

3. Теплицы и тепличные хозяйства: Справочник / Г.Г.Шишко, В.О. Потапов, Л.Т.Сулима, Л.С.Чебанов; под ред. Г. Г. Шишко. – К. : Урожай, 1993. – 424 с.

4. Строительная климатология и геофизика: СНиП 2.01.01-82. / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 136 с.

Приведена методика определения теплоступлений от солнечной радиации в атмосферной сушильной установке.

Сушка, односкатная теплица, солнечная радиация, альbedo, степень черноты материала.

The method of determining heat flow of solar radiation in atmospheric drying setting is given.

Drying, lean-to greenhouse, solar radiation, albedo, emissivity material degree.

УДК 621.43.036.22

ЗВОЛОЖУВАЧ ДУТТЬОВОГО ПОВІТРЯ ДЛЯ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

І.В.Феофілов, старший викладач

Проаналізовано додавання води до палива як напряму підвищення ефективності роботи двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), розглянуто різні способи додавання води до палива і запропоновано зволожувач дуттьового повітря на основі використання теплоти охолодження двигуна, який може працювати на недистильованій воді.

Додання води до палива, двигун внутрішнього згорання, паливно-водяна емульсія, вприск води, зволоження дуттьового повітря.

Відомо, що одним із напрямів підвищення ефективності роботи ДВЗ є додавання води до палива перед його спалюванням в циліндрах двигуна. При цьому покращуються енергетичні, економічні та екологічні показники роботи двигуна.

Існують багато способів додавання води до палива. Основними з них є – вприскування безпосередньо води, створення паливно-водяної емульсії та її використання або додання води до палива у вигляді пари. Проте всі вони мають свої недоліки – це додаткові витрати енергії при доданні води до палива, використання дорогого дистилляту тощо.

Мета досліджень – створення приладу для зволоження дуттьового повітря в ДВЗ, що усуває основні недоліки існуючих способів додавання води в ДВЗ.

© І.В.Феофілов, 2013

Матеріали та методика дослідження. Методика дослідження полягає в порівняльному аналізі існуючих способів додавання води до палива в ДВЗ, а також в експериментальному дослідженні запропоновано-го зволожувача дуттьового повітря для ДВЗ.

Присутність води в паливно-повітряній суміші призводить до активного її перемішування в процесі спалахування і горіння суміші. В результаті чого збільшується площа контакту палива та окислювача і, відповідно, зростає швидкість згоряння палива, а також теплота, що виділяється при спалюванні палива в одиницю часу, тобто зростає потужність двигуна. Збільшення потужності двигуна при незмінному ступені стискання призводить до збільшення обертів вала двигуна і, відповідно, до зростання витрат палива. Тобто, в цьому випадку збільшення потужності двигуна супроводжується додатковими витратами палива і покращуються тільки енергетичні та екологічні показники роботи двигуна.

Додавання води до палива сприяє збільшенню його детонаційної стійкості, що дозволяє підвищити ступінь стискання паливно-повітряної суміші і, відповідно, збільшити потужність двигуна без додаткових витрат палива. Приріст електричної потужності при додаванні до 20 % води становить близько 10–15 % [6]. При незмінному ступені стискання додавання води до палива дозволяє отримати економічний ефект за рахунок переходу на використання палива з меншим октановим числом, яке є більш дешевим паливом. Дані про детонаційну стійкість бензинів з різною кількістю доданої води наведено в табл. 1 [2].

1. Значення октанового числа автобензинів за моторним методом

Паливо	Кількість доданої води			
	0%	5%	10%	20%
Бензин А-66	66	66,5	67,5	72
Бензин А-72	72	72,5	74	76
Бензин А-76	76	77	78	81
Бензин АИ-93	85	85,5	86	88

Значне підвищення октанових чисел палива пояснюється одними авторами зниженням температури горіння паливно-повітряної суміші за рахунок випаровування доданої води. Інші автори пов'язують антидетонаційні властивості води не лише із зниженням температури робочого процесу, але й з безпосередньою участю води в процесі горіння. Вода в певних концентраціях гальмує розвиток ланцюгових реакцій передполум'яного окислення вуглеводнів. Між перекисними радикалами і гідроксильною групою води утворюється водневий зв'язок. При цьому активність радикалів знижується, і це у свою чергу підвищує детонаційну стійкість паливних сумішей.

