

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 2 (2022)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/UIQR5237>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,342

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

***Е. К. Ордабаев¹, Н. С. Сембаев², С. И. Ахметов³,
А. Д. Сулейменов⁴, А. М. Жакупов⁵**

^{1,2,3,4}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

АТМОСФЕРАДАН ОҚТЫН-ОҚТЫН АЖЫРАТЫЛАТЫН АВТОМОБИЛЬ МОТОРЫНЫҢ КОНЦЕПЦИЯСЫН НЕГІЗДЕУ

Мақалада піспекті іштен жану моторынан сыртқа шығатын газдың улағыштығын азайтудың белгілі әдісі – газдың біраз бөлігін цилиндрге қайтару, яғни рециркуляция тәсілін басқа мақсатта қолдану туралы сөз болады. Бұған дейін рециркуляция тек мотордың күшсалмақ режимінде азот тотығының NO түзілу қарқынын шектеу үшін ғана қажет болатын. Қала көшелерінде автомобильді баяулату режимінің ерекше түрі – мотордың көмегімен баяулату да кездеседі. Мотор мен трансмиссия ажыратылмағандықтан мотор ырықсыз бос жүріс режиміне көшеді де, жану процесінің қалыпты жағдайдан ауытқуы салдарынан газ құрамында көмірсутектілер СН мөлшері күрт артады. Аталмыш режимде мотор қуат көзінен уақытша тежегіш құралға айналады, себебі автомобильдің кинетикалық энергиясы негізінен мотордың ішкі үйкеліс күшін еңсеруге жұмсалады. Демек осы мерзім ішінде мотордағы газ алмасу үдерісін рециркуляция әдісінің көмегімен тұйық циклге көшіру әбден мүмкін. Нәтижесінде автомобиль моторы қолданыс уақытының кейбір тұстарында атмосферадан ажыратылатын болады. Газды рециркуляциялау және оны басқару жүйелерінің жалпы сұлбасы белгілі, бірақ оны жаңаша мақсатта қолдану үшін біршама өзгеріс қажет етеді. Бұл әдісті NO және СН компоненттерінің сыртқа шығуын азайту үшін екі мақсатта қолдануға болатынын да ескерген жөн.

Кілтті сөздер: автомобильді мотормен тежеу, ырықсыз бос жүріс, көмірсутектілер шығарылымы, газды рециркуляциялау, газалмастырудың тұйық циклі.

Кіріспе

Көлік нөпірі қалың қала ішінде автомобиль жүрісі бірқалыпты қозғалыс, үдемелі қозғалыс, баяулау және ара-кідік аялдау (бағдаршам алдында) режимдерінің үздіксіз алмасуымен сипатталады. Автомобильді баяулату режимі әдетте қарқынды түрде тежегіш жүйенің көмегімен атқарылады. Алайда оның тағы бір түрі тежегіш жүйенің көмегінсіз, мотор мен трансмиссия ажыратылмаған жағдайда өтеді. Бұл автомобиль трансмиссиясында айналдырғыш момент бағытының кері өзгеруіне әкеп соғады да, мотордың иінді білігі ырықсыз айнала бастайды, демек мотор ырықсыз бос жүріс (ЫБЖ) режиміне көшеді. Мұндай режимді автомобиль жүрісін мотормен тежеу режимі деп те атайды.

Қолданыс жағдайында автомобиль моторының жұмыс уақытының едәуір бөлігі қалыпты бос жүріс (трансмиссия ажыратылған) және ЫБЖ (трансмиссия ажыратылмаған) режимдеріне тиесілі екеніне баса назар аудару қажет. Бұл жәйт қазіргі автокөлік құралдарының экологиялық көрсеткіштерін реттейтін стандарттарда көрініс тапқан. Мысалы, М1 және N1 категорияларындағы автомобильдердің зиянды газ шығарындыларын шектейтін Европалық жүйеде (Евростандарт – БҰҰ ЕЭК №15 және № 83 Ережелерінде) циклдік сынақ уақытының 50 % жуығы аталмыш режимдердің үлесінде [1,2].

