

(19) C2 (11) 52840 (13) UA

(98) вул. генерала Свиридова, 40, м.Миколаїв, 54034

(85) null

(74) null

(45) [2003-01-15]

(43) null

(24) 2003-01-15

(22) 2001-03-19

(12) null

(21) 2001031804

(46) 2003-01-15

(86)

(30)

(54) СПОСІБ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ METHOD FOR ORGANIC WASTE UTILIZATION

(56) SU A 1201294 30.12.1985 1 UA A1 36342 16.04.2001 1

(71)

(72) UA Маркіна Людмила Миколаївна UA Маркина Людмила Николаевна UA Markina Liudmyla Mykolaivna UA Рудюк Микола Васильович UA Рудюк Николай Васильевич UA Rudiuk Mykola Vasyliovych UA Бабій Віктор Петрович UA Бабий Виктор Петрович UA Babii Viktor Petrovych

(73) UA ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО ВИРОБНИЧО-КОМЕРЦІЙНА ФІРМА "ТЕПЛОЕЛЕКТРОНСЕРВІС" UA ЧАСТНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-КОМЕРЧЕСКАЯ ФИРМА «ТЕПЛОЭЛЕКТРОНСЕРВИС» UA "ТЕПЛОЕЛЕКТРОСЕРВИС" PRIVATE ENTERPRISE FOR PRODUCTION AND COMMERCIAL FIRM

Способ включает пиролиз отходов в реакторе без доступа воздуха при температуре 400-980°C с получением твердого углеродного остатка и многокомпонентной парогазовой смеси, дальнейшее ее охлаждение в многоконтурной циркуляционной системе охлаждения с расчетными количеством контуров и температурами охладителей, отбор тяжелой жидкой фракции и получение на конечном контуре жидкой фракции с указанной молекулярной массой; контроль значений молекулярной массы M жидкой фракции, полученной на конечном контуре системы охлаждения; при $M > 150$ температуру охладителей каждого контура, начиная с первого, уменьшают от расчетной максимум на 50°C, а при $M < 150$ - увеличивают на 50°C, начиная с последнего контура; а если значение $M < 150$ не изменилось, уменьшают количество контуров путем выравнивания температур соседних контуров, начиная с температуры первого контура.

Спосіб включає піrolіз відходів у реакторі без доступу повітря при температурі 400-980°C з отриманням твердого вуглецевого залишку та багатокомпонентної парогазової суміші, подальше її охолодження в багатоконтурній циркуляційній системі охолодження з розрахунковими кількістю контурів і температурами охолоджувачів, відбір важкої рідкої фракції та отримання на кінцевому контурі рідкої фракції з зазначеною молекулярною масою, контроль значень молекулярної маси M рідкої фракції, отриманої на кінцевому контурі системи охолодження, при $M > 150$ температуру охолоджувачів кожного контура, починаючи з першого, зменшують від розрахункової максимум на 50°C, а при $M < 150$ - збільшують на 50°C, починаючи з останнього контура, а якщо значення $M < 150$ не змінилось, тоді зменшують кількість контурів шляхом вирівнювання температур сусідніх контурів, починаючи з температури першого контура.

Method includes pyrolysis of the waste in reactor without air inflow at temperature 400-980°C with obtaining solid carbon residual and multi-component vapor-gas mix with its following cooling in multi-circuit circulation cooling system with calculated number of circuits and temperatures of coolers, with separation of heavy liquid fraction and obtaining at the end circuit liquid fraction with prescribed molecular mass; with controlling the values of the molecular mass M of liquid fraction obtained at the end circuit of the cooling system, at $M > 150$ temperature of cooling elements of each circuit, with beginning from the first one, is decreased in comparison to the calculated value maximum by 50°C, and at $M < 150$ – it is increased by 50°C, beginning from the last circuit, and in the case of the $M < 150$ being not changed the number of circuits is decreased through equalizing temperatures of neighboring circuits, with starting this from the temperature of the first circuit.

