

## ЗАЛИШОК ПІСЛЯ ЕКСТРАКЦІЇ ГУМІНОВИХ РЕЧОВИН З ТОРФУ ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БІОПАЛИВА

Снежкін Ю.Ф., д-р техн. наук, професор, Корінчук Д.М., канд. техн. наук, ст. наук. співр.  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

*Стаття присвячена обґрунтуванню технології комплексної переробки торфу. Представлені результати дослідження енергетичних та структурно механічних властивосте твердого залишку торфу після екстракції гумінових речовин.*

*The article is devoted to substantiation of technology of complex processing of peat. The results of the study energy and structural and mechanical properties of solid residue after extraction of peat humi csubstances are presented.*

*Ключові слова: композиційне біопаливо, торф, гумінові речовини, теплота згоряння, пресування.*

За обсягами видобутку торфу серед країн СНД Україна займає третє місце, а у виробництві торф'яних брикетів – друге. 95 % торфів в Україні відносяться до низинного типу. Існуючі торфобрикетні заводи орієнтовані виключно на переробку торфу на паливо. Але саме низинний торф може виступати сировиною для отримання гумінових добрив. В той же час основними експортерами гумінових добрив виступають Росія та Китай, а видобутий в Україні торф спалюється в топках.

Препарати з торфу останнім часом знаходять широке використання у тваринництві та ветеринарній медицині [1, 2], оскільки проявляють високу біологічну активність, є екологічно чистими, сприяють підвищенню продуктивності тварин і птиці та поліпшенню якості продукції. Потреба аграрного сектору в постійному відновленні гумусового шару та продукування тваринницької сировини для внутрішнього споживача робить найактуальнішим для сьогоднішнього напрямку виробництва з торфу гумінових добрив та стимуляторів росту рослин та тварин. В умовах загальної кризи в країні існує складність створення великих самостійних виробництв, тому розглядається можливість створення комплексної технології переробки торфу на базі торфобрикетного виробництва

**Метою** науково-дослідної роботи є обґрунтувати фізичні процеси та раціональні режими комплексної переробки торфу на паливо на основі дослідження властивостей торф'яного залишку після екстракції гумінових речовин, як сировини для виготовлення паливних брикетів та гранул.

Технологія отримання гуматів з торфу включає стадії сушіння та дроблення фрезерного торфу, екстракції, центрифугування з відділенням від розчину торф'яного залишку та упарювання екстракту [3].

В якості екстракційного обладнання використовується якавітаційний екстрактор [4]. Кавітаційні екстрактори - поєднують деструктивний вплив на торф та інтенсифікацію масообмінних процесів за рахунок інтенсивних гідродинамічних режимів. Практика використання мобільних екстракційних установок дозволяє прогнозувати можливість залучення цього обладнання до технологічного циклу ТБЗ. Це рішення дозволить:

поєднати в одному апараті процеси подрібнення та масообмінні процеси;  
інтегрувати технологію екстракції в технологічний цикл ТБЗ.

Основні задачі дослідження

дослідити енергетичний потенціал торф'яного залишку як сировини для виготовлення паливних брикетів,

2) відпрацювати режими пресування, які можна впровадити на виробництві торф'яних брикетів.

Дослідження теплоти згоряння залишку після екстракції з фрезерного та висушеного торфу проводилися за допомогою калориметра для вимірювання теплоти згоряння палива моделі КТС-4згідно ІСО 1928-76.

Теплота згоряння залишку після екстракції зменшується пропорційно збільшенню виходу гумінової складової. Загалом як торф так і залишок складається з горючої органічної складової та золи. Тому доцільно для аналізу результатів розрахувати теплоту згоряння беззольного сухого торфу. При середній зольності  $A^c = 15\%$  теплота згоряння беззольної органічної частини торфу становить:

$$Q_{\text{беззол}}^c = 100 * Q_{\text{торф}}^c / (100 - A^c) = 100 * 17,6 / (100 - 15) = 20,7 \text{ МДж/кг,}$$

де  $Q_{\text{торф}}^c$  - теплота згоряння торфу зневодненого торфу,

$$Q_{\text{торф}}^c = 17,6 \text{ МДж/кг.}$$

При екстракції торфу органічна горюча частина зменшується, а зольність залишається в сировині. Частказоли зростає, а теплота згоряння зменшується (рис.1. суцільні криві.)

