



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **150236** (13) **U**  
(51) МПК  
*F02M 31/07* (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2021 03734</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>30.06.2021</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>20.01.2022</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>19.01.2022, Бюл.№ 3</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Жалкін Сергій Григорович (UA), Жалкін Денис Сергійович (UA), Михалків Сергій Васильович (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ,</b> майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)</p> <p>(74) Представник: <b>Панченко Сергій Володимирович</b></p>
--	---

**(54) СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПАЛИВА ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ**

**(57) Реферат:**

Система регулювання температури палива тепловозного дизеля складається із паливного бака, заливного пристрою, забірною пристрою, зливної труби після паливопідігрівача та вентиляційної труби. Паливний бак кріпиться до рами тепловоза, обладнаний заливними пристроями зі трубами з обох боків тепловоза, забірним пристроєм, у якому розміщена зливна труба палива без ежектора після паливопідігрівача та продовження її з розташованими вихідними штуцерами. При цьому злив палива після паливопідігрівача по зливній трубі забірною пристрою виконується через штуцери, які розташовані в різних місцях паливного бака і змішують невикористане гаряче паливо з паливом нижчої температури.

**UA 150236 U**

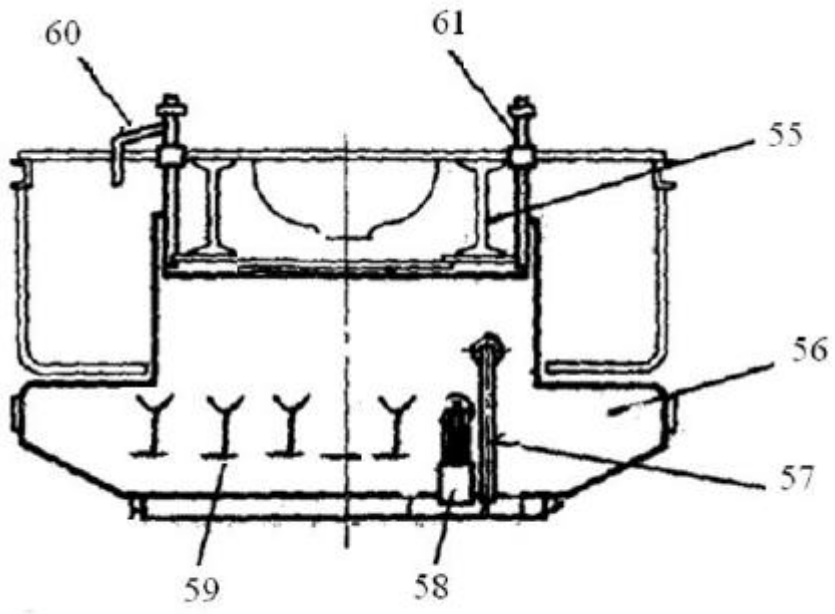


Fig. 6

Корисна модель належить до транспортного машинобудування, а саме стосується конструкції і технічної експлуатації паливних систем автономного тягового рухомого складу (ТРС) залізниць, а саме, наприклад, тепловозів, дизель-поїздів, рейкових автобусів, які обладнані дизельними двигунами. Паливні системи тепловозів призначені для підготовки палива (очищення, підігріву у зимовий час) та подачі його до паливних насосів високого тиску та форсунок для впорскування. Паливо зберігається у баку й пересувається одночасно зі тепловозом й є джерелом теплової енергії, яка виділяється при згорянні його у суміжні повітря.

Процес сумішоутворення в дизельних двигунах залежить від фізико-технічних властивостей палива: в'язкості, щільності (густини), фракційного складу, тиску насиченої пари, поверхневого натягу тощо. Збільшення в'язкості палива веде до збільшення крапель у факелі, що значно погіршує його розпилення і випаровування. Паливо з великою в'язкістю догоряє в кінці такту розширення, знижуючи економічність і підвищуючи димність відпрацьованих газів.

Паливо з малою в'язкістю також погіршує сумішоутворення. При його розпилюванні утворюються дрібні краплі, швидкість яких у щільному повітрі швидко падає, утворюючи укорочений факел, що призводить до надлишку палива і неповного його згорання. Щільність (густина) дизельного палива суттєво впливає на процес сумішоутворення, приблизно так саме, як і в'язкість. З підвищенням щільності збільшується довжина факела, знижується економічність і зростає димність відпрацьованих газів.

