

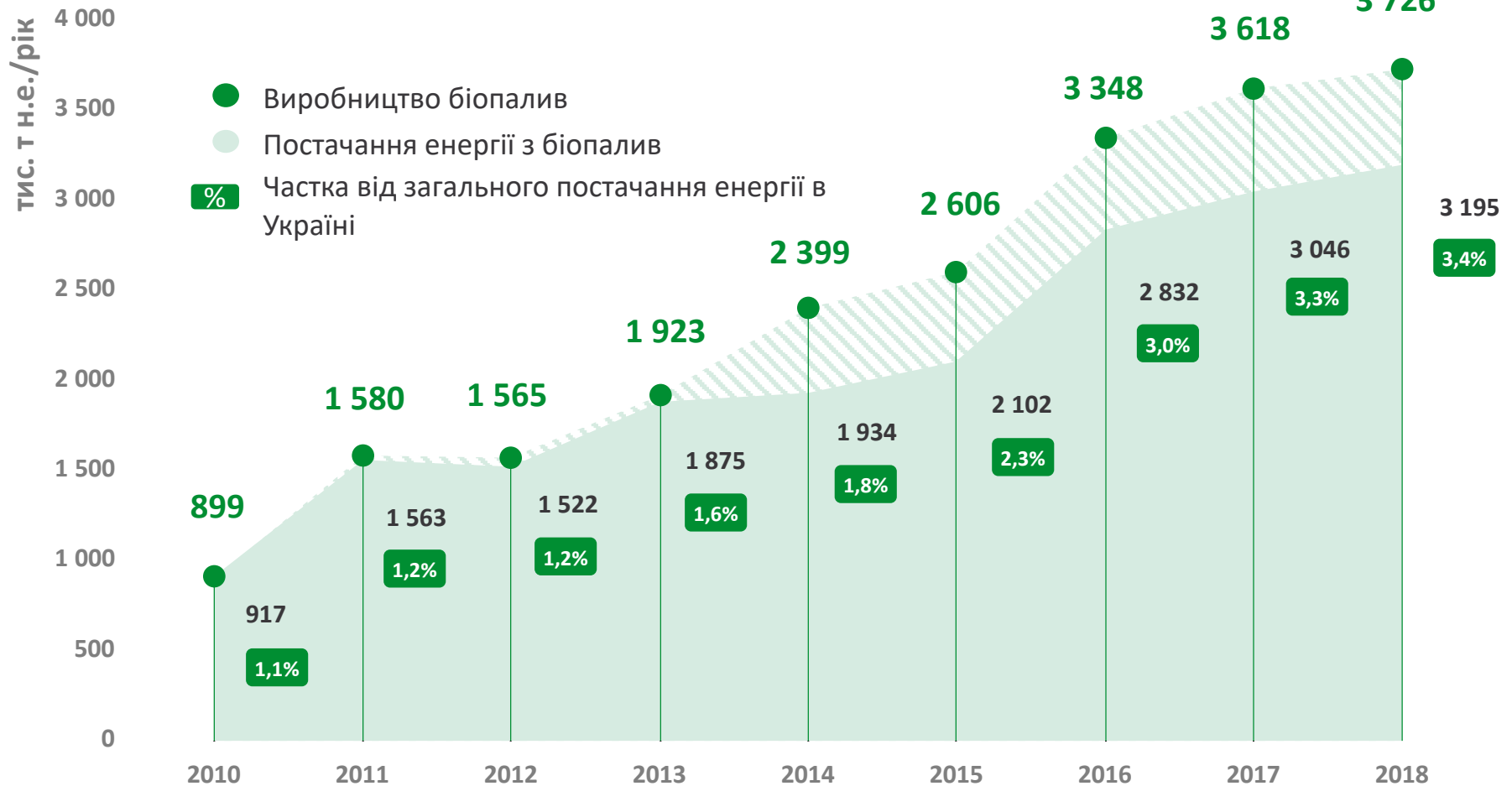
Національна академія наук України
Інститут технічної теплофізики НАН України

Технології та обладнання для виробництва і споживання альтернативних видів палива

Автори:

ГЕЛЕТУХА Георгій Георгійович, к.т.н., завідувач лабораторії Інституту технічної теплофізики НАН України,
ПЕТРОВА Жанна Олександрівна, д.т.н., завідувач лабораторії Інституту технічної теплофізики НАН України,
КОРІНЧУК Дмитро Миколайович, к.т.н., провідний науковий співробітник Інституту технічної теплофізики НАН України,
ЖЕЛЄЗНА Тетяна Анатоліївна, к.т.н., провідний науковий співробітник Інституту технічної теплофізики НАН України,
П'ЯНИХ Костянтин Євгенович, д.т.н., завідувач відділу Інституту газу НАН України,
КРІГЕР Леонід Фрідріхович, генеральний директор ТОВ "КОТЛОЗАВОД "КРІГЕР",
САВЧУК Сергій Дмитрович, виконавчий директор ТОВ "КЛІАР ЕНЕРДЖІ",
ПОНІКАРЧУК Анатолій Миронович, директор ТОВ «Волинь-Кальвіс».

Зростання біоенергетики в Україні з 2010 по 2018 рр. становило 31%/рік. В 2018 р. загальне постачання первинної енергії з біопалива та відходів становило 3195 тис. т н.е., що еквівалентно заміщенню 4 млрд м³/рік природного газу.



Метою роботи є розробка наукових засад та комплексу технологій для виробництва і споживання альтернативних видів палива, зокрема, твердих видів біопалива (гранули і брикети з біомаси, дрова, тріска, лушпиння соняшника, відходи і залишки аграрного виробництва), біогазу зі звалищ твердих побутових відходів, торфу, композиційного палива на основі біомаси і торфу, а також організація широкого впровадження цих технологій.

