

Корисна модель належить до суднових енергетичних установок, які використовують як паливо для двигунів внутрішнього згоряння (ДВС) газ (синтез-газ), що виробляється газогенераторами, з компонентів твердого палива.

Відомі стаціонарні та мобільні енергетичні установки, в яких механічна енергія виробляється поршневими ДВС, паливом для яких служить синтез-газ, що отримується з твердих вуглеводневих палив у газогенераторах.

Аналог 1. Газогенераторна електростанція на біомасі 5 кВт. URL: [https://windkraft.com.ua/product/gazogeneratornaia-elektrostantsija-na-biomasse-5-kvt-/] (дата звернення: 08.10.2025).

Аналог 2. Cars That Run on Firewood (автомобілі, що працюють на дровах.). URL: [https://www.amusingplanet.com/2022/02/wood-gas-vehicles-cars-that-run-on.html] (дата звернення: 08.10.2025).

Перевагами таких енергетичних установок є:

- можливість використовувати широкий асортимент відновлюваних та невідновлюваних відносно дешевих видів місцевого твердого палива: відходів лісової та деревообробної промисловості, сільського господарства, очерету, кам'яного вугілля та відходів його збагачення (шламу), торфу та ін.;
- спільне виробництво електроенергії та тепла;
- можливість наблизити їх до споживача;
- суттєво скоротити протяжність електричних мереж;
- продукти згоряння (зола) зазвичай можуть бути використані як мінеральні добрива або сировина для виробництва будівельних матеріалів.

Недоліками аналогів є:

- відносно мала гранична потужність;
- недостатня маневреність потужністю, що утруднює одиничному агрегату забезпечувати пікові навантаження;
- низький коефіцієнт корисної дії (ККД) поршневих двигунів працюючих за циклом Отто (20-25 %);
- для підвищення ККД до 40-45 % необхідно конвертувати на газ ДВЗ, що працюють за циклом Трінклера, включаючи у витрату до 20 % дизельного палива;
- проблеми переведення тільки на генераторний газ сучасних ДВС, що працюють за циклом Трінклера;
- низька питома потужність поршневих ДВС від 2 кВт на 1 кг маси у малопотужних швидкохідних до 0,2 кВт/кг у потужних тихохідних суднових;
- необхідність грубого та тонкого очищення генераторного газу для зменшення зносу;
- необхідність охолодження генераторного газу з метою підвищення ККД ДВЗ;
- обмежений моторесурс;
- підвищена токсичність вихлопних газів;
- підвищена витрата масла.

Близьким аналогом вибраний японський проєкт BIOSHIP (biomass-fueled ship-судно на біомасі) зі створення першого у світі сучасного судна, що повністю працює на біомасі (деревні пелети), з метою декарбонізації морських перевезень, особливо ланцюжків постачання біомаси до Японії. Проєкт фокусується на розробці технології onboard biomass fuel plant (бортова установка на біопаливі) для синтезу-газу (syngas) з біомаси, який живить двигуни внутрішнього згоряння. Проєкт знаходиться у стадії досліджень та моделювання з інтеграцією у суміжні ініціативи з next-generation vessels (суден наступного покоління). Головне судно планується збудувати до кінця 2029 року (Джерела інформації: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=BIOSHIP+%28biomass-fueled+ship%29>).

Запропонована у проєкті BIOSHIP судова енергетична установка (СЕУ) працює за схемою: біомаса→газифікатор→синтез-газ→очищення→газовий двигун→електрогенератор→електродвигун гвинта.

Конкретна конфігурація енергетичної установки BIOSHIP: включає один або кілька газогенераторів (газифікаторів), пристрої підготовки генераторного газу (очищення та охолодження), газові двигуни, електричні генератори, механічно з'єднані з газовими двигунами, перетворювачі та електродвигуни привода рушіїв, а також інші суднові пристрої та потреби, які живляться електроенергією від електричних генераторів.

Переваги прототипу:

1. Використання як палива відновлюваних джерел енергії (деревні пелети).
2. Декарбонізація морських перевезень, особливо постачання енергетичної біомаси на великі відстані.
3. Підвищена порівняно з тихохідними дизелями, що працюють безпосередньо на гвинт, маневреність (швидкий реверс).
4. Відносно високий ККД на низькокалорійному газі: газові двигуни краще адаптовані для синтез-газу з біомаси, з огляду на те, що їх конструкція менш чутлива до домішок та низької теплотворності.
5. Можливий двопаливний режим, де двигун перемикається на дизель або біодизель при перебоях

із газом.

6. Відносно проста конструкція.

7. Найменша чутливість до вібрацій та експлуатації в умовах моря.