В'язкість дизельних палив зазвичай нормується при температурі 20 °С. При зниженні температури в'язкість істотно зростає, наприклад паливо марки Л (літнє) тепловозних дизелів при температурі +20 °С має кінематичну в'язкість 3,36 мм<sup>2</sup>/с, а при температурі -10 °С-20,59 мм<sup>2</sup>/с; відповідно марки З (зимове) - 4,26 та 12,43 мм<sup>2</sup>/с, тобто в'язкість зростає майже в три рази [1].

При значних значеннях в'язкості опір настільки зростає, що погіршується нормальна подача палива і робота паливного насоса, [1]. Тому з метою попередження парафінування паливних фільтрів та значного зростання в'язкості всі тепловози обладнують паливо підігрівачами, які вмикають при зниженні температури повітря до 10 °С і нижче, тобто обмежують в'язкість в межах 6...8 мм<sup>2</sup>/с, а нижня межа в'язкості обмежується на рівні 1,5...1,8 мм<sup>2</sup>/с. Для поліпшення низькотемпературних властивостей дизельного палива з нього (при виготовленні) видаляють парафін, додають депресорні присадки, що зменшують температуру кристалізації, полегшують фракційний склад і зменшують його в'язкість. Процес видалення парафіну з палива дістав назву депарафінації і полягає у виморожуванні парафіну з палива. Але цей процес високо коштовний і застосовують при виготовленні палива марки А (арктичне), яке в Україні не застосовується.

Тепловози, які експлуатуються на залізницях України мають паливні системи застарілої конструкції вантажні тепловози 2ТЕ10 в/і, 2ТЕ116 в/і, М62 в/і, та пасажирські ТЕП70 і ТЕП150, маневрові ЧМЕЗ мають схожі паливні системи. Загальною рисою цих системи є те, що паливопідігрівач вмикається у терміни, які передбачені нормативною документацією (інструкції з експлуатації тепловозів у зимовий період та відповідного наказу [2], відкриттям вентилів підвода води із системи охолодження двигуна, тобто мають ручну систему керування. Включення виконується в жовтні-листопаді при зниженні температури повітря до 10 °С і нижче, а відключення зі системи охолодження дизеля гарячої води виконується при температурі повітря 10 °С й більше (приблизно в березні-квітні). Паливо усмоктується паливопідкачуючими насосами та через фільтри грубого і тонкого очищення подається до паливних насосів високого тиску (ПНВТ). Невикористане паливо після запобіжного і перепускного клапанів через підігрівач попадає у зливну трубу й з неї ежектується в одну зі всмоктуючи труб забірною пристроєм. В зимовий період паливо, яке зливається, підігрівается й через забірну трубу подається до дизеля.

Принцип роботи паливної системи тепловоза розглянуто на прикладі вантажного тепловозу 2ТЕ116. Фіг. 1 - Паливна система тепловоза 2ТЕ116, [3]. На фігурі показано: 1 - бак для палива; 2, 23 - заливні горловини; 3, 22 7- фільтри грубого очищення; 4, 8 - кармани для ртутних термометрів; 5 - паливопідкачуючий насос; 6 - фільтр тонкого очищення; 7, 9, 21 - штуцери; 10 - паливний насос; 11 - форсунка; 12 - вентиль; 13 - перепускний клапан; 14, 16 - запобіжні клапани; 15 - безповоротний клапан; 17 - дросель; 18 - паливопідкачуючий агрегат, 19 - труба для зливу палива з полиць дизель-генератора і плити паливопідкачуючого агрегату; 20 - підігрівач палива; 24 - забірний пристрій; 25 - клапан для зливу відстою.

Паливо заправляють через одну з двох заливних горловин 2 і 23 в бак 1 для палива, [3]. Для передпуску прокачування системи і подачі палива до паливних насосів дизеля під час запуску служить паливопідкачуючий агрегат 18. Після пуску дизеля паливопідкачуючий агрегат

вимикається й подача палива здійснюється паливопідкачуючим насосом 5, який встановлено на дизелі. На трубопроводі перед паливопідкачуючим агрегатом передбачений штуцер 21 для заповнення усмоктувального трубопроводу паливом при пуску дизель-генератора нового тепловоза або після тривалої стоянки.