Наукова новизна роботи

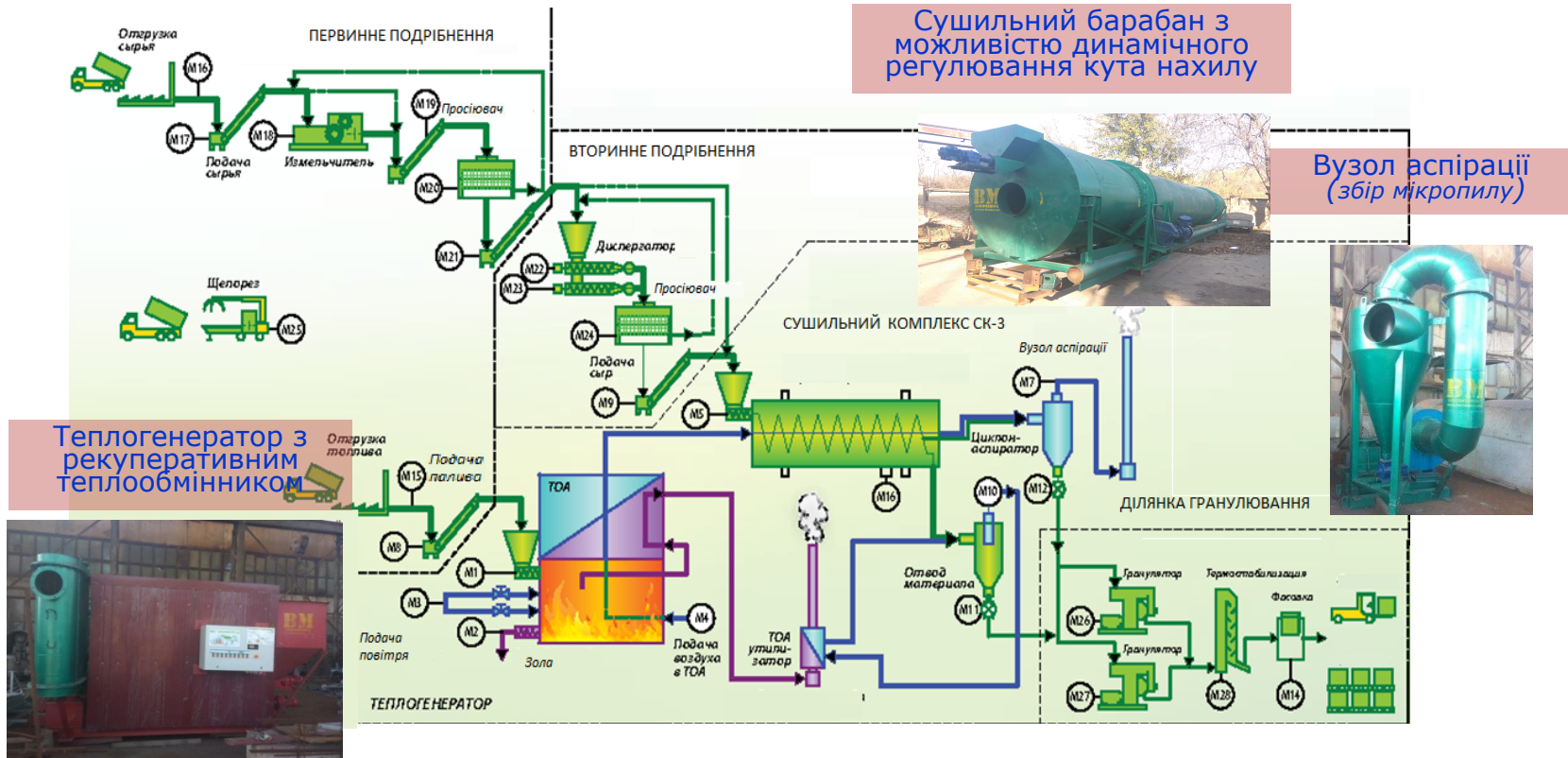
Розроблено наукові засади виробництва і споживання альтернативних видів палива.

- Розроблено методичку оцінювання енергетичного потенціалу біомаси.
- Розроблено склад та режими виробництва композиційного біопалива з рослинної біомаси та торфу.
- Теоретично та експериментально досліджено процес вигорання часток твердого біопалива в потоці та проведено аналіз його залежності від їх вологості та фракційного складу.
- Виконано комплексний аналіз енергетичної та екологічної ефективності технологій виробництва теплової енергії з біомаси за весь період життєвого циклу проекту.
- Досліджено експлуатаційні параметри газозбірних свердловин при роботі систем збору біогазу на полігонах твердих побутових відходів України.

Розроблено комплекс технологій для виробництва і споживання альтернативних видів палива.

- Розроблено інноваційну ресурсозберігаючу технологію комплексної переробки торфу на композиційне паливо та гумінові добрива.
- Розроблено технологію ефективного спалювання низькоякісних видів біопалива в топках з ретортною подачею палива і решітками допалювання.
- Розроблено технологію заміщення природного газу біомасою у великих обертових печах. Розроблено технології спалювання твердого біопалива вологістю до 55% на рухомих колосникових решітках.
- Визначено оптимальні режими роботи газозбірних свердловин, при яких досягаються максимальні ефективність збору біогазу та скорочення емісій парникових газів.

Розроблено технологію виробництва композиційного біопалива з рослинної біомаси та торфу



На базі теоретичних та експериментальних досліджень тепломасопереносу в процесах сушіння та гранулювання композиційних сумішей розроблено енергоефективний комплекс виробництва композиційного торфопалива продуктивністю 1 т/год. Даний комплекс має як стаціонарне, так і мобільне виконання, та забезпечує до 20 % заощадження енергії при цілорічній безвідмовній роботі, що дозволяє щорічно замінити використання викопного природного газу у кількості 3,5 млн. м³. Результати роботи впроваджені ТОВ «БМ-Інжиніринг».

Інноваційні рішення	Технічні переваги	Економічні переваги
Динамічне регулювання кута нахилу барабану	Регулювання об'ємної продуктивності сушарки в залежності від вологості сировини на вході	Можливість безперервної роботи при змінних входних параметрах сировини, підвищення продуктивності до 25%
Двостадійна система аспірації	Збір та повернення в процес мікропилу	Зменшення втрат до 10%.
Теплообмінник димових газів	Відсутність додаткового зазолення сировини	Зменшення зольності до 5%
Підігрів сировини перед пресуванням	Підвищення реакційної здатності сировини	Підвищення продуктивності грануляторів до 25%
Двостадійне подрібнення	Інтенсифікація процесів сушіння та гранулювання	Зменшення енерговитрат на пресування до 20%.

Розроблено технологію комплексної переробки торфу на композиційне паливо та гумінові добрива

Вперше в світі розроблена технологія переробки торфу на добрива і паливо

Технологія передбачає інтегрування технології екстракції гумінових речовин з торфу у виробничий цикл торфобрикетного заводу для виробництва композиційного біопалива. Вилучена гумусова складова компенсується внесенням в паливо рослинної біомаси до 40 %.

Переваги використання гумітів в аграрному секторі:

- підвищення врожайності від 50 до 250 %;
- активізує обмін речовин в живих організмах;
- в складі комплексних добрив у 1,5-2 рази збільшує врожай зернових і рослинних культур, а також водоростей.

