

## ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАЧАЛОМ ДВИЖЕНИЯ НА ПОДЪЁМ В ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЯХ

Губин А.В.<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

**Аннотация.** *Выполнен обзор систем помощи водителю при начале движения на подъём, применяемых в грузовых автомобилях ведущих автопроизводителей. Историческая часть обзора включает в себя анализ сведений, содержащих информацию об истоках систем помощи водителю, послуживших прообразом современных сложных электронных систем.*

**Ключевые слова:** *система управления, тормоза, начало движения, водитель, подъём, грузовой автомобиль.*

### Введение

Увеличение плотности движения машин в транспортном потоке определяет рост напряжённости труда водителя и, как результат, снижение безопасности движения. В связи с этим ведущие автопроизводители внедряют в конструкции грузовых автомобилей автоматические системы для повышения безопасности дорожного движения. Особенно это актуально в крупных городах, где требуется обеспечить условия для комфортной работы водителя в сложных транспортных потоках с нестабильным движением.

### Анализ публикаций

Анализ информации из открытых источников показывает, что данное направление является перспективным для дальнейших исследований в этой области. Изучение открытой информации [1–6, 8, 10] показало, что применение автоматических систем управления началом движения на подъём в грузовых автомобилях в последнее время является практически повсеместным, благодаря удобству апробирования данных систем на автомобилях повышенной грузоподъёмности и сопутствующему комфорту для водителя в сложных транспортных условиях в местности с переменным рельефом, с частым чередованием подъёмов и равнин.

В ЕС с 2014 г. действует программа снижения аварийности на дорогах, рассчитанная на более высокое применение в транспортных средствах электронных систем помощи водителю в различных ситуациях; вспомогательных механизмов, программно интегрированных в электронные системы помощи водителю. Приоритетами данной программы являются рост доступности автомобилей, оснащённых данными системами на рынках

развивающихся стран с целью снижения высокого уровня смертности и травматизма, который не имеет тенденции к снижению вследствие постоянного роста трафика движения. По оценкам ООН это может привести к росту смертности и аварийности на дорогах на 50 % к 2020 г. [9]. Чтобы противодействовать этой тенденции, ООН запустила программу «Десятилетняя инициатива безопасности дорожного движения» в 2011 г., которая направлена на первоначальную стабилизацию смертности на дорогах к 2020 г., а затем и к постепенному снижению числа погибших в результате ДТП. Европейский Союз также выразил поддержку данной программы.

### Цель и постановка задачи

Целью работы является обзор сведений по внедрению систем помощи водителю при трогании на подъём в грузовых автомобилях ведущих автопроизводителей.

Материал работы содержит сведения об исторических прототипах современных систем управления тормозами при начале движения автомобиля, а также информацию о внедрении данных систем ведущими грузовыми автопроизводителями Европы на различных автомобилях собственного производства [1–6, 8, 10]; в частности, на примере MAN, Mercedes, Iveco, Scania проанализирован принцип работы данных систем, а также тормоза Kletterbremse (пер. с нем. «тормоз на уклоне»), который устанавливается на грузовых платформах концерна MAN.

Представлена схема системы Hill Hold Control в общем виде и приведены дополнительные данные для более расширенного освещения вопроса.

**Основной материал исследования**

Историческим прототипом системы помощи водителю при начале движения на подъём является механизм Hill Holder (досл. пер. «держатель холма»), разработанный компанией Wagner Electric и изготовленный компанией Bendix Brake Company в Саут-Бэнде, штат Индиана (рис. 1).



Рис. 1. Механизм Hill Holder

Впервые модель данного механизма была установлена компанией Studebaker на автомобилях собственного производства в 1936 г.,

и в этом же году она была впервые представлена как торговое название; в качестве модернизированного варианта устройство было представлено в 1939 г. Детали искомого механизма можно было приобрести в каталогах американских автозапчастей.