Крім того, додавання води до палива покращує екологічні показники роботи двигуна – зменшуються шкідливі викиди в навколишнє середовище: зменшується концентрації оксидів азоту і вуглецю, що утворюються. Експерименти для чистого ізооктану та ізооктану з 10 %-ним вмістом во-

ди, наприклад, показують, що при такому вмісті води в суміші кількість CO у відпрацьованих газах двигуна падає на 6 %, а NO_x – на 8 % [3].

Існують такі способи додавання води.

1. Вприскування води в дуттьове повітря, паливно-повітряну суміш або безпосередньо в циліндри двигуна [4].
2. Приготування паливно-водяної емульсії [5] та подальше її використання як палива.
3. Перетворення води на пару і додавання цієї пари до повітря або паливно-повітряної суміші.

Кожен із вищезазначених способів додавання води до палива має свої недоліки.

В експлуатаційних умовах двигуни з вприскуванням води працюють не цілком стабільно. Це пов'язано з нерівномірним розподілом води по циліндрах двигуна. Крім того, краплі води більше 5 мкм, що потрапляють в циліндри двигуна, не встигають випаритися в процесі згорання палива і здійснюють бомбардування робочих поверхонь циліндро-поршневої групи ДВЗ, що призводить з часом до їх фізичного зносу.

Використання палива у вигляді паливно-водяної емульсії дозволяє ці труднощі обійти. Проте з'являються інші. Приготування паливно-водяної емульсії вимагає використання поверхнево-активних речовин (ПАР) для отримання метастабільної емульсії з двох речовин, що мають різну густину. Навіть нетривале використання такої емульсії як палива призводить до відкладень на поверхнях циліндро-поршневої групи, що викликає залипання поршневих кілець і, призводить з часом, до виходу двигуна з ладу. Крім того, ПАР і продукти їх розпаду мають бути нетоксичними і не знижувати детонаційну стійкість палива. Ці додаткові вимоги ускладнюють і без того складне завдання створення стійких паливно-водяних емульсій. Тому робляться спроби готувати емульсії на автомобілі безпосередньо перед їх використанням: розробляються бортові диспергуючі пристрої, що дозволяють за допомогою гідророзпилювачів або ультразвукових генераторів отримувати в дисперсійному середовищі краплі розміром менше 5 мкм. Проте внаслідок значної різниці в густині палива і води зовсім обійтися без використання ПАР при приготуванні паливно-водяної емульсії не можна. Час роботи двигуна до виходу з ладу при цьому збільшується, але зовсім позбавитись відкладень не вдається.

Розглядаючи наслідки додавання води до палива, слід зазначити і те, що в обох варіантах застосовується дистиллят, отримання якого пов'язано з додатковими істотними енерговитратами і наявністю відповідного обладнання. Тому, заміна частини палива водою не дає відповідної економії палива, оскільки для одержання дистильованої води також потрібно витратити деяку кількість палива. Якщо використовувати недистильовану воду, то при тих її витратах, що рекомендується для додання до палива, розчинені у воді солі неодмінно повинні призвести до утворення нагару в камері згорання і до серйозних порушень у роботі двигуна вже через 100–200 год роботи. Адже при спалюванні 10 л палива в двигун

вноситься до 2 л води, а разом з нею до 200 мг різних солей. Крім того, для приготування паливно-водяних емульсій так само, як і для отримання необхідного тиску при вприскуванні води, також доводиться витратити додаткову енергію. Тому в обох випадках говорити про істотну економію палива за рахунок заміни частини палива водою не доводиться.