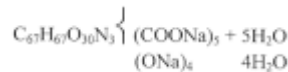
Продукція:

- композиційні паливні торфобрикетети;
- розчин гумату натрія до 10% сух. реч

Розчин Гумату натрію

ТУ У 02.2-05417118-051:2015

ПАЛИВО ГРАНУЛЬОВАНЕ З ТОРФУ,
РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ТА ЇХ СУМІШЕЙ

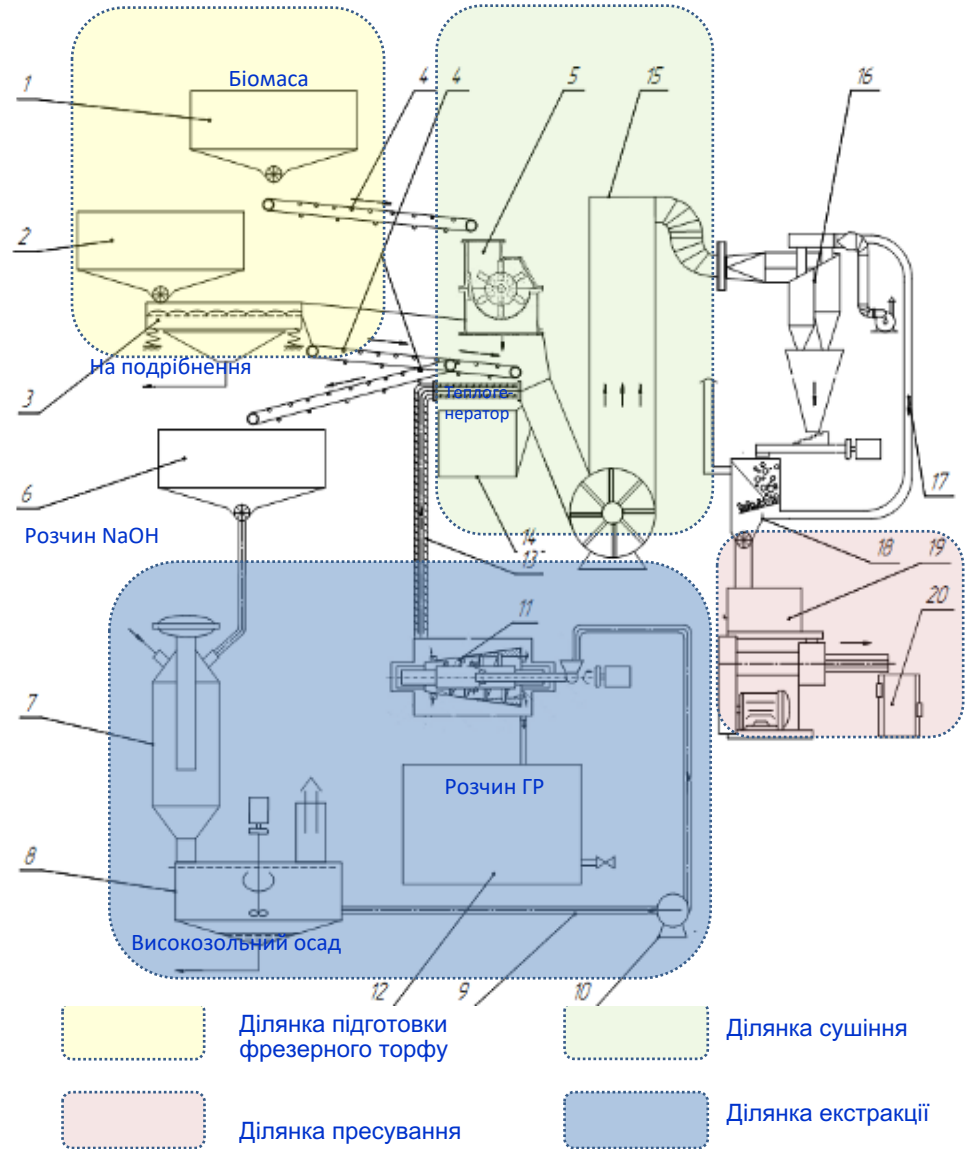


Теплотехнічні характеристики композиційного брикету:

тиск пресування 80-100 мПа; вологість 12%; торф'яної складової 60%; вміст залишку після екстракції 30%; міцність на згин 5,5 мПа; зольність 10 %; теплота згоряння 17 мДж/к.г

Продуктивність:

- за композиційним паливом 1т/годину;
- за розчином гумату натрія 9 т/годину.



Ліцензія на патенти України № 116663 та № 117651 продана у В'єтнам

Розроблено технологію спалювання низьоякісних видів біопалива в топках з ретортною подачею палива і решітками допалювання

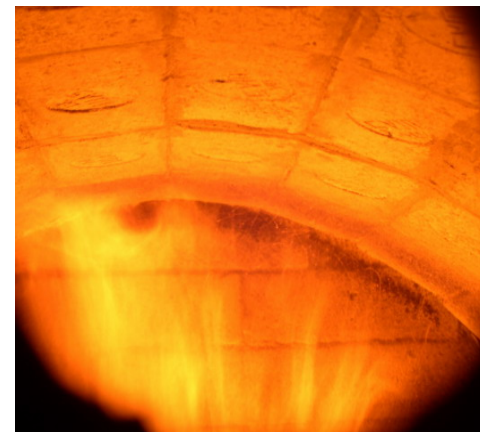
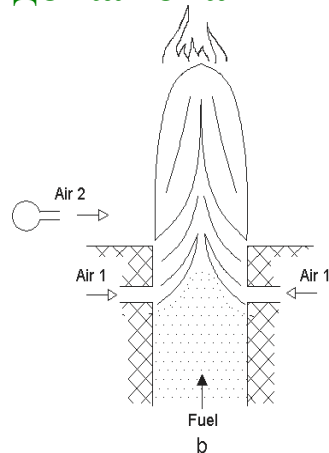
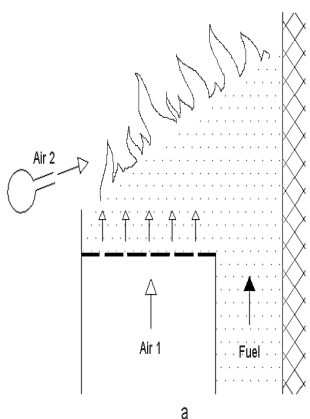
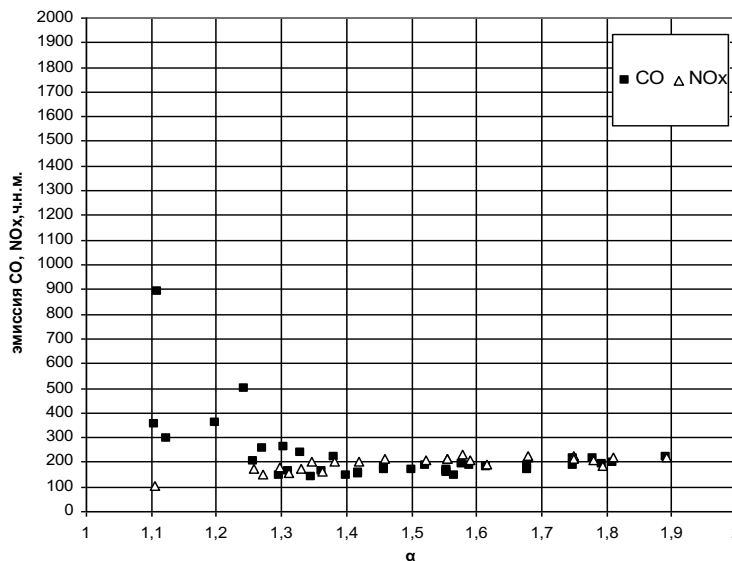


