

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 038827

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.10.26

(21) Номер заявки
201991945

(22) Дата подачи заявки
2018.04.06

(51) Int. Cl. *F02D 31/00* (2006.01)
F02D 41/12 (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01)

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ

(31) 62/483,037

(32) 2017.04.07

(33) US

(43) 2020.02.29

(86) PCT/US2018/026496

(87) WO 2018/187711 2018.10.11

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДжиИ ГЛОБАЛ СОРСИНГ ЭлЭлСи
(US)

(72) Изобретатель:
Янг Генри Тодд (US)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)

(56) US-A1-20140343829
US-A1-20160114783
WO-A2-2017024217
JP-A-2015003528
US-A1-20140350766

(57) Предлагается способ, включающий автоматическое снижение числа оборотов двигателя от первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение числа оборотов не ниже первого порогового значения числа оборотов и скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода.

038827

B1

038827

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Формы осуществления предмета изобретения, раскрытого в данном документе, относятся к управлению числом оборотов двигателя в транспортном средстве.

Обзор известных технических решений

По меньшей мере, некоторые операторы транспортных средств могут требовать, чтобы транспортное средство имело высокие эксплуатационные качества. Высокие эксплуатационные качества могут максимизировать производительность транспортного средства. В зависимости от типа транспортного средства и конечного использования производительность может быть представлена в виде увеличенной скорости, большей дальности перевозки или тягового усилия, более короткого времени для достижения полной мощности и тому подобного. Некоторые системы с дизель-электрическим приводом рассчитаны на получение максимальной мощности от двигателя. Иногда может возникать необходимость выбора между отдаваемой мощностью и эффективностью использования топлива. Может быть желательно иметь такую систему управления транспортным средством, которая отличается от имеющихся в настоящее время.

Сущность изобретения

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение числа оборотов не ниже первого порогового значения числа оборотов, и скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода.

В одной из форм осуществления изобретения транспортное средство содержит электропривод, двигатель и контроллер. Число оборотов двигателя механически не связано со скоростью транспортного средства. Контроллер управляет числом оборотов двигателя и, кроме того, управляет двигателем по меньшей мере в двух или более режимах работы; контроллер сконфигурирован для переключения между режимами работы в ответ на заданный набор входных пусковых сигналов. Режимы работы включают в себя режим высокой производительности, который поддерживает число оборотов двигателя на первых, более высоких оборотах (Revolutions Per Minute, RPM), и режим экономии топлива, который поддерживает число оборотов двигателя на вторых, более низких оборотах, чем в режиме высокой производительности. Входные пусковые сигналы основаны, по меньшей мере частично, на одном или более из следующего: истечении установленного периода, который начинается после того как скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя становится по существу равной нулю; пространственного расположения данного транспортного средства относительно другого транспортного средства; уклона, на котором находится транспортное средство; путевой скорости транспортного средства; ручной установки оператором или контроллером, указывающей на желание или необходимость либо экономии топлива, либо высокой производительности; установки подачи топлива для двигателя, которая составляет 50% или более от максимально доступных установок подачи топлива для двигателя; отдаваемой мощности двигателя, составляющей 50% или более от максимально доступной отдаваемой мощности двигателя; и/или полезной нагрузки транспортного средства, составляющей 50% или более от максимально допустимой полезной нагрузки транспортного средства.

В одной из форм осуществления изобретения система содержит двигатель и контроллер, сконфигурированный для управления числом оборотов двигателя. Контроллер также работает с двигателем по меньшей мере в двух или более режимах работы, включая первый режим, связанный с первым числом оборотов двигателя, и второй режим, который поддерживает число оборотов двигателя на втором числе оборотов двигателя, которое ниже, чем первое число оборотов двигателя. Контроллер также переключается между режимами работы в ответ на истечение заданного периода, который начинается после того как скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя становится по существу равной нулю.

Контроллер может переключать режим работы на основании одного или более из пространственного расположения данного транспортного средства относительно другого транспортного средства; уклона, на котором расположено транспортное средство; путевой скорости транспортного средства; ручной установки оператором или контроллером, указывающей на желание или необходимость либо экономии топлива, либо высокой производительности; установки подачи топлива для двигателя, которая составляет 50% или более от максимально доступных установок подачи топлива для двигателя; отдаваемой мощности двигателя, составляющей 50% или более от максимально доступной отдаваемой мощности двигателя; и/или полезной нагрузки транспортного средства, составляющей 50% или более от максимально допустимой полезной нагрузки транспортного средства.

Краткое описание чертежей

Изобретение станет понятнее после прочтения следующего описания неограничивающих форм его осуществления, приводимого со ссылкой на приложенные чертежи.

На фиг. 1 показано схематическое изображение колонны транспортных средств.

На фиг. 2 показана схема транспортного средства из колонны транспортных средств по фиг. 1.

Фиг. 3 - блок-схема, иллюстрирующая пример способа управления транспортным средством, показанным на фиг. 2.

Фиг. 4 - пример схемы управления.

Фиг. 5 является схемой, иллюстрирующей пример параметров двигателя во время работы транспортного средства, показанного на фиг. 2.

Фиг. 6, 7 и 8 - блок-схемы, иллюстрирующие дополнительные примеры способов управления транспортным средством, показанным на фиг. 2.

Подробное описание

Формы осуществления изобретения, раскрытого в данном документе, относятся к оптимизации рабочих точек двигателя и мощности для команды полного газа. В отличие от традиционного режима работы, в котором транспортное средство может двигаться с максимальным числом оборотов двигателя (например, 1900 об/мин) и максимальной мощностью, когда оператор дает команду на 100% открытие дросселя, формы осуществления изобретения, раскрытые в данном документе, могут иметь первый режим работы, в котором число оборотов двигателя первоначально устанавливается на первое более высокое число оборотов, а затем для уменьшения расхода топлива первый режим переключается на второй рабочий режим со вторым, более низким, числом оборотов, при этом оператор не дает команду на снижение уровня открытия дросселя.

Описанный здесь подход может использоваться в двигателях различных типов и во множестве систем с приводом от двигателя, выбранных на основании критериев конкретного применения. Хотя многие из представленных примеров являются мобильными или полумобильными, некоторые из этих систем могут быть стационарными. Мобильные платформы включают самоходные транспортные средства, в то время как полумобильные платформы могут быть перемещаемыми между периодами эксплуатации, например установленными на бортовых прицепах. Подходящие транспортные средства могут включать в себя такие, двигатели которых механически не связаны с движительной системой (например, транспортные средства, которые не имеют механических трансмиссий для передвижения, но вместо этого, например, имеют двигатели, которые приводят в действие генератор для выработки электроэнергии для работы электрических тяговых двигателей). Такие транспортные средства могут включать в себя железнодорожные транспортные средства, горные транспортные средства, сельскохозяйственные транспортные средства, морские суда, самолеты, пассажирские транспортные средства, беспилотные летательные аппараты и роботизированное оборудование, а также внедорожные транспортные средства (Off-Highway Vehicles, OHV). Для ясности иллюстрации, в качестве примера мобильной платформы, поддерживающей систему, включающую в себя форму осуществления изобретения, может использоваться грузовой автомобиль (например, карьерный самосвал, дизельно-электрический грузовой автомобиль и т.п.).

Во время работы двигателя контроллер двигателя автоматически уменьшает число оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение не ниже первого порогового значения числа оборотов, а также на то, что скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода.

В одной из форм осуществления изобретения первое значение числа оборотов представляет собой число оборотов, при котором двигатель обеспечивает заданный уровень производительности или заданный уровень крутящего момента в указанном диапазоне производительности или крутящего момента во время события переходного процесса разгона.

Контроллер может постепенно снижать число оборотов двигателя с регулируемой скоростью до тех пор, пока не будет достигнуто второе значение числа оборотов, при этом второе значение числа оборотов является числом оборотов двигателя, которое более топливозакономично, чем первое значение числа оборотов. Следует отметить, что двигатели имеют оптимизированные рабочие точки, и их мощность и эффективность не изменяются линейно с числом оборотов двигателя. Таким образом, может случиться так, что при полной отдаваемой мощности двигатель не является оптимальным по расходу топлива. Как только установившееся состояние достигнуто и поддерживается в течение определенного периода времени, контроллер может приказать числу оборотов двигателя снизиться до второго уровня, оптимизированного по расходу топлива. Второй уровень числа оборотов может находиться в оптимизированной по расходу топлива рабочей точке, близкой к запрашиваемой мощности или уровню открытия дросселя.

В одной из форм осуществления изобретения, если контроллер принимает запрос на увеличение одного или более из мощности двигателя, крутящего момента двигателя, числа оборотов двигателя или скорости транспортного средства от оператора или контроллера транспортного средства, то он отвечает инициированием постепенного повышения числа оборотов двигателя от низшего значения числа оборотов при запуске двигателя до первого значения числа оборотов двигателя. При достижении первого значения числа оборотов двигателя таймер или датчик указывает контроллеру, что началась работа в установившемся состоянии. После определенного периода установившегося состояния контроллер инициирует переключение во второе рабочее состояние, которое является близким, но более низким по производительности, но имеет лучшую экономию топлива. В другой форме осуществления изобретения вместо экономии топлива используются другие желаемые характеристики, такие как износ двигателя, уровень шума, уровни выбросов загрязняющих веществ и тому подобное.

Контроллер может постепенно повышать число оборотов двигателя с регулируемой скоростью до тех пор, пока не будет достигнуто первое значение числа оборотов, и величина постепенного повышения

может быть равной или близкой к максимально доступной величине постепенного повышения числа оборотов двигателя (например, в одной из форм осуществления изобретения, равной или отличающейся в пределах 10%, а в другой форме осуществления изобретения равной или отличающейся в пределах 5%). Аналогичным образом контроллер может постепенно снижать число оборотов двигателя с регулируемой скоростью с первого значения до второго значения. Второе значение числа оборотов может быть, как отмечено выше, числом оборотов двигателя, которое является более топливэкономичным, чем при работе двигателя на первом значении числа оборотов.

Контроллер может принимать и/или использовать измеряемую, оцениваемую или рассчитываемую скорость транспортного средства для определения одного или обоих из значений скорости постепенного снижения числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения и длительности заданного периода, в течение которого скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю, прежде чем инициировать постепенное снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения. То есть работа транспортного средства на разных скоростях может приводить к тому, что контроллер будет изменять скорость изменения числа оборотов двигателя по-разному. Например, при более низких скоростях контроллер может увеличивать или уменьшать число оборотов двигателя медленнее, чем когда транспортное средство работает на более высоких скоростях. Например, скорость изменения, возможно, должна быть более быстрой на более высоких скоростях, чтобы учитывать уменьшенное время реакции оператора, в то время как на более низких скоростях более медленная скорость изменения может сэкономить топливо и/или уменьшить износ двигателя и других компонентов.

Одно или оба из скорости постепенного снижения при уменьшении числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения и/или длительности заданного периода, в течение которого скорость изменения по существу равна нулю, могут быть определены контроллером на основании, по меньшей мере частично, состояния транспортного средства, находящегося в загруженном, частично загруженном или пустом состоянии. Например, более легкие ненагруженные транспортные средства могут быть более легко реагирующими, чем более тяжелые загруженные транспортные средства, и поэтому скорость изменения может быть большей для адаптации. Точно так же транспортное средство с большой нагрузкой может повредить компоненты, если скорость изменения слишком велика. Таким образом, в одной из форм осуществления изобретения контроллер может определять, несет ли транспортное средство полезную нагрузку, чтобы установить заданный период короче, чем если бы транспортное средство было почти пустым. "Полезная нагрузка" относится к съемному грузу или пассажирам, а не к транспортному средству/его частям, топливу/расходным материалам или операторам/экипажу транспортного средства. В одной из форм осуществления изобретения "почти пустой" означает 5% или менее от максимальной грузоподъемности транспортного средства.

В одной из форм осуществления изобретения контроллер сконфигурирован для определения того, что транспортное средство везет полезную нагрузку, в ответ на что контроллер работает в первом режиме, где заданный период имеет первую длительность. Контроллер дополнительно сконфигурирован для определения того, что транспортное средство практически пустое, и в ответ на это контроллер работает во втором режиме, где заданный период имеет вторую длительность, которая больше, чем первая длительность (то есть длительность заданного периода, когда транспортное средство везет полезную нагрузку, короче, чем длительность заданного периода, когда транспортное средство почти пусто). В другой форме осуществления изобретения контроллер сконфигурирован для определения того, что транспортное средство везет полезную нагрузку, в ответ на что контроллер работает в первом режиме, где заданный период имеет первую длительность. Контроллер дополнительно сконфигурирован для определения того, что транспортное средство пусто (нет полезной нагрузки), в ответ на что контроллер работает во втором режиме, где заданный период имеет вторую длительность, которая больше, чем первая длительность (то есть длительность заданного периода, когда транспортное средство везет полезную нагрузку, короче, чем длительность заданного периода, когда транспортное средство пусто).

Определение состояния полезной нагрузки транспортного средства (с полезной нагрузкой, или без нагрузки, или почти без нагрузки) может быть основано на принимаемых сигналах датчиков (например, датчиков, которые воспринимают нагрузку на кузов самосвала или другое грузовое пространство транспортного средства); движении транспортного средства или скорости реагирования (например, как быстро транспортное средство ускоряется при заданном уровне открытия дросселя относительно известных величин ускорения, когда транспортное средство пусто); сигналах, указывающих вводимую оператором информацию в отношении полезной нагрузки транспортного средства; сигналах, относящихся к данным/информации о полезной нагрузке (например, об известном весе полезной нагрузки в соответствии с измерениями вне транспортного средства, информации грузового манифеста, виде и объеме материала).

В другой форме осуществления изобретения степень, до которой заданный период укорачивается, когда транспортное средство везет полезную нагрузку (по сравнению с тем, когда транспортное средство является почти пустым или пустым), изменяется в зависимости от величины полезной нагрузки. Например, в ответ на то, что полезная нагрузка относительно легкая (например, более 5%, но не более 25% максимальной нагрузки), заданный период имеет первую длительность; в ответ на то, что полезная на-

грузка более тяжелая (например, более 25%, но не более 75% максимальной нагрузки), заданный период имеет вторую длительность; и в ответ на то, что полезная нагрузка наиболее тяжелая (например, более 75% от максимальной полезной нагрузки), заданный период имеет третью длительность; где первая длительность меньше, чем длительность заданного периода, когда транспортное средство пусто; вторая длительность меньше, чем первая длительность; а третья длительность меньше, чем вторая длительность. Могут быть использованы дополнительные или другие ограничения, и/или длительность может изменяться обратно пропорциональным линейным образом, как функция от величины полезной нагрузки (например, минимальная длительность для максимальной полезной нагрузки и максимальная длительность для транспортного средства без полезной нагрузки или почти пустого).