8. Ресурс двигуна - 50-100 тис. годин при правильному очищенні газу.

9. Компактність: для потужностей 5-20 МВт двигуни займають менше місця, ніж турбіни, хоча газифікатор додає об'єм.

Недоліками близького аналога є:

1. Чутливість до якості газу: синтез-газ вимагає ретельного очищення від смол і золи (видалення >99 % домішок), інакше знос поршнів та клапанів прискорюється.

2. Газифікатор та система очищення збільшують вагу та складність установки (10-15 % обсягу машинного відділення).

3. Менша потужність: обмеження для великих суден (наприклад capesize >100 МВт), де турбіни ефективніші.

4. Проблеми експлуатації на високоманеврених суднах.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення енергетичних установок судна газоелектроходу близького аналога для - мінімізації потреб у маневруванні потужністю газогенераторів та ДВЗ з електрогенераторами, підвищення маневреності потужністю СЕУ включенням до її складу акумуляторів з високим ККД і великою питомою ємністю, підвищення загального ККД, поліпшення динамічного балансування всього комплексу агрегатів, збільшення моторесурсу.

Суть корисної моделі полягає у вдосконаленні суднової енергетичної установки газоелектроходу шляхом введення системи накопичення механічної енергії на основі маховичних акумуляторів з оборотними електричними машинами.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що енергетична установка судна газоелектроходу, що містить щонайменше один газогенератор, що працює на твердому паливі, пристрої підготовки генераторного газу для очищення та охолодження, газові двигуни, що використовують як паливо генераторний газ, електричні генератори, механічно з'єднані з газовими двигунами, перетворювачі та електродвигуни привода рушіїв, а також інші суднові пристрої та потреби, які живляться електроенергією від електричних генераторів, згідно з корисною моделлю, вона додатково оснащена принаймні одним маховиковим акумулятором механічної енергії та принаймні однією оборотною електричною машиною, механічно з'єднаною з маховиковим акумулятором і здатною працювати як в режимі електродвигуна, так і в режимі електрогенератора, причому оборотна електрична машина електрично з'єднана через перетворювач з електричною шиною живлення електродвигунів привода рушіїв та інших суднових пристроїв і потреб паралельно з основними електричними генераторами.

Така конструкція забезпечує стабільну роботу основних агрегатів у режимі, близькому до середнього навантаження, компенсує пікові коливання споживання енергії та підвищує загальний ККД, маневреність і моторесурс установки.

Принципова схема енергетичної установки зображена на кресленні.

СЕУ працює в такий спосіб. Вироблений газогенераторами 1 газ 2 подається на пристрої підготовки газу 3 (фільтри грубої та тонкої очистки, холодильники) і з атмосферним повітрям 4 в ДВС 5, який обертає генератори електроенергії 6. Відпрацьовані гази 7 утилізуються економайзером 8 або викидаються в атмосферу. Частина вироблюваної генераторами 6 електроенергії 9 через перетворювачі 10 надходить на двигуни привода рушіїв і суднові потреби 11. Інша частина електроенергії 12 споживається електричними машинами 13, працюючими в режимі двигунів, які розкручують маховикові накопичувачі (акумулятори) механічної енергії 14, коли споживання енергії мале, та живлять механічною енергією електричні машини 13, які переходять у режим генераторів, що подають електроенергію 15 на перетворювачі 10 при її підвищеному споживанні 11.

Перевагами запропонованої СЕУ є:

- можливість зниження потужності газогенераторів, пристроїв підготовки газу, ДВЗ та електричних генераторів до середньої за деякий виробничий цикл, наприклад за зміну або добу;

- зниження питомої витрати палива;

- висока мобільність реагування на пікові навантаження;

- підвищується загальний ККД енергетичної установки (з урахуванням малих втрат у сучасних маховикових накопичувачах);

- покращується динамічне балансування ДВЗ;

- збільшується моторесурс;

- знижуються вібрація та шум;

- покращуються показники екологічних параметрів;

- виникає можливість використання гіроскопічного ефекту маховикових накопичувачів для заспокоєння хитами на хвилюванні;

- можливість використання газоелектроходів у субполярних та інших малонаселених регіонах як

плавучих електростанцій при відстої в міжнавігаційний період на віддалених базах і населених пунктах, які зазвичай мають значні обсяги деревних відходів. З початком навігації та зменшенням навантаження на їхню енергетику ці судна одразу можуть прийняти до відправлення місцеві вантажі.

Таким чином, порівняно з відомими рішеннями, заявлена енергетична установка має суттєві відмінності, а отримання позитивного ефекту обумовлено сукупністю властивостей об'єднаних у ній агрегатів та режимів їх роботи.