Спосіб утилізації органічних відходів, який включає піроліз відходів у реакторі без доступу повітря при температурі 400-980°C з отриманням твердого вуглецевого залишку та багатокомпонентної парогазової суміші, подальше її охолодження в багатоконтурній циркуляційній системі охолодження з розрахунковими кількістю контурів і температурами охолоджувачів, відбір важкої рідкої фракції та отримання на кінцевому контурі рідкої фракції з зазначеною молекулярною масою, який **відрізняється** тим, що здійснюють контроль значень молекулярної маси M рідкої фракції, отриманої на кінцевому контурі системи охолодження, при $M > 150$ температуру охолоджувачів кожного контура, починаючи з першого, зменшують від розрахункової максимум на 50°C, а при $M < 150$ - збільшують на 50°C, починаючи з останнього контура, а якщо значення $M < 150$ не змінилось, тоді зменшують кількість контурів шляхом вирівнювання температур сусідніх контурів, починаючи з температури першого контура.

Винахід стосується методів термічної утилізації органічних побутових відходів, високомолекулярних органічних промислових та сільськогосподарських відходів і може бути використаний у комунальному господарстві, хімічній, нафтохімічній та інших галузях промисловості для регенерації вуглеводнів у рідкі, газоподібні та тверді палива.

Відомий "Спосіб утилізації відходів полімерних матеріалів" (див. авт. свід. СРСР №1201294 МКІ⁴ С10Г 1/10, опублік. 30.12.85 БВ №48), який включає піроліз без доступу повітря при температурі 400 - 980°C з отриманням багатокомпонентної парогазової суміші та твердого вуглецевого залишку, подальше охолодження парогазової суміші, розподіл її на компоненти у вигляді рідкої та газоподібної фракції, а твердий вуглецевий залишок подрібнюють і гранулюють разом зі змочувальною рідиною, потім висушують гранули, при цьому рідку фазу розділяють при допомозі відстоювання на легкі вуглеводні і суміш важких вуглеводнів та води, цю суміш використовують як змочувальну рідину для гранулювання.

Ознаки, що збігаються з суттєвими ознаками заявленого способу:

процес термічного розкладу органічних відходів методом піролізу при температурі 400 - 980°C з утворенням багатокомпонентної парогазової суміші та твердого вуглецевого залишку;

охолодження багатокомпонентної парогазової суміші та подальший розподіл її на рідку та газоподібну фракції.

Причини, які перешкоджають отриманню необхідного технічного результату:

Відомий спосіб передбачає первинний піроліз високомолекулярних відходів та одноступеневе охолодження багатокомпонентної парогазової суміші, при цьому продукти неповного розкладу потрапляють у парогазову суміш та вихідні продукти, в результаті цього неможливо досягти потрібного ступеню термічного розкладу. Згідно з відомим способом, можливе отримання рідкої фракції з молекулярною масою 300 методом відстоювання, але кількість її при цьому не перебільшує 4%. Тому цей метод малоефективний і не дозволяє селективно управляти процесом піролізу для збільшення ступеня розкладу відходів і відповідно проценту виходу низькомолекулярної легкої фракції рідини.

Найбільш близьким за технічною суттю до заявленого способу є "Спосіб утилізації органічних твердих побутових відходів" (див. заявку на патент України №99126630 від 07.12.99р. з рішенням про видачу патенту від 2.03.2000р), який включає первинний піроліз без доступу повітря при температурі 400 - 980°C з отриманням первинної багатокомпонентної парогазової суміші та твердого вуглецевого залишку, подальше охолодження парогазової суміші, та розподіл її на компоненти у вигляді рідкої та газоподібної фракцій, при цьому первинну парогазову суміш піддають послідовному багатоступеневому охолодженню з пониженням температури кожного ступеня, починаючи з початкової температури первинної парогазової суміші, на 70 - 100°C; отриману на кожному ступеню рідку фракцію окремих компонентів парогазової суміші повертають самопливом у реактор на рівень $t_n + t_y = T_p = \text{const}$, де: t_n - температура n-го ступеня охолодження, °C; t_y - температура реактора на зазначеному рівні, °C; T_p - максимальна температура реактора, °C; забезпечуючи поєднання первинного піролізу з повторним піролізом окремих компонентів парогазової суміші, а залишену частину парогазової суміші направляють на наступний ступінь охолодження, процес ведуть до отримання на кінцевому ступені рідкої фракції з зазначеною молекулярною масою в діапазоні 100 - 200, при цьому кількість ступенів охолодження знаходять за залежністю:

$$N = \frac{t_{\text{прс}} - t_c}{(700 \div 100)^\circ\text{C}}$$

де: N - кількість ступенів охолодження;

$t_{\text{прс}}$ - початкова температура первинної парогазової суміші, °C;

t_c - температура кінцевого ступеня охолодження, °C.

