

УДК 620.97; 620.92
УКПП
№ держреєстрації 0118U002240
Інв. №

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
(ХНУРЕ)
61166, м. Харків, пр. Науки, 14; тел./факс: (057) 702 10 13

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи,

_____ М.В. Неофітний
«___» _____ 2019 р.

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ТЕХНІЧНУ РОБОТУ
по договору від 05.10.2018 №40-2018
РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА ДОСЛІДНУ
УСТАНОВКУ З ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ
БІОГЕННИХ ВІДХОДІВ
(проміжний)

Науковий керівник _____ О.І. Дохов

Рукопис закінчено 26 липня 2019 р.
Попередні результати роботи розглянуто Науково-технічною радою ХНУРЕ,
протокол від 24 червня 2019 № 5

2019

СПИСОК АВТОРІВ

Науковий керівник НДР, зав.пробл.наук.-досл.лаб., канд.техн. наук		О.І. Дохов (Розділ 2)
Відповідальний виконавець, старш.наук.співроб. Виконавці: Гол.наук.співроб., д-р техн.наук	<hr/> <hr/>	О.І. Толстих (Розділ 3, 4)
Пров.наук.співроб., канд.техн.наук	<hr/>	І.І. Зима (Розділи 3.1)
Пров.наук.співроб., канд.техн.наук	<hr/>	Г.М. Валевахін (Розділ 2)
Пров.наук.співроб., канд.техн.наук	<hr/>	В.В. Жирнов (Розділи 1)
Старш.наукспівроб.	<hr/>	О.Я. Контар (Розділ 2)
Старш.наук.співроб.	<hr/>	Е.Р. Галеев (Розділ 2.1)
Мол.наук.співроб.	<hr/> <hr/>	В.Й. Стрільченко (розділ 3, Додаток А6)
	<hr/>	М.Г. Писаренко (Розділ 3, 4, Додаток В)

РЕФЕРАТ

Звіт про НТР: с.33, рис. 9, табл. 9, джерел 4, додатки 3.

КОНСТРУКТОРСЬКА ДОКУМЕНТАЦІЯ, ДОСЛІДНИЙ ЗРАЗОК
УСТАНОВКИ, СПИРТОВА БАРДА, НАФТОШЛАМ, ТЕСТУВАННЯ
ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ

Завдання 2-го етапу роботи: розроблення комплексу робочої конструкторської документації на дослідну установку. Виготовлення дослідного зразка установки та тестування окремих вузлів установки. Дослідження фізико-хімічних характеристик спиртової барди в якості сировини.

Звіт містить результати досліджень відходів спиртової промисловості – барди та відходів нафтопереробної промисловості нафтошламу, які можуть бути використані при виробництві альтернативного біопалива. На основі досліджень наведені рекомендації щодо їх використанні при виробництві альтернативного біопалива. Проведене тестування окремих вузлів установки: роторних кавітаторів, гвинтових насосів, вакуумного насоса та частотних перетворювачів, що регулюють частоти обертання електродвигунів у складі роторних кавітаторів та управляють роботою гвинтових насосів.

Розроблена конструкторська документація: схема принципова гідравлічна, схема електрична принципова, алгоритм функціонування дослідної установки, складальна документація на установку, паспорт дослідної установки.

Робота виконана в повному обсязі у відповідності до Календарного плану робіт та Технічного завдання.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначення.....	6
Вступ.....	7
1 Дослідження фізико-хімічних характеристик спиртової барди в якості сировини.....	7
1.1 Фізико-хімічні характеристики спиртової барди.....	8
1.2 Дослідження можливості використання спиртової барди для одержання альтернативного біопалива	9
1.3 Рекомендації щодо використання спиртової барди в якості сировини для одержання альтернативного біопалива	11
2 Визначення можливості використання нафтошламу в якості вуглеводневої складової сировини для виготовлення альтернативного палива	12
2.1 Характеристики нафтошламу	12
2.2 Одержання гідратованого палива з нафтошламу	13
2.3 Рекомендації щодо використання нафтошламу для одержання альтернативного палива.....	17
3. Тестування окремих вузлів установки	17
3.1 Технічні характеристики вузлів, що тестувалися	19
3.1.1 Роторні кавітатори	19
3.1.2 Гвинтові циркуляційні насоси	19
3.1.3 Вакуумний насос	19
3.1.4 Частотні перетворювачі.....	19
3.1 Тестування частотних перетворювачів дослідної установки	21
3.2 Тестування гвинтових насосів	22
3.3 Тестування вакуумних насосів	22
3.4 Тестування роторних кавітаторів	22
3.4.1 Вимірювання інтенсивності кавітації	22
3.4.2 Експериментальне дослідження процесу випарювання води установкою при роботі одного роторного кавітатора	23
4 Монтаж дослідної установки	25
Перелік джерел посилання	29

Додаток А. Результати випробувань АБП зі спиртової барди. Результати випробувань спиртової барди	30
Додаток Б. Акт про виготовлення та монтаж зразка дослідної установки і тестування окремих вузлів установки.....	31
Додаток В. Розписка про одержання заявки на винахід. Вх. №70068. Заявка № а 2019 04815	33

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

АБП – альтернативне біопаливо

Градус ВУ – позасистемна одиниця вимірювання в'язкості рідини

дБ – децибел

ВСТУП

В ході виконання другого етапу роботи за договором № ДЗ/40-2018 від 05.10.2018 проведені експериментальні дослідження з використання промислових відходів спиртових заводів – спиртової барди та додаткові дослідження з вивчення можливості використання рідких нафтошламів з шламонакопичувачів нафтопереробних заводів для одержання альтернативного палива. Для відпрацювання алгоритмів управління установкою в автоматизованому режимі проведені додаткові дослідження з вибору режимів роботи устаткування, які визначаються технологічними параметрами роторних кавітаторів.

З виготовлених при виконанні першого етапу роботи та закуплених готових вузлів змонтована дослідна установка з виробництва біопалива при утилізації біогенних відходів, а також проведене тестування окремих вузлів установки, а саме: роторних кавітаторів, гвинтових, вакуумного та шестерного насосів, а також частотних перетворювачів. Результати досліджень та тестування вузлів наведені в звіті.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПИРТОВОЇ БАРДИ В ЯКОСТІ СИРОВИНИ

У більшості діючих спиртових заводів склалася важка екологічна ситуація пов'язана з тим, що спиртову барду направляють на поля фільтрації, де вона розкладається з виділенням шкідливих для довкілля речовин. Утилізація барди може бути одним із способів покращення екологічного стану. Одним із способів такої утилізації може бути використання барди для виготовлення альтернативного біопалива (АБП). Високий вміст органічних речовин в сухому залишку барди це дозволяє. Одержане паливо можна використати в системах енергозабезпечення спиртозаводу та інших об'єктів.