В одной из форм осуществления изобретения одна или обе из скорости постепенного снижения числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения и/или длительности заданного периода, для которого скорость изменения по существу равна нулю, основаны, по меньшей мере частично, на уклоне, на котором находится транспортное средство в то время, когда число оборотов двигателя должно перейти с первого значения ко второму значению. Например, в одной из форм осуществления изобретения контроллер сконфигурирован для автоматического уменьшения числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на оба события: первое значение числа оборотов не ниже первого порогового значения числа оборотов; и скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Контроллер сконфигурирован для управления уменьшением числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения с величиной постепенного снижения, которая основана, по меньшей мере частично, на уклоне, на котором находится транспортное средство во время перехода числа оборотов двигателя от первого значения ко второму значению. Альтернативно или дополнительно контроллер сконфигурирован для инициирования уменьшения числа оборотов в ответ на то, что мощность двигателя и/или число оборотов двигателя по существу равны нулю в течение заданного периода, где контроллер сконфигурирован для того, чтобы устанавливать длительность заданного периода, по меньшей мере частично, на основании уклона, на котором находится транспортное средство во время перехода числа оборотов двигателя от первого значения ко второму значению.

Контроллер может быть сконфигурирован для определения скорости постепенного снижения числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения и/или длительности заданного периода, основываясь, по меньшей мере частично, на абсолютном состоянии открытия дросселя, так что запрашиваемое изменение мощности должно быть больше, чем заданное пороговое значение, чтобы инициировать постепенное снижение, или, по меньшей мере частично, на основании условий окружающей среды, в которых может находиться транспортное средство. Примером условий окружающей среды является определенное рабочее правило, согласно которому транспортное средство должно быть удалено от второго транспортного средства на заданное расстояние, чтобы контроллер мог начать постепенное снижение, и это расстояние назначается, по меньшей мере частично, на основании скорости каждого из данного транспортного средства и второго транспортного средства.

Другой фактор, из которого может исходить контроллер, - это то, вырабатывает ли двигатель пятьдесят процентов (50%) или более от максимальной отдаваемой мощности двигателя или вырабатывает ли менее пятидесяти процентов (50%) от максимальной отдаваемой мощности двигателя. Если двигатель вырабатывает примерно 50% или более мощности, контроллер может инициировать переключение или поддержание режима работы двигателя, чтобы он был более легко реагирующим в том смысле, что заданный период является более длительным по сравнению с двигателем, производящим примерно менее 50% его максимальной мощности. Например, в одной из форм осуществления изобретения контроллер сконфигурирован для определения состояния мощности двигателя. Состояние мощности указывает на текущую отдаваемую мощность двигателя, определяемую, например, по сигналам датчиков (таким как число оборотов в минуту (RPM) коленчатого вала или корреляции ускорения/движения транспортного средства с одним или более из массы транспортного средства, времени или пройденного расстояния), уровней подачи топлива (сколько топлива подается и/или сжигается двигателем), отдаваемой электрической мощности (в случае, когда двигатель вращает генератор для снабжения электроэнергией тяговых электродвигателей), моделей/оценок (возможно, с сенсорным вводом характеристик транспортного средства) и т.д. Для определения относительно уровня 50% состояние мощности имеет одно из двух значений: двигатель производит примерно 50% или более максимальной отдаваемой мощности двигателя; или двигатель производит менее 50% максимальной отдаваемой мощности двигателя. Контроллер сконфигурирован в первом режиме реагировать на состояние мощности, указывающее, что двигатель производит примерно 50% или более от максимальной отдаваемой мощности двигателя, для переключения или поддержания режима работы двигателя так, чтобы он был более легко реагирующим с точки зрения заданного периода, более длительного по сравнению с заданным периодом, когда состояние мощности указывает на то, что двигатель производит менее примерно 50% его максимальной мощности. Например, контроллер может быть дополнительно сконфигурирован во втором режиме реагировать на состояние мощности, указывающее, что двигатель вырабатывает менее чем примерно 50% максимальной отдаваемой мощности двигателя, для управления двигателем (как изложено в настоящем документе) с точки зрения

более короткого заданного периода по сравнению с длительностью заданного периода, когда состояние мощности указывает на то, что двигатель производит примерно 50% или более своей максимальной мощности. (В формах осуществления изобретения "примерно" относится к плюс или минус одному проценту. В других формах осуществления изобретения состояние мощности имеет два возможных значения: в первом состоянии мощности соответствует 50% или более, а во втором состоянии мощности соответствует менее 50%. Максимальная отдаваемая мощность двигателя может быть получена как часть спецификации двигателя, предоставляемой изготовителем, или она может быть определена во время работы двигателя при его максимальном уровне подачи топлива и/или уровне открытия дросселя относительно известной нагрузки.)

В формах осуществления изобретения контроллер может основывать заданный период и/или величину постепенного изменения на том, остановлено ли транспортное средство, и в этом случае заданный период может быть короче, чем в случае, если транспортное средство движется. В частности, в формах осуществления изобретения контроллер сконфигурирован для определения состояния движения транспортного средства. Состояние движения относится к движущемуся транспортному средству (первому возможному состоянию транспортного средства) и к остановленному/стоящему на месте/неподвижному транспортному средству (второму возможному состоянию транспортного средства). Состояние движения может быть определено на основании сигналов датчика движения, информации системы глобального позиционирования (Global Positioning System, GPS), видеоаналитики видеосигнала и т.п. Контроллер сконфигурирован в первом режиме работы реагировать на состояние движения, соответствующее движущемуся транспортному средству, в течение заданного периода, который должен быть длиннее, чем когда состояние движения соответствует остановленному транспортному средству. Контроллер дополнительно сконфигурирован во втором режиме работы реагировать на состояние движения, соответствующее остановленному транспортному средству, в течение заданного периода, который должен быть короче, чем когда состояние движения соответствует движущемуся транспортному средству. Например, контроллер может быть сконфигурирован в первом режиме для автоматического уменьшения числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ как на то, что первое значение не ниже первого порогового значения числа оборотов, так и на то, что скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода, имеющего первую ненулевую длительность, и во втором режиме для автоматического уменьшения числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение не ниже первого порогового значения числа оборотов, и скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода, имеющего другую, вторую, ненулевую длительность, где первая длительность больше, чем вторая длительность.

Эти и другие факторы, раскрытые в данном документе, могут вносить вклад в период, в течение которого необходимо поддерживать установившееся состояние до инициирования изменения от или к другому второму числу оборотов двигателя, согласно одному аспекту изобретения. Эта скорость изменения может отличаться от более общей скорости изменения, связанной с изменением уровня открытия дросселя контроллером или оператором на новый уровень открытия дросселя. Например, в ответ на общую команду оператора на сброс газа, контроллер может быть сконфигурирован так, чтобы уменьшать число оборотов двигателя с первой скоростью изменения, и в ответ на текущее число оборотов двигателя, равное или превышающее первое пороговое значение числа оборотов, и скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равную нулю в течение заданного периода, контроллер сконфигурирован для автоматического (без вводимой оператором информации, например, команды управления подачей топлива от оператора) уменьшения числа оборотов двигателя от текущего числа оборотов до второго, более низкого числа оборотов со второй скоростью изменения, которая отличается от первой скорости изменения.

В одной из форм осуществления изобретения второе значение числа оборотов связано с мощностью для экономии топлива. Кроме того, мощность, позволяющая экономить топливо, отличается от максимальной мощности двигателя более чем на заданную величину. Альтернативно или дополнительно второе значение числа оборотов отличается от максимального числа оборотов двигателя более чем на заданную величину. "Экономия топлива" означает более низкую норму расхода топлива по сравнению с одним или более другими значениями мощности.

Таким образом, в одной из форм осуществления изобретения контроллер сконфигурирован для автоматического уменьшения числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение числа оборотов не ниже первого порогового значения числа оборотов, и скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода, где второе значение числа оборотов связано с мощностью для экономии топлива, например двигатель использует топливо с более низким расходом при величине мощности, соответствующей второму значению числа оборотов, чем при одной или нескольких других величинах мощности. Мощность для экономии топлива отличается от максимальной мощности двигателя более чем на первую заданную величину, и/или второе значение числа оборотов отличается от максимального числа оборотов двигателя более чем на вторую заданную величину.

В соответствии с одной из форм осуществления изобретения предлагается транспортное средство, которое содержит электропривод, двигатель и контроллер. Число оборотов двигателя может быть механически не связано со скоростью транспортного средства. Контроллер управляет числом оборотов двигателя и управляет двигателем по меньшей мере в двух (то есть в двух или более) режимах работы. Контроллер дополнительно может переключать между режимами работы в ответ на заданный набор входных пусковых сигналов. Режимы работы включают в себя режим высокой производительности, который поддерживает число оборотов двигателя на первом, более высоком числе оборотов (RPM), и режим экономии топлива, который поддерживает число оборотов двигателя на втором числе оборотов, более низком, чем в режиме высокой производительности. ("Высокая производительность" может относиться к более высокому удельному расходу топлива, например, большей мощности, относительно "экономии топлива", которая может относиться к более низкому удельному расходу топлива, например, меньшей мощности.) Входные пусковые сигналы основаны, по меньшей мере частично, на одном или более из следующего: истечение заданного периода, который начинается после того, как скорость изменения одного или обоих из (i) мощности двигателя и (ii) числа оборотов двигателя становится по существу равной нулю; пространственное расположение данного транспортного средства относительно другого транспортного средства; уклон, на котором находится транспортное средство; путевая скорость транспортного средства; ручная установка оператором или контроллером, указывающая на желание или необходимость либо экономии топлива, либо высокой производительности; установка дросселя для двигателя, которая составляет 50% или более от максимально доступной установки дросселя для двигателя; отдаваемая мощность двигателя, составляющая 50% или более от максимально доступной отдаваемой мощности двигателя; и/или полезная нагрузка транспортного средства, которая составляет 50% или более от максимально допустимой полезной нагрузки транспортного средства.

В одной из форм осуществления изобретения число оборотов двигателя в режиме высокой производительности составляет примерно 1900 об/мин, а в режиме экономии топлива - примерно 1800 об/мин, а заданный период находится в диапазоне от примерно 5 с до примерно 3 мин. Числа оборотов двигателя и заданные периоды могут быть выбраны, исходя из критериев, специфичных для применения. Во время работы контроллер сконфигурирован для управления величиной постепенного снижения числа оборотов двигателя от режима работы с высокой производительностью (то есть от числа оборотов двигателя в режиме работы с высокой производительностью) до режима работы с экономией топлива (то есть до более низкого числа оборотов двигателя в режиме работы с экономией топлива) с заданной скоростью изменения, которая меньше максимальной скорости изменения числа оборотов двигателя, возможной для двигателя.

Опционально контроллер может быть сконфигурирован для управления третьим рабочим состоянием (то есть третьим режимом работы), в котором двигатель работает на холостом ходу, и контроллер может дополнительно переключать двигатель из режима экономии топлива в режим работы на холостом ходу - третий режим работы. Контроллер может быть сконфигурирован для инициирования переключения в третий режим работы в соответствии с одним или более заданными критериями, относящимися к тому, когда может быть желательной или подходящей для двигателя работа на холостом ходу, например, когда транспортное средство останавливается, по меньшей мере, в течение определенного ненулевого периода времени, или транспортное средство движется со скоростью ниже заданной, относительно низкой, скорости (но большей, чем когда оно остановлено), по меньшей мере, в течение заданного ненулевого периода времени, или на основании установки газа или других установок управления (например, транспортное средство поставленного на "стоянку"), или на основании заданных скоростей изменения числа оборотов или мощности относительно заданных периодов времени и пороговых уровней и т.п.

В одной из форм осуществления изобретения контроллер может быть сконфигурирован для автоматического уменьшения числа оборотов многократно согласно двум или более уровням уменьшения числа оборотов. Например, контроллер может быть сконфигурирован для автоматического уменьшения числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение числа оборотов не ниже первого порогового значения числа оборотов, и скорость изменения одного или обоих из мощности двигателя и/или числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение первого заданного периода. Контроллер дополнительно сконфигурирован для автоматического уменьшения числа оборотов двигателя со второго значения до третьего значения, в ответ на то, что скорость изменения одного или обоих значений мощности двигателя и/или числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение второго заданного периода, который начинается, когда достигается третье значение числа оборотов. Второй заданный период может иметь такую же длительность, что и первый заданный период, или другую длительность. Третье значение числа оборотов может представлять другой режим экономии топлива, который использует топливо с более низким расходом, чем при работе со вторым числом оборотов, причем, например, работа с третьим значением числа оборотов все еще находится в заданном или желаемом диапазоне высокой производительности двигателя, связанном с работой транспортного средства с первым, первоначальным значением числа оборотов.

Система в соответствии с аспектами изобретения может содержать двигатель и контроллер. Контроллер управляет числом оборотов двигателя и управляет двигателем по меньшей мере в двух или более режимах работы, включая первый режим, связанный с первым числом оборотов двигателя, и второй

режим, поддерживающий число оборотов двигателя на втором числе оборотов, которое ниже, чем первое число. Контроллер может переключаться между режимами работы в ответ на истечение заданного периода, который начинается после того, как скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя становится по существу равной нулю.

В одной из форм осуществления изобретения контроллер может переключать режим работы на основании одного или более из следующих факторов: пространственного расположения данного транспортного средства относительно другого транспортного средства; уклона, на котором расположено транспортное средство; путевой скорости транспортного средства; ручной установки оператором или контроллером, указывающей на желание или необходимость либо экономии топлива, либо высокой производительности; установки дросселя для двигателя, которая составляет 50% или более от максимально доступных установок дросселя двигателя; отдаваемой мощности двигателя, равной пятидесяти процентам или более от максимальной доступной отдаваемой мощности двигателя; и/или полезной нагрузки транспортного средства, составляющей 50% или более от максимальной допустимой полезной нагрузки транспортного средства.

Пример карьерного самосвала, воплощающего различные аспекты и признаки изобретения, показан на фиг. 1. В частности, на иллюстрации изображена колонна 1 из двух карьерных самосвалов, каждый из которых обозначен буквой "V". Хотя на фиг. 1 показаны два транспортных средства, другие количества транспортных средств могут быть включены в колонну. Транспортные средства колонны могут быть коммуникативно и/или механически связаны друг с другом, образуя состав или колонну. Во время работы колонны каждое транспортное средство может независимо управляться для поддержания порогового расстояния между каждым транспортным средством, спереди и сзади, а также слева и справа и/или для поддержания пороговой скорости транспортного средства. Опционально одно из транспортных средств может управлять скоростью, направлением, высотой, ориентацией и т.п. другого из транспортных средств. В отличие от традиционного управления, при котором каждое транспортное средство может управляться определенной командой педали акселератора (например, 100% открытия дросселя, также называемой запросом полного газа) с соответствующим числом оборотов двигателя (RPM), каждое транспортное средство может управляться до начального заданного или установленного числа оборотов двигателя, мощности двигателя или другой командой, а затем до второго заданного или установленного числа оборотов двигателя, которое отличается от начального числа оборотов двигателя.