Таким образом, владельцы автомобилей имели возможность добавить некоторые из них в свой автомобиль для улучшения его характеристик уже в период с конца 1930-х по 50-е гг. Но для этого требовалось, чтобы автомобиль имел тормозную систему с гидравлическим приводом, поэтому данный механизм не мог быть внедрён в продукцию компании Ford Motor Company до 1939 г., поскольку широкое распространение гидравлические тормозные системы получили позже. Начиная с 1949 г. приступили к внедрению данного устройства на автомобилях марки Ford.

Порядок крепления механизма и место его установки детально показаны на рис. 2.

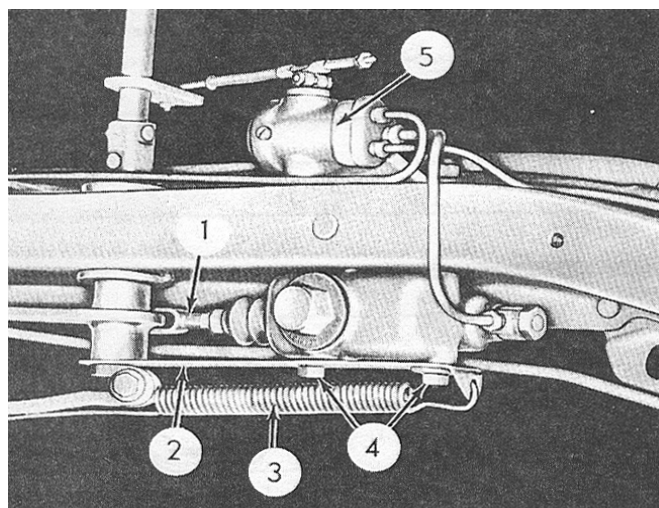


Рис. 2. Месторасположение крепления механизма Hill Holder: 1 – шток главного цилиндра; 2 – опорная плита; 3 – педаль сцепления пружинная; 4 – болты крепления цилиндра; 5 – механизм Hill Holder

Но самое первое устройство, которое можно считать прообразом системы помощи водителю при начале движения на подъём, в настоящий момент находится в музейной коллекции производителя грузовых автомобилей Scania. Впервые оно было апробовано на старейшем двухцилиндровом грузовом автомобиле объёмом 1,9 л Scania-Vabis Truck 2 t 1909 г. выпуска. Двигатель этого автомобиля развивал 18 л.с мощности, и это являлось своеобразным рекордом того времени, а сам автомобиль мог перевозить до 2 т груза.

Среди экспонатов автомобильного музея Scania имеется грузовой автомобиль начала 1900-х гг., оснащённый устройством помощи при старте на подъёме – металлической конструкцией, прикрепленной к шасси на одном конце; другой конец имеет специальную форму для упора на поверхность дороги, тем самым предотвращая движение грузовика в обратном направлении (рис. 3) при остановке на уклоне. Степень удобства и комфортабельности первых грузовых автомобилей оставляла желать лучшего, но из приведен-

ного выше факта видно, что уже тогда, на заре появления первых грузовых автомобилей, многогранная инженерная мысль развивалась поступательно, стремясь привнести как можно больше комфорта в нелёгкий труд водителя, опережая конструктивное развитие самих автомобилей, что свойственно и современной эпохе автомобилестроения.



Рис. 3. Устройство помощи водителю

В настоящее время данные системы устанавливаются на свои автомобили многие ведущие автопроизводители, такие как Mercedes, Scania, Volvo, MAN, Iveco и др. [1–5, 8, 10].