Виробництво АБП передбачає попередній поділ барди на рідку і тверду фази з використанням горизонтальних центрифуг-декантерів. Тверда фракція з барди - кек з вологістю 75-85% використовується як сировина для одержання АБП, рідка фракція - фугата (фільтрат) – не використовується.

1.1 Фізико-хімічні характеристики спиртової барди

Сира обезводнена спиртова барда з вологістю 8–9% має такий склад:

– сухих речовин натуральної барди - 7...9%;

Вміст в масі сухих речовин барди:

- протеїну 25...30%;

- білок 19...25%;

- зола 5...6%;

- азот 4...5%, (білковий 3,0...3,5%, небілковий 1,0...1,5%);

– насипна щільність гранульованої зернової барди - 600 ... 650 кг / м³

Теплофізичні властивості зернової барди

Вологість - 8...9%;

Зольність - 1,5...2,0%;

Летючі речовини - 70...80%;

Вміст сірки - 0,5...1,0%;

Теплота згоряння - 18...19 МДж/кг (4,3...4,54 Ккал/кг).

Авторами проекту проведені дослідження такої барди (див. Додаток А). В перерахунку на сухе паливо теплота згоряння зразку барди 20 550 кДж/кг або 4 908 Ккал/кг.

В табл. 1 наведений склад сирі зернової барди, а в табл. 2 склад сирі м'ясової барди.

Таблиця 1 – Склад сирі зернової спиртової барди

Речовини	Вміст, %				
	Картопляна	Кукурудзяна	Житня	Вівсяна	Ячмінна
Вода	95,5	93,2	92,6	92,0	93,0
Сухі речовини	4,5	6,8	7,4	8,0	7,0
Розчинні сухі речовини	2,1	2,5	2,9	2,0	2,7
Вуглеводи					
редуковані речовини в перерахунку на мальтозу	0,30	0,50	0,40	0,25	0,45
Крохмаль	0,4	0,5	0,3	—	—
пентозани (в фільтраті)	0,45	0,40	0,45	0,25	0,40
геміцелюлози	2,3	1,8	1,7	1,4	1,7
целюлоза	0,3	0,3	0,5	0,9	0,7
Азот	0,17	0,40	0,27	0,19	0,24
в тому числі в фільтраті	0,06	0,04	0,09	0,13	0,07
Зола	0,50	0,40	0,45	0,57	0,57
в тому числі в фільтраті	0,42	0,29	0,20	0,30	0,32
Жир	—	0,67	—	0,94	0,46

Таблиця 2 – Склад сирової мелясової барди

Речовини	Вміст, % від СР мелясової барди	Речовини	Вміст, % від СР мелясової барди
Органічні сполуки	70—83	Органічні кислоти	5—27
Протеїн	17—27	- в том числі летучі	3—12
Азот		Гліцерин	6—13
загальний	3—5	Редуковані речовини	3—7
білковий	0,4—1,0	Зола в перерахунку на K ₂ O	17—24
амінний	0,3—0,6	Na ₂ O	7—8
амонійний	0,1—0,3	CaO	0,5—3
Бетаїн	7—15	Мікроелементи	1,5—2
Амінокислоти	6—10		

1.2 Дослідження можливості використання спиртової барди для одержання альтернативного біопалива

Проведені експериментальні дослідження різних варіантів альтернативного біопалива, одержаного з використанням кеку зернової спиртової барди в суміші з вуглеводнем – відпрацьованим мастилом. За результатами досліджень (Додаток А. Протокол дослідження зернової спиртової барди) теплота згоряння барди в перерахунку на сухе паливо 20 550 кДж/кг або 4 908 Ккал/кг, теплота згоряння відпрацьованого мастила 41,8 мДж/кг або 539 Ккал/кг.

Результати досліджень відображені в табл. 3. В таблиці наведений відсотковий вміст в паливній композиції сухого кеку, відпрацьованого мастила і води.

Таблиця 3 – Результати досліджень паливної композиції

Барда (суха) %	Вуглеводні, %	Агрегатний стан палива	Теплота згоряння в перерахунку на сухе паливо, ккал/кг	Горіння
1	2	3	4	5
Води – 10%				
85	5	Тверде	4600	Горить
80	10	Тверде	4850	Горить
70	20	Тверде	5350	Горить
60	30	Пластичне	5850	Інтенсивне

1	2	3	4	5
50	40	Пластичне	6390	Інтенсивне
40	50	Еластичне	6900	Інтенсивне
30	60	В'язке	7400	Інтенсивне
20	70	В'язко-текуче	7900	Інтенсивне
10	80	Текуче	8400	Інтенсивне
Води – 20%				
75	5	Тверде	4000	Жевріє
70	10	Тверде	4300	Горить
60	20	Пластичне	4800	Горить
50	30	Пластичне	5300	Горить
40	40	Еластичне	5800	Інтенсивне
30	50	Еластичне	6300	Інтенсивне
20	60	В'язко-текуче	6800	Інтенсивне
10	70	Текуче	7300	Інтенсивне
Води – 30%				
65	5	Тверде	1580	Жевріє
60	10	Пластичне	2100	Жевріє
50	20	Пластичне	2600	Жевріє
40	30	Еластичне	3000	Жевріє
30	40	Еластичне	3500	Горить сп.
20	50	В'язко-текуче	5200	Інтенсивне
10	60	Текуче	6000	Інтенсивне
Води – 40%				
55	5	Пластичне	1260	НГ
50	10	Пластичне	1580	Жевріє
40	20	Еластичне	2200	Жевріє
30	30	В'язке	2800	Жевріє
20	40	Текуче	3400	Горить сп.
10	50	Текуче	4000	Горить

У таблиці 3 в колонці «Горіння» прийняті такі позначення для характеристики горіння: «НГ» - не горить; «Жевріє» - горіння, при якому не утворюється полум'я, а зона горіння поширюється повільно; «Горить» - процес горіння яскраво виражений; «Горить сп.» - нерівномірне горіння зі спалахами.

Розглянемо варіанти паливних композицій з табл. 3, які придатні для використання в водогрійних котлах, що працюють на рідкому паливі.

- 1). Вміст води 10%. Композиція із співвідношенням компонентів:
суха барда – 20%;
рідкі вуглеводні – 70%;
теплотворна здатність – 7 900 Ккал / кг.

Для одержання 1 кг АБП потрібно використати 1,0 кг кека з вологістю 80% і 0,7 кг вуглеводнів.

2). Вміст води 20%. Композиція із співвідношенням компонентів:
суха барда – 10...20%;
рідкі вуглеводні – 60...70%;
теплотворна здатність – 6 800...7 300 Ккал / кг.

Для одержання 1 кг АБП потрібно використати 0,5 кг кека з вологістю 80% і 0,7 кг вуглеводнів. Теплотворна здатність 7 300 Ккал / кг.

3). Вміст води 30%. Композиція з співвідношенням компонентів:
суха барда – 10%;
рідкі вуглеводні – 60%;
теплотворна здатність – 6 000 Ккал / кг.