Схема класичної реторти і фото полум'я над нею : тирса, $W=30\%$, $q=260\text{кВт/м}^2$, $\text{CO} = 1850\text{ ppm}$; $\text{NO}_x=75\text{ ppm}$

Схема глибокої реторти і фото полум'я над нею : тирса, $W=45\%$, $q=557\text{ кВт/м}^2$, $\text{CO} = 250\text{ ppm}$; $\text{NO}_x=200\text{ ppm}$



Загальний вигляд експериментального стенду для відпрацювання технології

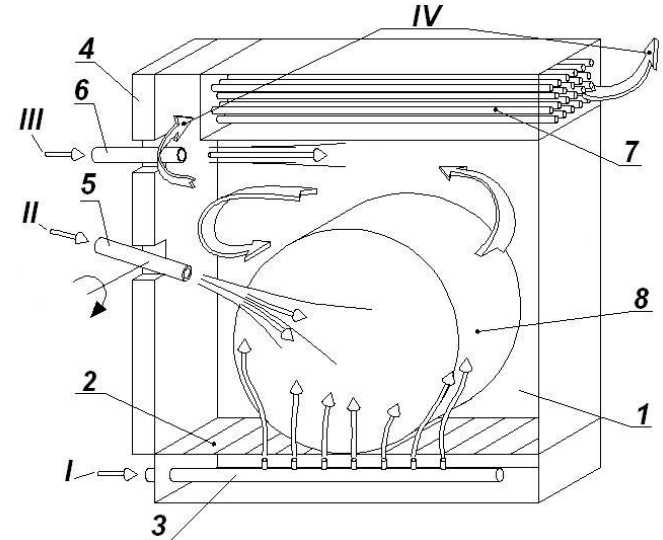


Емісія CO і NO_x при спалюванні вологої тирси ($W=49,5\%$) в глибокій реторті з решіткою допалювання

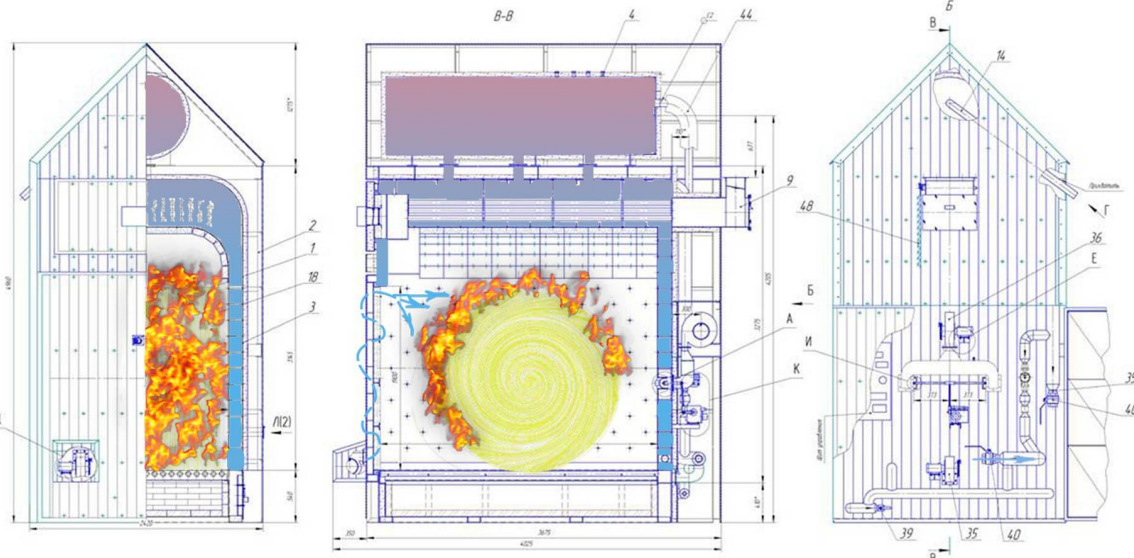
Розроблено, досліджено та виготовлено дослідно-промислові зразки соломоспалюючих котлів періодичної дії потужністю 100, 250, 350 та 500 кВт



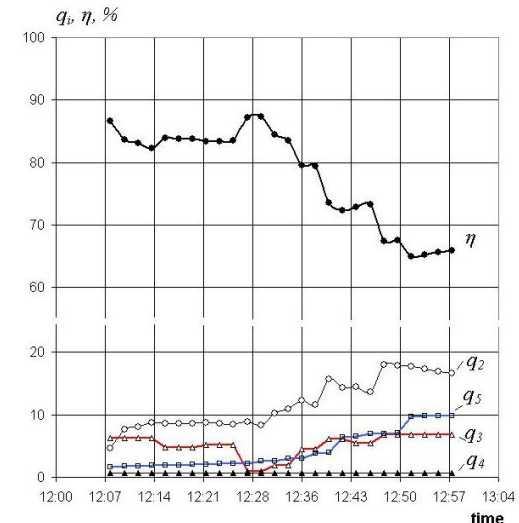
Теплогенератор ТС-350 встановлений для опалення школи в с. Стави Київської області



Діаграма потоків повітря при спалюванні цілого тюка соломи у топці водогрійного котла періодичної дії



Загальний вигляд теплогенератора ТС-350



Теплові втрати та ККД теплогенератора ТС-350 за цикл спалювання тюка соломи. Середнє значення ККД: 76-78 %

Розроблено і досліджено технологію швидкого абляційного піролізу біомаси для виробництва біонафти

Вперше в світі розроблено, побудовано та досліджено пілотну експериментальну піролізну установку шнекового типу. Визначено режимні параметри, за яких можливо отримати максимальний вихід рідкого піропалива, що склав **51%** від маси вхідної сировини. Обґрунтовано необхідні температурні умови та інтенсивність нагріву біомаси, досліджено фізико-хімічні властивості рідкого піропалива та побічних продуктів (пірогазу, вуглистого залишку). Розроблено рекомендації по впровадженню технології в Україні.