Ознаки, які збігаються з суттєвими ознаками запропонованого способу:

піроліз відходів у реакторі без доступу повітря при температурі 400 - 980°C з утворенням твердого вуглецевого залишку та багатокомпонентної парогазової суміші;

подача парогазової суміші на послідовну багатоступеневу систему охолодження (багатоконтурну циркуляційну систему охолодження) з розрахунковими кількостями контурів та температурами їх охолоджувачів, відбір важкої рідкої фракції на кожному контурі та подача її на піроліз у реактор до отримання на кінцевому контурі рідкої фракції з зазначеною молекулярною масою в діапазоні 100 - 200.

Причини, які перешкоджають отриманню потрібного технічного результату:

Відомий спосіб забезпечує високий ступінь термічного розкладу органічних відходів з молекулярною масою достатньо високих значень - 100000 і більше. Але, як показала практика експлуатації установок, які використовують даний спосіб, при утилізації окремих партій відходів з невисокими молекулярними масами виникає так званий "перепал" вихідних продуктів. Це відбувається тому, що при утилізації відходів з молекулярною масою, наприклад, 10000, на установці з зазначеною кількістю контурів та їх температур, ступінь термічного розкладу набагато перевищує потрібний. А це, в свою чергу, приводить до появи в паливі великої кількості твердих вуглецевих часток, які забивають форсунки при використанні цього палива, як котельного. Причому, такий недолік приводить до штучного зниження продуктивності відомого способу. В зазначених випадках виникає потреба в управлінні ступенем термічного розкладу.

В основу запропонованого винаходу поставлено задачу удосконалити спосіб утилізації органічних відходів шляхом регулювання температури охолодження контурів, що дозволить управляти ступенем термічного розкладу органічних відходів з широким початковим діапазоном молекулярних мас, а це забезпечить зниження експлуатаційних затрат і підніме продуктивність установок на 20% при отриманні якісного товарного рідкого палива.

Суть винаходу полягає у тому, що в способі утилізації органічних відходів, який включає піроліз відходів у реакторі без доступу повітря при температурі 400 - 980°C з отриманням твердого вуглецевого залишку та багатокомпонентної парогазової суміші, подальше її охолодження в багатоконтурній циркуляційній системі охолодження з розрахунковими кількостями контурів і температурами їх охолоджувачів, відбір важкої рідкої фракції та отримання на кінцевому контурі рідкої фракції з зазначеною молекулярною масою, згідно винаходу, здійснюють контроль значень молекулярної маси (M) рідкої фракції, отриманої на кінцевому контурі системи охолодження; при $M > 150$ температуру охолоджувачів кожного контуру, починаючи з

першого, зменшують від розрахункової максимум на 50°C, а при $M < 150$ - збільшують на 50°C, починаючи з останнього контура, а якщо значення $M < 150$ не змінилося, тоді зменшують кількість контурів шляхом вирівнювання температур сусідніх контурів, починаючи з температури першого контуру.

Експлуатація піролізних установок, які використовують відомий спосіб, підтвердила, що основним чинником ефективності багатоконтурного піролізу є молекулярна маса вихідного рідкого палива, яка не повинна бути більше 200.

Проте, при утилізації органічних відходів з початковою малою молекулярною масою, наприклад 10000, ступінь їх розкладу повинен бути меншим, чим відходів з молекулярною масою 100000. Але якщо їх утилізувати на відомій установці з розрахованою кількістю контурів та їх температур, які визначають конструкцію піролізної установки, то при малих значеннях молекулярних мас відходів можливо отримати на виході паливо з $M < 100$. У даному випадку утворюється "перепал" і невіправдано зменшується продуктивність установки, тому що спостерігається зайвий рух рідкої фракції по контурам і повернення її у реактор.