Например, в одной из форм осуществления изобретения контроллер расположен на первом транспортном средстве, которое временно (например, на время заданной задачи, рейса, задания и т.п.) логически или механически связано со вторым транспортным средством для скоординированного движения по маршруту. Например, два транспортных средства могут быть частью колонны или состава транспортных средств. Одно или оба транспортных средства могут быть без водителя (без бортового оператора); например, второе транспортное средство может иметь оператора, а первое транспортное средство может быть без водителя, причем оператор находится на борту второго транспортного средства, по меньшей мере, в целях безопасности, и первое транспортное средство по меньшей мере частично управляется вторым транспортным средством по линии проводной или беспроводной связи. Таким образом, контроллер сконфигурирован для управления первым транспортным средством на основании, по меньшей мере частично, сигналов, принимаемых от второго транспортного средства. Контроллер дополнительно сконфигурирован для автоматического уменьшения числа оборотов двигателя первого транспортного средства с первого значения до второго значения в ответ как на то, что первое значение числа оборотов не ниже первого порогового значения числа оборотов, а также на то, что скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равны нулю в течение заданного периода. Контроллер может быть сконфигурирован для автоматического снижения числа оборотов, которое должно выполняться по меньшей мере в одном режиме работы первого транспортного средства независимо от сигналов, принимаемых со второго транспортного средства. Например, в разных формах осуществления изобретения контроллер может быть сконфигурирован следующим образом: автоматическое снижение числа оборотов только по команде со второго транспортного средства; автоматическое снижение числа оборотов полностью независимо от команд со второго транспортного средства; или работа как в режиме, где число оборотов автоматически снижается независимо от команд со второго транспортного средства, так и в другом режиме, где число оборотов автоматически снижается в ответ на сигналы со второго транспортного средства. Это не исключает, в любой из указанных форм осуществления изобретения возможность снижения числа оборотов на основании пространственного расположения между двумя транспортными средствами (как описано в другом месте в данном документе), но которое не управляется командами с одного транспортного средства к другому. Технический эффект может включать в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя транспортного средства в составе или колонне, которое также управляется (по меньшей мере частично) другим транспортным средством, для уменьшения расхода топлива (относительно продолжения работы на предыдущем, более высоком числе оборотов двигателя); с точки зрения производительности снижение числа оборотов может быть ниже, но в пределах заданного диапазона уровня производительности на более высоком (первом) числе оборотов, так что цели вождения, цели поездки и т.п. для состава или колонны все еще сохраняются, несмотря на сниже-

ние оборотов двигателя.

В формах осуществления изобретения каждое из множества транспортных средств в составе или колонне сконфигурировано (например, каждое имеет соответствующий контроллер, сконфигурированный для этого) так, чтобы автоматически уменьшать число оборотов двигателя в соответствии с критериями, описанными выше и в других местах в данном документе. Такое автоматическое управление в транспортном средстве, которым управляет другое транспортное средство, может подчиняться коррекции управляющим транспортным средством или коррекции на основании других условий вождения/движения/поездки/состояния дорог. Например, управляемое транспортное средство может быть сконфигурировано для автоматического уменьшения числа оборотов двигателя, но только в том случае, если это совместимо с командами, принимаемыми от управляющего транспортного средства, совместимо с текущими условиями вождения/движения/поездки/состояния дорог и т.п. Таким образом, управляемое транспортное средство может быть сконфигурировано так, чтобы автоматически не инициировать снижение оборотов двигателя, даже если критерии соблюдены (как описано в настоящем документе), если это переместит транспортное средство, например, слишком близко к другому транспортному средству, заставит общую скорость движения транспортного средства быть слишком низкой относительно других транспортных средств и т.п. ("слишком близко" или "слишком медленно" означает: в пределах заданного запаса безопасности, торможения или другого запаса управления).

В других формах осуществления изобретения контроллер в транспортном средстве может быть сконфигурирован для автоматического переключения режимов работы с учетом транспортного средства, присоединенного (применимо к случаям как логического, так и механического соединения) к другому транспортному средству в колонне или составе, для скоординированного движения по маршруту. Контроллер сконфигурирован для работы в первом режиме, реагируя на то, что транспортное средство не соединено, например, контроллер работает в первом режиме, когда транспортное средство работает независимо и не связано с одним или более другими транспортными средствами. В первом режиме контроллер сконфигурирован для автоматического управления уменьшением числа оборотов двигателя в соответствии с критериями, рассмотренными выше и в других местах в настоящем документе, а не на основании управляющих сообщений от других транспортных средств. Контроллер дополнительно сконфигурирован для работы во втором режиме, реагируя на соединенное транспортное средство, например, контроллер работает во втором режиме, когда транспортное средство связано с одним или более другими транспортными средствами для скоординированного движения по маршруту, где транспортное средство может управлять другим транспортным средством и/или находиться под управлением другого транспортного средства. Во втором режиме контроллер может быть сконфигурирован для инициирования снижения числа оборотов в ответ на соблюдение заданных критериев, а также инициирования снижения числа оборотов в ответ на команды от другого транспортного средства; инициирования снижения числа оборотов в ответ на соблюдение заданных критериев, если только это не корректируется командами от другого транспортного средства, или на основании заданных условий вождения/движения/поездки/маршрута; или инициирования снижения числа оборотов только в ответ на команды от другого транспортного средства и т.п.

Любая из других форм осуществления изобретения, изложенных в данном документе, может быть реализована в контексте состава или колонны транспортных средств на основании команд, передаваемых между транспортными средствами, независимо от команд, передаваемых между транспортными средствами, или смешанно (контроллер работает в одном или более режимах, где управление, например, снижением числа оборотов, не зависит от команд от другого транспортного средства, и в одном или более режимах, в которых управление, например снижение числа оборотов, зависит, например, от команд от другого транспортного средства).

Фиг. 2 представляет собой чертеж, на котором показан пример транспортного средства из колонны, содержащего систему 10 транспортного средства. Система транспортного средства включает в себя первичный двигатель 12. В проиллюстрированном примере первичным двигателем является дизельный двигатель или другой двигатель, и термин "двигатель" может использоваться взаимозаменяемо с термином "первичный двигатель" в остальной части данного описания. Двигатель может содержать множество цилиндров, выполненных с возможностью получения топлива из множества топливных форсунок. Первичный двигатель вращает генератор 14 переменного тока. Ток на выходе генератора переменного тока преобразуется в постоянный ток (Direct Current, DC) с помощью блока 16 выпрямителей. Энергия постоянного тока подается по шине 18 постоянного тока на блок 20 инвертора. Блок инвертора содержит схемы преобразования постоянного тока в переменный (Alternate Current, AC) (DC-to-AC) известного типа, а также использует компоненты, такие как биполярные транзисторы с изолированным затвором (Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT) или тиристоры, работающие в качестве широтно-импульсных модуляторов (не показаны), для подачи энергии переменного тока на тяговый двигатель 22, который соединен с колесом 23 посредством понижающей передачи известного типа (отдельно не показана). В целях иллюстративной простоты показаны только один блок инвертора и тяговый двигатель, при том понимании, что транспортное средство может быть оборудовано несколькими тяговыми двигателями, приводимыми в действие несколькими блоками инверторов.

Хотя в данном документе описана система преобразования переменного тока в постоянный и снова в переменный (AC-DC-AC), следует отметить, что принципы настоящего изобретения могут быть применены к другим конфигурациям трансмиссии, например, с использованием генератора переменного тока или генератора постоянного тока в качестве источника электроэнергии и с использованием тяговых двигателей переменного или постоянного тока. Кроме того, принципы настоящего изобретения применимы также к другим типам транспортных средств, таким как железнодорожные транспортные средства или автомобили и другие дорожные транспортные средства. Транспортное средство может использовать элемент любого типа, приспособленный для приложения тягового усилия. Примеры тяговых элементов включают в себя колеса, оси или перемещающиеся или возвратно-поступательные конструкции. Термин "тяговый двигатель" может охватывать, например, электрические или гидравлические линейные двигатели.

Одна или несколько цепей наборных резисторов 24 подключены к шине 18 постоянного тока DC. Наборные резисторы 24 могут избирательно подключаться к шине постоянного тока (DC), чтобы рассеивать энергию, генерируемую тяговым двигателем, и тем самым обеспечивать динамическое торможение. Это называется функцией "замедления". Другие устройства, поглощающие электрическую энергию, могут использоваться вместо наборных резисторов для рассеивания и/или использования генерируемой энергии, например аккумуляторные батареи, регенеративная система или оборудование для использования энергии, например, вспомогательные системы и агрегаты.

Транспортное средство содержит по меньшей мере одно тормозное устройство 31. Тормозное устройство может быть рабочим, стояночным или аварийным тормозом и может приводиться в действие гидравлически, механически или электрически. Наиболее типично транспортное средство будет содержать систему рабочего тормоза плюс систему аварийного или стояночного тормоза.

Микропроцессорный контроллер 26 имеет оперативные соединения с двигателем, наборными резисторами, блоком инвертора и многочисленными датчиками в трансмиссии, такими как датчик 28 скорости вращения колеса, соединенный с колесом. Хотя на фиг. 2 он показан как содержащий один блок, следует понимать, что контроллер может состоять из нескольких отдельных блоков управления, которые могут быть оперативно связаны друг с другом. Среди других функций блоки управления контроллера имеют возможность управлять числом оборотов двигателя; давать команду блоку инвертора подавать ток для вращения тягового двигателя в прямом или обратном направлении; модулировать уровень тока, подаваемого на тяговый двигатель; управлять величиной нагрузки, прилагаемой к двигателю генератором переменного тока; и подключать тяговый двигатель к наборным резисторам через блок инвертора для осуществления функции дополнительного тормоза. Контроллер обеспечивается сигналами от различных дискретных датчиков транспортного средства, включая, но не ограничиваясь этим, сигналы от датчика 40 числа оборотов двигателя и датчика 42 отдаваемой мощности двигателя. В дополнение к различным дискретным датчикам контроллер снабжен обратной связью от блока инвертора, которая указывает на величину крутящего момента, прилагаемого к тяговому двигателю. Контроллер снабжен также механизмом определения веса полезной нагрузки, перевозимой транспортным средством, например посредством расчета давления в подвеске. Например, транспортное средство может содержать измеритель 33 полезной нагрузки, который вычисляет общий вес транспортного средства на основании измеряемого давления воздуха в стойках 35 подвески транспортного средства. Измеритель полезной нагрузки может передавать общий вес транспортного средства контроллеру по каналу связи, такому как последовательная шина. Полезная нагрузка может определяться другим подходящим способом, например, предоставляться контроллеру от внешнего датчика (например, весов транспортного средства).

Панель 30 управления, также называемая "информационным экраном для водителя", соединена с контроллером. Панель управления содержит дисплей для представления информации водителю и один или несколько органов управления для управления транспортным средством. В некоторых примерах дисплей представляет собой многострочный светодиодный дисплей, а элементы управления сконфигурированы как множество фиксированных и конфигурируемых клавиш. Понятно, что панель управления может быть сконфигурирована по-другому, например, она может принимать форму интерфейса с сенсорным экраном. В дополнение к панели управления транспортное средство содержит также один или несколько дискретных органов управления транспортным средством, оперативно связанных с контроллером, таких как педаль акселератора (не показана).

Опционально контроллер может содержать средства для двусторонней связи с удаленным оператором или диспетчером (см. фиг. 1, схематично показанные позицией 38). Как показано, контроллер соединен с приемопередатчиком 36, который осуществляет связь с диспетчером по беспроводной линии связи.

Контроллер может содержать команды, исполняемые для выполнения одного или более способов, описанных в данном документе. Как объяснено выше, контроллер может состоять из нескольких блоков управления, оперативно соединяемых друг с другом. Например, первый блок управления может регулировать питание топливом двигателя, а второй блок управления может регулировать нагрузку, прилагаемую к двигателю генератором переменного тока. Первый блок управления может регулировать подачу топлива двигателя, посылая сигнал для регулировки степени и/или длительности открытия одной или нескольких топливных форсунок двигателя (например, сигнал может вызывать подачу питания на соленоид в топливной форсунке в течение заданной длительности для открытия топливной форсунки). Вто-

рой блок управления может регулировать нагрузку, прилагаемую к двигателю, может регулировать электрическую нагрузку генератора переменного тока, которая пропорциональна нагрузке, прилагаемой к двигателю генератором переменного тока. Чтобы отрегулировать электрическую нагрузку на генератор переменного тока, второй блок управления может выборочно соединять генератор переменного тока с наборными резисторами, увеличивать мощность тяговых двигателей и т.д. Кроме того, второй блок управления может посылать команду управления числом оборотов двигателя первому блоку управления.

Чтобы уменьшить расход топлива, транспортное средство, имеющее систему привода, может работать с первой заданной мощностью двигателя, когда принимается запрос на управление подачей топлива. Первая заданная мощность двигателя может быть основана на рабочих параметрах, заранее определенных на основании возможностей транспортного средства, или других подходящих параметрах. Для достижения работы при первой заданной мощности, как только получен запрос на максимальную подачу топлива и определена первая заданная мощность, получают целевое первое число оборотов двигателя, например, из справочной таблицы, исходя из первой заданной мощности. Целевое первое число оборотов двигателя используется в качестве входных данных для контроллера управления подачей топлива (например, первого блока управления, описанного выше), и количества топлива, подаваемого в двигатель, могут регулироваться для достижения целевого числа оборотов двигателя. В течение периода времени, когда число оборотов двигателя увеличивается (постепенного повышается) от начального числа оборотов до целевого первого числа оборотов, мощность двигателя может быть нерегулируемой или может управляться контроллером. Как только целевое число оборотов двигателя достигнуто (или когда достигнут предел подачи топлива у двигателя), контроллер системы привода (например, второй блок управления, описанный выше) может регулировать нагрузку, прикладываемую к двигателю генератором переменного тока, до тех пор, пока не будет достигнута заданная мощность. Как только установившееся состояние работы достигнуто и затем поддерживается в течение заданного периода, контроллер уменьшает число оборотов двигателя до более топливозономичного рабочего числа оборотов, поддерживая примерно такой же уровень производительности, но меньшую производительность, чем при работе двигателя на первом числе оборотов. Таким образом, двигатель может работать в рабочей точке для необходимого крутящего момента и эффективности, и число оборотов двигателя поддерживается на минимально возможном числе оборотов для необходимого уровня мощности двигателя.

Обратимся теперь к фиг. 3, на которой представлен способ 300 работы двигателя с целевой мощностью. Способ может выполняться контроллером, таким как контроллер, описанный выше, в сочетании с различными датчиками и исполнительными механизмами, такими как датчик числа оборотов двигателя, датчик мощности двигателя, топливные форсунки и т.п., в соответствии с командами, хранящимися в памяти контроллера. В одном примере способ выполняется вторым блоком управления контроллера, описанным выше, который управляет системой привода (например, управляет нагрузкой, прилагаемой к двигателю генератором переменного тока). На этапе 302 способ включает в себя прием запроса хода. Запрос хода может включать в себя, например, оператора транспортного средства, нажимающего педаль акселератора, или другой механизм ввода, запрашивающий заданную скорость транспортного средства. На этапе 304 способ определяет, включает ли запрос запрос полного хода. Запрос полного хода может включать полностью нажатую педаль акселератора, запрос 100% подачи топлива или другой запрос максимальной скорости транспортного средства. Если запрос полного хода не принят, способ переходит к этапу 324, чтобы отправить команду управления числом оборотов двигателя в отдельный регулятор подачи топлива (например, первый блок управления, описанный выше) и отрегулировать нагрузку, прилагаемую к двигателю, для достижения целевой мощности, определяемой запросом хода. Регулятор подачи топлива может регулировать питание двигателя топливом для достижения скорости, заданной командой. Затем способ заканчивается. В других формах осуществления изобретения запрос хода может быть меньше, чем полный газ.