Для одержання 1 кг АБП потрібно використати 0,5 кг кека з вологістю 80% і 0,6 кг вуглеводнів. Теплотворна здатність 6 000 Ккал / кг.

В Додатку Б приведений протокол дослідження АБП, одержаного із сирової зернової спиртової барди з вмістом води 75,0%. Для одержання АБП була використана сировинна суміш в співвідношенні:

відпрацьоване мастило – 66%;
кек зернової спиртової барди – 34%.

Одержаний зразок АБП досліджено в спеціалізованій лабораторії. Основні показники одержаного АБП відображені в табл. 4.

Таблиця 4 – Основні показники АБП, одержаного з використанням спиртової барди

№ з/п	Найменування показника	Результати випробувань
1	Масова доля води, %	32,3
2	Масова доля золи, %	0,998
3	В'язкість при 80°C, градус ВУ	7,13
4	Масова доля механічних домішок, %	0,914
5	Температура спалаху у відкритому тиглі, °C	215
6	Температура застигання, °C	- 4
7	Теплота згоряння в перерахунку на сухе паливо, кДж/кг Ккал/кг	41120 9820

1.3 Рекомендації щодо використання спиртової барди в якості сировини для одержання альтернативного біопалива

На основі аналізу експериментальних даних (див. табл. 3) пропонується для одержання альтернативного біопалива використовувати в якості біогенної сировинної компоненти кек після обезводнення сирової барди на горизонтальній центрифугі-декантері, з вмістом води не більше $80 \pm 5\%$.

Для виробництва рідкого альтернативного біопалива з показниками:

- вміст води, % – 20
- теплотворна здатність – 6 800...7 300 Ккал / кг

використовувати сировинна суміш в співвідношенні:

- кек спиртової барди – 42 ... 62%;
- рідкі вуглеводні – 38 ... 58 %.

2 ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАФТОШЛАМУ В ЯКОСТІ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СКЛАДОВОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА

2.1 Характеристики нафтошламу

Відходи нафтопереробної промисловості – нафтошлами характеризуються різноманітністю складу й своїми фізико-хімічними характеристиками, які можуть мінатися в широкому діапазоні. Так, співвідношення нафтопродуктів, води й механічних домішок (часток піску, глини, окислів заліза та інш.) в складі нафтошламу коливаються в широких межах: вуглеводні – 5...90%, вода – 1...52%, тверді домішки – 0,8...65% [1]. При тривалому зберіганні нафтошламу в шламонакопичувачах з часом виникає розшарування. Він розділяється на декілька шарів, з характерними для кожного з них властивостями.

Верхній шар являє собою обводнений нафтопродукт зі вмістом до 5% тонкодисперсних механічних домішок і відносяться до класу емульсій «вода в маслі». До складу цього шару входять 70-80% масел, 6-25% асфальтенів, 7-20% смол, 1-4% парафінів. Вміст води не перевищує 5-8%. Досить часто органічна частина свіжеутвореного верхнього шару нафтошламу за складом й властивостям близька до первинного нафтопродукту.

Середній, порівняно невеликий за обсягом шар являє собою емульсію типу «масло у воді». Цей шар містить 70-80% води й 1,5-15% механічних домішок.

Третій шар цілком складається з відстояної мінералізованої води із щільністю 1,01-1,19 г/см³.

Придонний шар (донний мул) звичайно являє собою тверду фазу, що включає до 45% органіки, 52-88% твердих механічних домішок, включаючи оксиди заліза. Вміст води в ньому може доходити до 25%.

2.2 Одержання гідратованого палива з нафтошламу

Основна мета переробки рідких нафтошламів є одержання стабільного гідратованого палива з теплотворною здатністю не нижче заданої (обраної), що забезпечує одночасно можливість утилізувати різні біогенні відходи, в тому числі мулові осади очисних споруд на основі єдиної технології.

Це завдання пропонується вирішити в такий спосіб. У способі переробки рідких нафтошламів в гідратоване паливо, який включає: нагрівання рідких нафтошламів та очищення. Після очищення з нагрітої суміші вуглеводнів з водою беруть пробу й визначають процентний вміст у ній води й величину теплоти згоряння вуглеводневої складової цієї суміші, за результатами цих вимірювань розраховують необхідне співвідношення вуглеводневої складової й води в гідратованому паливі, яке повинне бути реалізоване по закінченню процесу переробки нафтошламу, яке забезпечить теплоту згоряння гідратованого палива не нижче заданої (обраної). Причому, якщо вміст води в суміші більше допустимої величини, то необхідно для досягнення заданої теплоти згоряння гідратованого палива зневоднити оброблювану суміш. В установці процес зневоднення проводиться вакуумуванням з подальшою подачею на кавітаційну обробку роторними кавітаторами. Розмір крапель води після першого проходження роторного кавітатора з імовірністю 0,85 не перевищує 25 мкм, а після другого з імовірністю 0,3 не перевищує 10 мкм. Емульсію, що одержують в результаті обробки, подають у ємність-накопичувач, яка має зворотний зв'язок із установкою. Якщо вміст води у вихідній суміші менше, ніж це необхідно, то для досягнення заданої (обраної) теплоти згоряння гідратованого палива одержану емульсію в суміші з муловими осадами стічних водам використовують для одержання гідратованого палива із заданою теплотою згоряння.

Кінцеве значення теплоти згоряння одержуваного гідратованого палива буде не менше заданого, оскільки диспергація та гомогенізація суміші приводить до підвищення коефіцієнта згоряння вуглеводневої складової гідратованого

палива, зменшенню шкідливих викидів в атмосферу при спалюванні. Це пояснюється тим, що паливо розпиляється форсункою з розміром його крапель до 25 мкм. Якщо в краплі палива містяться включення більш дрібних крапельок води з дисперсністю кілька мкм, то при нагріванні в результаті скипання таких крапельок відбувається розривання крапель палива, збільшуючи його дисперсність. В результаті чого збільшуються поверхні контакту палива з повітрям і поліпшується однорідність паливо-повітряної суміші.

Запропонований спосіб переробки нафтошламів і мулових осадів з очисних споруд у гідратоване паливо експериментально перевірений. Результати експериментальних досліджень відображені в табл. 5–7.

У табл. 5 представлені результати експериментів одержання гідратованого палива, коли в якості його компонентів використані нафтошлам та вода.

У табл. 6 представлені результати експериментів одержання гідратованого палива, коли в якості його компонентів використані нафтошлам, вода й стічні води з муловими осадами очисних споруд (надалі по тексту - стоки).

У табл. 7 представлені результати експериментів одержання гідратованого палива, коли в якості його компонентів використані нафтошлам і стічні води з муловими осадами очисних споруд.

Як правило в складі каналізаційних стоків міститься 70...90 % води й 30...10 % мулового осаду, теплота згоряння якого не перевищує 2000 ккал/кг.