На грузовых автомобилях Mercedes в дополнение к электронным тормозным системам с функциями ABS, ASR, Brake Assist в последнее время устанавливается система, обеспечивающая высокий уровень безопасности со стандартными характеристиками, – Hill Holder [1, 2, 5, 6, 10]. Характерной особенностью устройства является удержание автомобиля на месте в течение 2–5 с после того, как отключен стояночный тормоз и отпущена педаль управления рабочей тормозной системой. Система приводится в готовность нажатием клавиши управления при работающем двигателе, когда автомобиль неподвижен, давление в тормозном приводе более 0,68 МПа, антиблокировочная система (ABS) не отключена, педаль управления рабочей тормозной системой удерживается в нажатом положении и стояночный тормоз отключён. Включение системы подтверждается индикацией сигнальной лампы на панели приборов. Система работает путём управления темпом снижения давления в тормозном приводе при увеличении передаваемого крутящего момента сцеплением. После начала движения система автоматически

Данное устройство управлялось водителем через стальной провод. Водителю не нужно было использовать педаль тормоза, поэтому устройство облегчало запуск двигателя при торможении на дороге с продольным уклоном. Как только автомобиль достигал достаточной скорости, устройство можно было поднять в верхнее положение параллельно раме шасси.

отключается (через 0,3 с), о чём сигнализирует акустический зуммер, расположенный на панели приборов. Схема системы в общем виде представлена на рис. 4.

Открытый электромагнитный соленоидный клапан, расположенный между главным цилиндром и тормозным суппортом, может поддерживать или уменьшать давление жидкости, когда автомобиль работает на холостом ходу или запускается. Тормозное давление сохраняется на короткое время после того, как водитель отпускает педаль тормоза, когда автомобиль стоит на месте. Тормозное давление автоматически сбрасывается, когда автомобиль начинает движение снова, облегчая плавный запуск [1–6].

Для работы данной системы используется несколько датчиков, включая датчики угла поворота, датчики скорости колеса, датчики крутящего момента [11] и непосредственно тормозной привод, а также новейшие технологии компьютерного автоматического контроля износа сцепления.

Hill Holder иногда устанавливается на автомобили с электронным стояночным тормозом, но также может работать в тандеме с ручным тормозом в зависимости от производителя и модели. Также стоит отметить, что системы помощи водителю при движении на подъём, как правило, устанавливаются в сочетании с ABS и ESP [1].

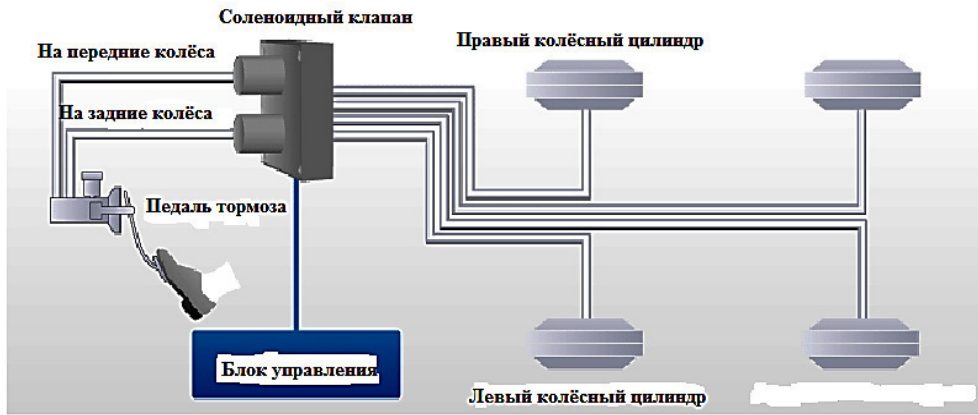


Рис. 4. Схема системы Hill Hold Control

Автоматическая система переключения передач MAN Tipmatic включает в себя средство настройки MAN Easy Start [2, 3, 6], позволяющее водителю легко перенастроить функцию старта на подъёме. Принцип её действия заключается в предотвращении отката транспортного средства в течение 2–3 с, поддерживая тормозное давление в системе на уровне, достаточном для удержания автомобиля на уклоне. Система MAN Easy Start исключает необходимость использования стояночного тормоза, который может вызывать перерасход сжатого воздуха, например, во время старта на подъёме.



Рис. 5. Автоматическая коробка передач MAN Tipmatic

Кроме того, эта функция позволяет не опасаться возможного ДТП, которое может произойти вследствие непроизвольного отката автомобиля во время вынужденной остановки на подъёме. Помимо этого, одним из преимуществ использования данной вспомогательной системы является уменьшение износа сцепления и коробки передач, что снижает затраты на техническое обслуживание.