Більшість недоліків від використання води, при збереженні її позитивного впливу на процес згорання, може бути усунена, якщо застосовувати воду у вигляді водяної пари. В цьому випадку до циліндрів двигуна не потрапляють частки води більше 5 мкм, розподіл води у паливній суміші більш рівномірний, що забезпечує стабільну і надійну роботу двигуна. Крім того, не має необхідності в ПАР і, відповідно, не має відкладень у двигуні, пов'язаних із ними. Крім того, використання зволоженого повітря не призводить до сольових відкладень у циліндрах двигуна, що позитивно позначається на його безаварійній роботі. Але застосування води у вигляді пари потребує великих енергетичних витрат, пов'язаних зі значною величиною прихованої теплоти пароутворення води (близько 2500 кДж/кг), і відповідного парогенеруючого обладнання.

Інша річ, коли для отримання водяної пари у складі зволоженого дуттьового повітря використовується теплові вторинні енергоресурси двигуна – тепло охолоджуючої рідини або тепло відпрацьованих газів [1]. У цьому випадку додання води до палива не потребує додаткових енерговитрат. На рис.1. наведено зволожувач дуттьового повітря для ДВЗ, заснований на вищезазначених принципах. Він являє собою контактний теплообмінний апарат, в якому в нижній частині відбувається нагрівання води у протитечійному трубчастому теплообміннику 1 від системи охолодження двигуна, в середній частині нагріта вода потрапляє в міжтрубний простір 2, в який через щілинні отвори 3 всмоктується повітря поршнями у циліндри двигуна, що забирається з навколишнього середовища через фільтр 4. Кількість повітря, що йде на зволоження регулюється за допомогою дросельної заслінки 5. У міжтрубному просторі відбувається барботування повітря через нагріту воду, внаслідок чого повітря нагрівається і зволожується. В верхній частині контактного теплообмінного апарата зволожене повітря проходить крізь краплеуловлювач 6 і подається в повітряно-впускну трубу 7, а далі – через впускний клапан у циліндри двигуна.

Охолоджена вода стікає через центральну трубу 8 у нижню частину контактного теплообмінного апарата, де знову потрапляє в трубчастий теплообмінник, в якому нагрівається від системи охолодження двигуна. Рушійною силою для води, що зволожує повітря, є різниця її густини в центральній трубі і в міжтрубному просторі, де вона рухається разом з бульбашками повітря.