Материалдар мен әдістер

Піспекті іштен жану моторының ЫБЖ режимінде дроссельдік қақпақша жабық, ал мотордың айналым жылдамдығы жоғарғы шамадан (автомобиль жылдамдығына байланысты) бірте-бірте төмендеу жағдайында өтеді. Бұл енгізу құбыры мен цилиндрде газ селдіреуіне (80–85 КПа дейін) әкеп соғады. Цилиндрге түсетін жанғыш қосынды мөлшері азайып, қалдық газ коэффициенті еселеп артады. Мұның әсерінен қосындының тұтанбай қалуы жиілеп, иінді біліктің бұрыштық жылдамдығы жоғары болғанда цилиндрдегі жану процесі мүлде өшеді [3]. Нәтижесінде химиялық құрамы көмірсутектілер СН болып табылатын жанып кетпеген отын тікелей осы күйінде сыртқа шығады. Аталмыш режимде отын беруді доғару цилиндр ішіне картер майының түрлі саңылаулар арқылы сорылуына әсер етпейді, демек оның біраз бөлігі газ құрамындағы СН түрінде атмосфераға тарайды.

Автомобильдің қала көшелеріндегі қозғалыс режимінің ерекшеліктерін зерделеу оның экологиялық қауіпсіздігін айналымнан шыққан газды (АШГ) рециркуляциялау әдісінің көмегімен жақсартуға болатынын көрсетеді. Мотордың күшсалмақ режимінде азот тотығының NO түзілу қарқынын төмендетуге арналған амал – АШГ аз бөлігін (10–20 %) цилиндрге қайтару, яғни рециркуляциялау, ертеден белгілі тәсіл. Ал бұл әдісті басқа жағдайда: сыртқы қарсылық күші жоқ, бос жүріс режимінде және газды толық көлемде рециркуляциялау – жаңаша көзқарас.