5 Під час передпускового прокачування системи і пуску дизеля паливопідкачуючий агрегат 18 засмоктує паливо з бака 1 через всмоктувальну трубу забірною пристрою 24, фільтр грубого очищення 22 і по нагнітаючій трубі через безповоротний клапан 15 та фільтр тонкого очищення 6 подає його в трубу підведення до паливних насосів 10 дизеля. Надлишок палива через перепускний клапан 13 і паливопідігрівач 20 зливається в забірний пристрій бака для палива.  
10 Паливні насоси 10 подають паливо до форсунок 11 по форсунковим трубках. Форсунки впорскують паливо в циліндри дизеля, паливо, що просочилося з порожнини високого тиску форсунок, зливається в паливний бак.

Для забезпечення тиску палива, необхідного для нормальної роботи дизеля, на нагнітальному трубопроводі після паливопідкачуючого агрегату встановлений запобіжний клапан 16, а в кінці труби підведення палива до паливних насосів дизеля є перепускний клапан 13. При підготовці до пуску дизеля після тривалої стоянки при працюючому паливопідкачуючому агрегаті, який має електричний привід, з трубопроводу видаляють повітря відкриттям (відверненням) болтів випуску повітря з фільтрів тонкого очищення 6 і паливопідігрівач 20. Вентиль 12 відкривають для зливу палива з трубопроводу дизеля перед зняттям паливної апаратури. Брудне паливо з полиць дизеля і плити паливопідкачуючого агрегату зливається по трубі 19.

Конструкція забірною пристрою 24 показала на фіг. 2. Він кріпиться до торцевої задньої стінки бака фланцем і призначений для всмоктування палива. Паливо всмоктується паливопідкачуючим насосом і паливопідкачуючим агрегатом по трубках. Невикористане паливо після перепускного клапана та паливопідігрівача попадає у зливну трубу і ежектуються у забірну трубу. Між собою труби закріплюються планкою 4, а для захисту від потрапляння сторонніх предметів встановлено кожух.

Фіг. 2 - Забірний пристрій. На фігурі показано: 26 - штуцери; 27 - фланець; 28 - планка; 29 - зливна труба зі ежектором; 30 - забірні труби; 31 - кожух.

30 Паливопідігрівач, (фіг. 3) складається з трубної частини, зварної обичайки і кришок. Трубна частина виготовлена з трубок, закріплених до трубних дощок.

Фіг. 3 - Підігрівач палива. На фігурі показано: 32 - трубка; 33, 35, 38, 49 - прокладка; 34 - перегородка; 36 - трубна дошка; 37, 39, 45, 48 - пробки; 40-44, 46 - штуцери відповідно підведення палива, відведення води, підведення води, відведення палива, зливу води; відводу пароповітряної суміші; 47 - стрижень; 50 - кришка; 51 - обичайка.

Для поліпшення теплопередачі від води до палива на кожну трубку надіті і припаяні до неї 70 тонких пластин з турбулізаторами. Кришки прикріплені болтами до трубних дощок 36 і ущільнені паронітовими прокладками 35 і 49. Паливо підводиться до штуцера 40, проходить по каналу, утвореному обичайкою і перегородками 34, і відводиться через штуцер 43. Перегородки утримуються від осьового зсуву дистанційними трубками, надітими на два стрижні 47. Кришка з боку підведення і відведення води має перегородку. Між перегородкою і трубною дошкою 36 встановлена гумова прокладка 33, товщина якої у вільному стані на 4-6 мм більше зазору між перегородкою і дошкою. Через штуцер 44 зливають воду з корпусу підігрівача при зливі води із системи охолодження. Пароповітряна суміш відводиться через штуцер 46. З порожнини палива повітря випускають вивертанням пробки 39. Відвернувши пробку 45, можна взяти паливо на аналіз, щоб переконатися у відсутності попадання води в паливну систему.

45 Паливна система пасажирського тепловоза ТЕП 70, відрізняється тим, що має один паливопідкачуючий насос з електричним приводом та ємністю у паливному баку для злива брудного палива. Паливо після підігрівача зливається в бак й всмоктується трубопроводом забірною пристрою, так само як у тепловозі 2ТЕ116.

50 Паливна система маневрового тепловоза ЧМЕЗ відрізняється тим, що має паливний насос з ручним приводом для заповнення системи після довготривалого простою.

Сучасні тепловози, наприклад ТЕ33АС "Тризуб", [4] виробництва компанії General Elektrik (позначений як локомотив ES44Acі серії Evolution) має паливну систему яка вмикає-вимикає паливопідігрівач автоматично залежно від температури палива за допомогою термостатичного клапана (термостата), фіг. 4.