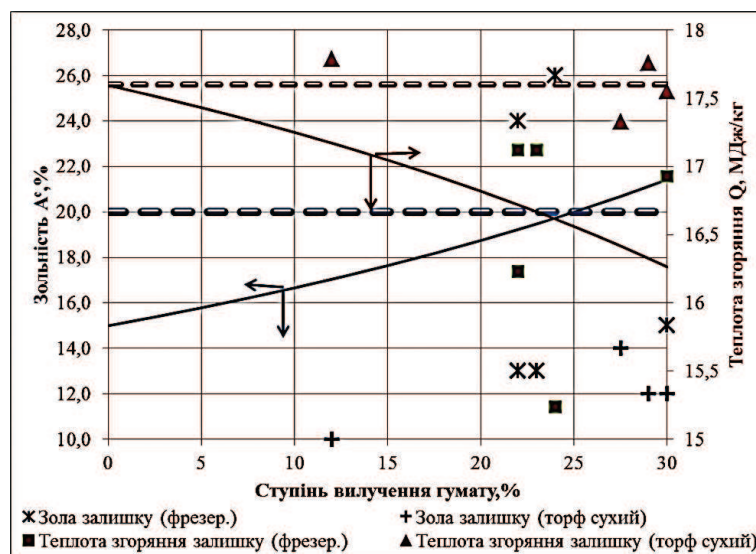


Рис. 1 – Залежність зольності залишку екстракції та теплоти згоряння від ступеню вилучення гумату з торфу

Як видно при ступеню вилучення гумату 25 % середня теплота згоряння може зменшитися до 16,5 МДж/кг, що відповідає зменшенню на 8 %.

Нехарактерні результати спостерігалися при випробуванні залишку екстрагування фрезерного та сухого торфу при концентрації луку 1 % та 3 %. Результати мали нехарактерне підвищення теплоти згоряння. Спостерігалося як підвищення зольності до 30–40 % так і спадання до 8–11%. В той же час теплота згоряння залишку, який відповідає меншій зольності зростала до 18 МДж/кг.

Ми пояснюємо це сегрегацією зольних часток (розподілення частинок по висоті шару за густиною) в процесі інтенсивної гідродинамічної обробки. В результаті руйнування торф'яних часток та агломератів зольні частки вивільнюються тв. Відокремлюються від органічної частини. В наслідок більшої питомої ваги вони осаджуються і їх концентрація збільшується в нижній частині шару вологого залишку, а верхня частина збагачується органічною горючою складовою. Це явище можна використовувати для зменшення зольності та підвищення теплоти згоряння залишку торфу.

Подальші дослідження присвячені відпрацюванні режимів пресування.

Отриманий після екстракції відстоювання та центрифугування залишок торфосировини представляє собою однорідну вологу пульповидну субстанцію темно-коричньового кольору з вмістом води 80–82 %.

При пресуванні виявився досить крихким. Брикетоутворення характеризувалося підвищеним абразивним зносом. Брикети мали низьку щільність та міцність (рис 2). Відповідно було прийнято рішення про використання композицій для виготовлення паливних брикетів.

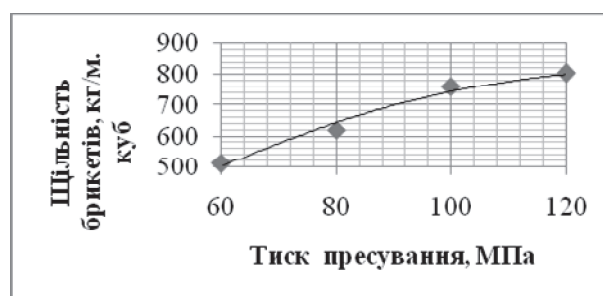


Рис. 2 – Залежність щільності брикетів від тиску пресування

Задачі дослідження щільності та міцності брикету формувалися виходячи з напрямків його подальшого використання.

Можливі наступні напрямки подальшого використання залишку.

1. Повернення на полігон повітряного зневоднення де він проходить цикл польового сушіння та повертається разом з фрезерним торфом на переробку на паливо.

2. Повертається на вхід сушарки де змішується з фрезерним торфом та подається на сушіння.
3. Підмішується до висушеного торфу та гранулюється.