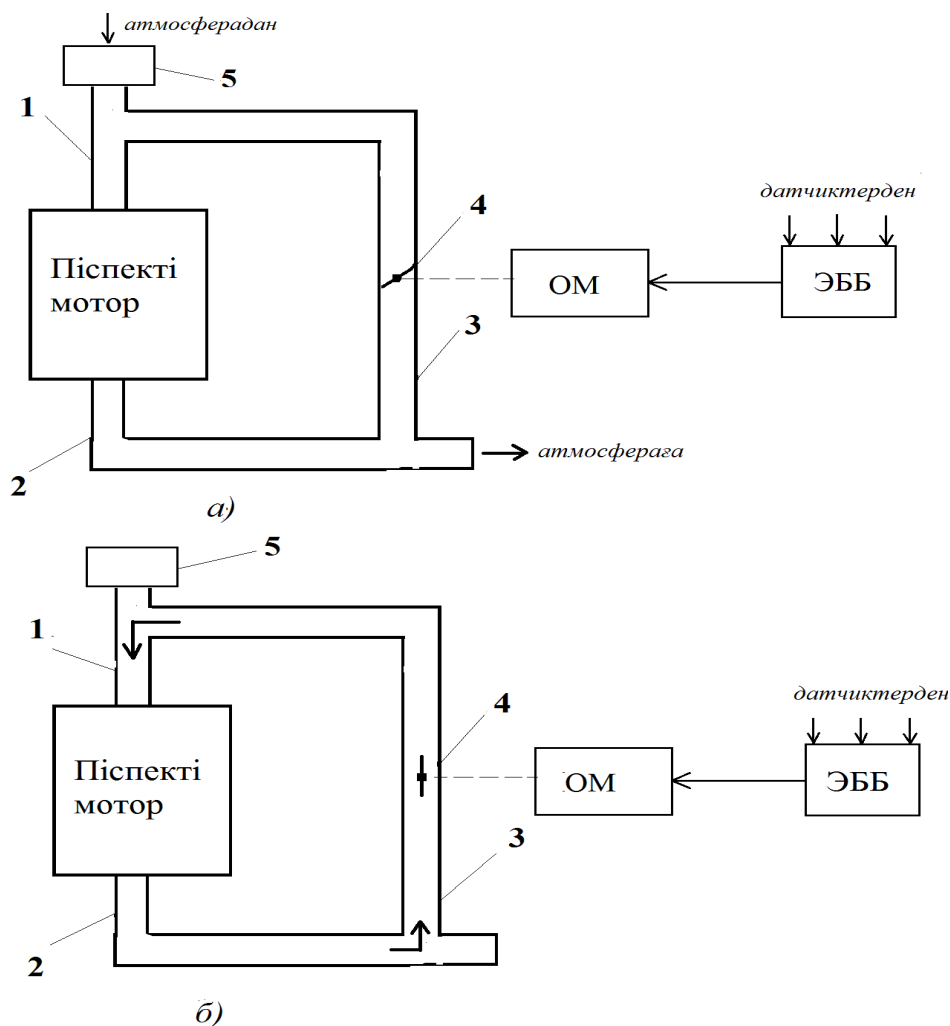
Нәтижелер мен талқылау

Автомобильді баяулату режимінде оның жетекші дөңгелектері мотор қуатын қажет етпейді. Егер осы режимде трансмиссиядағы кинематикалық байланыс үзілмесе, мотор тежегіш құралға айналып, автомобильдің кинетикалық энергиясы негізінен мотордың ішкі үйкеліс күшін еңсеруге жұмсалады. Мұндай жағдайда сыртқа шығатын газды толық рециркуляциялау арқылы моторда газ алмасу үдерісін тұйық цикл бойынша өткізуге болады [4]. Автомобиль моторын қоршаған ортадан оқтын-оқтын ажыратып, атмосфераға газ түсуін мүлдем тоқтатудың мәнісі осы.

Ұсынылған әдісті іске асыру үшін мотордың газ шығару құбырын 2 енгізу құбырымен 1 ішкі саңылауы сол құбырлармен барабар, арнайы қақпақшамен жарақталған рециркуляция құбыры арқылы жалғастыру қажет (1-сурет). Сынақ кезінде атмосферадан мотор ішіне ауа түсетінін, не түспейтінін (демек сыртқа газ шықпайтынын) газ есептегіштің 5 көмегімен қадағалауға болады.

Газды рециркуляциялау үдерісін басқару жүйесінің атқарар қызметі – ЫБЖ режимінің басталу сәтін айқындап, рециркуляция қақпақшасын 4 айқара ашу және режим аяқталған соң жабу.

Мотордың енгізу жүйесінде орналасқан дроссельдік қақпақша жабық кезде иінді біліктің айналым жылдамдығының белгілі бір шамадан жоғары болуы ЫБЖ режимінің белгісі болып табылады. Электрондық басқару блогы мен датчиктерден тұратын басқару жүйесі ЫБЖ экономайзерімен жаракталған карбюраторлық қосынды түзу жүйесінің құрамдас бөлігі және ол бұрыннан белгілі [5,6]. Моторда газ алмастырудың тұйық циклін іске асыруға қабілетті газ рециркуляциялау жүйесі өнертабыс ретінде СССР авторлық куәлігімен қорғалған [7].



Сурет 1 – Мотордың негізгі жұмыс режимінде (а) және автомобиль жүрісін мотормен тежеу режимінде (б) өтетін газ алмасу сұлбалары.
 ЭББ – электрондық басқару блогы; ОМ – орындаушы механизм;
 1 – енгізу құбыры; 2 – шығару құбыры; 3 – рециркуляция құбыры;
 4 – рециркуляция қақпақшасы

Қорытынды

Автомобильді мотормен тежеу режимінде моторды тұйық газ алмастыру цикліне көшіру оның тежегіштік әсерін әлсіретуі мүмкін. Бірақ сенімді штаттық тежегіш жүйесі бар қазіргі автомобильдер үшін бұл айтарлықтай кемістік емес. Тағы бір назар аударарлық жәйт – ұсынылған толық рециркуляция жүйесін бастапқы мақсатта, яғни NO тотығының түзілуін азайту үшін күшсалмақ режимінде қолдануға болатыны. Бұл үшін оның басқару жүйесі мен орындаушы механизмінің құрылымы мен жұмыс бағдарламасын біршама өзгерту қажет.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Правила Европейской экономической комиссии ООН № 15 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств с двигателями с принудительным зажиганием или с двигателями с воспламенением от сжатия в отношении выделения двигателем загрязняющих газообразных веществ».