Таким образом, команда разработчиков концерна MAN предлагает своим клиентам две уникальные разработки, повышающие степень безопасности и удобства вождения: MAN Easy Start и тормоз Kletterbremse [12], блокирующий откат назад.

В основу двух систем входит разработка Easy Start, удерживающая грузовик на наклонных поверхностях.

Easy Start используется в комплекте с АКПП Tipmatic во всех моделях TGS и TGX производства MAN с полным приводом; автомобили, оборудованные системой HydroDrive (кратковременное увеличение тягового усилия на передней оси) к этой категории не относятся.

Тормоз Kletterbremse – второй вариант противоткатного механизма от MAN, имеющий пневматический принцип действия и автоматически блокирующий откат назад в начале движения в условиях бездорожья и на поверхностях с уклоном.



Рис. 6. Управляющий механизм устройства Kletterbremse в кабине водителя MAN: 1 – кнопка включения устройства; 2 – педаль газа в грузовом автомобиле

Начало действия тормоза Kletterbremse происходит с помощью кнопки в кабине водителя и длится до тех пор, пока кнопка находится в нажатом положении. Система не прекращает работу ни с течением времени, ни с нажатием на педаль газа. При отпускании кнопки происходит прекращение работы тормоза. Ручной тормоз Kletterbremse повышает безопасность управления грузовиком в момент, когда водитель чувствует усталость или испытывает стресс (и существует риск перепутать по ошибке педаль газа с педалью тормоза).

Возможности систем Easy Start и Kletterbremse трудно переоценить: в условиях бездорожья или в труднопроходимых местах; в условиях местности с переменным рельефом (на уклонах).

Система Easy Start включается сразу и работает до окончания поездки в следящем режиме, не отвлекая водителя на лишние задачи и действия.

В грузовиках фирмы Iveco также устанавливаются подобные системы. Это позволяет водителю выполнять движение на подъеме без отката автомобиля и проскальзывания сцепления. Также, вследствие этого, снижается износ шин. Hill Holder предоставляется в комбинации с EBS (электронная система торможения) и коробкой передач Eurotronic.

С 2009 г. данной функцией оснащаются грузовые автомобили фирмы Scania, на которых установлена электронная тормозная система Scania EBS [1, 2, 3, 6]. Взаимодействие между автоматизированной системой переключения передач Scania Opticruise и функцией удержания на подъеме заметно упрощено. С помощью датчика наклона автоматизированная система переключения передач выбирает оптимальную передачу, и, исходя из этого факта, можно сделать вывод, что минимизация износа муфты и коробки передач является одним из основных преимуществ для дальнейшего использования данных систем.

Основные проблемы, которые могут возникнуть при пользовании данной системой, включают в себя отказ выжима тормоза или полную его неработоспособность. Это может быть вызвано механической неисправностью или неисправностью ЭБУ автомобиля.

### Выводы

Система удержания неподвижного автомобиля на подъеме является перспективной, и, как считают многие специалисты, в конеч-

ном счёте может стать серьёзной альтернативой применению ручного стояночного тормоза на грузовых автомобилях. Развитие данных систем в современных автомобилях показывает их эффективность и надёжность, а также необходимость дальнейших работ в данном направлении для повышения комфорта и безопасности дорожного движения. Целью дальнейших исследований является анализ процессов управления началом движения автомобиля на подъём, синтез структуры системы автоматического управления и анализ ее устойчивости.