Відповідно можуть виникати композиційні суміші наступного складу:

1. Фрезерний торф + залишок після екстракції при загальній вологості 12-18 % довільного співвідношення.
2. Фрезерний торф + залишок після екстракції з вологістю 80 %, що йде на сушіння та може мати заданий склад суміші, але вологість залишку буде коливатися.
3. Сухий торф + залишок після екстракції з вологістю 80 %, що йде на сушіння та може мати заданий склад суміші, але високу вологість.

Дослідження проводяться для всіх вказаних варіацій і залишку після екстрагування фрезерного та висушеного торфу.

Для першого випадку запропоновано припущення, що максимальне співвідношення в суміші не перевищує 1:1. Процес зневоднення буде розглянуто в наступних розділах. Вологість становить 15%. Результати дослідження щільності брикету при тисках пресування 60 - 120 МПа представлені на рис.3.

Як видно тиск пресування суттєво впливає на щільність брикетів. При контролюванні цього параметру на рівні 100-120 МПа можна отримати міцні брикети в усьому діапазоні коливання складу торфосировини.

При вмісті в суміші до 30% залишку торфу після екстракції щільність брикетів знаходиться в межах нормованої  $\rho \geq 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Спостерігається підвищення щільності при вмісті в суміші 5-15% залишку торфу після екстракції, що часто спостерігається при пресуванні матеріалів, структурно механічні властивості яких відрізняються.

Серія досліджень, що характеризують другий випадок проведено при коливанні вологості залишку після екстракції в межах 5 – 80% та вмісті у суміші до 30%. Результати визначення щільності брикетів представлені на рис. 4 а, б.

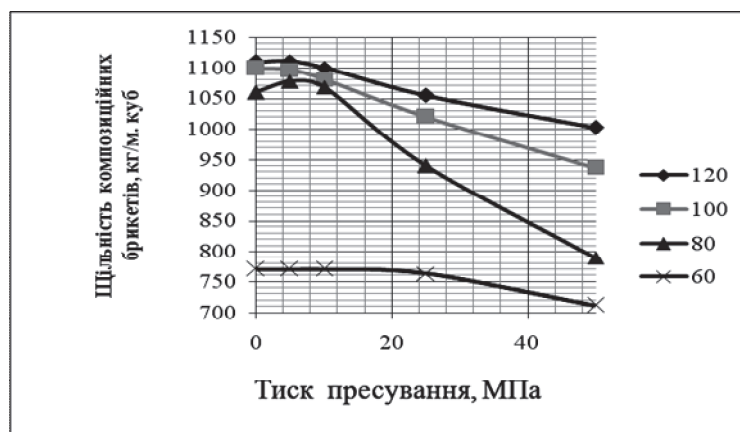


Рис. 3 – Залежність щільності композиційних брикетів від тиску пресування

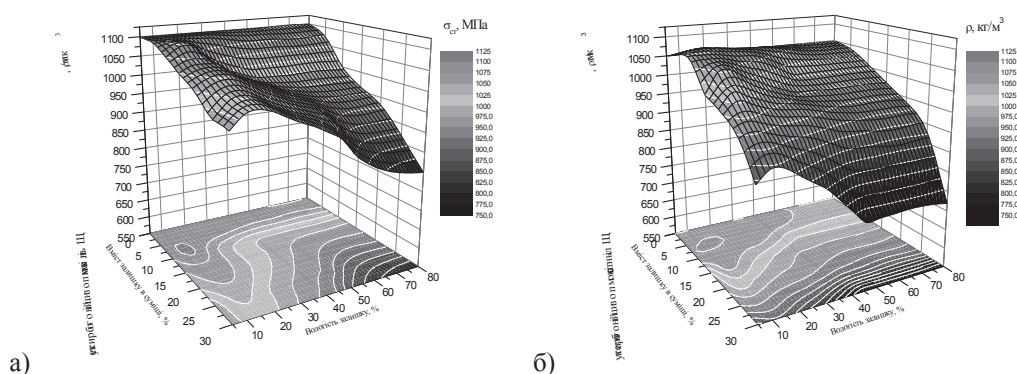


Рис. 4 – Щільність композиційного брикету: а) при вмісті залишку 0-30%, вологості залишку 5-80% тиску пресування 100- 120 МПа, б) при вмісті залишку 0-30%, вологості залишку 5-80% тиску пресування 80 МПа