Зважаючи на вище викладене, незалежно від відходів, які подаються в реактор, та їх широкого діапазону молекулярних мас, наприклад, від 10000 до 100000 і більше, на виході молекулярну масу рідкої фракції контролюють. І якщо її значення $M > 150$, то температуру охолоджувачів кожного контуру, починаючи з першого, понижують від розрахункової максимум на 50°C при зазначеній кількості контурів. У цьому випадку кількість важкої рідкої фракції, яку відбирають на кожному контурі, збільшиться і відповідно буде збільшуватися ступінь розкладу продуктів піролізу. Якщо на виході рідка фракція палива буде мати $M < 150$, температуру охолоджувачів кожного контуру, починаючи з останнього, збільшують від розрахункової максимум на 50°C. У цьому випадку відбирається важка рідка фракція менше, а відповідно і ступінь розкладу продуктів піролізу буде зменшуватися. Якщо ж і після цього значення $M < 150$ не змінюється, то зменшують кількість контурів шляхом вирівнювання температур сусідніх контурів, починаючи з температури першого контуру. Наприклад, температура першого контуру має $350 + 50 = 400^\circ\text{C}$, і якщо температуру другого контуру також підняти до 400°C, то два контури стануть, як один контур. Тоді кількість відібраної важкої рідкої фракції на першому та другому контурах в сумі буде дорівнювати кількості рідини, відібраної на першому контурі, і відповідно ступінь розкладу продуктів піролізу ще більше зменшиться, що виключає "перепал", а значить, продуктивність способу збільшиться.

Таким чином, сукупність істотних ознак забезпечить можливість управління ступенем термічного розкладу початкових органічних відходів з широким діапазоном молекулярних мас, що дозволить зменшити енерговитрати і підвищити продуктивність способу на 20% та отримати якісне рідке паливо.

Суть винаходу пояснюється кресленням (фіг.), де показана схема установки для реалізації запропонованого способу (стрілками позначені потоки):

В - відходи; С - пірокарбон; ПГС - парогазова суміш; Ік, ІІк, ІІІк - багатоконтурна циркуляційна система; ВО - водяна система охолодження; ПГ - піролізний газ; РП - вихідна рідка фракція палива; $f(m)$ - функція зміни молекулярної маси; $f(t_1)$, $f(t_2)$, $f(t_3)$ - функції зміни температури охолоджувачів на контурах.

Установка для реалізації способу складається з реактора 1, бункера 2 для завантаження відходів та бункера 3 для відвантаження пірокарбону, патрубків 4 для відведення парогазової суміші з реактора 1 в багатоконтурну циркуляційну систему, яка має, наприклад, три контури Ік, ІІк, ІІІк. Кожний контур має охолоджувачі 5, 6, 7 з повітряним охолодженням за рахунок вентиляторів відповідно 8, 9, 10 з індивідуальними електроприводами, які дають направлений потік холодного повітря на охолоджувачі, а також трубопроводами 11, 12, 13 для повернення у реактор 1 важкої рідкої фракції.

Охолоджувачі кожного контура мають датчики температури 14, 15, 16, при цьому параметр функції зміни температури $f(t)$ від кожного контура передається на блок управління 17 по зв'язкам 18, 19, 20. Останній охолоджувач 7 з'єднаний з вихідним конденсатором 21 з водяним охолодженням. Індикатор 22 виробляє сигнал пропорційно параметру функції $f(m)$ зміни молекулярної маси вихідного рідкого палива $f(m)$ і передає на блок управління 17 по зв'язку 23, а електроприводи повітряного охолодження 8, 9, 10 управляються з блоку управління 17 по зв'язкам 24, 25, 26. Реактор 1 постачається шнеком 27 з приводом 28.

Спосіб здійснюють наступним чином:

Подрібнені органічні відходи (В) завантажують у бункер 2 з наступною подачею їх у реакторі, в якому вони пересуваються шнеком 27 з приводом 28. Відходи в реакторі 1 піддаються піролізу без доступу повітря при температурі 400 - 980°C з отриманням багатоконтурної парогазової суміші (ПГС) та твердого вуглецевого залишку - пірокарбону (С), який відвантажується у бункер 3. Отриману ПГС через патрубок 4 з реактора 1 подають в багатоконтурну циркуляційну систему з охолоджувачами 5, 6, 7, в яких підтримується розрахункова температура, наприклад, на першому контурі Ік - 350°C, на ІІк - 250°C, на ІІІк - 150°C.