60 Клапан термостата - це клапан змішувача, використовуваний для регулювання температури палива, що проходить через нього. У нормальному режимі паливо проходить через паливопідігрівач, а потім через клапан з термостатом. Цей шлях використовується, поки температура палива не досягне 24 °С. При такій температурі клапан починає закриватися,

викликаючи змішування холодного палива з паливного бака з нагрітим паливом з паливопідігрівача. Клапан повністю закривається, пропускаючи потік палива в обхід паливопідігрівача, коли температура палива досягає приблизно 30 °С.

5 Фіг. 4 - Паливна система тепловоза ТЕ 33АС. Паливопідігрівач є спаяним пластинчастим теплообмінником. Вода з системи охолодження дизеля протікає через паливопідігрівач та передає тепло паливу, але не змішується з ним. Металеві пластини усередині корпусу паливопідігрівача відокремлюють паливо, яке тече в одному напрямі, від води системи охолодження, яка тече у зворотному напрямі. Пластини не тільки розділяють дві рідини, вони є середовищем для передачі тепла від води, системи охолодження дизеля до палива.

10 Вузол паливного фільтра тонкого очищення складається з бака (корпуса) і двокомпонентного елемента, що фільтрує. Елемент фільтру тонкого очищення, що фільтрує, затримує частинки забруднень більше 5 мікрон, що містяться в паливі. Від вузла паливного фільтра тонкого очищення паливо надходить на всі 12 паливних насосів високого тиску (ПНВД) по замкнутому паливному колектору низького тиску. Замкнута конфігурація паливного колектора низького тиску гарантує рівномірну подачу палива до кожного ПНВТ.

15 При експлуатації тепловозів температура палива в колекторі дизеля змінюється від 5 до 60 °С, [5]. В інтервалі 20-30 °С температури палива продуктивність паливних насосів збільшується, а зі збільшенням температури палива (в інтервалі 30 °С до 60 °С) продуктивність насосів зменшується майже на 25 % при роботі дизеля при мінімальній подачі палива (холостий хід при мінімальній частоті обертання колінчатого вала). При максимальній подачі палива (при 90-100 % ефективної потужності дизеля) зміна продуктивності паливних насосів не така велика (5-8 %).

20 Збільшення температури палива від 25 до 80 °С призводить до збільшення питомої витрати палива на 5 % (10 г/с.к.с год.), зниження потужності дизеля приблизно на 150 к.с (5 %), що призвело до зниження тиску наддування та максимального тиску у циліндрі при одночасному збільшенні температури випускних газів на 20 °С, [5]. При роботі тепловозного дизеля на режимі приблизно 40 % потужності вплив підвищення температури палива до 60 °С економічність, значно погіршує фіг. 5. Таке положення пояснюється зміною в'язкості (щільності) палива, що призводить до погіршення роботи паливної апаратури (ПНВТ та форсунок) і в цілому робочого процесу в циліндрі дизеля.

25 Фіг. 5 - Відносна зміна годинної витрати палива та потужності дизеля залежно від температури палива: На фігурі показано: 52 - режим номінальної потужності; 53 - режим, який відповідає сьомій позиції контролера машиніста; 54 - режим холостого ходу (n=400 об./хв.).

30 Проведено патентний пошук та не знайдено найближчого аналога у вигляді патенту на винахід або корисну модель. Тому як найближчі аналоги вибрано дві паливні системи – система тепловоза 2ТЕ116 фіг. 1 та система тепловоза ТЕ33Ас фіг. 4.

35 Недоліки та причини, що перешкоджають досягненню необхідного технічного результату полягають у наступному. Системи, що вибрані як найближчі аналоги, у ручному й у автоматичному режимі захищають паливну апаратуру - ПНВТ і форсунок - від роботи зі паливом низькою температурою (нижче 20 °С), яке може призвести до погіршення їхнього стану та підготовки палива до впорскування у циліндр дизеля. Низька температура палива (нижче 20 °С) може призвести до парафінування паливних фільтрів і припинення подачі палива до дизеля (спрацьовує запобіжний клапан). Включення паливопідігрівачів попереджує ці негативні явища й нормалізує роботу паливної апаратури в діапазоні 20-30 °С. Це дійсно для обох систем з ручним або автоматизованим керуванням. Але система з ручним керуванням у подальшому працює без зміни незалежно від рівня температури палива у колекторі дизеля та баку. Автоматизована система, при досягненні температури палива приблизно 30 °С закриває клапан термостата й направляє потік палива в обхід паливопідігрівача й у подальшому підключається тільки при досягненні температури палива нижче 30 °С. Водяні системи охолодження дизелів мають захист від перегріву. Майже на всіх тепловозах потужність дизеля зменшиться при досягненні температури води в середньому 85 °С, якщо тепловоз має водяну систему закритого типу, наприклад, тепловози 2ТЕ116, то вода в системі може нагріватися до 102 °С. Звичайно, така температура води, якщо паливопідігрівач з ручним керуванням включено постійно, то температура палива досягає приблизно 80-85 °С. Паливні системи зі автоматизованим керуванням хоча й замінують напрямом палива поза паливопідігрівачем, але паливо має підвищену температуру від теплоти прогрітого дизеля.