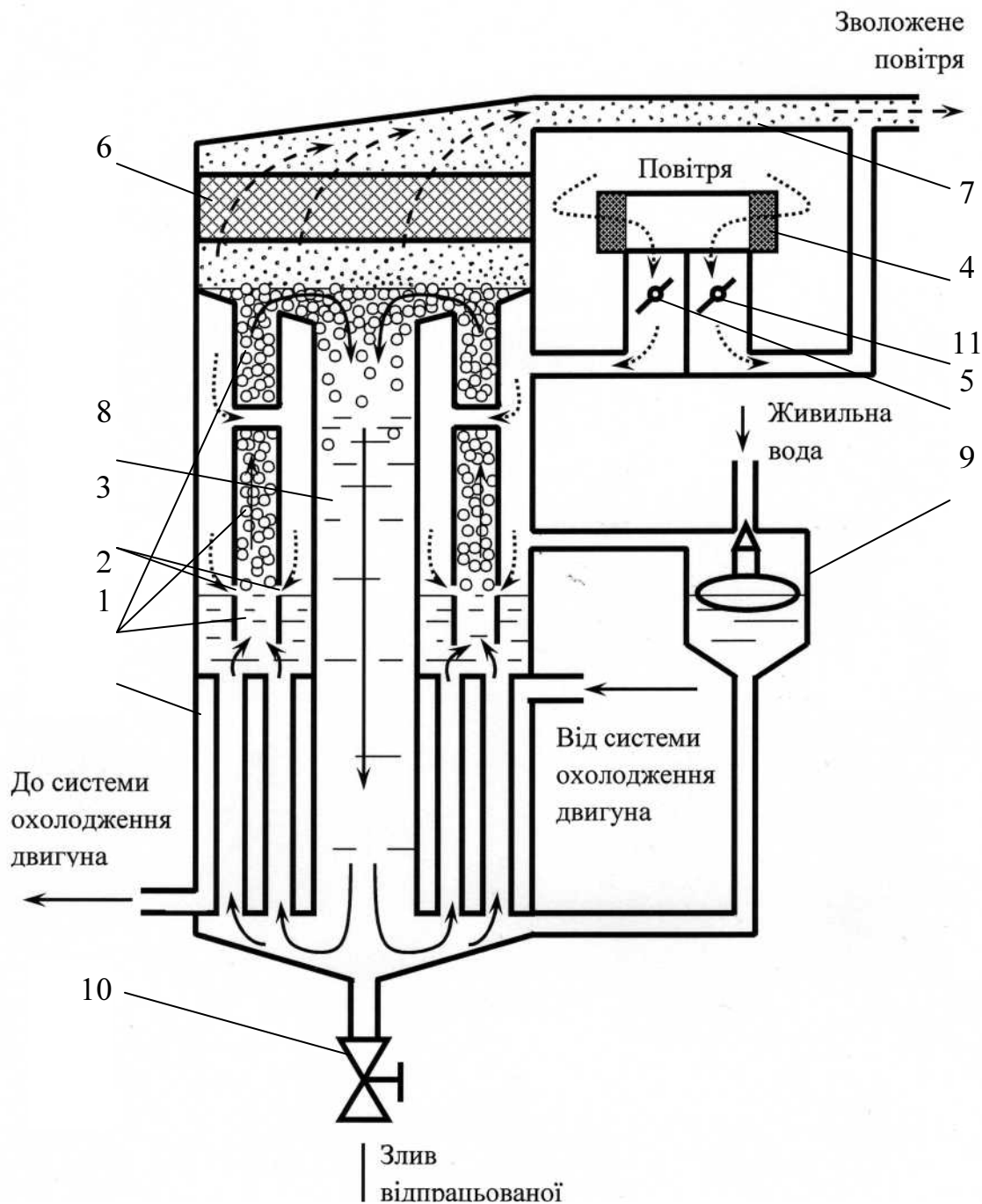


Рис.1. Схема зволожувача дуттьового повітря для ДВЗ:

- > рідина (вода і рідина системи охолодження двигуна);
-> повітря;
- > зволожено повітря

У зволожувачі повітря для ДВЗ передбачено:

1) безперервне підживлення випареної вологи водою за допомогою регулятора рівня води 9;

2) періодичний злив відпрацьованої води через відповідний клапан 10 у нижній частині контактного теплообмінного апарата;

3) регулювання кількості вологи у повітрі, що всмоктується у циліндри двигуна, за рахунок створення паралельного потоку незволоженого повітря, що змішується з основним потоком зволоженого повітря.

Кількість незволоженого повітря регулюється за допомогою дросельної заслінки 11 залежно від режиму роботи двигуна і від виду палива, що використовується, з метою отримання найбільшої ефективності роботи ДВЗ.

Для додання води до палива у кількості 20–25 % достатньо нагріти дуттьове повітря в контактному теплообмінному апараті на 10–15 °С. Наприклад, якщо на вході в теплообмінник повітря має температуру 20 °С і відносну вологість 60 %, то достатньо мати на виході – 30 °С і 90 % (відповідно), щоб отримати додання води до палива у кількості 23 % (з урахуванням того, що на спалювання 1 кг бензину необхідно близько 14,7 кг повітря). За рахунок паралельного потоку незволоженого повітря можна регулювати кількість доданої до палива води від 0 до 23 %. При цьому загальні витрати тепла на зволоження повітря не потребують додаткових витрат палива. Для нагрівання води, що зволожує, використовується частина тепла системи охолодження двигуна. Додатковий гідродинамічний опір повітря, що всмоктується, не перевищує 2 кПа. Причому, для зволоження дуттьового повітря може бути використана вода практично будь-якого ступеня забрудненості, тобто немає потреби у дорогому дистилляті.

Представлений зволожувач дуттьового повітря був встановлений на пересувному транспортному засобі ВАЗ 2101 з двигуном робочим об'ємом 1200 см³ (рис.2).

