 17. Выходные цифровые сигналы в параллельном коде подаются на первый и второй входы интерфейса 24. Микропроцессор 14, выполняя команду ввода, по шине 30 управления подает на интерфейс 24 соответствующие управляющие сигналы. Из интерфейса 24 цифровые сигналы поступают посредством шины 25 данных в оперативное запоминающее устройство 18.

По программе, записанной в постоянном запоминающем устройстве 19, определяются такие статистические характеристики каждого из крутящих моментов как их средние значения и среднеквадратические отклонения, а также крутящие моменты на валах 3, 4 в виде сумм средних значений и соответствующих среднеквадратических отклонений для каждого из валов 3, 4 записываются полученные суммы средних значений и среднеквадратических отклонений из оперативного запоминающего устройства в регистры 28, 30 общего назначения микропроцессора 14, сравниваются полученные суммы средних значений и среднеквадратических отклонений с соответствующими номинальными величинами, записанными ранее в регистры 29, 31 общего назначения микропроцессора 14.

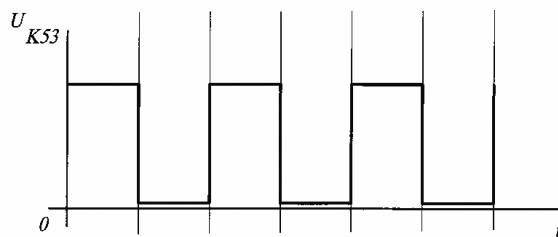
При наличии сигналов рассогласования двух измеренных сумм статистических характеристик с соответствующими номинальными, записанными в регистрах 29, 31 общего назначения, сигнал рассогласования подается на цифроаналоговые преобразователи 32, 33 посредством буфера 23 данных, шины 25 данных и интерфейса 24. При появлении двух сигналов рассогласования одновременно или одного из двух на выходе логического элемента 34 появляется сигнал, который усиливается усилителем 35 и подается в обмотку 11 соленоида 10, сердечник 12 соленоида 10 перемещается, перемещая связанную с ним рейку топливного насоса, скорость движения гусеничного трактора снижается, перегрузка трансмиссии прекратится.

### Источники информации:

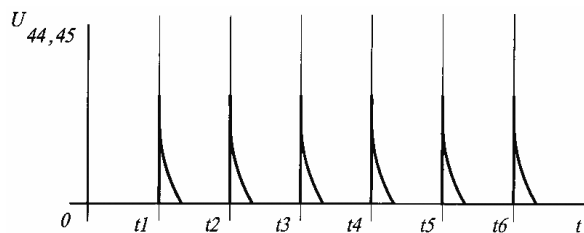
1. Патент RU 2267432, МПК В 62D 11/10, 2006.
2. Банников С.А., Родичев В.А. Тракторы Т-150 и Т-150 К. - М.: Высшая школа, 1984. - С.4, 8, 99, 100.
2. Патент ВУ 9471, МПК В 60W 10/00, В 60W 50/06, 2007.



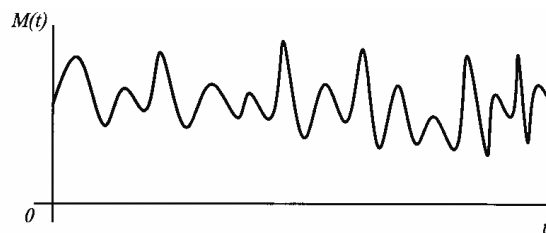
Фиг. 2



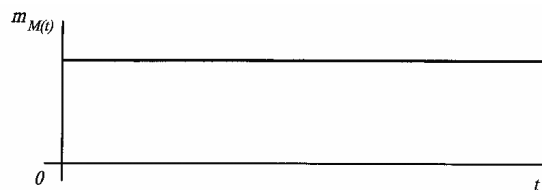
Фиг. 3



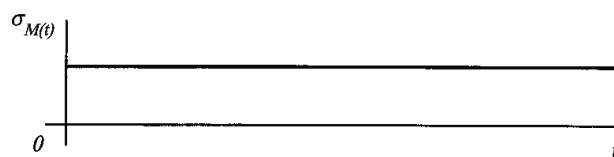
Фиг. 4



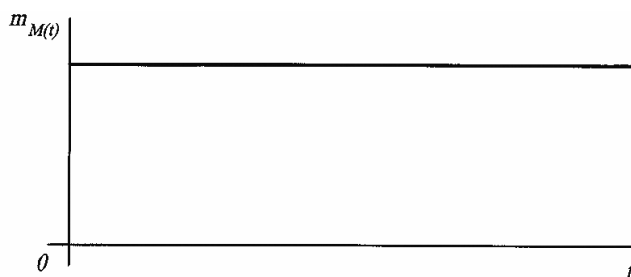
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8