Если принят запрос полного хода, способ переходит к этапу 306, чтобы определить целевую мощность (Horsepower, HP). Целевая мощность может быть определена в соответствии с подходящим механизмом. В одном примере целевая мощность может быть целевым значением, определенным во время предыдущей работы, или может быть целевым значением, определяемым пользователем, таким как оператор транспортного средства или удаленный оператор, имеющий связь с транспортным средством. Целевая мощность может быть максимальной мощностью, которую способен обеспечить двигатель. В другом примере целевая мощность может быть мощностью по умолчанию, например 90% от максимальной конфигурируемой мощности. Кроме того, целевая мощность может быть отрегулирована на основании условий эксплуатации. Например, заданная по умолчанию целевая мощность, описанная выше, может регулироваться на основании веса транспортного средства, как указано на этапе 308. Когда вес транспортного средства увеличивается, целевая мощность может увеличиваться, чтобы позволить транспортному средству поддерживать необходимую скорость. В другом примере заданная по умолчанию целевая мощность может быть отрегулирована на основании уклона, по которому движется транспортное средство, как указано на этапе 310. Это может включать в себя увеличение целевой мощности (HP) по мере увеличения уклона. В еще одном примере заданная по умолчанию целевая мощность может регулироваться на основании скорости транспортного средства, как указано на этапе 312. Это может включать в

себя увеличение целевой мощности по мере увеличения скорости транспортного средства. Кроме того, в некоторых примерах заданная по умолчанию целевая мощность может быть отрегулирована на основании ввода данных пользователем, как указано на этапе 314. Кроме того, целевая мощность может находиться в диапазоне 60-100% от максимальной (номинальной) мощности для транспортного средства.

На этапе 316 расчетное число оборотов двигателя определяется на основании целевой мощности. В одном примере расчетное число оборотов двигателя может быть получено из справочной таблицы, которая индексирована для целевой мощности, или в соответствии с другим подходящим механизмом. Расчетное число оборотов двигателя может быть числом оборотов двигателя, которое соответствует максимальному крутящему моменту для двигателя, например, для эксплуатации двигателя с высокой эффективностью. В одном примере блок управления может быть сконфигурирован для коррекции справочной таблицы, которая указывает расчетное число оборотов двигателя для целевой мощности на основании прошлой работы двигателя. Например, когда достигается работа при максимальном крутящем моменте, если одно или несколько из числа оборотов двигателя или мощности, достигаемых при максимальном крутящем моменте, отклоняются от значений в таблице, таблица может быть скорректирована. На этапе 318 команда на первое число оборотов двигателя посылается в отдельный регулятор подачи топлива. Команда на первое число оборотов двигателя может быть командой на расчетное число оборотов двигателя, определенное выше в одном примере. В другом примере первое число оборотов двигателя может быть числом оборотов двигателя, которое немного выше расчетного числа оборотов двигателя, например на 1-5% выше расчетного числа оборотов двигателя, или заданным числом оборотов выше расчетного числа оборотов двигателя, например на 30 об/мин выше расчетного числа оборотов двигателя. Таким образом, отдельный регулятор подачи топлива может регулировать подачу топлива в двигатель так, чтобы попытаться достичь указываемого командой первого числа оборотов двигателя.

На этапе 320 нагрузка на двигатель регулируется для достижения расчетного числа оборотов двигателя. Нагрузка может прилагаться к двигателю генератором переменного тока, и, таким образом, нагрузка генератора может регулироваться (например, электрическими нагрузками на присоединенный или отсоединенный генератор переменного тока или другим подходящим механизмом) для регулировки нагрузки на двигатель. Нагрузка на двигатель может регулироваться одновременно с регулировкой подачи топлива, выполняемой регулятором подачи топлива, для достижения расчетного числа оборотов двигателя. Если команда на первое число оборотов двигателя указывает большее чем расчетное число оборотов двигателя, нагрузка, прикладываемая к двигателю генератором переменного тока, действует так, чтобы снизить число оборотов двигателя от заданного командой числа оборотов двигателя. При этом двигатель может работать с рабочей точкой на его линии максимальной крутящего момента для данного числа оборотов двигателя, достигая более высокой эффективности. Кроме того, расчетное число оборотов двигателя может быть более низким, чем максимальное (номинальное) число оборотов, что позволяет снизить расход топлива.

Как объяснено выше, нагрузка, прикладываемая к двигателю, действует для уменьшения числа оборотов двигателя до расчетного числа оборотов. Как только расчетное число оборотов двигателя достигнуто, команда регулирования числа оборотов, посылаемая в регулятор подачи топлива, может быть отрегулирована так, чтобы снизить число оборотов двигателя после заданного периода. Таким образом, на этапе 322 способ включает в себя регулировку команды управления числом оборотов двигателя до команды на второе число оборотов двигателя, которое является более топливэкономичным (и, как правило, более низким), чем первое число оборотов двигателя. Команда управления числом оборотов двигателя может регулироваться на основании факторов, описанных в данном документе. Затем способ заканчивается. Опционально контроллер может выполнять дополнительные регулировки числа оборотов двигателя на основании других факторов. По меньшей мере в одной из форм осуществления изобретения предупреждающие сигналы о том, что режим высокой производительности может быть необходим или желателен, заставят контроллер постепенно изменить число оборотов двигателя обратно до первого (более высокого) числа оборотов двигателя, чтобы перевести систему в режим высокой производительности. Эти сигналы могут поступать из определенных таблиц, доступных для контроллера, из обучений, основанных на алгоритмах искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, AI), из действий, выполняемых оператором (на транспортном средстве или удаленно от него), или из внешних действий (таких как вызов для работы, приближающееся транспортное средство, датчик нагрузки, который указывает, что ранее пустой грузовой автомобиль теперь заполнен полезной нагрузкой, и тому подобное).

Когда нагрузка на двигатель снижает его число оборотов, количество топлива, подаваемого в двигатель, может продолжаться увеличиваться, если нагрузка прикладывается к двигателю, когда регулятор подачи топлива пытается достичь заданного командой первого числа оборотов двигателя. После того, как установившееся состояние достигается и поддерживается в течение заданного периода, количество топлива, подаваемого в двигатель, уменьшается до второго рабочего состояния (режима экономии топлива).

Таким образом, в соответствии со способом, показанным на схеме на фиг. 3, число оборотов двигателя может быть отрегулировано для достижения целевого значения мощности в одной из эффективных рабочих точек двигателя. В одной из форм осуществления изобретения это может иметь место, когда рабочая точка двигателя находится на кривой максимального крутящего момента. В некоторых примерах

способ может увеличивать или уменьшать число оборотов двигателя управляемым образом, продолжая при этом полностью нагружать двигатель на этом числе оборотов. Способ может быть реализован в соответствии со схемой управления с внешним контуром управления, пытающимся достичь определенной уставки мощности, регулируя заданное значение числа оборотов двигателя, и внутренним контуром, регулирующим мощность, прилагаемую к двигателю нагрузкой, для поддержания числа оборотов двигателя на заданном значении.

На фиг. 4 показана схема 400, иллюстрирующая пример процедуры управления для настройки двигателя на работу с целевой мощностью. В одном примере процедура управления по схеме 400 может быть введена в действие во время запроса хода. Процедура управления на схеме может представлять входные сигналы, выходные сигналы и действия, предпринимаемые контроллером во время выполнения способа фиг. 3, описанного выше. Как описано ранее и более подробно ниже, контроллер может состоять из отдельных блоков управления, в том числе первого блока управления для регулирования подачи топлива в двигатель и второго блока управления для регулирования нагрузки, прикладываемой к двигателю системой привода.

Как показано на схеме, в первом контуре схемы управления целевую мощность получают подходящим образом (например, из удаленной диспетчерской службы, на основании рабочих параметров и т.п.) и вводят в справочную таблицу 402, чтобы получить целевое или номинальное число оборотов двигателя. Целевое число оборотов двигателя вводится в блок 404 смещения, который добавляет смещение (например, 30 об/мин) к целевому числу оборотов двигателя, чтобы создать команду управления числом оборотов двигателя, которая вводится в первый блок 406 управления (который может быть расположен в регуляторе подачи топлива) для определения количества топлива для подачи в двигатель. Количество топлива может представлять собой количество топлива, которое должно подаваться каждой топливной форсункой двигателя, или оно может представлять собой общее количество топлива, которое должно подаваться, например, за цикл двигателя. Количество топлива подается в двигатель (представленный блоком 408). Когда двигатель работает, его число оборотов (об/мин, RPM) и мощность (HP) измеряются соответствующими датчиками.

Во втором контуре схемы управления целевая мощность сравнивается с измеряемой мощностью в блоке 410 ошибки нагрузки. Разность между целевой и измеряемой мощностью вводится в блок 414 управления числом оборотов наряду с целевым числом оборотов двигателя для определения корректировки команды управления числом оборотов. Скорректированная команда управления числом оборотов (например, команда на второе число оборотов двигателя, описанная выше со ссылкой на фиг. 3) содержит число оборотов, для достижения которого блок управления системой привода нагружает двигатель. В некоторых примерах блок управления числом оборотов может поддерживать число оборотов двигателя на первом числе оборотов до тех пор, пока измеряемое число оборотов двигателя (или мощность HP) будет оставаться в установившемся состоянии в течение заданного периода, в течение которого команда управления числом оборотов двигателя может корректироваться (например, снижаться) до режима экономии топлива. Скорректированная команда управления числом оборотов двигателя также вводится в блок 416 ошибки числа оборотов для определения разности между скорректированной командой управления числом оборотов и фактическим числом оборотов двигателя. Эта ошибка вводится во второй блок 412 управления вместе с ошибкой, определенной в блоке 410. На основании разности между измеренной числом оборотов двигателя и скорректированной командой управления числом оборотов двигателя второй блок управления определяет величину нагрузки, которая должна быть приложена к двигателю генератором переменного тока. Например, если измеренная мощность меньше, чем целевая мощность, дополнительная нагрузка может быть приложена к двигателю генератором переменного тока.

Как объяснено выше, первый блок управления может быть расположен в регуляторе подачи топлива, тогда как второй блок управления, наряду со справочной таблицей, блоком смещения, блоком коррекции числа оборотов, блоком ошибки нагрузки и блоком ошибки числа оборотов может находиться в блоке управления системой привода.

Фиг. 5 является графиком 500, иллюстрирующим пример рабочих параметров во время выполнения процедуры управления фиг. 4 и/или способа фиг. 3. График иллюстрирует количество топлива, подаваемое в двигатель, представленное кривой 502, число оборотов двигателя, представленное кривой 504, и отдаваемую мощность двигателя (HP), представленную кривой 506. Для каждого рабочего параметра время изображается по оси x, и соответствующие значения для каждого параметра изображаются по оси y.

До момента времени t_1 транспортное средство может работать с запросом установившегося, менее чем полного, хода. Например, транспортное средство может двигаться по ровной поверхности до достижения уклона из разрабатываемого карьера. Соответственно двигатель работает с меньшими, чем максимальные, подачей топлива, числом оборотов двигателя и нагрузкой. В момент времени t_1 оператор может послать запрос полного хода (например, максимального газа) в ответ на начало захода на подъем, например, на крутой подъем из карьера. Для достижения целевой мощности, установленной для запроса полного хода, количество топлива, подаваемого в двигатель, увеличивается, чтобы увеличить число оборотов двигателя. Мощность двигателя также начинает увеличиваться. В момент времени t_2 число оборотов двигателя достигает целевого числа оборотов, и происходит обратный отсчет заданного периода. В

момент времени t_3 заданный период истекает, и контроллер переключает рабочий режим с высокой производительности на экономию топлива. Из-за уменьшения числа оборотов двигателя (с поддержанием или без поддержания работы на полной целевой мощности) количество топлива, подаваемого в двигатель, уменьшается, что приводит к снижению расхода топлива.

Способ, схема управления и соответствующие рабочие параметры, описанные выше со ссылкой на фиг. 3-5, раскрывают пример достижения целевого числа оборотов двигателя и/или мощности в ответ на запрос на работу с некоторой выходной мощностью двигателя. Механизм достижения целевого числа оборотов двигателя может применяться в различных условиях работы, например, когда запрос полного хода не посылается, но запрашиваемая мощность двигателя относительно близка к запросу полного хода, например $>80\%$ максимальной отдаваемой мощности. Например, если первое транспортное средство поднимается на холм и достигает порогового расстояния от второго транспортного средства, движущегося перед первым транспортным средством, оператор первого транспортного средства может уменьшить мощность двигателя, чтобы избежать столкновения или же перемещения слишком близко ко второму транспортному средству. В таком примере целевое число оборотов двигателя для первого транспортного средства может быть уменьшено, и новое число оборотов двигателя может быть достигнуто в соответствии со способом, описанным выше. Кроме того, если оператор первого транспортного средства впоследствии вернется к запросу полного хода, тот же механизм может быть использован для достижения полной целевой мощности.

В другом примере способ достижения целевой мощности, описанный выше, может использоваться во время события ускорения, которое опционально может включать в себя запрос на выполнение запроса полного хода. Кроме того, в некоторых примерах может быть желательно снизить скорость увеличения числа оборотов двигателя при попытке достичь целевой мощности в ответ на запрос на работу с максимальной отдаваемой мощностью двигателя, чтобы уменьшить потребление топлива во время ускорения. Фиг. 6 иллюстрирует способ 600 работы двигателя во время события ускорения. Способ может выполняться контроллером, таким как контроллер, описанный выше, в сочетании с различными датчиками и исполнительными механизмами, такими как датчик числа оборотов двигателя, датчик отдаваемой мощности двигателя, топливные форсунки и т.п., в соответствии с командами, хранящимися в памяти контроллера.

На этапе 602 способ включает в себя прием запроса хода, например, уставки мощности, запрашиваемой оператором транспортного средства. На этапе 604 способ определяет, включает ли запрос событие ускорения, например, включает ли запрос увеличение запрашиваемой мощности. Если нет, способ переходит к этапу 606, чтобы поддерживать текущие рабочие параметры, которые могут включать в себя поддержание текущего числа оборотов двигателя и/или мощности или инициировать замедление. Затем способ возвращается в исходное положение.

Если запрашивается событие ускорения, способ переходит к этапу 608, чтобы определить первое целевое число оборотов двигателя. Однако первое целевое число оборотов двигателя может быть другим числом оборотов двигателя, отличающимся от целевого числа оборотов двигателя, которое необходимо для требуемого запроса хода для увеличения или уменьшения степени ускорения.