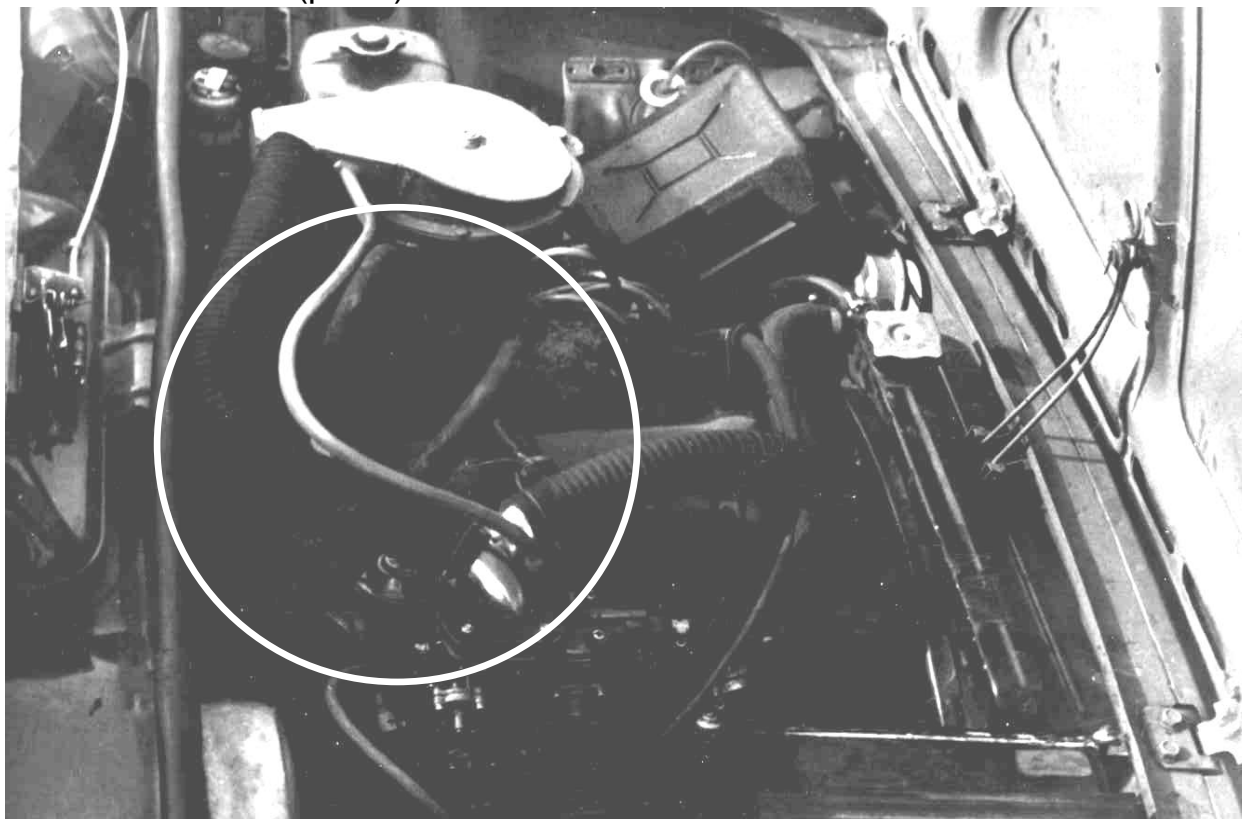


Рис.2. Зволожувач дуттьового повітря, встановлений на ВАЗ 2101

Результати досліджень. Додавання до палива води у кількості 15–25 % за допомогою зволожувача дуттьового повітря дозволило без переробки двигуна перейти на використання бензину А-76 замість АИ-92, який потрібен згідно з інструкцією з експлуатації. Результати випробувань наведено в табл.2. У таблиці дано середні витрати палива на 100 км пробігу при використанні бензину АИ-92 без зволоження і при використанні бензину А-76 зі зволоженням дуттьового повітря, а також економію коштів (в гривнях і у відсотках), яку можна отримати при заміні одного палива іншим з врахуванням їх сьогодишньої вартості.