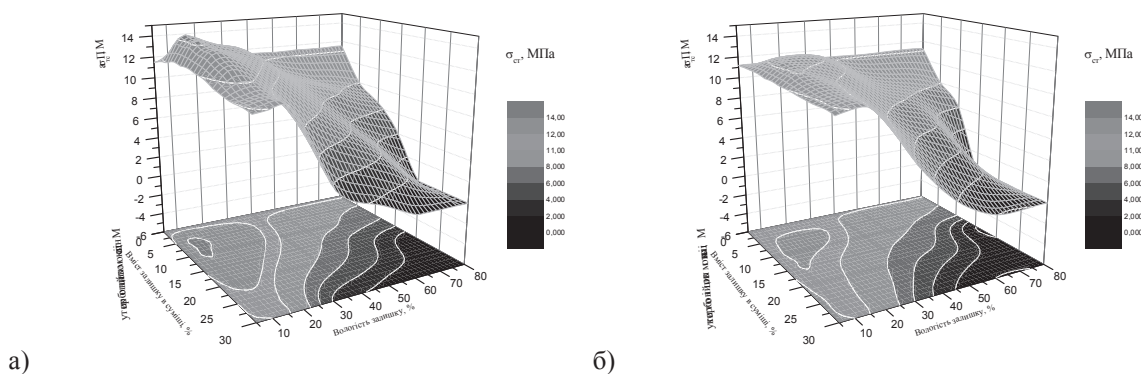
Аналіз результатів визначення щільності композиційних брикетів показав, що в межах тиску пресування 100-120 МПа, можна отримати брикети зі щільністю в межах норми  $\rho \geq 1000$  кг/м<sup>3</sup> у всьому діапазоні коливання вологості залишку якщо його вміст не перевищує 16 % та за умови його рівномірного розподілення в суміші. Найменша чутливість технології до вмісту залишку при вологості в діапазоні 5-30%. За даних умов вміст залишку може досягати 30 %. Слід зазначити що при вмісті залишку в суміші 5-10% з вологістю  $10 \pm 2,5$  % спостерігається максимум щільності 1104 кг/м<sup>3</sup>, що перевищує на 10 % нормоване значення.

Притиску пресування 80-100 МПа можнатакож отримати брикети зі щільністю в межах норми  $\rho \geq 1000$  кг/м<sup>3</sup> у всьому діапазоні коливання вологості залишку якщо його вміст не перевищує 10 % та за умови його рівномірного розподілення в суміші. Найменша чутливість технології до вмісту залишку при вологості в діапазоні 5- 30 %. За даних умов вміст залишку може досягати 22 %. Тиски пресування 80-100 МПа Застосовуються останнім часом в технологічних лініях отримання брикетів продуктивністю до 1 т/год обладнаних ударно-механічними пресами ПБ-75 та їх аналогами.

Слід зазначити що при вмісті залишку в суміші 5-10 % з вологістю  $12 \pm 5$  % спостерігається максимум щільності 1074 кг/м<sup>3</sup>.

Результати досліджень міцності композиційного брикету від вологості та складу композиції.

Результати визначення міцності композиційних брикетів представлені на рис.5 а,б.



**Рис. 5 – Результати визначення міцності композиційних брикетів: а)при вмісті залишку 0–30 %, вологості залишку 5-80 % тиску пресування 100- 120 МПа б) при вмісті залишку 0-30 %, вологості залишку 5-80 % тиску пресування 80 МПа**

Як видно поле існування міцних брикетів співпадає з даними досліджень щільності брикетів. Міцні брикети в діапазоні тисків пресування 80-120 МПа можна отримати при вмісті до 30% залишку в суміші. Вологість залишку повинна бути не більше 20 %. У випадку більшої вологості вміст залишку не повинен перевищувати 8 % і залишок повинен бути рівномірно розподілений у суміші.

Дослідження брикетування торф'яної суміші з наповнювачем з деревини проводилися при наступних параметрах пресування. Тиск пресування знаходився в інтервалі 100-120 МПа, вміст деревинного наповнювача 20-40 %, вологість торф'яної суміші 15 %, вологість наповнювача 15 %, дисперсний склад деревини коливався в межах 0,5-5 мм. Густина всіх зразків знаходилась в межах 1050-1070 кг/м<sup>3</sup> Характер залежності міцності композиційних брикетів від вмісту наповнювача рис.7показав, що міцність брикетів в діапазоні вмісту до 40 % деревини визначається властивостями торфу. При зміні виду рослинного наповнювача вищі ніж у торфу структурно-механічні властивості наповнювача (твердість) виконуватимуть армуючу дію, що веде до підвищення міцності брикету в цілому, що підтверджує попередні дослідження. Згідно попередніх досліджень при вмісті рослинного наповнювача більше 40 % відбуваються зміни структури брикету пов'язані з домінуючою дією пружних деформацій наповнювача. Брикетування при цьому співвідношенні веде до утворення брикетів із нестійкою структурою і значними внутрішніми напруженнями.