2 Правила Европейской экономической комиссии ООН № 83 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении выброса загрязняющих веществ в зависимости от топлива, необходимого для двигателя».

3 **Архангельский, В. М., Злотин, Г. Н.** Работа карбюраторных двигателей на неустановившихся режимах. М. : Машиностроение, 1979. – 152 с.

4 **Ордабаев, Е. К.** К проблемам принудительного холостого хода карбюраторного двигателя // Автомобильная промышленность. – 1986. – № 1. – С 8

5 **Дмитриевский, А. В., Шатров, Е. В.** Топливная экономичность бензиновых двигателей. – М. : Машиностроение, 1985. – 208 с.

6 **Тихомиров, А. Н.** Карбюраторы Озон и Вебер. – М. : Колесо, 2002. – 64 с.

7 Авторское свидетельство СССР № 1502872. Бюлл. изобр. № 31 от 23. 08. 1989 г.

8 **Жегалин, О. И., Пугачев, П. Д.** Снижение токсичности автомобильных двигателей. – М. : Транспорт, 1985. – 120 с.

9 **Кульчицкий, А. Р.** Токсичность автомобильных и тракторных двигателей : учебное пособие для высшей школы. – М. : Академический Проект, 2004. – 400 с.

10 Правила Европейской экономической комиссии ООН № 49 «Единообразные предписания, касающиеся подлежащих принятию мер по ограничению выбросов загрязняющих газообразных веществ и твердых частиц из двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей, предназначенных для использования на транспортных средствах».

REFERENCES

1 Pravila Evropejskoj ekonomicheskoj komissii OON № 15 «Edinoobraznye predpisaniya, kasayushchiesya oficial'nogo utverzheniya transportnyh sredstv s dvigatelyami s prinuditel'nym zazhiganiem ili s dvigatelyami s vosplameneniem ot szhatiya v otnoshenii vydeleniya dvigatelem zagryaznyayushchih gazoobraznyh veshchestv».

2 Pravila Evropejskoj ekonomicheskoj komissii OON № 83 «Edinoobraznye predpisaniya, kasayushchiesya oficial'nogo utverzhdeniya transportnyh sredstv v otnoshenii vybrosa zagryaznyayushchih veshchestv v zavisimosti ot topliva, neobhodimogo dlya dvigatelya».

3 **Arhangel'skij, V. M., Zlotin, G. N.** Rabota karbyuratornyh dvigatelej na neustanovivshihsya rezhimah. – Moscow : Mashinostroenie, 1979. – 152 p.

4 **Ordabaev, E. K.** K problemam prinuditel'nogo holostogo hoda karbyuratornogo dvigatelya // Avtomobil'naya promyshlennost'. – 1986. – № 1. – P. 8.

5 **Dmitrievskij, A. V., SHatrov, E. V.** Toplivnaya ekonomichnost' benzinovyh dvigatelej. – Moscow : Mashinostroenie, 1985. – 208 p.

6 **Tihomirov, A. N.** Karbyuratory Ozon i Veber. – Moscow : Koleso, 2002. – 64 p.

7 Avtorskoe svidetel'stvo SSSR № 1502872. Byull. izobr. № 31 ot 23.08.1989 g.

8 **Zhegalin, O. I., Pugachev, P. D.** Snizhenie toksichnosti avtomobil'nyh dvigatelej. – Moscow : Transport, 1985. – 120 p.

9 **Kul'chickij, A. R.** Toksichnost' avtomobil'nyh i traktornyh dvigatelej : uchebnoe posobie dlya vysshej shkoly. – Moscow : Akademicheskij Proekt, 2004. – 400 p.

10 Pravila Evropejskoj ekonomicheskoj komissii OON № 49 «Edinoobraznye predpisaniya, kasayushchiesya podlezhashchih prinyatiyu mer po ogranicheniyu vybrosov zagryaznyayushchih gazoobraznyh veshchestv i tverdyh chastic iz dvigatelej s vosplameneniem ot szhatiya i dvigatelej, prednaznachennyh dlya ispol'zovaniya na transportnyh sredstvah».