У всіх експериментах використаний нафтошлам з теплотою згоряння його вуглеводневої складової 10200 ккал/кг.

При проведенні експериментів використовувався пальник, розроблений виконавцями НТР (патент України № 96854, опубл. 25.02.2015. Бюл. №4).

Таблиця 5 – Експериментальні характеристики гідратованого палива (вихідні компоненти нафтошлам і вода)

Компоненти	Теплотворна здатність, ккал/кг	Характер горіння в факелі	В'язкість при 20 °С, сст	Дисперсність води мкм	Стабільність, місяців
Нафтошлам, об. - 100%, вода, об. - 0%	10200,0	-	120,0	-	> 12,0
Нафтошлам, об. - 90%, вода, об. - 10%	8505,0	Стабільне горіння	70,0 -75,0	До 1,0	6,0 – 7,0

Нафтошлам, об. - 80%, вода, об. - 20%	6930,0	Стабільне горіння	63,0 – 70,0	До 7,0	5,0 – 6,0
Нафтошлам, об. -70%, вода, об. - 30%	5245,0	Пульсую- че горіння	45,0 – 58,0	До 10,0	4,0 -5,0
Нафтошлам, об. -60%, Вода, об. - 40%	4215,0	Загасаюче горіння	36,0 - 47,0	До 17,0	2,8 – 3,5

Таблиця 6 – Експериментальні характеристики гідратованого палива (вихідні компоненти нафтошлам, вода і стоки)

Компоненти	Теплотворна здатність, ккал/кг	Характер горіння в факелі	В'язкість при 20°C, сст	Дисперс- ність води, мкм	Стабіль- ність, місяць
Нафтошлам, об. - 100%, вода, об. - 0%	10200,0	-	120,0	-	> 12,0
Нафтошлам, об. - 90%, вода, об. - 5 %, стоки, об. – 5 %	8510,0	Стабільне горіння	74,0 -76,0	До 1,0	7,5 – 8,5
Нафтошлам, об. - 80%, вода, об. - 5 %, стоки, об. – 15 %	6930,0	Стабільне горіння	68,0 – 73,0	До 7,0	6,8 – 7,0
Нафтошлам, об. -70%, вода, об. - 5 %, стоки, об. – 25 %	5245,0	Пульсуюче горіння	55,0 – 60,0	До 10,0	4,0 - 5,0
Нафтошлам, об. -60%, вода, об. - 5 %, стоки, об – 35 %	4215,0	Загасаюче горіння	46,0 – 51,0	До 15,0	2,8 – 3,5

Таблиця 7 – Експериментальні характеристики гідратованого палива (вихідні компоненти нафтошлам і стоки)

Компоненти, об. %	Теплотворна здатність, ккал/кг	Характер горіння в факелі	В'язкість при 20 °С, сст	Дисперс- ність води мкм	Стабіль- ність, місяць
Нафтошлам, об. - 100%,	10200,0	-	120,0	-	> 12,0
Нафтошлам, об. - 90%, стоки, об – 10 %	8520,0	Стабільне горіння	75,0 -77,0	До 1,0	8,5 – 9,0
Нафтошлам, об. – прийнятним 80%, стоки, об – 20 %	6970,0	Стабільне горіння	67,0 – 73,0	До 3,0	8,0 – 8,5
Нафтошлам, об. - 70%, стоки, об. – 30 %	5266,0	Пульсуюче горіння	60,0 – 64,0	До 6,0	8,0 -8,-1
Нафтошлам, об. - 60%, стоки, об – 40 %	4282,0	Загасаюче горіння	58,0 – 61,0	До 8,0	7,8 – 8,0

З табл. 5 – 7 видно, як впливають на теплоту згоряння гідратованого палива, характер горіння факела, в'язкість і стабільність співвідношення вихідних компонентів:

- кількість води, що міститься в нафтошлямі;
- кількість води, що міститься в нафтошлямі та стоках;
- кількість нафтошлямів та стоків.

Збільшення вмісту води в нафтошлямі від 0 до 40 % веде до зменшення теплоти згоряння гідратованого палива до 4215 ккал/кг, зміні характеру горіння факела й зниженню стабільності палива (табл. 5).

Заміщення води стоками в складі вихідних компонентів (табл.6) приводить до невеликого підвищення теплоти згоряння, в'язкості й стабільності палива в порівнянні з даними табл 5. Це обумовлене наявністю в складі стоків часток гідрофільного осаду органічних сполук, що сприяють як збільшенню теплоти згоряння водоемульсійного палива, так і підвищенню його стабільності, оскільки вони перешкоджають коагуляції дрібних крапель води.

Повне заміщення води стоками в складі вихідних компонентів (табл.7) приводить до помітного, у порівнянні з табл.5, підвищенню теплоти згоряння, в'язкості й стабільності гідратованого палива, більш сталому характеру його горіння.

Таким чином, характерними рисами запропонованого способу є:

- можливість одержувати гідратоване паливо з теплотою згоряння не нижче заданої при одночасному забезпеченні його високої стабільності;
- можливість переробляти рідкі нафтошлями й одночасно утилізувати мулові осади очисних споруд із одержанням гідратованого палива.

Ці можливості забезпечуються:

- контролем вмісту води в суміші й теплоти згоряння її вуглеводневої складової після операції очищення;
- зневоднюванням нагрітої суміші в процесі обробки;
- контролем вмісту води в суміші в процесі обробки.

На розроблений спосіб одержання альтернативного палива з використанням рідких нафтошлямів 06.05.2019 подано заявку на винахід

№ а 2019 04815 «Спосіб переробки рідких нафтошламів у гідратоване палива»
(див. Додаток В).

2.3 Рекомендації щодо використання нафтошламу для одержання альтернативного палива

Результати експериментальних досліджень підтвердили можливість використання рідких відходів нафтопереробки в суміші з муловим осадом каналізаційних вод.

Як видно з табл. 7, прийнятним співвідношення вхідної сировинної суміші є нафтошлам 80% і 20% мулового осаду каналізаційних стоків. Теплотворна здатність такого палива 6970,0 Ккал/кг.

3. ТЕСТУВАННЯ ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ УСТАНОВКИ

Зібрана дослідна установка (див. рис. 1) в своєму складі містить вузли, які мають різне функціональне призначення, для її роботи потрібно, щоб вони відповідали запланованим технічним характеристикам. Для перевірки відповідності характеристик розрахунковим та злагодження функціонування різних вузлів в одному технологічному процесі проведено тестування цих вузлів. Найбільш важливі вузли містять енергоємні електродвигуни. Це, насамперед, роторні кавітаційні апарати, гвинтові насоси й вакуумний насос.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд дослідної установки

Головною особливістю роботи насосів і роторних кавітаційних апаратів, що входять до складу дослідної установки, є необхідність їх функціонування

при змінах режимів їх роботи, викликаних зміною в'язкості оброблюваної рідини в наслідок її нагрівання. Із-за чого навантаження на електромотори пристроїв не рівномірне. Залежність в'язкості від температури приведена на рис. 1 для АБП і, для порівняння, деяких мазутів (Ф5, Ф12, М40 і М100) в градусах ВУ¹ від температури.