### Литература

1. Клименко В. И., Шуклинов С. Н., Босенко Е. И. Анализ систем автоматического управления началом движения автомобиля на подъеме. *Праці Одеського політехнічного університету*. 2014. Вип. 2 (44). С. 45–49.
2. Edmonston P. *Lemon–Aid New Cars and Trucks*. Canada, Dundurn, 2012. 526 p.
3. Pickerill K. *Today's Technician: Automotive Brake Systems*. USA, Stamford, 2014. 480 p.
4. Popken M., Rosenow A., Lübcke M. *Driver Assistance Systems. ATZextra Worldwide*. 2007. Vol. 12. № 1. P 210–215.
5. Robert Bosch GmbH. *Automotive Handbook*. Bosch Handbooks series. Robert Bosch GmbH, 2007. 1192 p.
6. Denton, T. *Automobile mechanical and electrical systems*. Amsterdam; Boston, Butterworth–Heinemann, 2011. 526 p.
7. Сига Х., Мидзутани С. Введение в автомобильную электронику. Москва: Мир, 1989. 232 с.
8. Коваленко О. Л. *Электронные системы автомобилей: учебное пособие*. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. 80 с.
9. Chassis Systems Control. Bosch study on driver assistance systems 2012. URL: <https://www.bosch-presse.de> (дата звернення: 15.01.2019).
10. Kern M. *Mit breiter Brust – der Actros fährt vor. Lastauto Omnibus*. 2011. Heft 8. S. 22–45.
11. Gubin A. Overview of the measuring block components of the automatic control system for the start of the upgrading movement. *Серія «Студентство. Наука. Іноземна мова. Частина 3»* 2018. P. 23–25.
12. Man-truckers-world. URL: <https://www.man-truckers-world.de/de/2016/04/17/wenn-der-berg-ruft> (дата звернення: 20.01.2019).

### References

1. Klimentko V. I., Shuklinov S. N., Bosenko E. I. (2014). Analiz sistem avtomaticheskogo upravleniya nachalom dvizheniya avtomobilya na podem [Analysis of automatic control systems for a car upgrading]. *Praci Odeskogo politehnicnogo universitetu*. 2 (44), 45–49 [in Russian].

2. Edmonston P. (2012) Lemon–Aid New Cars and Trucks. Canada, Dundurn.
3. Pickerill K. (2014) Today's Technician: Automotive Brake Systems. USA, Stamford.
4. Popken M., Rosenow A., Lübcke M. (2007). Driver Assistance Systems. *ATZextra Worldwide*. Vol. 12. № 1. 210–215.
5. Robert Bosch GmbH. (2007) *Automotive Handbook*. Bosch Handbooks series. Robert Bosch GmbH. 1192.
6. Denton T. (2011). Automobile mechanical and electrical systems. Amsterdam; Boston, Butter – worth–Heinemann.
7. Siga X., Midzutani S. (1989) Vvedenie v avtomobilnyu elektroniku. [Introduction to automotive electronics: translate from Japanese]. Izdatelstvo «Mir» [in Russian].
8. Kovalenko O. L. (2013) Elektronnie sistemi avtomobilei: uchebnoe posobie [Electronic car systems]. Arhangelsk, IPC SAFU [in Russian].
9. Chassis Systems Control. Bosch study on driver assistance systems 2012. Retrived from: <https://www.bosch-presse.de> (accessed: 15.01.2019).
10. Kern M. (2011). With a broad chest – the Actros drives up. *Lastauto Omnibus*, 8. 22–45.
11. Gubin A. (2018). Overview of the measuring block components of the automatic control system for the start of the upgrading movement. Kharkiv, KhNADU. *Series «Students. The science. Foreign language. Part 3»*. 23–25.
12. Man-truckers-world. Retrived from: <https://www.man-truckers-world.de/de/2016/04/17/wenn-der-berg-ruft> (accessed: 20.01.2019).

**Губин Антон Владимирович**<sup>1</sup>, аспірант каф. автомобілей ім. А.Б. Гредескула, тел. +38 093-331-12-84, e-mail: Anton-345@ukr.net.

<sup>1</sup>Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет (ХНАДУ), 61002, Украина, г. Харьков, улица Ярослава Мудрого, 25.