40 Таким чином, обидві системи не контролюють температуру палива при великих значеннях в діапазоні 30-60 °С, а влітку й 80 °С. Висока температура палива призводить до збільшення витрати палива, падіння продуктивності ПНВТ, зменшення потужності дизеля, погіршення робочого циклу в циліндрі. Крім зменшення в'язкості (щільності) палива, що приводить до

зменшення циклової подачі палива у циліндр дизеля, об'єднанні регулятори потужності та частоти обертання колінчастого вала примусово збільшують подачу палива для збереження заданого рівня потужності, тобто збільшується витрата палива при високій його температурі та зростає кількість відпрацьованих газів. Дія усіх негативних явищ крім зниження економічності роботи дизеля призводить до додаткового зносу деталей циліндро-поршневої групи та шатунних підшипників і підшипників колінчастого вала, збільшення викидів відпрацьованих газів.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення ефективності роботи тепловозних дизелів у період сезонної експлуатації за рахунок регулювання температури палива, що дозволить знизити витрати палива, та зменшити знос основних деталей дизеля та викиди відпрацьованих газів, зменшити вартість та витрати на технічне обслуговування тепловозних дизелів.

Поставлена задача вирішується регулюванням температури палива при збільшенні його температури вище оптимальної (20-30 °С) за рахунок удосконалення системи регулювання температури палива тепловозного дизеля, а саме системи зливу залишкового (не використаного) гарячого палива. Зливний трубопровід забірною пристроєм (без ежектора) й злив палива після паливопідігрівача виконується через штуцери, які розташовані в різних місцях паливного бака і змішують гаряче паливо зі паливом низької температури. Зливний трубопровід для цього віднесено в інше місце в баку, що виключає всмоктування гарячого палива за рахунок ежекції й воно змішується зі паливом, яке знаходиться в паливному баку й має значно нижчу температуру, а взимку підігріває паливо, яке знаходиться в баку.

Застосування відмітних ознак в порівнянні з найближчим аналогом забезпечує зменшення витрати палива, викидів відпрацьованих газів, вартість та витрати на технічне обслуговування тепловозних дизелів. Перенесення зливного трубопроводу невикористаного гарячого палива в інші місця паливного бака виключає всмоктування гарячого палива за рахунок ежекції та знижує негативну дію палива зі високою температурою (особливо влітку). Взимку злив палива зі високою температурою змішується зі паливом у баку із нижчою температурою, що дозволяє значно зменшити негативну дію палива з високою температурою, яка вища оптимальної у 20-30 °С, при роботі дизеля під навантаженням, у сезонні періоди експлуатації.

Фіг. 6 - Схема паливної системи зі пристроєм зливу та забору палива з баку тепловоза. На фігурі показано: 55 - рама тепловоза; 56 - паливний бак; 57 - заливний пристрій; 58 - забірний пристрій; 59 - зливна труба без ежектора після паливопідігрівача; 60 - вентиляційна труба; 61 - мірні рейки.

На фіг. 6 представлена запропонована система регулювання температури палива тепловозного дизеля зі змінами у забірному пристрої, а саме у зливному трубопроводі гарячого палива, який розміщено у паливному баку, наприклад, тепловоза 2ТЕ116 [3]. Паливний бак 56 фіг. 6 кріпиться до рами тепловоза 55 і обладнується зливним пристроєм 57 із трубами з обох боків тепловоза, забірним пристроєм 58, у якому розміщена зливна труба 5 після паливопідігрівача без ежектора, та продовження її зі розташуванням вихідними штуцерами, вентиляційною трубою 60, двома рейками 61 для заміру кількості палива в баку 56.