На этапе 610 целевая величина разгона двигателя может быть определена на основании целевого числа оборотов двигателя, например, из справочной таблицы. На этапе 612 команда управления числом оборотов двигателя передается из блока управления системой привода в регулятор подачи топлива для достижения целевой величины разгона. Кроме того, на этапе 614 нагрузка, прилагаемая к двигателю генератором переменного тока, может быть отрегулирована для достижения первой целевой мощности.

На этапе 616 определяется, достигнута ли первая величина разгона. Если нет, способ возвращается к этапу 614, чтобы продолжать регулировать нагрузку на двигатель, пока не будет достигнута целевая величина. Как только целевая величина достигнута, начинается заданный период установившегося состояния. Когда заданный период истекает, способ переходит к этапу 618, чтобы отрегулировать нагрузку, прилагаемую к двигателю, для достижения второй целевой мощности, с соответствующим вторым целевым числом оборотов двигателя. Второе целевое число оборотов двигателя может отличаться от первого целевого числа оборотов двигателя, например, оно может быть ниже. Таким образом, двигатель может быстро разогнаться до тех пор, пока не будет достигнута необходимая величина разгона, и затем целевое число оборотов двигателя может быть снижено для поддержания целевой величины разгона. Кроме того, в некоторых примерах, как только целевое число оборотов двигателя достигнуто, нагрузка на двигатель может регулироваться для достижения третьего целевого числа оборотов двигателя, которое может быть таким же, как второе целевое число оборотов двигателя, или оно может отличаться на основании, хотя бы частично, параметров, специфических для применения.

Внедорожные транспортные средства, такие как карьерные самосвалы, могут эксплуатироваться в колоннах во время рейсов, которые включают в себя, например, поездку от места погрузки до места разгрузки и обратно. Эти рейсы самосвалов могут быть ограничены самой медленной конфигурацией транспортного средства в колонне. Карьерный самосвал с низким отношением мощности к полному весу транспортного средства с грузом (Gross Vehicle Weight, GVW) может ограничивать скорость на подъеме для намного более быстрой конфигурации класса грузоперевозки на подъеме. Отдельный медленный

грузовик с низкой мощностью или перегруженной идентичной конфигурацией грузоперевозки также может снижать скорость на подъеме. В этих сценариях, где в состав колонны входят транспортные средства со смешанными конфигурациями, горное предприятие может выиграть от простого согласования отношения HP/тонна GVW (мощность в лошадиных силах/тонна полного веса транспортной машины с грузом).

Фиг. 7 иллюстрирует способ 700 ограничения целевого числа оборотов двигателя на основании внешнего фактора, такого как находящееся поблизости транспортное средство. На этапе 702 способ включает в себя определение условий эксплуатации, таких как внешние факторы. В частности, для этого примера транспортное средство движется в составе или колонне с другими транспортными средствами и управляется таким образом, чтобы избежать столкновения с другими транспортными средствами. На этапе 704, если определено, что транспортное средство движется слишком быстро, так что оно догоняет транспортное средство на своем пути движения, делается запрос на снижение мощности, производимой и подаваемой на тяговые двигатели. В некоторых случаях осуществляется координация с усилием торможения. Однако использование тормозов менее оптимально для топливной экономичности, чем снижение мощности/числа оборотов двигателя. В случаях, когда транспортное средство управляется вручную, а не дистанционно или автономно, оператор транспортного средства может уменьшить запрос акселератора. В некоторых примерах может быть обнаружено только изменение запроса нагрузки, превышающее порог, такое как снижение до 80% или 90% нагрузки или изменение на 3% или более от запроса полного хода. Если никакого снижения не было запрошено, способ переходит к этапу 706 для измерения установленного состояния до тех пор, пока не истечет заданный период, а затем уменьшает число оборотов двигателя путем переключения в режим экономии топлива. Если было запрошено снижение, способ переходит к этапу 708, чтобы определить, был ли запрос снижения выдержан в течение пороговой длительности, такой как 30 с. Если нет, способ переходит к этапу 706 и затем заканчивается.

Если да, то способ переходит к этапу 710, чтобы уменьшить предел максимальной мощности. Предел максимальной мощности может быть установлен в процентах от целевой мощности, например, определенной в соответствии со способом фиг. 3. В примере, описанном выше, запрос 90% может привести к уменьшенному пределу мощности 90% от целевой мощности. Тем не менее, предел мощности может быть уменьшен в соответствии с подходящим механизмом. Уменьшенный предел мощности может поддерживаться даже после того, как оператор возвращается к акселератору в положении запроса полного хода, как указано на этапе 712. Дисплей диагностической информации (Diagnostic Information Display, DID) может использоваться для того, чтобы иметь указатель того, какой предел мощности (HP) применяется, так что, если возникает вопрос, применяется ли этот предел, это может отображаться для оператора в реальном времени.

Чтобы отключить уменьшенный предел HP, способ определяет, был ли акселератор отпущен до или после первоначального запроса пониженной нагрузки на этапе 714. Если нет, способ возвращается к этапу 712, чтобы продолжить работу с уменьшенным пределом максимальной мощности. Если да, то способ переходит к этапу 716, чтобы отключить уменьшенный предел мощности и вернуться к целевому пределу мощности. Затем способ заканчивается.

Таким образом, способ предусматривает введение пониженного предела мощности HP, как только запрос на снижение нагрузки был удовлетворен. Например, после 0,5 мин стабильной работы с пониженной производительностью система снижает максимальную допустимую мощность, чтобы позволить оператору поддерживать число оборотов с пониженной производительностью при запросе полного хода педали.

Оператор может запросить полную мощность, отпустив педаль акселератора до предыдущего уровня или меньшего, чем предыдущий уровень, который вызвал пониженную производительность. В примере с запросом 90% оператор может отпустить педаль до 90%, и скорость на уклоне не изменится, но повторное применение позволит снова получить 100% полной мощности.

Эта описанная выше функция ограничения предела максимальной мощности может быть использована для идентификации горнодобывающего предприятия, на котором работает смешанный парк, и оно значительно выиграет при сниженной мощности на более быстрых транспортных средствах. Это должно избавить от необходимости для горнодобывающего предприятия настраивать каждое транспортное средство в соответствии с конкретной мощностью для согласования скорости перевозки различных транспортных средств.

Для облегчения этого анализа могут использоваться следующие входные данные: разрешение функции снижения мощности, Δ HP за рейс, время при пониженной мощности HP на уклоне для инициирования изменения мощности HP для следующего рейса, время при запросе полного хода на уклоне для инициирования изменения мощности HP для следующего рейса и минимальный % запроса для разрешения функции (по умолчанию 70%). Анализируя эту информацию за один или нескольких рейсов, можно определить, что транспортное средство эксплуатируется при запросе, меньшем чем полный ход, значительное количество времени, и его предел максимальной мощности может быть уменьшен не только временно, но и постоянно, пока дальнейший анализ не покажет, что транспортное средство снова работает в режиме запроса полного хода большую часть времени, и при этом предел максимальной мощно-

сти может быть увеличен. При работе с уменьшенным пределом максимальной мощности можно использовать дисплей диагностической информации (Diagnostic Information Display, DID), чтобы иметь указание того, какой предел мощности применяется, (или может быть активирован другой механизм вывода, например световой индикатор), так что, если возникнет вопрос о том, применяется ли этот предел, это может отображаться в реальном времени для оператора.

Фиг. 8 иллюстрирует способ 800 автоматизированного установления предела максимальной мощности НР в течение длительного рейса. На этапе 802 способ включает в себя запуск монитора в начале первого рейса. Монитор может собирать информацию, описанную выше, в том числе собирать данные о времени при запросе % выше порога (например, 70%), на этапе 804. Это может включать в некоторых примерах сбор данных о времени, потраченном на подъем, которое может определяться путем оценки крутящего момента, прилагаемого к мотор-колесам, или числа оборотов и мощности, или может определяться путем измерения уклона с помощью датчика. На этапе 806 определяется доля времени, затраченного при запросе полного хода. В некоторых примерах это может включать определение доли времени, затрачиваемого при запросе полного хода, во время работы на подъеме (например, подъеме более 0%). На этапе 808 способ определяет, меньше ли процент времени при запросе полного хода, чем второй порог. Второй порог может быть подходящим порогом, который указывает, что желаемая мощность транспортного средства может быть ограничена другим транспортным средством в колонне, например 90%, 80% или другим подходящим порогом. Если процент при запросе полного хода не меньше второго порога, способ переходит к этапу 810, чтобы поддерживать текущий предел максимальной мощности, и затем способ возвращается в исходное положение. Если процент при запросе полного хода меньше второго порога, способ переходит к этапу 812, чтобы уменьшить предел максимальной мощности на ΔНР/рейс в следующем рейсе. ΔНР/рейс может быть фиксированной величиной (например, 5%), или оно может представлять собой среднее изменение мощности за текущий и/или предыдущие рейсы.

На этапе 814 монитор запускается в начале следующего рейса. Монитор собирает время при запросе процентов выше первого порога на этапе 816 и определяет процент при запросе полного хода на этапе 818. На этапе 820 способ определяет, является ли процент при запросе полного хода меньшим, чем второй порог. Если да, способ переходит к этапу 822, чтобы уменьшить предел максимальной мощности на ΔНР/рейс в следующем рейсе, и затем способ возвращается в исходное положение. Однако, если ответ на этапе 820 - "нет", способ переходит к этапу 824, чтобы определить, больше ли процент при запросе полного хода, чем третий порог, который выше, чем второй порог. Если ответ "нет", способ переходит к этапу 810 для поддержания текущих рабочих параметров. Если ответ "да", способ переходит к этапу 826, чтобы увеличить предел максимальной мощности на ΔНР/рейс в следующем рейсе, и затем способ возвращается в исходное положение.

Таким образом, согласно способу, для каждого рейса собирают запрос хода (при превышении минимального процента запроса хода). Если транспортное средство тратит значительное количество времени ниже запроса полного хода, система удалит мощность из предела системы, используя параметр ΔНР на рейс. Если следующий рейс имеет длительный период времени на уровне 100% (указывает на то, что может использоваться увеличенная мощность НР), следующий рейс будет увеличен на ΔНР. Функция увеличения необходима, потому что, если все автомобили имеют функцию непрерывного снижения мощности, и нет возможности увеличивать ее автоматически, естественное изменение нагрузки может привести к тому, что такая функция будет постоянно снижать мощность/число оборотов двигателя/скорость транспортного средства парка. В некоторых примерах величина мощности, которая может быть удалена этой функцией, может быть ограничена определенной границей, например до 10%. Кроме того, в некоторых примерах ΔНР/рейс может быть получена из справочной таблицы, основанной на среднем проценте запроса хода (например, более низкий средний процент запроса хода вызывает большую корректировку после этого рейса).

Таким образом, способы и системы, описанные выше, предусматривают множество механизмов регулирования числа оборотов двигателя и/или отдаваемой мощности внедорожного транспортного средства. В одном примере может использоваться регулируемое целевое значение числа оборотов двигателя, и целевое число оборотов двигателя может определяться на основании целевого значения мощности. Целевое число оборотов двигателя может быть отрегулировано так, чтобы включать в себя смещение, так что двигателю предписывается работать с более высоким числом оборотов, чем целевое, и двигатель может быть нагружен для уменьшения числа оборотов до целевого числа оборотов. Кроме того, как только целевое число оборотов двигателя достигнуто, если двигатель не работает при целевой мощности, число оборотов двигателя, задаваемое командой двигателю, может регулироваться до тех пор, пока отдаваемая мощность двигателя не достигнет целевой мощности. Эта функция может снижать расчетное число оборотов непрерывно до минимума, необходимого для получения расчетной мощности, обеспечивая при этом замкнутый контур по тяговой мощности. Уставка числа оборотов двигателя может увеличиваться или уменьшаться для получения необходимой мощности, вырабатывающей необходимую отдаваемую мощность, которая сама обеспечивает напряжение и ток для тяговых двигателей для создания тягового усилия.

Другая форма осуществления системы для транспортного средства содержит двигатель, имеющий множество цилиндров; топливную систему для подачи топлива в двигатель; систему привода, включающую в себя генератор переменного тока для подачи электрической энергии на множество тяговых двигателей, причем генератор переменного тока приводится в движение двигателем; и контроллер системы привода, сконфигурированный для подачи команды, действующей для управления топливной системой, для подачи количества топлива в двигатель на основании целевого числа оборотов двигателя и более низкого числа оборотов двигателя, обеспечивающего экономию топлива. И контроллер может предписывать системе привода регулировать нагрузку, прикладываемую к двигателю, для выработки мощности для достижения целевого числа оборотов двигателя.

Контроллер системы привода сконфигурирован для регулирования нагрузки, прикладываемой к двигателю, и числа оборотов двигателя путем приложения нагрузки к двигателю от генератора переменного тока. Целевое число оборотов двигателя может содержать число оборотов двигателя, превышающее выбранное число оборотов двигателя, которое выбрано на основании целевой мощности двигателя. В одном примере целевая мощность двигателя принимается от системы удаленной диспетчеризации.

Одна из форм осуществления изобретения относится к способу, включающему реагирование на прием запроса на увеличение мощности двигателя, регулирования команды управления числом оборотов двигателя для достижения целевой величины разгона двигателя и регулирования нагрузки, прикладываемой к двигателю, на основании первой целевой мощности; и как только целевая величина разгона двигателя достигается и поддерживается в течение заданного периода, регулирования нагрузки, прикладываемой к двигателю, для достижения второго целевого числа оборотов двигателя. В одном примере второе целевое число оборотов двигателя ниже, чем первое целевое число оборотов. Способ дополнительно определяет целевую мощность на основании второго целевого числа оборотов двигателя и регулирует команду управления числом оборотов двигателя для достижения второго целевого числа оборотов двигателя.

Регулирование команды числа оборотов двигателя может включать в себя настройку команды управления числом оборотов двигателя, отправляемой удаленному контроллеру управления подачей топлива для двигателя, и регулирование нагрузки, прикладываемой к двигателю, может включать в себя регулирование нагрузки, прикладываемой к двигателю генератором переменного тока.

В любой из форм осуществления изобретения в данном документе транспортное средство может представлять собой карьерный самосвал или другое относительно крупное наземное транспортное средство, имеющее общую рабочую массу 50 т или более, например от 50 до более 500 т. Транспортное средство содержит двигатель внутреннего сгорания (например, дизельный двигатель), который вращает генератор постоянного или переменного тока, в ответ на что генератор постоянного или переменного тока вырабатывает достаточную электрическую мощность (например, эквивалентную тысячам лошадиных сил) для работы одного или более (например, двух-четырех) тяговых электродвигателей (например, узлов электродвигателей в ступице колес), чтобы заставить двигаться транспортное средство, когда оно нагружено до максимальной полезной нагрузки. Число оборотов двигателя механически не связано со скоростью транспортного средства, как обсуждалось выше. Например, у транспортного средства может отсутствовать механическая коробка передач для механической передачи отдаваемой мощности двигателя на колеса транспортного средства для движения.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение не ниже первого порогового значения числа оборотов, а также скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Способ может выполняться контроллером. Двигатель в рабочем состоянии может быть расположен в транспортном средстве.