Як видно із номограми на рис 2, в'язкість вуглеводневих компонент АБП при зміні температури від 20°C до 100°C міняється в межах від 1,3 до 500 ВУ.

При завантаженні сировинної суміші її температура біля 20°C, а в'язкість, що визначає навантаження на електроприводи, біля 10°ВУ. При проходженні суміші через роторні кавітатори її температура поступово підвищується до 100°C. В'язкість при цьому зменшується до 1,2-1,3°ВУ.

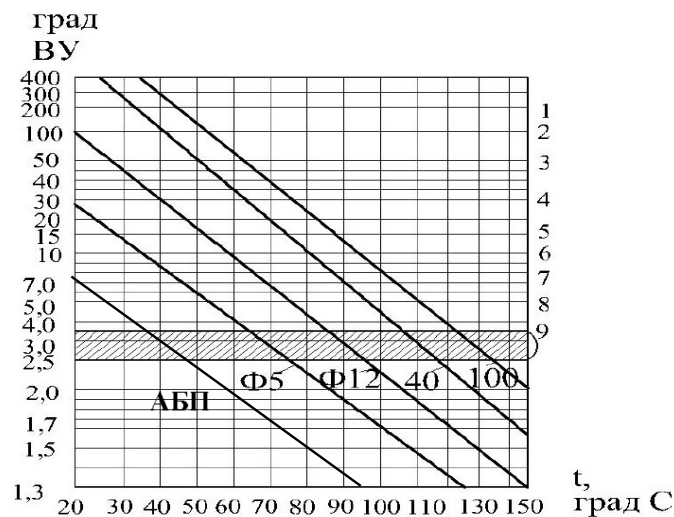


Рисунок 2 – Номограма залежності в'язкості АБП і мазутів Ф5, Ф12, М40 і М100 від температури

Очевидно, що навантаження на насоси й роторний кавітатор зменшується. Для оптимізації роботи електроприводів, циркуляційних гвинтових насосів і роторних кавітаторів використані перетворювачі частоти. Вони вирішують дві основні задачі: управління моментом і швидкістю обертання електродвигунів.

¹ Градус ВУ (Градус Енглера) — позасистемна одиниця умовної в'язкості (ВУ) рідини.

3.1 Технічні характеристики вузлів, що тестувалися

3.1.1 Роторні кавітатори

Встановлена потужність, кВт 18,5

Швидкість обертання статора, об/хв.... 3000

Гранична температура рідини, °C 110

3.1.2 Гвинтові циркуляційні насоси

Горизонтальні одногвинтові насоси SOLTEC®BN031S01FY
виробництва ТОВ «Soltec Новомосковський механічний завод»

(Дніпропетровської обл.) з параметрами:

Встановлена потужність, кВт 1,5

Обертів, об/хв 870

Тиск на виході, бар..... до 6 бар

Продуктивність, м³/год..... до 2,5

3.1.3 Вакуумний насос

Параметри вакуумного насосу:

Водокільцевий вакуумний насос GMVP 200/065 з параметрами:

Встановлена потужність, кВт 3

Частота обертання, об/хв..... 1450

Продуктивність по всмоктуванні, м³/год..... до 80

Робоча рідина..... вода

3.1.4 Частотні перетворювачі

В складі дослідної установки використовуються такі частотні перетворювачі:

1) Altivar ATV21HD22N4 призначений для живлення та управління роботою роторних кавітаторів – 2 шт;

2) Invertek OPTIDRIVE ODE-2-24400-3K042 призначений для живлення та управління роботою гвинтових насосів – 3 шт;

3) Unidrive M200/201 призначений для живлення та управління роботою вакуумного насоса – 1 шт

Основні параметри частотного перетворювача Altivar ATV21HD22N4:

Найменування		Характеристика
1		2
Основні функції управління	Система управління	Широтно-імпульсна модуляція синусоїдального струму
	Номінальне вихідна напруга	Регулюється в межах від 50 до 600 В (не вище, ніж вхідна напруга)
	Діапазон вихідної частоти	Від 0,5 до 200 Гц, настройка за замовчуванням: від 0,5 до 80 Гц, максимальна частота: 30 - 200 Гц
	Закони управління	Закон V / F , змінний момент, управління з автоматичним форсуванням моменту, векторне управління, закон енергозбереження, управління двигуном з постійним магнітом. Автопідстроювання. Базова частота (25 - 200 Гц) і форсування моменту (0 - 30%), що встановлюються для налаштувань 1 або 2, настройка частоти пуску (0,5-10 Гц)
	Нижні і верхні межі частоти	Верхня межа частоти: 0 - максимальна частота. Нижня межа частоти: 0 - верхня межа частоти.
	Несуча частота ШІМ	Налаштовується в діапазоні від 6,0 до 16,0 кГц (за замовчуванням: 8 або 12 кГц)
	ПІД-регулятор	Налаштування пропорційного коефіцієнта, інтегрального коефіцієнта, диференціального коефіцієнта і часу затримки. Перевірка відповідності рівня обробки та рівня зворотного зв'язку.
Робочі характеристики	Час розгону/гальмування	Можливість вибору між варіантами часу розгону / гальмування 1 і 2 (від 0 до 3200 с). Автоматична функція розгону / гальмування. S-образні характеристики розгону / гальмування 1 і 2 і настроюється S-образна характеристика. Примусове прискорене гальмування і динамічне прискорене гальмування.
	Динамічне гальмування	Вихідна частота гальмування: від 0 до максимальної частоти, інтенсивність гальмування: від 0 до 100%, час гальмування: від 0 до 20 с. Аварійне динамічне гальмування.
	Повторний пуск	Можливість автоматичного повторного пуску після перевірки основних елементів первинної ланцюга, якщо активізована захисна функція. До 10 спроб повторного пуску (налаштовується за допомогою параметра.
	Автоматичний повторний пуск	У разі короткочасного перерви електропостачання перетворювач зчитує швидкість обертового по інерції двигуна і видає відповідну цій швидкості частоту для плавного перезапуску двигуна. Ця функція також може використовуватися при перемиканні на харчування від мережі загального користування.