Загальний вигляд установки швидкого абляційного піролізу біомаси



Загальний вигляд отриманої біонафти

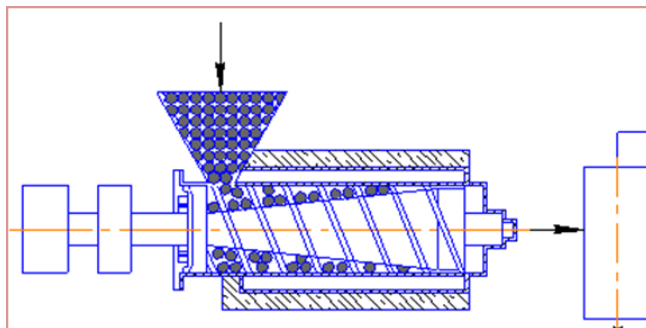
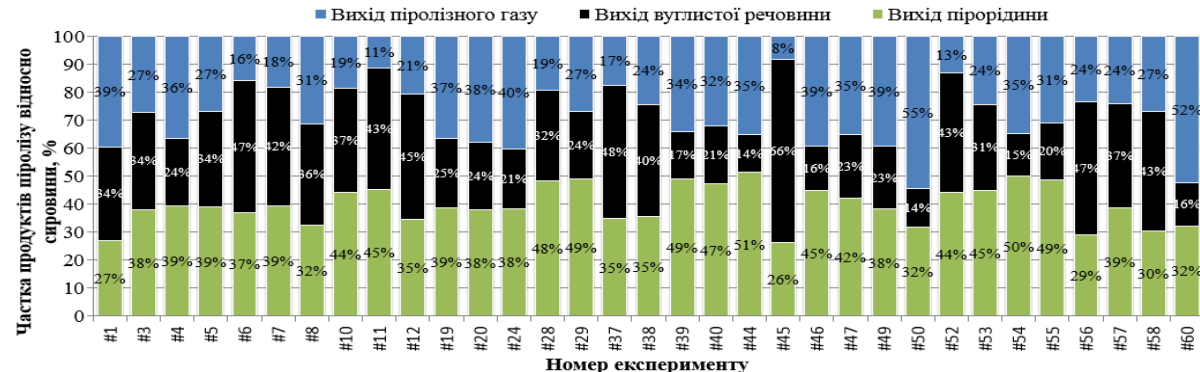


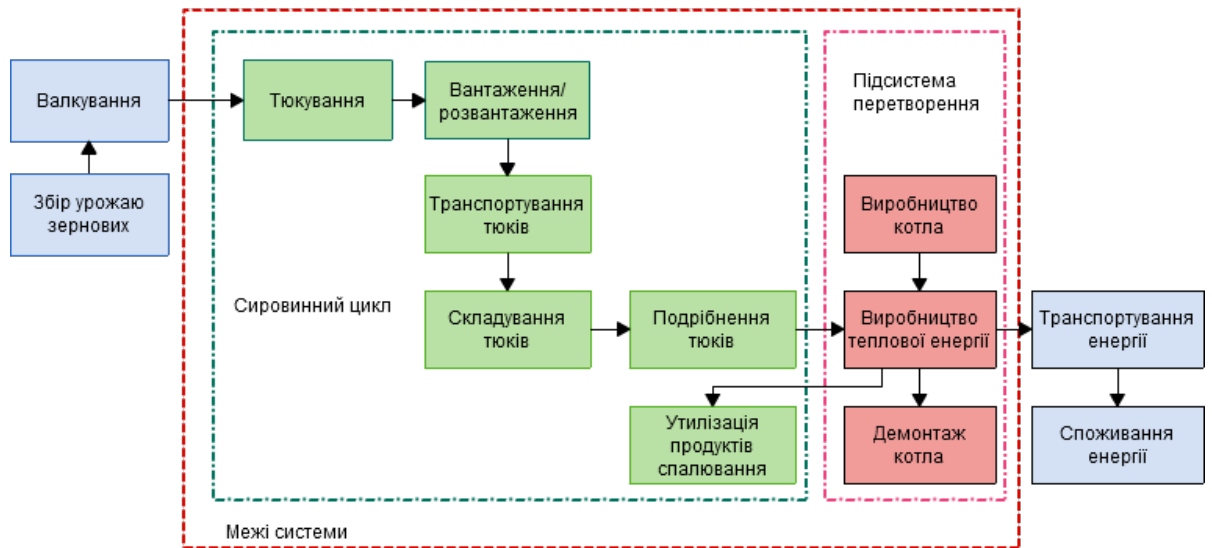
Схема шнекового реактора



Вихід продуктів піролізного процесу, в %

Виконано комплексний аналіз енергетичної та екологічної ефективності технологій виробництва теплової енергії з біомаси за весь період життєвого циклу проекту

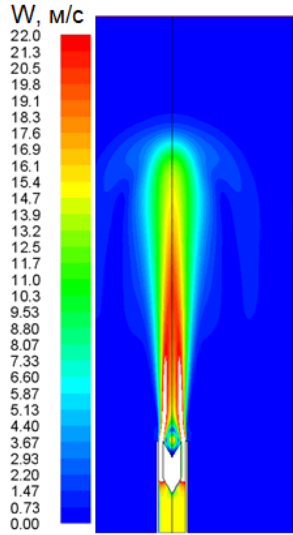
Вперше проведений аналіз енергетичної та екологічної ефективності технологій виробництва теплової та електричної енергії з таких видів твердої біомаси як тріска та гранули з лісосічних відходів, тюкована солома та гранули з неї, а також технологічних ланцюгів вирощування і використання біомаси таких енергетичних культур, як верба та міскантус для виробництва теплової та електричної енергії для умов України. Аналіз виконувався з використанням методології оцінки життєвого циклу (ДСТУ ISO 14040:2013) та з урахуванням вимог сталості. Результати аналізу обґрунтували доцільність будівництва в Україні котельень та ТЕЦ на біомасі та показали, що сучасні ефективні технології виробництва енергії з біомаси повністю задовольняють вимогам сталого розвитку згідно Директиви ЄС 28/2009.



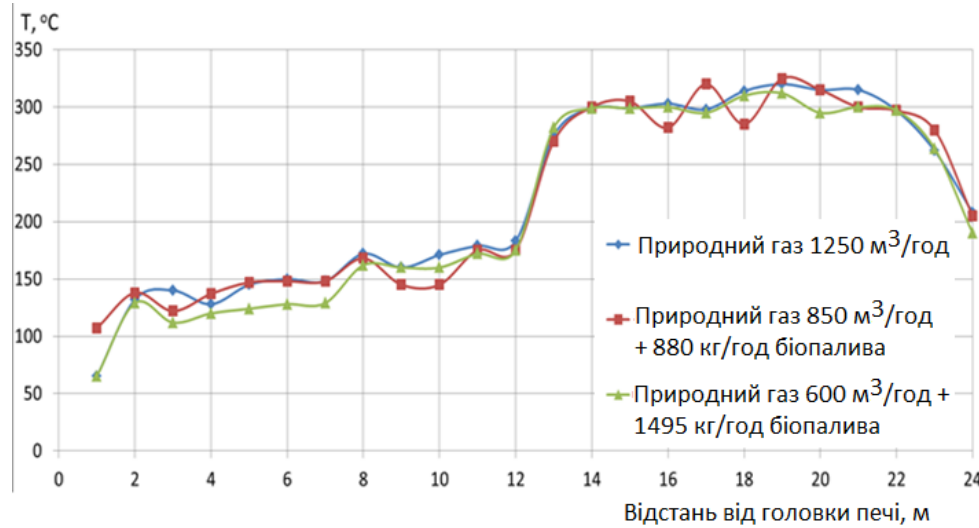
$$\left\{ \begin{array}{l}
 E_{\text{сир}} = \sum_{i=1}^n E_i; \\
 E_{\text{тюк}} = 1,25 \cdot V \cdot b_{\text{тюк}} \cdot Q_p^H; \\
 E_{\text{зб}} = 1,25 \cdot V \cdot b_{\text{зб}} \cdot Q_p^H; \\
 E_{\text{тр1}} = (V + A) \cdot E_{\text{т.км1}} \cdot n_1; \\
 E_{\text{збер1}} = \frac{V \cdot e_{\text{збер.нав.}}}{10}; \\
 E_{\text{тр2}} = V \cdot E_{\text{т.км2}} \cdot n_2; \\
 E_{\text{ван}} = 5 \cdot V \cdot b_{\text{ван}} \cdot Q_p^H; \\
 E_{\text{збер2}} = \frac{16,8 \cdot V \cdot e_{\text{збер.нав.}}}{\tau}; \\
 E_{\text{под}} = 3 \cdot e_{\text{под}} \cdot V.
 \end{array} \right.$$