В любой из форм осуществления изобретения в данном документе способ может дополнительно включать в себя (например, с помощью контроллера) после того, как число оборотов автоматически снижается с первого значения до второго значения, автоматическое увеличение числа оборотов двигателя со второго значения обратно до первого значения (или другого, более высокого значения числа оборотов) в соответствии с одним или более заданными критериями, которые выполняются, когда двигатель работает на втором значении числа оборотов. Например, в ответ на команду управления подачей топлива или изменения в этой команде; в ответ на замедление транспортного средства выше порога, когда транспортное средство не тормозит (например, как это может случиться при встрече с уклоном); в ответ на информацию базы данных о маршрутах относительно текущего местоположения транспортного средства (например, информации, указывающей предстоящий уклон); в ответ на план поездки, в соответствии с которым контроллер автоматически управляет транспортным средством в зависимости от текущего местоположения и маршрута; в ответ на положение и/или движение других транспортных средств; в ответ на стратегии снижения токсичности отработавших газов; в ответ на нагрузки от вспомогательного оборудования транспортного средства; в ответ на сигналы измерения уклона и т.п.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение числа оборотов не ниже первого порогового значения числа оборотов, а также скорость изменения (i)

мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Первое значение числа оборотов - это число оборотов, при котором двигатель обеспечивает предварительно заданный уровень производительности или предварительно заданный уровень крутящего момента в заданном диапазоне производительности или крутящего момента во время события переходного процесса разгона. Способ может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение числа оборотов не ниже первого порогового значения числа оборотов, а также на то, что скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Этап снижения включает в себя постепенное снижение числа оборотов двигателя с регулируемой скоростью до тех пор, пока не будет достигнуто второе значение числа оборотов, и второе значение числа оборотов является числом оборотов двигателя, которое является более топливозаконо-мичным, чем первое значение числа оборотов. Способ может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение не ниже первого порогового значения числа оборотов, а также скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Двигатель расположен в транспортном средстве. Способ дополнительно включает в себя реагирование на запрос на увеличение одного или более из мощности двигателя, крутящего момента двигателя, числа оборотов двигателя или скорости транспортного средства от оператора или контроллера транспортного средства путем постепенного повышения числа оборотов двигателя с более низкого начального значения числа оборотов двигателя до первого значения. В другой форме осуществления изобретения постепенное повышение числа оборотов двигателя происходит с регулируемой скоростью до тех пор, пока не будет достигнуто первое значение числа оборотов, и величина постепенного повышения равна или приближается к максимально доступной величине постепенного повышения числа оборотов двигателя. Способ(ы) может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение не ниже первого порогового значения числа оборотов, а также скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Способ дополнительно включает в себя постепенное снижение числа оборотов двигателя с регулируемой скоростью с первого значения до второго значения, и второе значение числа оборотов представляет собой число оборотов двигателя, которое является более топливозаконо-мичным, чем первое значение числа оборотов. Способ может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение не ниже первого порогового значения числа оборотов, а также скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Двигатель расположен в транспортном средстве. Способ дополнительно включает в себя реагирование на измеряемую, оцениваемую или вычисляемую скорость данного транспортного средства или другого транспортного средства для определения одного или обоих из: скорости постепенного снижения числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения или длительности заданного периода, в течение которого скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю, перед началом автоматического уменьшения числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения. Способ может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение числа оборотов не ниже первого порогового значения числа оборотов, а также скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Двигатель расположен в транспортном средстве. Способ дополнительно включает в себя определение, по меньшей мере частично на основании состояния транспортного средства, находящегося в загруженном, частично загруженном или пустом состоянии, одного или обоих из: скорости постепенного снижения числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения и/или длительности заданного периода для скорости изменения. Способ может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение числа оборотов равно или выше первого порогового значения числа оборотов, и скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Двигатель расположен в транспортном средстве. Способ дополнительно включает в себя определение, основанное, по меньшей мере частично, на уклоне, на котором находится транспортное средство, в то время, когда число оборотов двигателя должно перейти с первого значения ко второму значению числа оборотов, одного или обоих из: скорости постепенного снижения числа оборотов двигателя с пер-

вого значения до второго значения; и/или длительности заданного периода для скорости изменения. Способ может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение равно или выше первого порогового значения числа оборотов, и скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Двигатель расположен в транспортном средстве. Способ дополнительно включает в себя определение одного или обоих из: скорости постепенного снижения числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения и/или длительности заданного периода для скорости изменения, причем определение основано по меньшей мере частично на: абсолютном состоянии дросселя, таком, что запрашиваемое изменение мощности должно быть больше, чем заданное пороговое значение для инициирования уменьшения; и/или условия окружающей среды, таком, что транспортное средство должно быть отнесено от второго транспортного средства на заданное расстояние, чтобы инициировать уменьшение, и расстояние назначается, по меньшей мере частично, на основании скорости каждого из данного транспортного средства и второго транспортного средства. Способ может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение числа оборотов не ниже первого порогового значения числа оборотов, а также скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Способ дополнительно включает в себя определение состояния мощности двигателя, при этом способ дополнительно включает в первом режиме, в ответ на состояние мощности, указывающее, что двигатель вырабатывает примерно 50% или более максимальной отдаваемой мощности двигателя, переключение или поддержание режима работы двигателя так, чтобы он был более легко реагирующим, в том смысле, что заданный период является более длительным по сравнению с длительностью заданного периода, когда состояние мощности указывает на то, что двигатель вырабатывает примерно менее 50% своей максимальной мощности. Способ может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение числа оборотов не ниже первого порогового значения числа оборотов, а также скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Двигатель расположен в транспортном средстве. Способ дополнительно включает в себя определение состояния движения транспортного средства, причем в первом режиме в ответ на состояние движения, соответствующее движущемуся транспортному средству, заданный период является более длительным, чем когда состояние движения соответствует остановленному транспортному средству, и во втором режиме, в ответ на состояние движения, соответствующее остановленному транспортному средству, заданный период короче, чем когда состояние движения соответствует движущемуся транспортному средству. Способ может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение числа оборотов равно или выше первого порогового значения числа оборотов, и скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Двигатель расположен в транспортном средстве. Способ дополнительно включает в себя определение того, что транспортное средство везет полезную нагрузку, в ответ на что заданный период имеет первую длительность; и определение того, что транспортное средство является почти пустым, в ответ на что заданный период имеет вторую длительность, которая больше, чем первая длительность. Способ может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на первое значение числа оборотов, равное или превышающее первое пороговое значение числа оборотов, и на то, что скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Второе значение числа оборотов связано с расчетной мощностью для экономии топлива и одним или обоими из того, что расчетная мощность для экономии топлива отличается от максимальной расчетной мощности двигателя более чем на первую заданную величину; и/или второе значение числа оборотов отличается от максимального числа оборотов двигателя более чем на вторую заданную величину. Способ может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения способ включает в себя автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого значения до второго значения в ответ на то, что первое значение равно или выше первого порогового значения числа оборотов, и скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя по существу равна нулю в течение заданного периода. Двигатель расположен в первом беспилотном автомобиле. Способ дополнительно содержит автоматическое управление первым транспортным средством на основании, по меньшей мере частично, сигналов, получаемых от второго транспортного средства, которое логически или механически связано с первым транс-

портным средством для скоординированного движения по маршруту, при этом этап автоматического уменьшения числа оборотов двигателя выполняется по меньшей мере в одном режиме работы первого транспортного средства, независимо от сигналов, принимаемых от второго транспортного средства. Способ может выполняться контроллером.

В одной из форм осуществления изобретения транспортное средство содержит электропривод, двигатель (число оборотов двигателя механически не связано со скоростью транспортного средства) и контроллер. Контроллер сконфигурирован для управления числом оборотов двигателя и дополнительно сконфигурирован для работы двигателя по меньшей мере в двух или более режимах работы и для переключения между режимами работы в ответ на заданный набор входных пусковых сигналов, причем режимы работы включают в себя: режим работы с высокой производительностью, который поддерживает число оборотов двигателя на первых, более высоких оборотах, и режим работы с экономией топлива, который поддерживает число оборотов двигателя на вторых оборотах, более низких, чем в режиме с высокой производительностью. Входные пусковые сигналы основаны, по меньшей мере частично, на одном или более из: истечения заданного периода, который начинается после того, как скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя становится по существу равной нулю; пространственного расположения данного транспортного средства относительно другого транспортного средства; уклона, на котором расположено транспортное средство; путевой скорости транспортного средства; ручной установки оператором или контроллером, указывающей на желание или необходимость либо в экономии топлива, либо в высокой производительности; установки дросселя для двигателя, которая составляет 50% или более от максимально доступной установки дросселя для двигателя; отдаваемой мощности двигателя, которая составляет 50% или более от максимально доступной отдаваемой мощности двигателя; и/или полезной нагрузки транспортного средства, которая составляет 50% или более от максимально допустимой полезной нагрузки транспортного средства.

В одной из форм осуществления изобретения транспортное средство содержит электропривод, двигатель (число оборотов двигателя механически не связано со скоростью транспортного средства) и контроллер. Контроллер сконфигурирован для управления числом оборотов двигателя и дополнительно сконфигурирован для работы двигателя по меньшей мере в двух или более режимах работы и для переключения между режимами работы в ответ на заданный набор входных пусковых сигналов, причем режимы работы включают в себя: режим работы с высокой производительностью, который поддерживает число оборотов двигателя на первых, более высоких оборотах, и режим работы с экономией топлива, который поддерживает число оборотов двигателя на вторых, более низких оборотах, чем в режиме с высокой производительностью. Входные пусковые сигналы основаны, по меньшей мере частично, на одном или более из следующего: истечение заданного периода, который начинается после того, как скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя становится по существу равной нулю; пространственное расположение транспортного средства относительно другого транспортного средства; уклон, на котором расположено транспортное средство; путевая скорость транспортного средства; ручная установка оператором или контроллером, указывающая на желание или необходимость либо в экономии топлива, либо в высокой производительности; установка дросселя для двигателя, которая составляет 50% или более от максимально доступной установки дросселя для двигателя; отдаваемая мощность двигателя составляет 50% процентов или более от максимально доступной отдаваемой мощности двигателя, и/или полезная нагрузка транспортного средства составляет 50% или более от максимально допустимой полезной нагрузки транспортного средства. Число оборотов двигателя в режиме высокой производительности составляет примерно 1900 об/мин, а в режиме экономии топлива - примерно 1800 об/мин, а заданный период находится в диапазоне от примерно 5 с до примерно 3 мин.

В одной из форм осуществления изобретения транспортное средство содержит электропривод, двигатель (число оборотов двигателя механически не связано со скоростью транспортного средства) и контроллер. Контроллер сконфигурирован для управления числом оборотов двигателя и дополнительно сконфигурирован для работы двигателя по меньшей мере в двух или более режимах работы и для переключения между режимами работы в ответ на заданный набор входных пусковых сигналов, причем режимы работы включают в себя: режим работы с высокой производительностью, который поддерживает число оборотов двигателя на первых, более высоких оборотах, и режим работы с экономией топлива, который поддерживает число оборотов двигателя на вторых, более низких оборотах, чем в режиме с высокой производительностью. Входные пусковые сигналы основаны, по меньшей мере частично, на одном или более из следующего: истечение заданного периода, который начинается после того, как величина изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя становится по существу равной нулю; пространственное расположение транспортного средства относительно другого транспортного средства; уклон, на котором расположено транспортное средство; путевая скорость транспортного средства; ручная установка оператором или контроллером, указывающая на желание или необходимость либо в экономии топлива, либо в высокой производительности; установка дросселя для двигателя, которая составляет 50% или более от максимально доступной установки дросселя для двигателя; отдаваемая мощность двигателя составляет 50% или более от максимально доступной отдаваемой мощности двигателя и/или полезная нагрузка транспортного средства составляет 50% или более от максимально допус-

тимой полезной нагрузки транспортного средства. Контроллер сконфигурирован для управления величиной постепенного снижения числа оборотов двигателя из режима работы с высокой производительностью в режим работы с экономией топлива с заданной скоростью изменения, которая меньше максимальной скорости изменения числа оборотов двигателя, возможной для двигателя.

В одной из форм осуществления изобретения транспортное средство содержит электропривод, двигатель (число оборотов двигателя механически не связано со скоростью транспортного средства) и контроллер. Контроллер сконфигурирован для управления числом оборотов двигателя и дополнительно сконфигурирован для работы двигателя по меньшей мере в двух или более режимах работы и для переключения между режимами работы в ответ на заданный набор входных пусковых сигналов, причем режимы работы включают в себя: режим работы с высокой производительностью, который поддерживает число оборотов двигателя на первых, более высоких оборотах, и режим работы с экономией топлива, который поддерживает число оборотов двигателя на вторых, более низких оборотах, чем в режиме с высокой производительностью. Входные пусковые сигналы основаны, по меньшей мере частично, на одном или более из следующего: истечение заданного периода, который начинается после того, как скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя становится по существу равной нулю; пространственное расположение данного транспортного средства относительно другого транспортного средства; уклон, на котором расположено транспортное средство; путевая скорость транспортного средства; ручная установка оператором или контроллером, указывающая на желание или необходимость либо в экономии топлива, либо в высокой производительности; установка дросселя для двигателя, которая составляет 50% или более от максимально доступной установки дросселя для двигателя; отдаваемая мощность двигателя составляет 50% или более от максимально доступной отдаваемой мощности двигателя и/или полезная нагрузка транспортного средства составляет 50% или более от максимально допустимой полезной нагрузки транспортного средства. Третьим режимом работы является работа двигателя на холостом ходу, и контроллер сконфигурирован для переключения двигателя из режима работы с экономией топлива в третий режим работы, где двигатель работает на холостом ходу.

В одной из форм осуществления изобретения система содержит двигатель и контроллер. Число оборотов двигателя механически не связано со скоростью транспортного средства, несущего двигатель. Контроллер сконфигурирован для управления числом оборотов двигателя и дополнительно сконфигурирован для работы двигателя по меньшей мере в двух или более режимах работы, включая первый режим, связанный с первым числом оборотов двигателя, и второй режим, поддерживающий число оборотов двигателя на втором числе оборотов двигателя, которое ниже, чем первое число оборотов двигателя. Контроллер дополнительно сконфигурирован для переключения между режимами работы в ответ на истечение заданного периода, который начинается после того, как скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя становится по существу равной нулю.