Система регулювання температури палива тепловозного дизеля працює наступним чином: зливна 57 та забірна 58 всмоктувальна труби працюють наступним чином. Паливо після паливопідігрівача по зливній трубі забірною пристроєм 58 на фіг. 2, фіг. 6 труба 59 без ежектора потрапляє в її продовжувальну трубу та через вихідні штуцери зливається в паливний бак 56 в різних місцях.

Підігріте паливо змішується з паливом, яке має меншу температуру, що виключає подачу гарячого палива безпосередньо до ПНВТ та форсунок у літню пору експлуатації. Таке регулювання температури палива значно зменшує зниження в'язкості (щільності) палива й нейтралізує погіршення показників роботи дизеля (витрату палива, викиди відпрацьованих газів, знос основних деталей дизеля, які забезпечують робочий процес).

Поставлена задача підвищення енергоефективності роботи паливної системи тепловозів вирішена створенням удосконаленої системи зливу надлишкового (невикористаного) гарячого палива та всмоктування палива із бака після його змішування зі гарячим паливом. Після довготривалого простою тепловозів, коли вода зі системи охолодження дизеля злита, система заправляється гарячою водою. Запуск тепловозних дизелів незалежно від пори року дозволяється при температурі 20 °С, а навантаження дизеля при температурі води 40 °С. Для підвищення температури води у системі охолодження нижче 20 °С застосовують підігрів води стаціонарними або автономними установками або в режимі самопрогріву [7].

Джерела інформації:

1. Чабанний В.Я., Павлюк В.А., Мороз С.О. та ін. Паливно-мастильні матеріали, технічні рідини та система. Кіровоград: ВРЛ КНТУ, 2005. - 449 с.

2. Інструктивні вказівки по підготовці, експлуатації та обслуговування тепловозів і дизель-поїздів у зимових умовах № ЦТ-0070 та затверджені наказом Укрзалізниці № 275Ц від 30.10.2003 р. Київ - 2003. 35 с.

3. Филонов С.П., Гибалов А.И., Никитин Е.А. и др. Тепловоз 2ТЭ116. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1996. - 334 с.

4. Альжанов Б.Б., Бакет Б.Т. Тепловоз ТЕ33Ас. Устройство, назначение узлов и агрегатов. Астана: учебник, 2012. - 247с.

5. Каганський О.С. Температура топлива и показатели работы дизеля. Журнал электрическая и тепловозная тяга, № 12. - М.: Транспорт, 1983. - С. 1

6. Симсон А.Э., Хомич А.З, Жалкин С.Г. и др. Тепловозные двигатели внутреннего сгорания: 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1987. - 536 с.

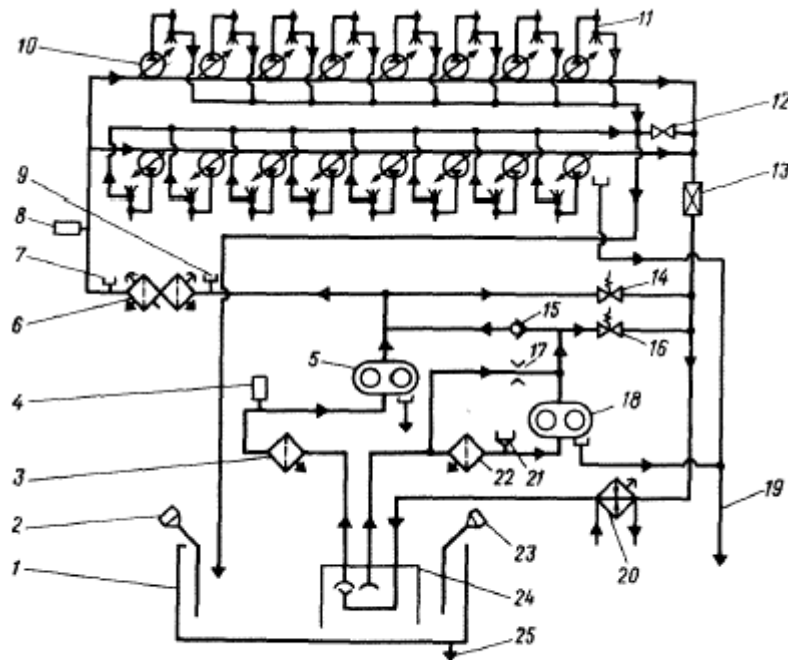
7. Патент України на винахід № 107584 Жалкін С.Г., Жалкін Д.С., Жалкін О.Д. Стационарна установка для прогрева систем тепловозов та дизель-поїздів. Опубл. 26.01.2015, бюл. № 2. - 8 с.