Схема аналізу енергетичної ефективності технологій виробництва теплової енергії з соломи з використанням методології оцінки життєвого циклу за весь період життєвого циклу проекту: $E_{\text{тюк}}$, $E_{\text{зб}}$, $E_{\text{тр1}}$, $E_{\text{збер1}}$, $E_{\text{тр2}}$, $E_{\text{ван}}$, $E_{\text{збер2}}$, $E_{\text{под}}$ – споживання первинної енергії відповідно при тюкуванні соломи в полі; під час збору тюків з поля та їх завантаження на транспортний засіб; транспортуванні тюкованої соломи на основний склад; будівництві основного складу; транспортуванні тюків соломи до споживача; операціях з вантаження тюків соломи; будівництві складу на котельній; подрібненні соломи, ГДж/рік.

Розроблено технологію заміщення природного газу біомасою в обортових печах



а)



б)

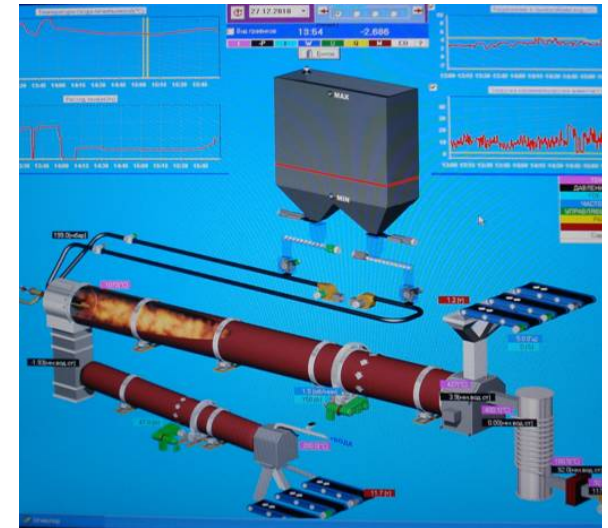
Дослідження умов спалювання твердого палива в умовах факельного горіння у обортовій печі;
а) – моделювання процесу;
б) налагоджування за непрямыми вимірюваннями тепловиділення за температурою броні обортової печі.



а)



б)



в)

Елементи комплексу для використання місцевих видів палива в промисловості будівельних матеріалів: а) пальник газовий та біопаливний (вигляд з печі); б) комплекс приймання біопалива, в) система автоматики комплексу.

Розроблено комплексну методику експериментальних досліджень звалищ та полігонів твердих побутових відходів (ТПВ)

Вперше розроблено комплексну методику експериментальних досліджень звалищ та полігонів ТПВ, що дозволяє отримати репрезентативні дані для моделювання на їх основі утворення біогазу в тілі полігону для умов України. З використанням результатів польових досліджень, проведених за розробленою методикою, удосконалено теплофізичну модель процесів утворення, фільтрації та збору біогазу шляхом врахування вторинного просідання відходів.

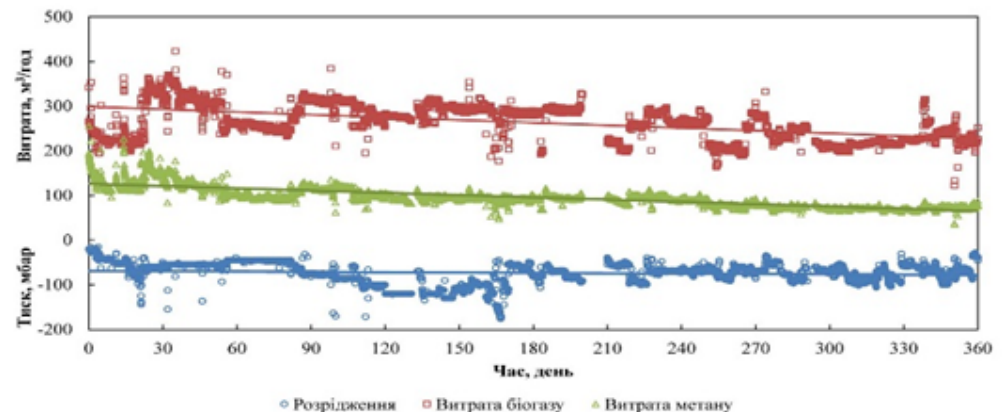


Рівняння моделі газоутворення:

$$G = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n A \cdot \kappa_j \cdot MSW_{T,j,i} \cdot MSW_{F,j,i} \cdot L_{0,j,i} \cdot e^{-\kappa_j(t-x)},$$

де, G – витрата метану, т/рік; $A = (1 - e^{-\kappa_j})/\kappa_j$ – множник, який корегує підсумовування; κ – швидкість утворення метану, 1/рік; MWS_T – кількість відходів, що вивезені на полігон, т/рік; MWS_F – масова частка фракції відходів; L_0 – потенціал утворення метану, тСН₄/т ТПВ; t – час, рік; x – роки, за які додаються результати; i – кількість років; j – фракція відходів.

Вимірювальне обладнання на свердловинах для збору біогазу на полігонах ТПВ



Експериментальні дані розрідження витрати біогазу та біометану при дослідженні газоутворення на полігонах ТПВ

Розроблено і серійно випускаються твердопаливні водогрійні, парові та термомасляні котли для спалювання палива вологістю до 55% на рухомій колосниковій решітці



Виробничі приміщення котлозаводу «Крігер»



Котельня для спалювання деревної тріски потужністю 2 МВт



Система подачі тюків соломи в котельню для спалювання соломи



ТЕЦ 1,6 МВт ел на базі турбіни ORC в Кам'янці Подільському

Розроблено понад 50 видів твердопаливних котлів різних модифікацій для українського і європейського ринку



Побутовий котел потужністю 30 кВт



Вигляд на топку з відкритими дверцятами



Промисловий котел «Волинь-Кальвіс» серії М-1
500 кВт

Розроблено і впроваджено 14 електрогенеруючих проектів на альтернативних видах палива

Впроваджено 14 електрогенеруючих проектів на альтернативних видах палива загальною електричною потужністю 15,2 МВт (ТОВ «Кліар Енерджі»). Зокрема, впроваджено 12 проектів збирання та енергетичного використання біогазу з полігонів ТПВ (сумарна потужність - 10,7 МВт_{ел}), ТЕС на біомасі (паровий цикл - 4 МВт_{ел}) та ТЕЦ на біомасі за технологію термохімічної газифікації (0,5 МВт_{ел} + 0,8 МВт_Т).