Материал 06.06.22 баспаға түсті..

***Е. К. Ордабаев¹, Н. С. Сембаев², С. И. Ахметов³,**

А. Д. Сулейменов⁴, А. М. Жакупов⁵

^{1,2,3,4,5}Торайгыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

ОБОСНОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ ОТ АТМОСФЕРЫ

Статья посвящена обоснованию возможности применения известного метода снижения токсичности отработавших газов поршневого двигателя внутреннего сгорания путем частичной их рециркуляции по новому назначению. Изначально данный метод используется при работе двигателя под нагрузкой с целью уменьшения образования оксида азота NO. В условиях плотного транспортного потока одним из часто используемых режимов движения автомобиля является замедление с разновидностями его исполнения. Авторами рассматривается т. н. режим торможения автомобиля двигателем, когда последний работает в условиях принудительного холостого хода в связи с принудительным вращением коленчатого вала в результате изменения направления крутящего момента в трансмиссии. Установлено, что из-за неблагоприятных условий протекания процесса сгорания резко возрастает

концентрация углеводородов в составе отработавших газов. При торможении автомобиля двигателем и сохранении кинематической связи в силовой передаче двигатель превращается в тормозное устройство ввиду наличия в нем внутренних потерь, на преодоление которых расходуется кинетическая энергия автомобиля. Следовательно, в данных условиях двигатель можно переводить на замкнутый цикл газообмена с полной рециркуляцией ОГ. В этом заключается периодическая изоляция двигателя от окружающей среды с полным прекращением выброса газов. Системы обнаружения моментов начала и окончания режима принудительного холостого хода и осуществления рециркуляции газов в целом известны и могут быть адаптированы для реализации новых задач. Причем система рециркуляции газов может комбинированной, т. е. способной работать как по традиционному, так и по новому назначению.

Ключевые слова: торможение автомобиля двигателем, принудительный холостой ход, выбросы углеводородов, рециркуляция отработавших газов, замкнутый цикл газообмена.

***E. K. Ordabaev¹, N. S. Sembaev², S. I. Ahmetov³, A. D. Suleimenov⁴, A. M. Zhakupov⁵**

^{1,2,3,4,5}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 06.06.22.

JUSTIFICATION OF THE CONCEPT OF AUTOMOBILE ENGINE WITH PERIODICAL ISOLATION FROM THE ATMOSPHERE

The article is devoted to the possibility of substantiation usage with a known method for reducing the toxicity of exhaust gases from a piston internal combustion engine by partially recirculating them for a new purpose. Initially, this method is used when the engine is running under load in order to reduce the formation of nitrogen oxide NO. In conditions of dense traffic flow, one of the frequently used modes of vehicle movement is deceleration with varieties of its execution. The authors consider the braking mode of engine of the car, when the latter operates under conditions of forced idling due to the forced rotation of the crankshaft as a result of a change in the direction of torque in the transmission. It has been established that due to unfavorable conditions of the combustion process, the concentration of hydrocarbons in the composition of the exhaust gases increases sharply. When the car is braked by the engine and the kinematic connection in the power transmission is maintained, the engine turns into a braking device due to the presence of internal losses in it, to overcome which the kinetic energy of the car is spent. Therefore, under these conditions, the engine can be switched to a closed gas exchange cycle with complete exhaust gas recirculation. This is the periodic isolation of the engine from the environment with a complete cessation of gas emissions. Systems for detecting the start and end of the forced idling and the implementation of gas recirculation are generally known and can be adapted to new tasks. Moreover, the gas recirculation system can be combined, i.e., capable of operating both for traditional and new purposes.

Keywords: engine braking, forced idling, hydrocarbon emissions, exhaust gas recirculation, closed gas exchange cycle.

Теруге 06.06.22 ж. жіберілді. Басуға 30.06.22 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

8,9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 12,4. Таралымы 300 дана.

Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: З. С. Искакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3964

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

<https://vestnik.tou.edu.kz/>

<http://stk.tou.edu.kz/>