Основні параметри частотного перетворювача Invertek OPTIDRIVE ODE-2-24400-3K042

Найменування	Характеристика
Потужність	4.0 кВт
Число фаз/напруга на вході	3-ф/380 (трьох фазний 380в) В
Число фаз/напруга на виході	3-ф/380 В
Mmax (1 min) %	150
Струм номінальний	9.50 А
Струм протягом 1 хвилини	14.2 А
Максимальна вихідна частота	500 Гц
Модуль гальмування	+
Вбудований регулятор	ПІ
Режими управління:	скалярний; лінійний U/f
Інтерфейс	RS-485/Modbus

Основні параметри частотного перетворювача Unidrive M200:

Параметр	За замовчуванням (*=>)	
	OL	RFC-A
Величина прискорення	5,0 сек	
Величина уповільнення	10,0 сек	
Номинальний струм двигуна	Номинальний макс А	
Номинальна швидкість двигуна	50 Гц за замовчуванням: 1500 об/хв	50 Гц за замовчуванням: 1450 об/хв
Номинальний коефіцієнт потужності двигуна	0,85	
Максимальна частота ШІМ	3 (3) кГц	
Номинальна частота двигуна	50 Гц	
Режим управління	Ur.I (4)	

3.1.5 Тестування частотних перетворювачів дослідної установки

Налаштування частотних перетворювачів Altivar ATV21HD22N4:

- частота, Гц – 0...55;
- навантаження 100%, кВт – 18,5 (роторний кавітатор);
- робота під навантаженням –10%, 50%,100%;
- час розгону – до 30 сек.
- час гальмування – 30 сек

При тестуванні з навантаженням на рівні 100% з використанням лічильника електричної енергії, вольтметра та амперметра контролювалась робота частотного перетворювача та витрати електричної енергії в режимах пуску, штатної роботи роторного кавітатора та його зупинки.

Робота частотних перетворювачів повністю відповідає заявленим виробником технічним характеристикам та встановленим налаштуванням.

Налаштування частотних перетворювачі Invertek OPTIDRIVE ODE-2-24400-3K042:

- частота, Гц – 0...55;
- навантаження, кВт – 1,5 (гвинтовий насос);
- робота під навантаженням –10%, 50%,100%;
- час розгону – до 30 сек.
- час гальмування – 30 сек.

Налаштування частотного перетворювача Unidrive M200:

- частота, Гц – 0...55;
- навантаження, кВт – 3,0 (вакуумний насос);

- робота під навантаженням – 100%;
- час розгону – до 2 хв.
- час гальмування – 30 сек.

3.2 Тестування гвинтових насосів

Тестування гвинтових насосів проводилось при заповненні гідравлічної системи дослідної установки водопровідною водою. За показниками тепловодолічильника «Ергоміра-125» 5 визначено продуктивність гвинтових циркуляційних насосів. За показаннями датчика тиску на виході насосів визначався тиск на виході.

Середні показники вимірювань для циркуляційних насосів:

- продуктивність – 2,1 м³/год;
- тиск на виході – 4,3 бар.

Тестування показало, що параметри, визначені при тестових випробуваннях, відповідають технічним параметрам, заявленими виробниками.

3.3 Тестування вакуумного насоса

Тестування водокільцевого вакуумного насосу GMVP 200/065 проводилось при 100% навантаженні. За усередненими даними продуктивність насоса по всмоктуванню біля 73 м³/год, що відповідає характеристикам, заявленими виробниками.

3.4 Тестування роторних кавітаторів

3.4.1 Вимірювання інтенсивності кавітації

Мета: Визначення інтенсивності кавітації за рівнем звукового тиску акустичного випромінювання.

Рівень акустичного випромінювання використовується для непрямого контролю рівня кавітації. Відомо [2], що в роторних кавітаторах акустичні коливання в робочій камері генеруються під дією двох факторів: гідравлічні удари, що виникають при перекритті каналів в результаті обертання ротору та схлопування кавітаційних бульбашок. Спектр цих коливань різний. В [3] показано, що спектр при відсутності кавітації представляє собою вузьку смугу на частоті основної гармоніки, яка визначається частотою перекриття отворів ротора і статора кавітатора. При збільшенні швидкості обертання ротора

лінійний спектр «розмивається» широкосмуговими коливаннями, які виникають при схлопуванні кавітаційних бульбашок. При цьому зі зростанням рівня кавітації розширюється спектр і зростає звуковий тиск.

В [4, 5] показано, що поява кавітації призводить до збільшення рівня акустичного шуму на 12–19 дБ, що дає можливість для якісного аналізу рівня кавітації використовувати вимірювання поточного рівня звукового тиску.

Використовувана апаратура: цифровий вимірювач рівня звукового тиску ADD358.

Характеристики цифрового вимірювача ADD358

Частотний діапазон реєстрації акустичних коливань, Гц: 31.5 - 8.5 000;

Діапазон вимірюваного звукового тиску, дБ: 40-130;

Точність вимірювань, дБ: ± 1.5 ;

Роздільна здатність вимірювання, дБ: 0.1;

Інтервал виміру, мс: 50

Датчик вимірювача: 12 мм (1/2") конденсаторний мікрофон.

Дані експериментальних вимірювань рівня акустичного шуму при частоті обертання ротору 600 – 2950 об/хв при завантаженні гідравлічної системи установки водопровідною водою містяться в табл. 8.

Таблиця 8 – Результати вимірювання звукового тиску

Частота обертання ротора, об/хв	600	1600	2200	2950
Рівень звукового тиску, дБ	4,2	7,2	47,1	146,7

При відсутності кавітації шум незначний. При збільшенні частоти обертання різниця в рівні звукового тиску 79,6 дБ свідчить про наявність в робочій зоні розвинутої кавітації.

3.4.2 Експериментальне дослідження процесу випарювання води установкою при роботі одного роторного кавітатора

Мета експериментального дослідження: експериментальне визначення продуктивності установки при роботі одного роторного кавітатора з випарювання води з оброблюваної суміші.

Технологія одержання альтернативного біопалива передбачає випарювання надлишкової води з робочої суміші для одержання альтернативного біопалива заданою якістю. Результати експериментальних досліджень будуть використані для визначення необхідного часу обробки робочої суміші такого біопалива при управлінні роботою установки в автоматизованому режимі.

Контрольно-вимірвальні прилади:

- електролічильник – вимірювання спожитої електроенергії;
- термодатчики тепловодолічильника та датчика, встановленого в камері дегазації.

Умови проведення експерименту. Експериментальне дослідження проводилось процесу випарювання води проводилось на дослідному стенді, опис якого приведений в звіті першого етапу [2]. Роторний кавітатор працює з частотою обертів ротора 2950 об/хв в режимі розвинутої кавітації. Температура рідини в гідравлічній системі установки підтримувалася на рівні біля 100°C. Водяний пар з камери дегазації вакуумним насосом подавався в теплообмінник де при охолодженні конденсувався. За масою одержаного конденсату m визначалася продуктивність установки з випарювання води.

Результати експериментальних вимірювань відображені в табл. 9.

Таблиця 9 – Визначення витрат електроенергії необхідної для випарювання 1 кг води

Параметри процесу	№№ вимірювань	
	1	2
E_n , кВт·год	673,2	675,9
E_k , кВт·год	675,5	678,1
Δt , хв:с	8:55	8:47
m , кг	2	2
ΔE , кВт·год	2,3	2,2

Де E_n – показання електролічильника на початку вимірювання, E_k показання електролічильника при закінченні вимірювання, Δt – час обробки, m – маса водяного конденсату, ΔE – затрати електроенергії ($\Delta E = E_k - E_n$).