Застосування зволожувача дуттьового повітря дозволило використати на автомобілі ВАЗ 2101 замість бензину АИ-92 паливо з меншим октановим числом. При цьому детонації на будь-яких режимах роботи двигуна не спостерігалось. Середні витрати палива зменшились лише на 2,5–4 %, але за рахунок меншої вартості низькооктанового палива вдалось досягти економії 8,7–10 % при доданні води до палива у кількості 15–25 %. Час розгону автомобіля до 80 км/год при використанні бензину АИ-92 без зволоження і А-76 зі зволоженням був практично однаковим, тобто використання зволоженого палива з меншим октановим числом не призвело до зменшення потужності двигуна.

2. Порівняння роботи двигуна із зволоженням та без зволоження дуттьового повітря

Вид двигуна	Паливо	Середня витрата палива на 100 км пробігу	Кількість доданої води, %	Вартість палива в Києві на 08.02.2013, грн	Вартість палива, витраченого на 1000 км, грн	Економія коштів на 1000 км пробігу, грн (%)
Без зволоження дуттьового повітря	АИ-92	8,1	0	11,00	891	0
Із зволоженням дуттьового повітря	А-76	7,9	15	10,30	813,7	77,3 (8,68)
		7,8	20	10,30	803,4	87,6 (9,83)
		7,78	25	10,30	801,34	89,7 (10,06)

Висновки

1. Запропонований зволожувач дуттьового повітря для ДВЗ дозволяє додавати воду до палива без додаткових енергетичних витрат за рахунок утилізації теплоти охолодження двигуна.

2. У запропонованому зволожувачі дуттьового повітря може бути використана вода практично будь-якого ступеня забруднення, внаслідок чого немає необхідності у використанні дорогого дистилляту.

Список літератури

1. А. с. 1347602 СССР, МКИ³ F 02 В 43/00. Способ работы двигателя внутреннего сгорания / А. А. Долинский, А. И. Гуров, И. В. Феофилов (СССР). – №4020981 ; заявл. 12.02.86; опубл. 07.08.87. Бюл. № 39.
2. Гуйва С.В. Вода как альтернативное топливо / С.В. Гуйва // Праці Таврійського держ. агротехнологічного ун-ту. – Мелітополь: ТДАТУ, 2009. – Вип. 9, т. 5. – С. 176–182.
3. Ефремов П.К. К вопросу о дополнительном питании тепловых двигателей водой / П.К. Ефремов // Труды Всесоюзной науч. конф. «Защита воздушного бассейна от загрязнения токсичными выбросами транспортных средств». – Харьков: Ин-т проблем машиностроения, 1977. – Ч. 1. – С. 221.
4. Колодин А.М. Результаты испытаний дизеля 6ЧН 16/22, оборудованного системой испарительного охлаждения наддувочного воздуха / А.М. Колодин // Труды Новосибирского ин-та инженеров водного транспорта. – Новосибирск: НИИВТ, 1981. – Вып. 158. – С. 76–87.
5. Лебедев, О.Н. Водотопливные эмульсии в судовых дизелях / Лебедев О.Н., Сомов В.А., Сисин В.Д. – Л.: Судостроение, 1988. – 108 с.
6. Смаль Ф.В. Перспективные топлива для автомобилей / Ф.В. Смаль, Е.Е. Арсенов. – М.: Транспорт, 1979. – 151 с.

Проанализировано добавление воды к топливу как направление повышения эффективности работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС), рассмотрены различные способы добавления воды к топливу и предложен увлажнитель дутьевого воздуха на основе использования теплоты охлаждения двигателя, который может использовать недистиллированную воду.

Добавка воды к топливу, двигатель внутреннего сгорания, топливно-водяная эмульсия, впрыск воды, увлажнение дутьевого воздуха.

It is analysed addition of water to the fuel as direction of increase efficiency of combustion engine, the different ways of addition of water to the fuel are considered and the humectant of air is offered on the basis of the use of warmth of cooling of engine which can use the undistilled water.

Addition of water to the fuel, combustion engine, fuel-aquatic emulsion, injection of water, humectant of air.