Поскілки піроліз відходів проводять при температурі 850°C, то ПГС на виході з реактору має температуру 600 - 700°C і, проходячи через трьохконтурну систему охолоджувачів 5, 6, 7, нагріває їх, тому для підтримання розрахункових температур охолоджувачів необхідно постійно охолоджувати. Для цього звичайно використовують повітряне охолодження; відповідно 8, 9, 10. Таким чином, на 1-му контурі конденсуються у рідку фракцію найбільш важкі, висококиплячі складові, які неповністю розклалися і мають молекулярну масу набагато вищу за потрібну 200. Отриману важку фракцію рідини по трубопроводу 11 подають у реактор 1. Залишену більш легку частину ПГС подають на 2-ий контур системи охолодження з температурою 250°C. Тут теж утворюються важкі фракції, але більш легкі, чим на 1-ому контурі, і не задовольняють вихідним вимогам. Далі їх подають по трубопроводу 12 у реактор, а залишену більш легку фракцію ПГС - на 3-ій контур з температурою 150°C. Утворену рідку фракцію по трубопроводу 13 повертають у реактор 1, потім легку ПГС подають на вихідний конденсатор 21, який охолоджується водою до температури не більше 50°C, звідки виходить рідка фракція - рідке паливо з зазначеною молекулярною масою 100 - 200. Постійний контроль молекулярної маси виконують за допомогою індикатора 22, який виробляє сигнал пропорційно параметру функції $f(m)$ зміни молекулярної маси рідкого палива; сигнал передається на блок управління 17 по зв'язку 23.

Принцип роботи індикатора 22 заснований на періодичних вимірюваннях в'язкості вихідного рідкого

палива. Так названий візкозиметричний метод дозволяє визначити середньо - в'язкісне значення молекулярної маси, пояснюється формулою:

$$M = \left[\frac{\sum N_i M_i^{1+\alpha}}{\sum N_i M_i} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

де: N_i - кількість молекул з молекулярною масою M_i

α - константа в рівнянні Марка-Хувінка $[\eta] = KM^{\alpha}$, яке установлює залежність між характеристичною в'язкістю $[\eta]$ та молекулярною масою M рідкого палива.

(див. книгу: С. Мадорський «Термічний розклад органічних полімерів», переклад з англійського під редакцією С.Р. Рафкова «Мир», М, 1967, 328с.)

Іншими словами, робота індикатора 22 побудована на принципі пропорційної залежності в'язкості рідини від молекулярної маси $[\eta] = M$ при зазначеній температурі.

Таким чином, при отриманні вихідної рідкої фракції з молекулярною масою $M > 150$ індикатор 22 видає сигнал $f(m)$ на блок управління 17, який збільшує напругу на приводі вентилятора 8, збільшуючи при цьому його оберти та інтенсивність обдування. В результаті цього температура його зменшується від розрахункової 350°C до 300°C . У цьому випадку кількість відібраної важкої рідкої фракції на першому контурі більша і відповідно збільшується ступінь розкладу продуктів піролізу.

Якщо при цьому значення $M > 150$ не змінюється, тоді блок управління збільшує напругу на приводі вентилятора 9, зменшуючи тим самим температуру охолоджувача 6 від 250°C до 200°C . При цьому кількість важкої рідкої фракції, яка відбирається на другому контурі, теж збільшується, відповідно збільшується і ступінь розкладу продуктів піролізу.

Якщо і це не змінить співвідношення $M > 150$, тоді аналогічним чином знижують температуру на охолоджувачі 7 від 150°C до 100°C .

У цьому випадку збільшується кількість відібраної важкої рідкої фракції і на 3-ому контурі, що також збільшить ступінь розкладу продуктів піролізу. Кожний охолоджувач 5, 6, 7 постачається температурним датчиком 14, 15, 16, який міряє температуру охолоджувача та видає сигнал $f(t_1)$, $f(t_2)$, $f(t_3)$ по зв'язкам 18, 19, 20 на блок управління 17, що є зворотним зв'язком по температурі для корегування швидкості обертів відповідного вентилятора системи повітряного охолодження охолоджувачів. Це достатньо для зміни співвідношення $M > 150$, при максимальних значеннях молекулярних мас відходів, що і підтвердилось у процесі експлуатації.