З табл. 9 по формулі $E_v = \Delta E/m$ для кожного випробування визначаємо величину електричної енергії затраченої на одержання 1 кг водяного пара. Для обох випробувань затрачена енергія $E_v = 1,1$ кВт·год.

Оцінимо частку електричної енергії, що витрачається установкою на пароутворення. Питома теплота пароутворення води при нормальному атмосферному тиску $S_p = 2256$ кДж/кг, тобто витрати енергії E_t на випаровування 1 кг води становлять $E_t = 2256$ кДж = 0,63 кВт·год.

Таким чином частка енергії, що витрачається установкою на пароутворення, становить $\eta = E_t / E_v = 0,63$ кВт·год / 1,1 кВт·год $\approx 0,57$, тобто на випаровування надлишкової води витрачається до 57% енергії. Такі затрати енергії накладають умови до вологості вихідної сировини – біогенних відходів. Збільшення вмісту води у вихідній сировині призводить до різкого збільшення енергозатрат на її виведення в ході обробки.

4 МОНТАЖ ДОСЛІДНОЇ УСТАНОВКИ

Згідно відомості покупних виробів, що входять в склад дослідної установки згідно конструкторської документації, для комплектації установки закуплені: ДН 2L1 Гвинтовий насос, який зображено на рис. 3, водокільцевий вакуумний насос GMVP 200/065 (див. рис. 4), шестерний насос НМШ 5-25-4,0/4 на рамі з електродвигуном АИР80В4 1,5кВт/1500 об./хв. (див. рис. 5), шафа електроживлення та управління (див. рис. 6) та управління Рівнемір Vegaflex FX81 в комплекті (див. рис. 7) та електричні двигуни 5А160М2У3 18,5 кВт (див. рис. 8).



Рисунок 3 – ДН 2L1 Гвинтовий насос



Рисунок 4 – Водокільцевий вакуумний насос GMVP 200/065



Рисунок 5 – Шестерний насос НМШ 5-25-4,0/4 на рамі з електродвигуном АІР80В4 1,5кВт/1500 об./хв.



Рисунок 6 – Шафа електроживлення та управління

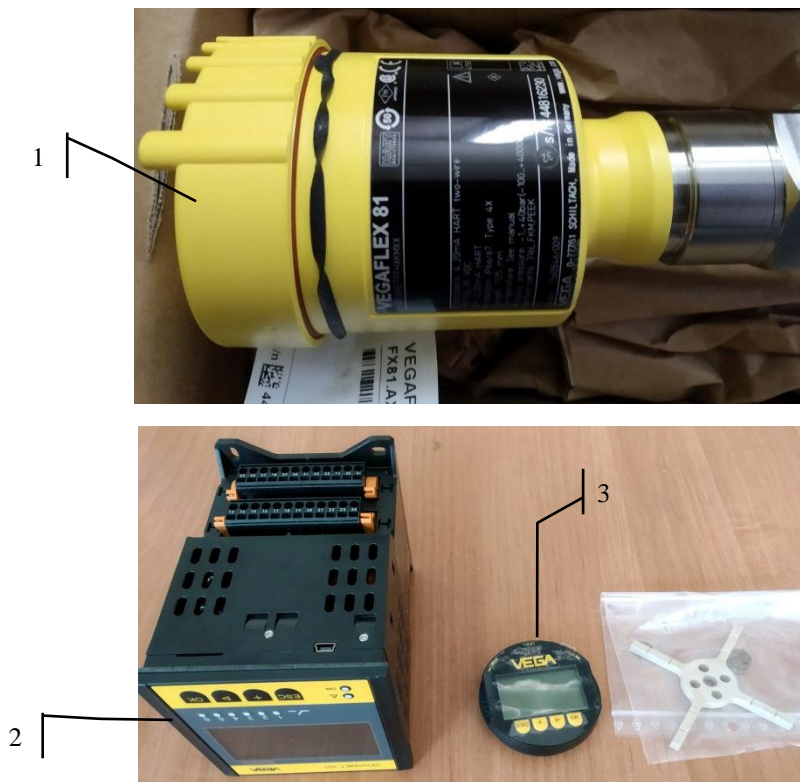


Рисунок 76 – Рівнемір Vegaflex FX81 в комплекті:
 1 – датчик рівня рефлексний VEGAFLEX 81
 2 – пристрій формування сигналу VEGAMET 391;
 3 – модуль індикації та налаштування з'ємний PLICSCOM



Рисунок 7 – Електричні двигуни 5A160M2U3 18,5 кВт
 в складі роторних кавітаторів

У відповідності до конструкторської документації, як показано на рис. 8, монтажна рама дослідної установки та камера змішувача встановлені на віброопори.



Рисунок 8

- 1 – камера змішувача;
- 2 – віброопори;
- 3 – гвинтовий насос ДН 2L1.

Як показано на рис 9, на монтажну раму встановлені камера дегазації, ємність для конденсату, гвинтові циркуляційні насоси, теплообмінник, вакуумний насос.



Рисунок 9

Змонтована система подачі вихідної сировини на переробку (див. рис. 8), камера змішувача первинної обробки сировини приєднана до гвинтового насосу ДН 2L1 й рукавом високого тиску з'єднана з камерою дегазації.

На установку встановлені в камеру дегазації датчики: тиску, температури, рівня рідини в камері дегазації Vegaflex FX81, а також пристрій збудження магнітних та акустичних хвиль для резонансної обробки (ПРО) робочої суміші в установці.

Апаратурна шафа з системою живлення та управління силовими елементами установки й системою автоматизованого контролю та управління установкою змонтована й встановлена в установці. Загальний вигляд установки в зборі зображено на рис. 1.

Основні вузли дослідної установки протестовані. Тестування підтвердило працездатність встановленого устаткування.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Утилизация нефтешламов резервуарного типа/ В.С. Владимиров, Д.С. Корсун, И.А. Карпухин и др. Режим доступа – http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=2882
2. Розроблення конструкторської документації на дослідну установку з виробництва біопалива при утилізації біогенних відходів (проміжний): звіт про НТР/ Харківський національний університет радіоелектроніки; наук.керівн. О.І. Дохов; викон.: О.І. Толстих, І.І. Зима, Г.М. Валевахін та ін. – Харків, 2018 – 142 с. – Інв. № 0118U002240.
3. Розроблення енергоефективних технологій використання електромагнітної енергії для одержання альтернативних видів палива та їх експериментальне підтвердження: звіт про НТР/ Харківський національний університет радіоелектроніки; наук.керівн. І.І. Зима; викон.: В.Й. Стрільченко, О.І. Толстих, Г.М. Валевахін та ін. – Харків, 2017 – 163 с. Інв. № 0116U002542.
4. Иткина Д. М. Исполнительные устройства систем управления в химической и нефтехимической промышленности / Д. М. Иткина. - Москва: Химия, 1984. 232 с.
5. Любимый Ю.Н. Методика определения интенсивности кавитационных процессов по характеристикам шума / Нові матеріали і технології в металургії та машинобудування. 2012. № 1. С. 115–120.