В одной из форм осуществления изобретения система содержит двигатель и контроллер. Число оборотов двигателя механически не связано со скоростью транспортного средства, несущего двигатель. Контроллер сконфигурирован для управления числом оборотов двигателя и дополнительно сконфигурирован для работы двигателя по меньшей мере в двух или более режимах работы, включая первый режим, связанный с первой числом оборотов двигателя, и второй режим, который поддерживает число оборотов двигателя при втором числе оборотов двигателя, которое ниже, чем первое число оборотов двигателя. Контроллер дополнительно сконфигурирован для переключения между режимами работы в ответ на истечение заданного периода, который начинается после того, как скорость изменения (i) мощности двигателя и/или (ii) числа оборотов двигателя становится по существу равной нулю. Контроллер дополнительно сконфигурирован для переключения режима работы на основании одного или более из: пространственного расположения данного транспортного средства относительно другого транспортного средства; уклона, на котором находится транспортное средство; путевой скорости транспортного средства; ручной установки оператором или контроллером, указывающей на желание или необходимость либо в экономии топлива, либо в высокой производительности; установки дросселя двигателя, которая составляет 50% или более от максимально доступной установки дросселя двигателя; отдаваемой мощности двигателя, составляющей пятьдесят процентов или больше максимально доступной отдаваемой мощности двигателя; и/или полезной нагрузки транспортного средства, составляющей 50% или более от максимально допустимой полезной нагрузки транспортного средства.

Используемый в данном документе термин "элемент" или "этап", указанный в единственном числе, следует понимать как не исключающий множественного числа упомянутых элементов или этапов, если только такое исключение не указано явно. Кроме того, ссылки на "одну форму осуществления" настоящего изобретения не исключают существования дополнительных форм осуществления изобретения, которые также включают перечисленные признаки. Кроме того, если явно не указано иное, формы осуществления изобретения, "содержащие", "включающие" или "имеющие" элемент или множество элементов, имеющих конкретное свойство, могут включать в себя дополнительно такие элементы, не имеющие этого свойства. Термины "включая" и "в котором" используются в качестве эквивалентов соответствующих терминов "содержащий" и "где". Более того, термины "первый", "второй", "третий" и т.п. используются только в качестве меток и не предназначены для наложения числовых требований или определенного

позиционного порядка на их объекты. В некотором аспекте "может" означает, что контроллер или другой компонент сконфигурирован для выполнения указанной функции и во время по меньшей мере одного рабочего режима выполняет (или будет выполнять) указанную функцию во время работы.

В данном описании используются примеры, раскрывающие изобретение, включая лучший режим, позволяющие специалисту в соответствующей области применять на практике изобретение, включая создание и использование любых устройств или систем и выполнение любых включенных способов. Объем изобретения определяется формулой изобретения и может включать в себя другие примеры, которые могут быть предложены специалистами в данной области техники. Такие другие примеры входят в объем формулы изобретения, если они имеют структурные элементы, которые не отличаются от буквальной формулировки формулы изобретения, или если они включают эквивалентные структурные элементы с несущественными отличиями от буквальной формулировки формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ управления числом оборотов двигателя транспортного средства, включающий определение одного или обоих из (а) скорости постепенного снижения, с которой число оборотов двигателя первого транспортного средства снижается с первого значения числа оборотов двигателя до меньшего, второго значения числа оборотов двигателя, и (b) заданного периода времени, в течение которого число оборотов двигателя снижается с первого числа оборотов двигателя до второго числа оборотов двигателя, причем одно или оба из скорости постепенного снижения и заданного периода времени определяют на основе одного или более из следующего:

скорость первого транспортного средства,

отдаваемая мощность двигателя,

состояние движения первого транспортного средства; и автоматическое снижение числа оборотов двигателя с первого числа оборотов до второго числа оборотов в ответ на то, что первое число оборотов двигателя не ниже первого порогового значения числа оборотов, и скорость изменения (i) отдаваемой мощности двигателя или (ii) числа оборотов двигателя равна нулю,

при этом число оборотов двигателя автоматически снижается со скоростью постепенного снижения, которая определена, или число оборотов двигателя автоматически снижается в течение заданного периода времени, который определен, или число оборотов двигателя автоматически снижается со скоростью постепенного снижения, которая определена, в течение заданного периода времени, который определен.

2. Способ по п.1, в котором первое число оборотов двигателя представляет собой число оборотов двигателя, при котором двигатель обеспечивает заранее заданный уровень производительности или заранее заданный уровень крутящего момента в заданном диапазоне производительности или крутящего момента во время кратковременного процесса ускорения.

3. Способ по п.1, в котором снижение числа оборотов двигателя включает постепенное снижение числа оборотов двигателя со скоростью постепенного снижения до достижения второго числа оборотов двигателя, а второе число оборотов двигателя представляет собой число оборотов двигателя, которое является более топливоэкономичным, чем первое значение числа оборотов.

4. Способ по п.1, дополнительно включающий реагирование на запрос увеличения одного или более из мощности двигателя, крутящего момента двигателя, числа оборотов двигателя и скорости транспортного средства путем постепенного повышения числа оборотов двигателя от более низкого начального значения числа оборотов двигателя до первого значения.

5. Способ по п.4, в котором постепенное повышение числа оборотов двигателя происходит со скоростью постепенного повышения до тех пор, пока не будет достигнуто первое значение числа оборотов, и скорость постепенного повышения числа оборотов двигателя равна или приближается к максимальной доступной скорости постепенного повышения числа оборотов двигателя.

6. Способ по п.1, в котором заданный период времени определяют на основе отдаваемой мощности двигателя так, что в первом режиме, в ответ на то, что отдаваемая мощность двигателя равна примерно 50% или более от максимальной отдаваемой мощности двигателя, заданный период времени определяют таким образом, чтобы он был меньше, чем когда отдаваемая мощность двигателя меньше чем примерно 50% максимальной отдаваемой мощности двигателя.

7. Способ по п.1, в котором одно или оба из скорости постепенного снижения и заданного периода времени определяют на основе состояния движения транспортного средства так, что

в первом режиме, в котором состояние движения соответствует движущемуся первому транспортному средству, заданный период времени является более длительным, чем когда состояние движения соответствует остановленному первому транспортному средству; и

во втором режиме, в котором состояние движения соответствует остановленному первому транспортному средству, заданный период времени короче, чем когда состояние движения соответствует движущемуся первому транспортному средству.

8. Способ по п.1, дополнительно включающий определение, перевозит ли первое транспортное средство полезную нагрузку, при этом заданный период времени определяют так, чтобы он был более

длительным в ответ на то, что первое транспортное средство не перевозит полезную нагрузку, и определяют так, чтобы он был короче в ответ на то, что определено, что в первом транспортном средстве почти нет полезной нагрузки.

9. Способ по п.1, в котором первое транспортное средство представляет собой беспилотное транспортное средство, при этом способ дополнительно содержит автоматическое управление первым транспортным средством на основании, по меньшей мере частично, сигналов, принимаемых от второго транспортного средства, которое логически или механически связано с первым транспортным средством, для скоординированного движения по маршруту, причем этап автоматического уменьшения числа оборотов двигателя выполняют по меньшей мере в одном режиме работы первого транспортного средства, независимо от сигналов, принимаемых от второго транспортного средства.

10. Способ по п.1, который включает определение скорости постепенного снижения на основе скорости первого транспортного средства так, что скорость постепенного снижения больше для первого значения скорости транспортного средства и меньше для меньшего второго значения скорости транспортного средства.

11. Способ по п.1, который включает определение заданного периода времени на основе скорости первого транспортного средства так, что заданный период времени меньше для первого значения скорости транспортного средства и больше для меньшего второго значения скорости транспортного средства.

12. Способ по п.1, также включающий определение, указывает ли установка дросселя первого транспортного средства на то, что запрашиваемое изменение отдаваемой мощности двигателя превышает заданный порог мощности, при этом автоматическое снижение числа оборотов двигателя происходит в ответ на то, что первое число оборотов двигателя не ниже первого порогового значения числа оборотов, скорость изменения одного или обоих из отдаваемой мощности двигателя и числа оборотов двигателя равна нулю и запрашиваемое изменение отдаваемой мощности двигателя превышает заданный порог мощности.

13. Способ по п.1, также включающий определение расстояния от первого транспортного средства до второго транспортного средства, при этом автоматическое снижение числа оборотов двигателя происходит в ответ на то, что первое число оборотов двигателя не ниже первого порогового значения числа оборотов, скорость изменения одного или обоих из отдаваемой мощности двигателя и числа оборотов двигателя равна нулю и расстояние от первого транспортного средства до второго транспортного средства превышает пороговое расстояние.

14. Система для управления числом оборотов двигателя транспортного средства, содержащая контроллер, сконфигурированный для определения скорости постепенного снижения, с которой число оборотов двигателя первого транспортного средства снижается с первого значения числа оборотов двигателя до меньшего, второго значения числа оборотов двигателя, причем контроллер сконфигурирован для определения скорости постепенного снижения на основе скорости транспортного средства первого транспортного средства,

при этом контроллер сконфигурирован для автоматического снижения числа оборотов двигателя с первого числа оборотов двигателя до второго числа оборотов двигателя со скоростью постепенного снижения, которая определена, в ответ на то, что

первое число оборотов двигателя не ниже первого порогового значения числа оборотов;

скорость изменения одного или обоих из (i) отдаваемой мощности двигателя и (ii) числа оборотов двигателя равна нулю.

15. Система по п.14, в которой контроллер сконфигурирован для определения скорости постепенного снижения на основе скорости первого транспортного средства так, что скорость постепенного снижения больше для первого значения скорости транспортного средства и меньше для меньшего второго значения скорости транспортного средства.

16. Система по п.14, в которой контроллер сконфигурирован для определения запрашиваемого изменения мощности двигателя на основе положения дросселя, при этом контроллер сконфигурирован для инициирования снижения числа оборотов двигателя со скоростью постепенного снижения, которая определена, в ответ на то, что запрашиваемое изменение мощности превышает заданный порог мощности.

17. Система по п.14, в которой контроллер сконфигурирован для определения расстояния от первого транспортного средства до второго транспортного средства, при этом контроллер сконфигурирован для инициирования снижения числа оборотов двигателя со скоростью постепенного снижения, которая определена, в ответ на то, что расстояние превышает заданное пороговое расстояние.

18. Система для управления числом оборотов двигателя транспортного средства, содержащая контроллер, сконфигурированный для определения заданного периода времени, за который число оборотов двигателя первого транспортного средства снижается с первого значения числа оборотов двигателя до меньшего второго значения числа оборотов двигателя с заданной скоростью постепенного снижения, причем контроллер сконфигурирован для определения заданного периода времени на основе одного или более из скорости первого транспортного средства, отдаваемой мощности двигателя и состояния движения первого транспортного средства,

при этом контроллер сконфигурирован для автоматического снижения числа оборотов двигателя с

первого числа оборотов двигателя до второго числа оборотов двигателя со скоростью постепенного снижения за заданный период времени в ответ на то, что

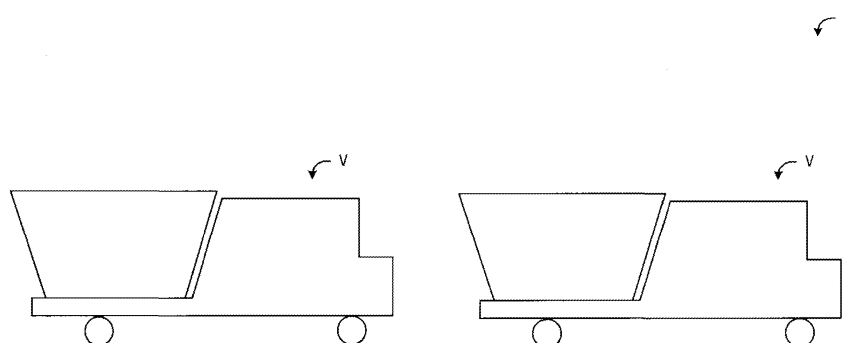
первое число оборотов двигателя не ниже первого порогового значения числа оборотов;

скорость изменения одного или обоих из (i) отдаваемой мощности двигателя и (ii) числа оборотов двигателя равна нулю.

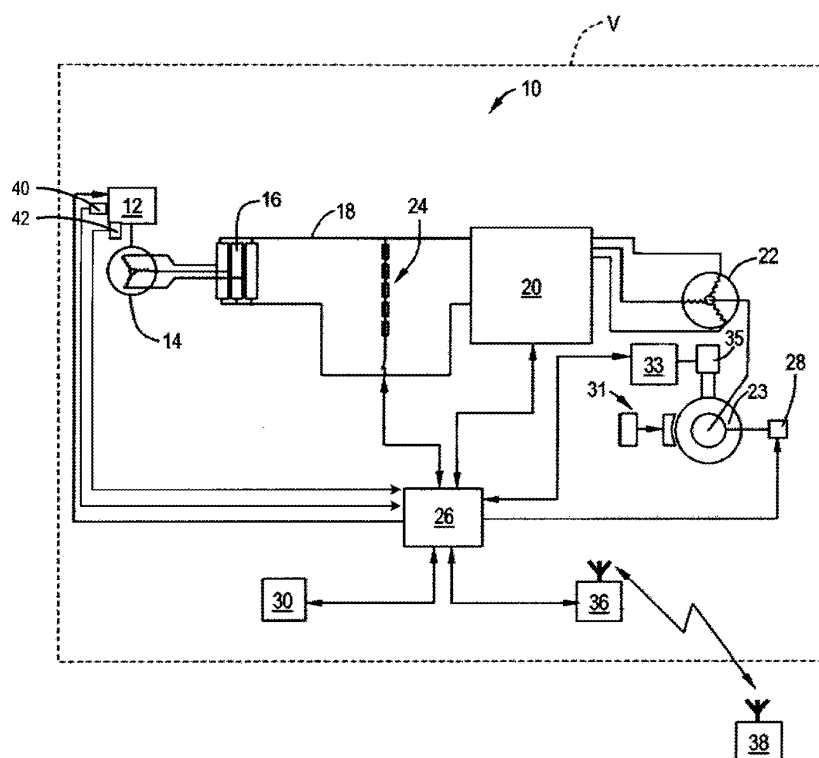
19. Система по п.18, в которой контроллер сконфигурирован для определения заданного периода времени на основе скорости первого транспортного средства так, чтобы заданный период времени был короче для первого значения скорости транспортного средства и был более длительным для меньшего второго значения скорости транспортного средства.

20. Система по п.18, в которой контроллер сконфигурирован для определения заданного периода времени на основе отдаваемой мощности двигателя так, чтобы заданный период времени был короче для первого значения отдаваемой мощности двигателя и был более длительным для большего второго значения отдаваемой мощности двигателя.