У випадку отримання рідкої фракції з $M < 150$ індикатор 22 видає відповідний сигнал $f(m)$ на блок управління 17, який зменшує напругу на приводі вентилятора, починаючи з 10-го, знижуючи при цьому його оберти. В результаті інтенсивність обдування охолоджувача 7 зменшують, а температуру підвищують від 150°C до 200°C . У цьому випадку кількість відібраної важкої рідкої фракції на 3-му контурі зменшується, відповідно рівень розкладу продуктів піролізу буде знижуватися. Якщо умова $M < 150$ не змінюється, тоді блок управління 17 послідовно підвищує температуру на охолоджувачі 6 від 250°C до 300°C , і на охолоджувачі 5 - від 350°C до 400°C , аналогічним чином, зменшуючи, відповідно, рівень розкладу продуктів піролізу.

Але якщо і ці дії не змінять значення $M < 150$, то зменшують кількість контурів шляхом вирівнювання температур на сусідніх контурах, починаючи з температури першого контура. У цьому випадку зменшують оберти вентилятора 9 до поступового підвищення температури другого контура до 400°C (такої, як і в першого), тоді перший і другий контури стануть, як один контур. Відповідно кількість відібраної важкої рідкої фракції на обох контурах в сумі буде рівна кількості рідини, яку відбирають на першому контурі і т.д. Відповідно рівень розкладу продуктів піролізу значно зменшиться.

Дослідження впливу залежності кількості виходу товарного рідкого палива від температурних залежностей кожного контуру і відповідно розподілу температури по довжині зон реактору та можливості, у зв'язку з цим, регулювання молекулярної маси вихідних продуктів піролізу, дозволили знайти кількісні закономірності і розробити кількісний критерій (індекс) G , який характеризує цю залежність.

Цей критерій представляє собою середню інтегральну температуру в кожній зоні реактору, починаючи з надходження важкої рідкої фракції від n -ного контура, модифіковану множником, який підсилює значення останньої (за ходом відходів, що утилізуються) по зонам реактора з підняттям температури в кожній наступній зоні до максимальної температури 750°C . Чим більше числове значення індекса G , тим більша довжина зони високих температур у реакторі.

Індекс G для реактора багатоконтурної циркуляційної системи приймає вигляд:

$$G = k\theta = k \frac{1}{l} \int_a^b t(x) dx \cong k \frac{1}{n} \left(\frac{t_0 + t_n}{2} + t_1 + t_2 + \dots + t_{n-1} \right)$$

де k - фактор твердості, який урахує відношення довжини зони реактора піролізу, що має температуру від 350°C до 750°C , до всієї довжини робочої зони реактора (для даної конструкції реактора k змінюється в межах 1,1 - 1,35); a , b - початок і кінець реактора; θ - середня інтегральна температура в зоні піролізу, $^{\circ}\text{C}$; l - довжина реактора, м; n - число зон у реакторі, рівне кількості контурів багатоконтурної циркуляційної системи; t - температура, $^{\circ}\text{C}$; $t_0 \dots t_n$ - температури реактора в точках надходження важкої рідкої фракції від контурів, $^{\circ}\text{C}$; x - поточна координата по довжині реактора.

Виходи основних продуктів (піролізного газу та рідкого палива) добре відображаються в представленій залежності: при збільшенні індексу G кількість піролізного газу зростає, а вихід рідкого палива зменшується і, навпаки, при зменшенні G кількість рідкого палива збільшується, а газу - зменшується.

Таким чином, запропонований спосіб дозволить управляти ступенем термічного розкладу початкових органічних відходів з широким діапазоном молекулярних мас і при цьому стабільно отримувати рідке паливо з оптимальною молекулярною масою 100 - 200, тим самим забезпечити зниження енерговитрат, підняти продуктивність способу на 20 відсотків та отримати якісне рідке паливо.

Запропонований спосіб має велике народногосподарське значення як у плані покращання екології, так і в економіці. Він дозволяє утилізувати відходи, які в природних умовах практично не розкладаються,

наприклад, гума, полімери, та забруднюють навколишнє середовище. Крім цього, з даних відходів можна отримати енергоресурси у вигляді рідкого палива для двигунів внутрішнього згоряння або котельне паливо, які являються гостродефіцитними у період енергетичної кризи.