15

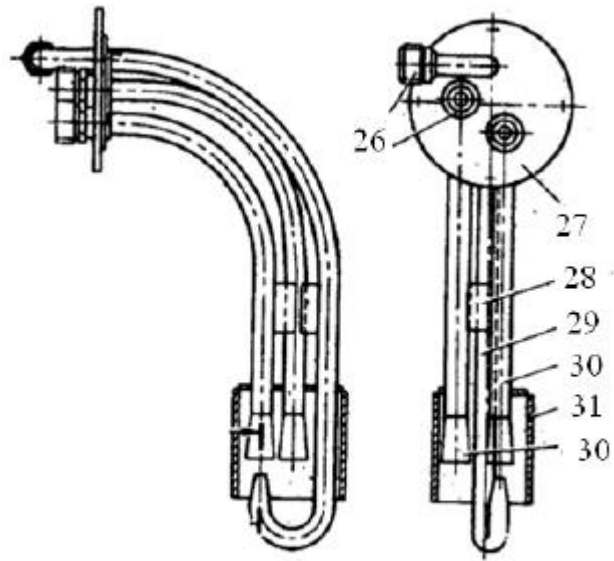
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Система регулювання температури палива тепловозного дизеля, яка складається із паливного бака, заливного пристрою, забірного пристрою, зливної труби після паливопідігрівача та вентиляційної труби, яка **відрізняється** тим, що паливний бак кріпиться до рами тепловоза, обладнаний заливними пристроями із трубами з обох боків тепловоза, забірним пристроєм, у якому розміщена зливна труба палива без ежектора після паливопідігрівача та продовження її з розташованими вихідними штуцерами, причому злив палива після паливопідігрівача по зливній трубі забірного пристрою виконується через штуцери, які розташовані в різних місцях паливного бака і змішують невикористане гаряче паливо з паливом нижчої температури.