Івано-Франківська електростанція потужністю 660 кВт ел. на біогазі з полігону ТПВ



ТЕЦ на біомасі за технологію термохімічної газифікації в м.Чернігів (0,5 МВт_{ел} + 0,8 МВт_Т)



Корюківська ТЕС на деревній трісці потужністю 4 МВт ел.

Зведені показники впроваджених проєктів

Обладнання		котли "Крігер"	котли "Волинь- Кальвіс"	Електрогене руючі проєкти «Кліар- Енерджі»	обертові печі в промисл овості	ВСЬОГО
Рік початку роботи обладнання		2000	2008	2016	2010	
Впроваджено потужностей, МВт	теплових	1 409	745	0,8	145	2299,8
	електричних	1,6		15,2		16,8
Показники за період роботи обладнання	Виробництво теплової енергії, тис. Гкал	23 664,1	8 657,1	1,2	2 059,1	34 381,5
	Виробництво електричної енергії, тис. кВт·год	16161,6		153535,2		169696,8
	Заміщення природного газу, млн м ³	2 873,4	1 051,2	22,9	250	4197,5
	Скорочення викидів парникових газів, тис. т CO ₂ -екв.	5 562,5	2 034,9	525,6	484	8607

Патент на винахід UA 116663 С2 переможець в номінації енергетика та енергоефективність «Винахідник року 2020»

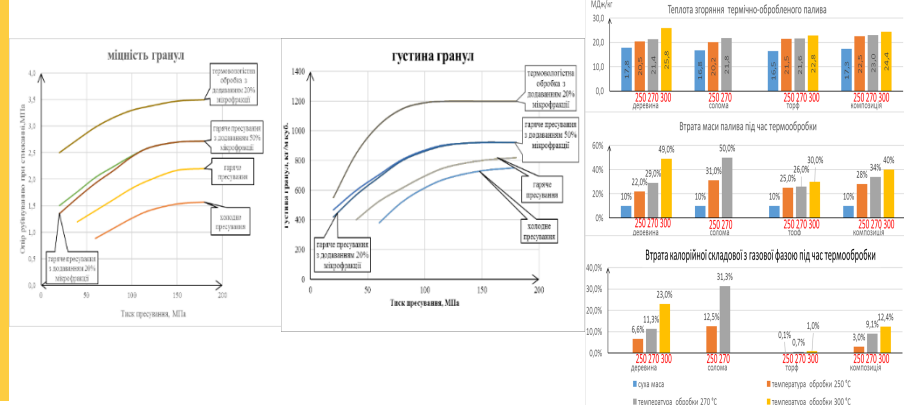
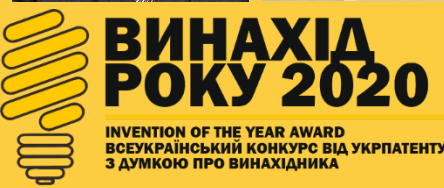
ПЕРЕМОЖЕЦЬ В НОМІНАЦІЇ:
енергетика та енергоефективність
ПАТЕНТ НА ВИНАХІД: UA 116663 С2

НАЗВА: Спосіб одержання

висококалорійного біопалива

ВЛАСНИК ПАТЕНТУ: ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ
ТЕПЛОФІЗИКИ НАН УКРАЇНИ

ВИНАХІДНИКИ: Снежкін Юрій Федорович,
Корінчук Дмитро Миколайович, Безгін
Микола Миколайович



Практична значимість роботи (1)

- Впроваджено виробництво та використання композиційних гранул та брикетів на основі торфу та рослинної біомаси (ТБЗ «Сойне», ТБЗ «Маневицький», ТБЗ «Ірванцівський» та ТБЗ «Смолинський», ТОВ «Волинь-Кальвіс», ТОВ «Нова Енергія», ТОВ «Інтерсорс», Брикет-Центр ТОВ «НАША ЕНЕРГІЯ»)).
- Впроваджено енергоефективну сушарку з динамічним регулюванням кута нахилу на підприємстві (ТОВ «Нова Енергія», ТОВ «БМ-Інжиніринг»).
- Розроблено технологію заміщення природнього газу твердим біопаливом в обертових печах, яку впроваджено на більшості обертових печей України: ПАТ "Ватутінський комбінат вогнетривів", ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ПрАТ «Запоріжвогнетрив», ПрАТ «Полтавський ГЗК», ПАТ "Любомирський вапняно-силікатний завод".
- Розроблено і впроваджено газогенератори для печі на Золотоноському машинобудівному заводі та на ПАТ "Малинська паперова фабрика - Вайдманн". Розроблено та впроваджено пальник для спалювання природнього та генераторного газів. Технологія впроваджена при створенні електростанції потужністю 75 кВт, м. Єлена, Болгарія. Досягнуто електричний ККД комплексу 25%. Створено та впроваджено установку для виробництва тарифікованого біопалива потужністю 200 кг/год.

Практична значимість роботи (2)

- Розроблено і серійно випускаються твердопаливні водогрійні, парові та термомасляні котли з механізованим процесом спалювання палива вологістю до 55% на рухомій колосниковій решітці. Випущено понад 1400 МВт загальної потужності промислових котлів одиничною потужністю від 1 до 10 МВт. Побудовано і введено в експлуатацію унікальну біо-ТЕЦ з циклом ORC тепловою потужністю 39 МВт, електричною потужністю – 1,6 МВт.
- Розроблено понад 50 видів твердопаливних котлів різних модифікацій для українського і європейського ринку. Випущено понад 665 МВт загальної потужності промислових котлів одиничною потужністю від 70 до 1500 кВт.
- Впроваджено 12 проектів збирання та енергетичного використання біогазу з полігонів твердих побутових відходів (сумарна потужність - 10,7 МВт_{ел}), ТЕС на біомасі (паровий цикл - 4 МВт_{ел}) та ТЕЦ на біомасі за технологію термохімічної газифікації (0,5 МВт_{ел} + 0,8 МВт_т). Розроблено і впроваджено унікальну технологію газифікації біомаси, яка забезпечує збільшення електричного ККД такої ТЕЦ до 25%.
- Оцінено енергетичний потенціал біомаси, який становив в 2018 року близько **23** млн. т н.е./рік. Ця оцінка лягла в основу формування енергетичної політики України. За активною участю авторів розроблено енергетичну стратегію України на період до 2035 року, де зафіксовані цілі з розвитку сектору біоенергетики - **11** млн. т н.е. постачання первинної енергії у 2035. За активною участю авторів сформовано законодавче поле для розвитку біоенергетики, зокрема, закони України «Про альтернативні джерела енергії», «Про альтернативні види палива», «Про теплопостачання» та ряд інших нормативно-правових актів.