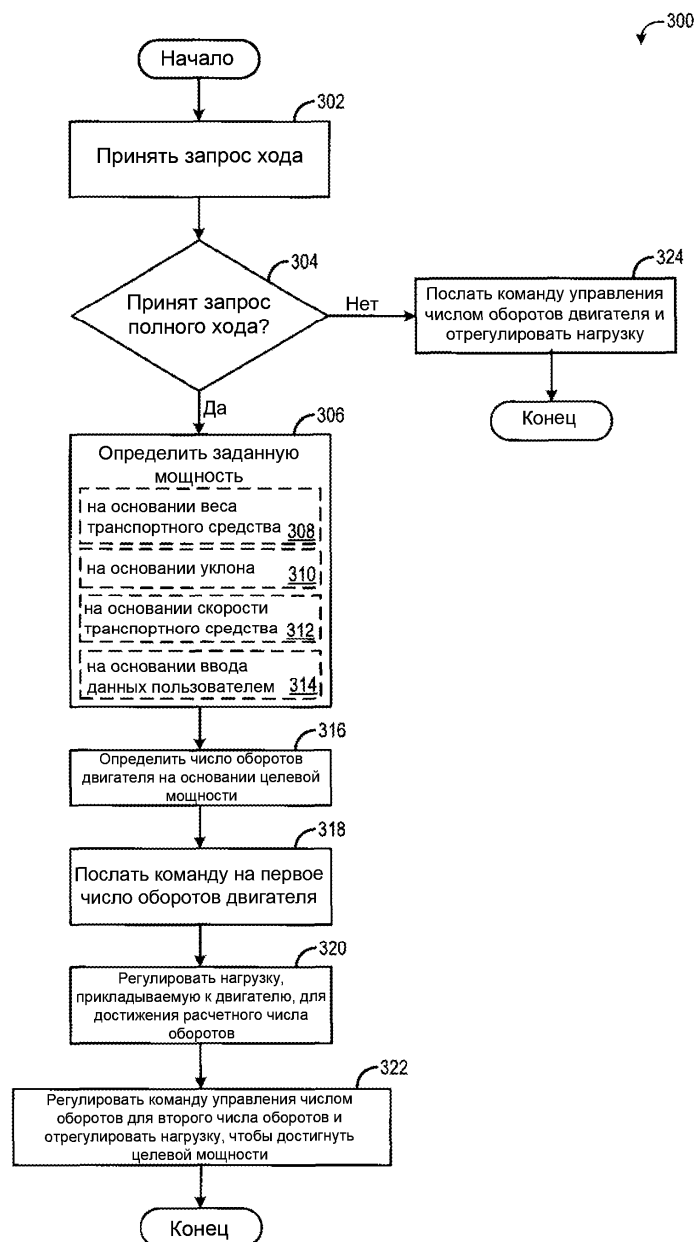
21. Система по п.18, в которой контроллер сконфигурирован для определения заданного периода времени на основе состояния движения первого транспортного средства так, чтобы заданный период времени был короче, когда состояние движения указывает, что первое транспортное средство стоит на месте, и был более длительным, когда состояние движения указывает, что первое транспортное средство движется.



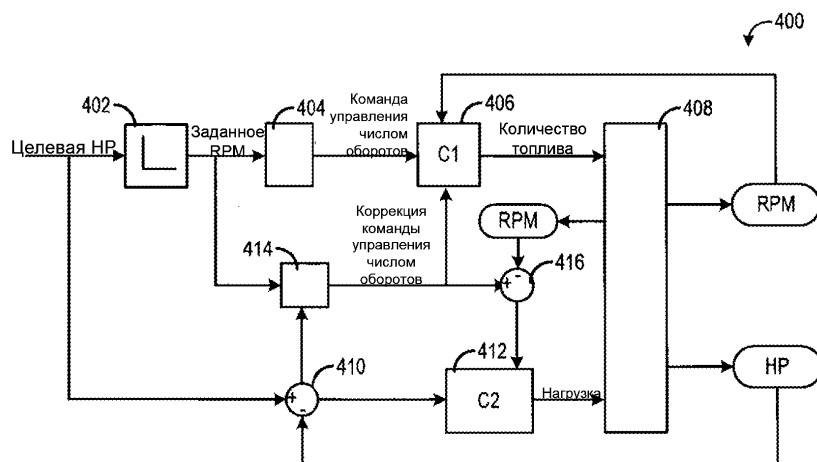
Фиг. 1



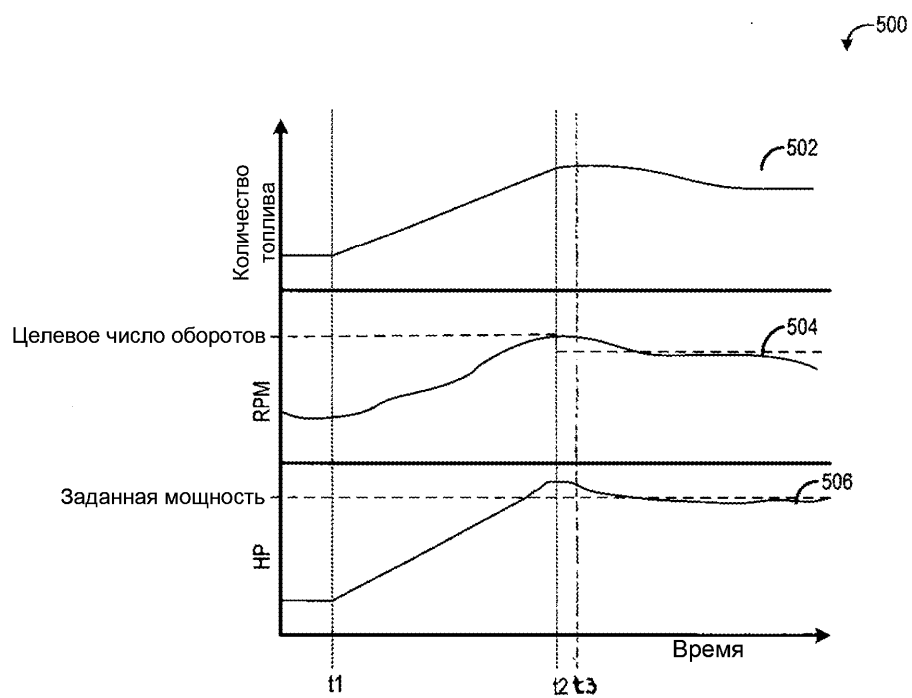
Фиг. 2



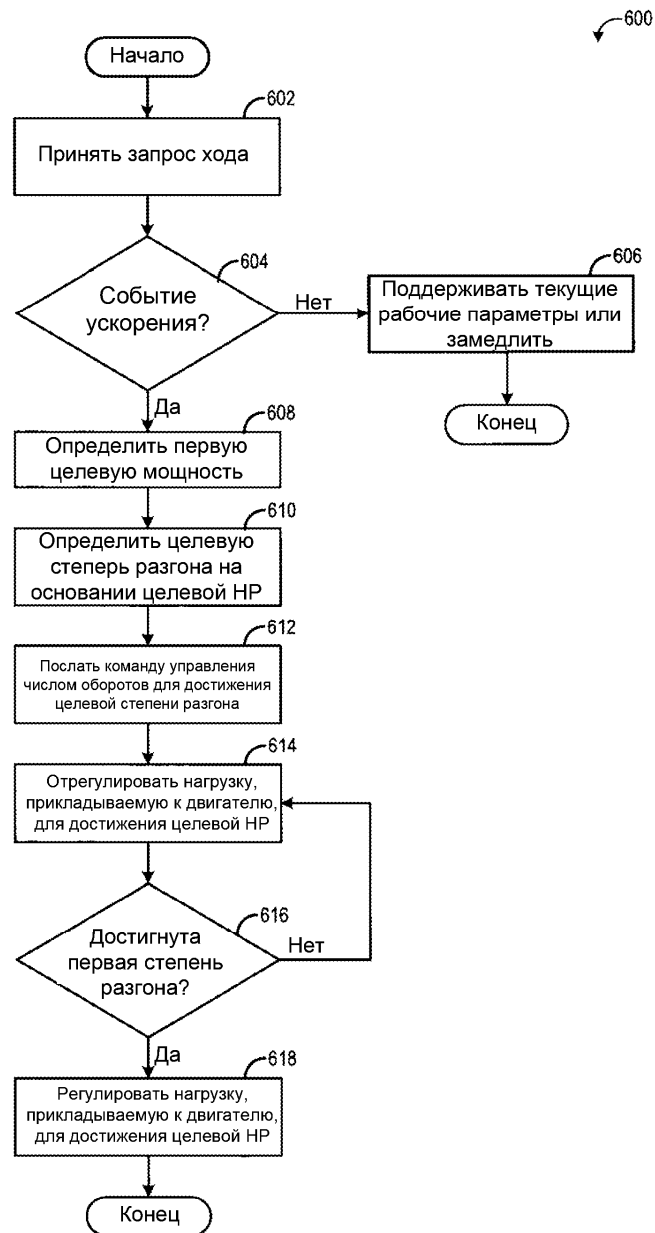
Фиг. 3



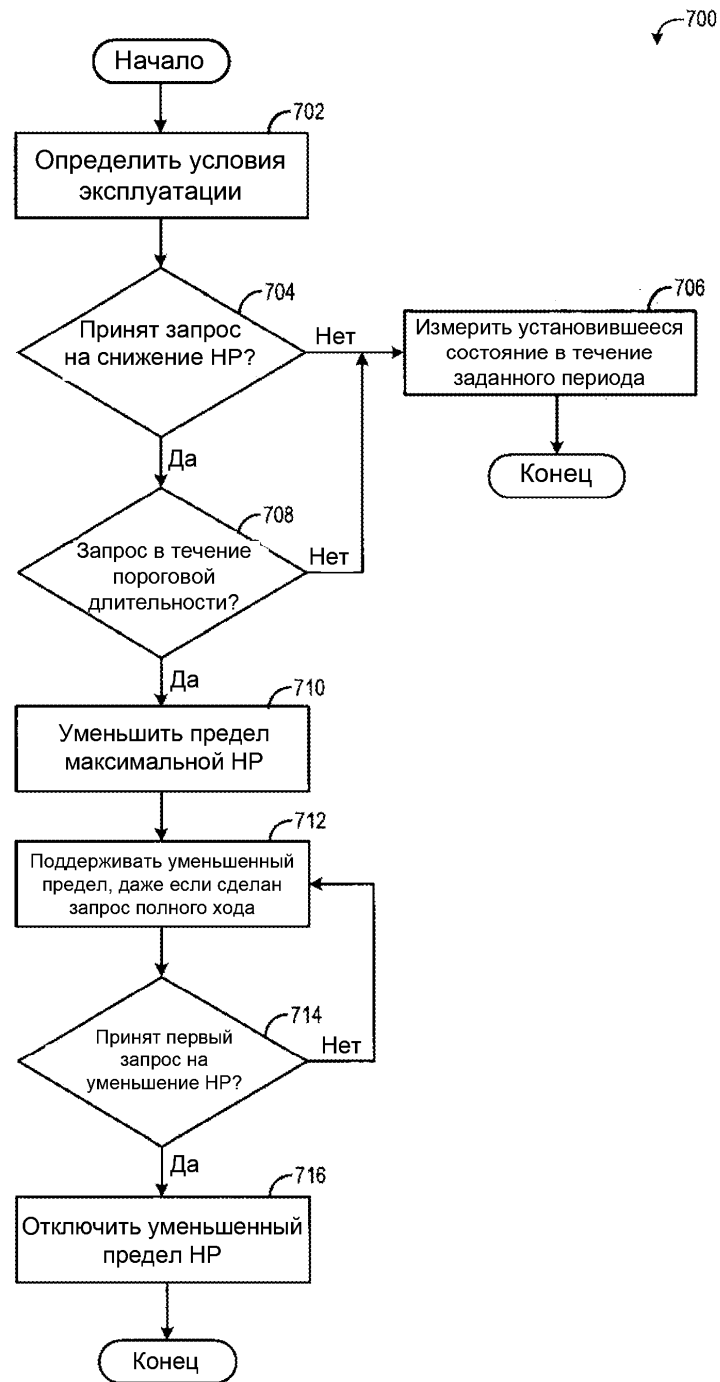
Фиг. 4



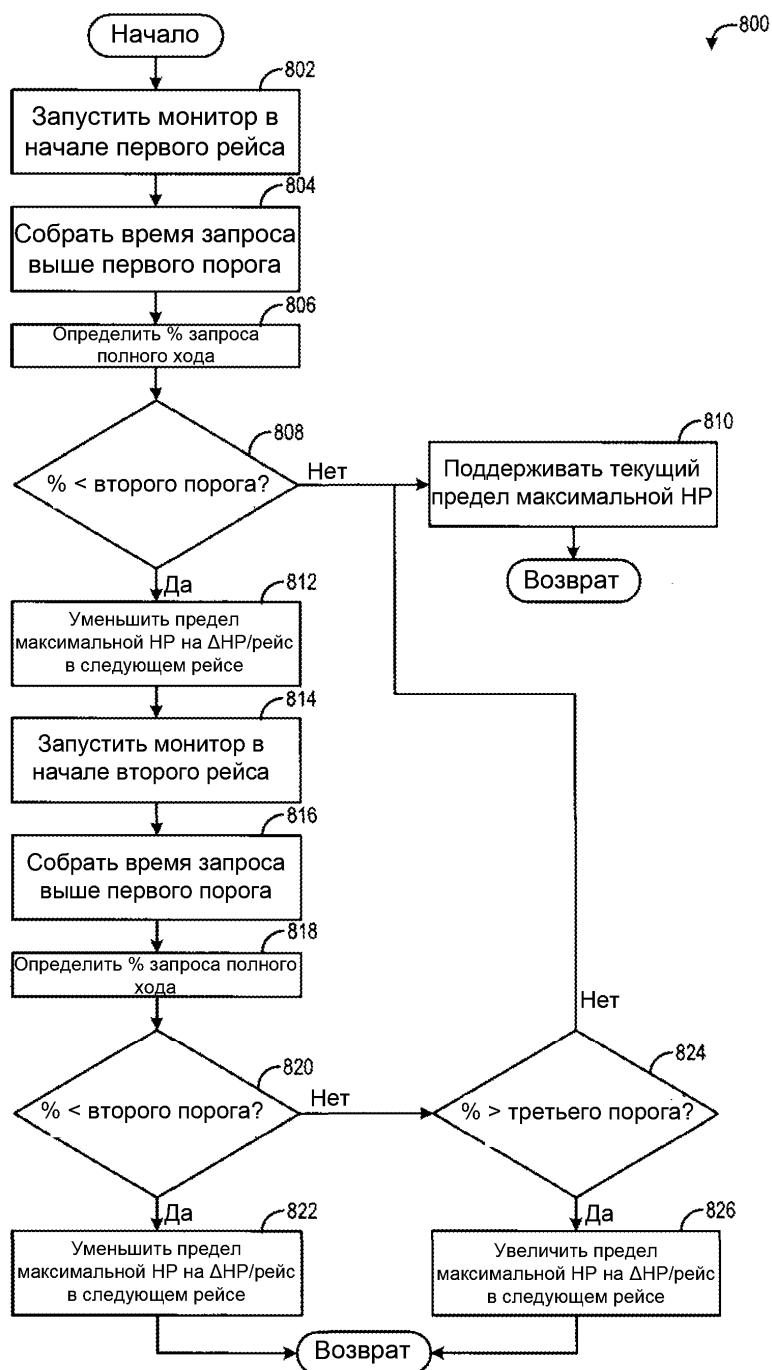
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2