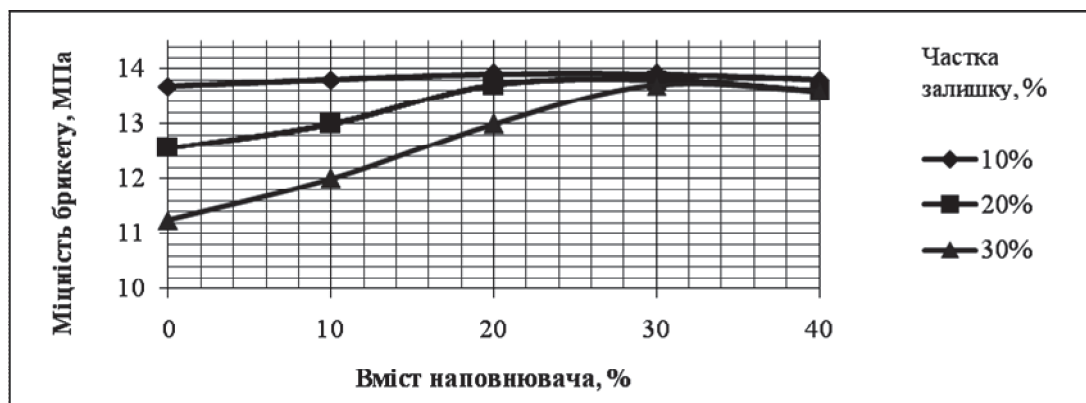


Рис. 6 – Залежність міцності композиційних брикетів на стискання  $\sigma_{ст}$  від вмісту деревинного наповнювача та залишку торфу

#### Висновки.

Твердий торф'яний залишок після екстракції гумінових речовин в загальному випадку має меншу на 8 % теплоту згоряння сухої маси та підвищену зольність. Інтенсивний гідродинамічний режим обробки сировини при екстракції дозволяє відокремити золу частину від органічної, тим самим підвищити енергетичні властивості залишку.

Міцні брикети в діапазоні тисків пресування 80-120 МПа можна отримати при вмісті до 30 % залишку в суміші. Вологість залишку повинна бути не більше 20 %. У випадку більшої вологості вміст залишку не повинен перевищувати 8 % і залишок повинен бути рівномірно розподілений у суміші.

Домішка рослинних наповнювачів позитивно впливає на міцність брикетів. Міцність композиційних брикетів в діапазоні вмісту до 40 % деревини визначається властивостями торфу, що підтверджує попередні дослідження. Вплив пружних деформацій рослинних наповнювачів на розглянутій ділянці не спостерігається, відповідно вплив на технологію виробництва торф'яних брикетів буде незначний. Використання рослинних наповнювачів може бути застосоване для керування міцністими властивостями, зменшення зольності та підвищення теплоти згоряння брикетів до рівня нормованих показників.

#### Література

1. Грибан В. Г.К механізму действия препаратов гумусовой природы на организм животных // Органическое вещество торфа. Тезисы докладов Международного симпозиума. — Минск, 15-19 мая 1995. — С. 120–121.
2. Кравців Р. Й., Коритко О. О. Перспективи застосування торфу у біотехнології та сільському господарстві // Досягнення та перспективи застосування гумінових речовин сільському господарстві. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю від дня народження проф. Л.А. Христової — Дніпропетровськ, 2008. — С. 214–215.
3. Снежкін Ю.Ф., Михайлик В.А., Корінчук Д.М., Петрова Ж.О. Обґрунтування технології переробки торфу на паливо з вилученням гумінової складової // Зб. матеріалів 2-го Міжнародного конгресу "Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування." - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2012. - С. 79-81.
4. Чайка О.І., Гоженко Л.П., Іваницький Г.К., Корінчук Д.М. Інтенсифікація процесу диспергування низинного торфу із застосуванням пульсаційного диспергатора // Промышленная теплотехника. - 2013. - Т. 35, № 5. - С. 22-28.