Додаток А

Результати випробувань АБП зі спиртової барди.

Результати випробувань спиртової барди

Випробувальна лабораторія «Універсалнафтохім» ТОВ «ВТІІ»

61002, м. Харків, вул. Іванова, 32-Б

Атестат атестації № 2Т 495

від 29 серпня 2013 р.

м. Харків

10 травня 2019 р.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ № 585

Образец № 1 альтернативного биотоплива АБТ

(состав: отработанное автомобильное масло - 66%, спиртовая барда - 33%)

Заказчик: ХНУРЕ

Таблица 1

№ п/п	Наименование показателя	Фактически полученные результаты испытаний	НТД на методы испытаний
1	Плотность при 20 °С, г/см ³	0,932	ГОСТ 3900
2	Массовая доля воды, %	32,3	ГОСТ 2477
3	Массовая доля золы (на сухую массу), %	0,998	ГОСТ 1462
4	Вязкость при 80 °С, град ВУ	7,13	ГОСТ 6258
5	Массовая доля механических примесей, %	0,914	ГОСТ 6370
6	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отс.	ГОСТ 6307
7	рН водной вытяжки	8,3	ГОСТ 6307
8	Массовая доля серы, %	0,31	ГОСТ 6263
9	Коксуемость, %	1,78	ГОСТ 19932
10	Температура вспышки в открытом тигле, °С	215	ГОСТ 4333
11	Температура застывания, °С	- 4	ГОСТ 20287
12	Теплота сгорания, кДж/кг: - низшая, в пересчете на сухое топливо (Q ^d) - рабочая (Q ^s)	41120 27840	ГОСТ 21261
13	Массовая доля водорода (H ^d) сухое топлива, %	8,35	-

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ № 586

Образец № 2 альтернативного биотоплива АБТ

(состав: спиртовая барда – сухой остаток)

№ п/п	Наименование показателя	Фактически полученные результаты испытаний	НТД на методы испытаний
12	Теплота сгорания, кДж/кг: - низшая, в пересчете на сухое топливо (Q ^d) - рабочая (Q ^s)	20550 20550	ГОСТ 21261
13	Массовая доля водорода (H ^d) сухое топлива, %	6,0	-

Керівник ВЛ П.В.Карножицький



Додаток Б

Акт про виготовлення та монтаж зразка дослідної установки і
тестування окремих вузлів установки

АКТ

про виготовлення та монтаж зразка дослідної установки
і тестування окремих вузлів установки

На виконання положень Технічного завдання та Календарного плану до науково-технічної роботи «Розроблення конструкторської документації на дослідну установку з виробництва біопалива при утилізації біогенних відходів» за Договором № ДЗ/40-2018 від 05.10.2018 між Міністерством освіти і науки України та Харківським національним університетом радіоелектроніки (ХНУРЕ) комісія в складі голови: завідуючого проблемною науково-дослідною лабораторією НДЧ ХНУРЕ, наукового керівника НТР О.І. Дохова та членів комісії: старшого наукового співробітника О.І. Толстих, старшого наукового співробітника Е.Р. Галеева та молодшого наукового співробітника М.Г. Писаренка встановила:

1. У відповідності до конструкторської документації, а саме складального креслення та специфікацій виконана така робота в ході виготовлення та монтажу дослідної установки:

- рама встановлена на віброопори з контролем горизонтального рівня;
- емність камери змішувача встановлена на віброопори;
- на раму встановлені та закріплені гвинтами: камера дегазації, емність для конденсату, гвинтові циркуляційні насоси, теплообмінник, вакуумний насос, шестерний насос, роторні кавітатори;
- змонтовані кабельні лотки для прокладки кабельних трас;
- між вузлами установки, згідно схеми принципової гідравлічної, змонтовані рукава високого тиску;
- змонтована система подачі вихідної сировини на кавітаційну обробку (камера змішувача первинної обробки сировини приєднана до гвинтового насосу DN 2L1 й рукавом високого тиску з'єднана з камерою дегазації);
- встановлені в камеру дегазації датчики: тиску, температури, рівня рідини Vegaflex FX81;
- змонтований пристрій збудження магнітних хвиль;
- встановлена шафа з системою живлення та управління силовими елементами установки й системою автоматизованого контролю та управління установкою;

- прокладені силові кабелі живлення;
- сигнальні кабелі контролю та управління;
- виконано заземлення монтажною рами, силових вузлів установки згідно вимог техніки безпеки та «Правил улаштування електроустановок»;


2. Проведене налаштування частотних перетворювачів.


3. Проведене тестування окремих вузлів дослідної установки: роторних кавітаторів, гвинтових насосів, вакуумного насосу та шестерного насосу.

Тестування показало, що при встановленому налаштуванні частотних перетворювачів, робочі параметри протестованих вузлів відповідають заявленим характеристикам виробника.

Голова комісії  науковий керівник О.І. Дохов

Члени комісії  старш.наук.співр. О.І. Толстих

 старш.наук.співр. Е.Р. Галєєв

 мол.наук.співр. М.Г. Писаренко

Додаток В

Розписка про одержання заявки на винахід від 08.05.2019

2/19



Державне підприємство "Український інститут інтелектуальної власності"
(УКРПАТЕНТ)

(01601, м. Київ-42, вул. Глазунова, 1)

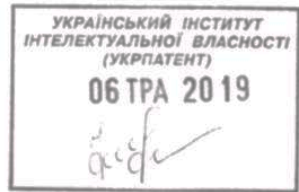
08.05.2019 № 10586/3A/19

Розписка про одержання заявки на винахід
Вх.№70068 Дата одержання 06.05.2019 15:56:05

Номер заявки **а 2019 04815** (в подальшому обов'язково посилається на цей номер)
Заявник ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ
Назва винаходу СПОСІБ ПЕРЕРОБКИ РІДКИХ НАФТОШЛАМІВ У ГІДРАТОВАНЕ ПАЛИВО
Адреса для листування ХНУРЕ, НДВ, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166

Подані матеріали

19/3A/Вх№24007 Заява про видачу патенту на винахід (КМ)
19/3A/Вх№24011 Формула винаходу (КМ) (арк. - 2, прим. - 3).
19/3A/Вх№24010 Опис винаходу (КМ) (арк. - 12, прим. - 3).
19/3A/Вх№24013 Реферат (арк. - 2, прим. - 3).
19/3A/Вх№24012 Креслення (арк. - 1, прим. - 3).
19/3A/Вх№24008 Документ, що підтверджує неприбутковість особи (арк. - 1, прим. - 1).
19/3A/Вх№24009 Лист



Прийняв(ла) Якименко М.Г.