### Using automatic control systems for the start of trucks upgrading motion

**Abstract. Problem.** Analysis and synthesis of information on the use of driver assistance systems when starting upgrading is a priority for further research in the field of brake control systems for heavy-duty vehicles. **Aim.** The aim of the work is to review information on implementation of driver assistance systems when starting upgrading motion in the trucks of the leading car manufacturers. The material on historical prototypes of brake control systems at the car start was proposed as an introductory auxiliary material, the main material includes information on implementation of these systems by leading European truck automakers on various vehicles of their own production, in particular, the principle of operation of these systems was analyzed on the example of MAN, Mercedes, Iveco, and Scania, as well as the Kletterbremse brake installed on the loading plat-

forms of the MAN concern. The scheme of the Hill Hold Control system is presented in general form and the additional data is given for more advanced coverage of the issue. **Methods.** The work is performed by the method of generalized informational search and includes the analysis of open information from various network resources, catalogs of automakers and foreign bibliographic special sources. **Results.** The main result of this work is the systematization and compilation of information on the main topic of the research related to the improvement of automatic brake control systems at the start, as well as an extended historical overview of the prototypes of the modern driver assistance system, including illustrative material. **Scientific novelty.** The prerequisites for the formation of the basis for further research of the brake control systems of trucks are determined; the analyzed data from the open sources indicate that the chosen direction is not sufficiently covered even in the specialized literature and requires additional research. **Practical relevance.** The results of the research can be used to expand the informative component of training courses for students of automotive specialties, since the article is an overview; and also for further generalization and systematization of information on this issue, taking into account the continuous development and improvement of automotive technologies.

**Key words:** control system, brakes, start, driver, upgrading, truck.

**Gubin Anton**<sup>1</sup>, PhD student, tel. +38 093-331-12-84, e-mail: Anton-345@ukr.net.

<sup>1</sup>Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslav Mudry street, Kharkiv, 61002, Ukraine.

### Застосування автоматичних систем керування початком руху на підйом у вантажних автомобілях

**Анотація.** Унаслідок аналізу інформації з відкритих джерел про застосування систем допомоги водієві під час початку руху на підйом був зроблений висновок, що подальший розвиток і впровадження даних систем у конструкцію вантажних автомобілів є перспективним і буде сприяти збільшенню комфортабельності управління автомобілів з великою вантажопідйомністю у складних дорожніх умовах зі змінним типом рельєфу, особливо у великих містах з інтенсивним рухом транспорту. Метою роботи є огляд відомостей щодо впровадження систем допомоги водієві у процесі початку руху на підйом у вантажних автомобілях провідних автовиробників. Як вступний допоміжний матеріал запропоновано інформацію про історичні прототипи сучасних систем керування гальмами під час початку руху автомобіля. Як основний матеріал запропоновані відомості про впровадження даних систем провідними вантажними автовиробниками Європи на різних автомобілях власного виробництва, зокрема, на прикладі MAN, Mercedes, Iveco,

*Scania. Проаналізовано принцип роботи цих систем, а також гальма Kletterbremse, що встановлюються на вантажних платформах концерну MAN. Представлено схему системи Hill Hold Control у загальному вигляді та наведено додаткові дані для більш розширеного висвітлення питання. Слід виділити основний момент наукової новизни цієї статті: зокрема обумовлені передумови для формування бази подальших досліджень систем керування гальмами вантажних транспортних засобів; аналіз різних публікацій з досліджень протидікатних систем показав, що вказаний напрям висвітлено недостатньо широко навіть у фаховій літературі. Результати цієї роботи можуть бути використані для розширення інформативного складника курсів навчання*

*студентів з автомобільних спеціальностей, зокрема курсу «Вступ до спеціальності», а також для подальшого узагальнення та систематизації інформації з цього питання, включаючи перспективні дослідження.*

**Ключові слова:** система керування, гальма, початок руху, водій, підйом, вантажний автомобіль.

**Губін Антон Володимирович**<sup>1</sup>, аспірант каф. автомобілів ім. Гредескула, тел. +38 093-331-12-84, e-mail: Anton-345@ukr.net.

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ), 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

---