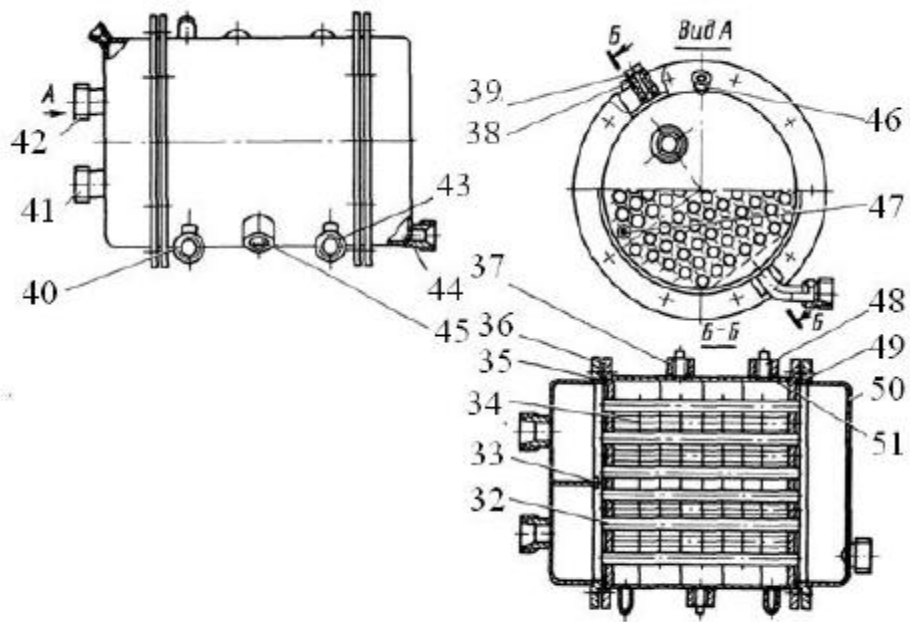
25



Фіг. 1

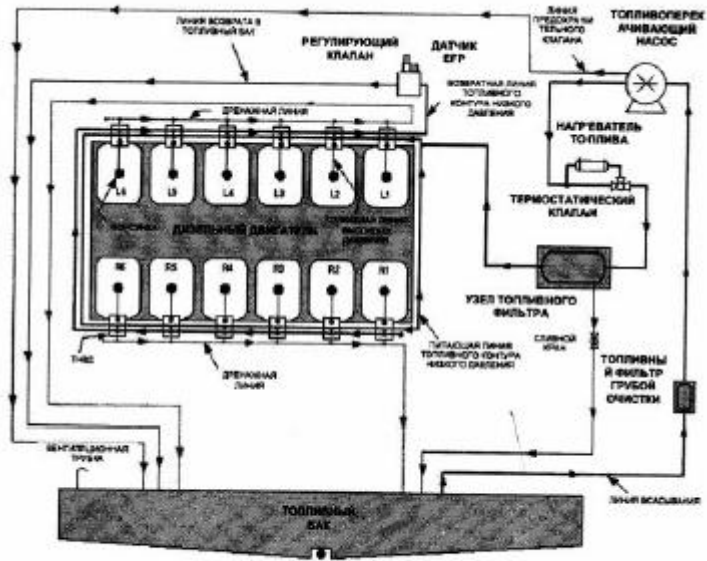


Фиг. 2

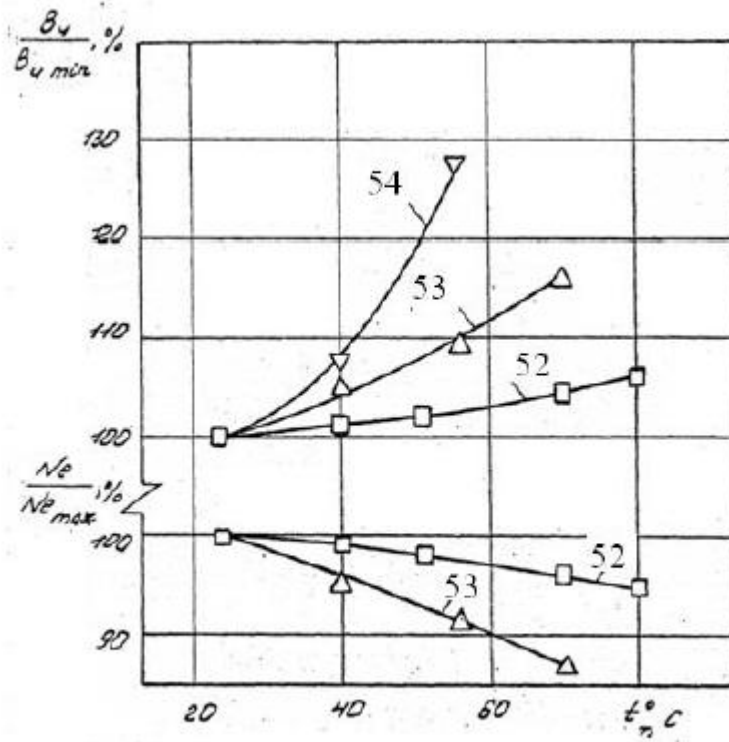


Фиг. 3

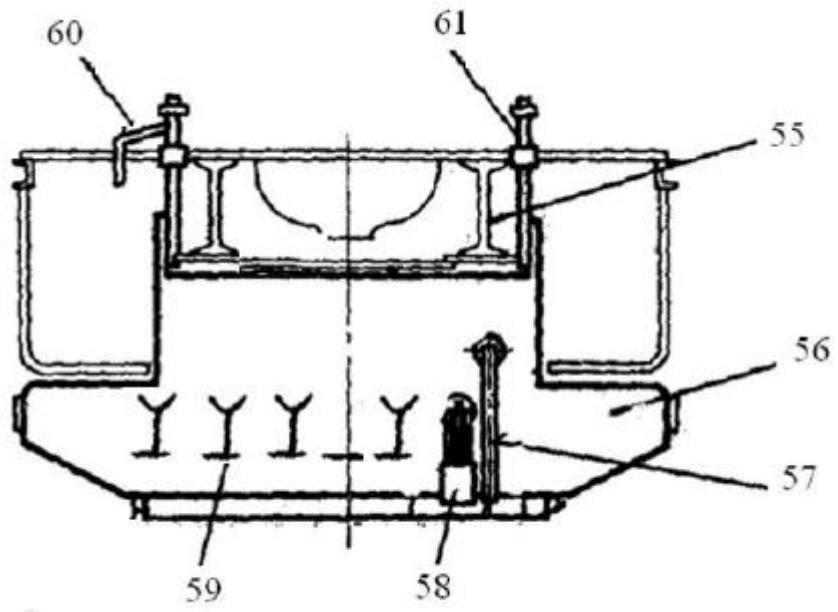




Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6