Практична значимість роботи (3)

В цілому за період 2000-2019 рр. розроблено і впроваджено:

- понад **5000** котлів на біомасі,
- **6** обертових печей на біомасі,
- **15** ТЕС/ТЕЦ на біомасі та біогазі,
- **12** систем збирання та утилізації біогазу на полігонах ТПВ.
- Продана ліцензія на два патенти України у В'єтнам.
- Розроблено та затверджено **5** ТУ.
- Поставлено **29** водогрійних котлів загальною потужністю 47 МВт до Великобританії та **52** котли загальною потужністю 91 МВт до Франції.
- Загальна встановлена теплова потужність впровадженого обладнання склала **2299,8 МВт**, електрична - **16,8 МВт**.
- Сумарне виробництво теплової енергії склало **34381,5 тис. Гкал**, електричної - **169696,8 кВт·год**.
- Досягнуто сумарне заміщення природного газу - **4,2 млрд м³**,
- Скорочення викидів парникових газів - **8,6 млн т CO₂-екв**.
- Розрахунковий економічний ефект* - **4,813 млрд грн**.

* при вартості теплової енергії з газу 1400 грн/Гкал і вартості теплової енергії з біомаси на 10% дешевше, ніж з газу

Висновки

1. Розроблено наукові засади виробництва і споживання альтернативних видів палива. Зокрема, розроблено методику оцінювання енергетичного потенціалу біомаси. Розроблено склад та режими виробництва композиційного біопалива з рослинної біомаси та торфу. Досліджено процес вигорання часток твердого біопалива в потоці. Виконано комплексний аналіз енергетичної та екологічної ефективності технологій виробництва теплової енергії з біомаси за весь період життєвого циклу проекту. Розроблено комплексну методику та проведені широкі експериментальні дослідження газоутворення на звалищах та полігонах України.
2. Розроблено комплекс технологій для виробництва і споживання альтернативних видів палива. Зокрема, розроблено технологію комплексної переробки торфу на композиційне паливо та гумінові добрива. Розроблено технологію ефективного спалювання низькоякісних видів біопалива в топках з ретортною подачею палива і решітками допалювання. Розроблено технологію заміщення природного газу біомасою у великих обертових печах. Розроблено технології спалювання твердого біопалива вологістю до 55% на рухомих колосникових решітках. Визначено оптимальні режими роботи газозбірних свердловин систем збору біогазу на звалищах і полігонах ТПВ.
3. Розроблені технології і обладнання широко впроваджені в Україні і за кордоном. За період 2000-2019 рр. загальна встановлена теплова потужність впровадженого обладнання склала **2299,8 МВт**, електрична - **16,8 МВт**. Досягнуто сумарне заміщення природного газу - **4,2 млрд м³**, та скорочення викидів парникових газів - **8,6 млн т CO₂-екв**. Розрахунковий економічний ефект склав **4,813 млрд грн**.

Публікації

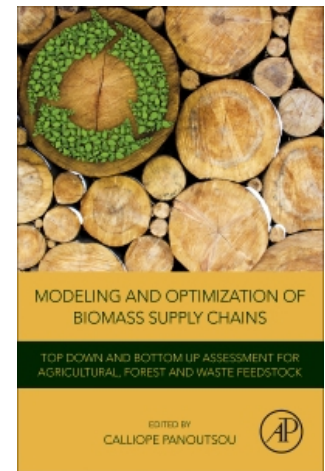
Кількість публікацій за роботою: **231**, включаючи **10** монографій, у т.ч. **1** видану за кордоном, **25** посібників, **177** наукових статей, у т.ч. **11** публікацій у Scopus, **1** - у Web of Science. Загальна кількість посилань на публікації авторів/h-індекс роботи: Google Scholar – **2513/30**, Scopus – **23/4**, Web of Science – **3/2**. Отримано **19** патентів України на винахід. Захищено **2** докторські та **6** кандидатських дисертацій.



Георгій Голуза
Тетяна Желанка
Евгеній Слівкін

Биоэнергетика в Украине: текущее состояние и перспективы развития

Монография



MODELING AND OPTIMIZATION OF BIOMASS SUPPLY CHAINS

TOP-DOWN AND BOTTOM-UP ASSESSMENT FOR AGRICULTURAL, FOREST AND WASTE FEEDSTOCK

EDITED BY CALLOPE PANOUTSOU



UKRAINE (1) UA (1) 117651 (1) C2
(6) MPK (2018.01)
CSP 1162 (2008.006.1)
B01F 30/00

(12) СПОС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(2) Число заявки: 2.017.1024	(7) Відповідач:
(32) Дата публікації заявки: 07.10.2017	Степан Юрій Філатович (UA),
(34) Дата, в яку введено: 27.03.2018	Петро Дмитро Сидоренко (UA),
(36) Тип публікації:	Корнелію Дмитро Максимович (UA)
(40) Дата публікації: 10.03.2018, Вихід № 9	ВСТУПИЛИ ТЕХНІЧНЕ ПІДПРИЄМСТВО НАН ІННОВАЦІЙ
(46) Тип публікації: наукова	ІП «ІННОВАЦІЙНИЙ ЦЕНТР НАН ІННОВАЦІЙ» (UA)
	№ 2420244-С1, 20.09.2011
	№ 2020244-С1, 20.09.2011
	№ 2020244-С1, 20.09.2011
	№ 2020244-С1, 20.09.2011

(14) СПОС ОБЕРІВАННЯ ОРГАНОМІНЕРАЛЬНИХ ДОДАВК НА ОСНОВІ ГУМІНОВИХ РЕЗИНОВИХ

(15) Підмет: Винахід належить до органікохемічної промисловості, а саме до способу оброблення органікохемічного добрива. Загальною метою оброблення органікохемічного добрива є збільшення його ефективності та зменшення витрат на його застосування. Для досягнення цієї мети запропоновано спосіб оброблення органікохемічного добрива, який включає в себе наступні етапи: а) підготовку органікохемічного добрива до оброблення; б) оброблення органікохемічного добрива розчином гумінових речовин; в) висушування обробленого добрива. За допомогою запропонованого способу оброблення органікохемічного добрива можна збільшити його ефективність та зменшити витрати на його застосування. Крім того, запропонований спосіб оброблення органікохемічного добрива дозволяє збільшити його ефективність та зменшити витрати на його застосування.

UA 117651 C2

