

## ВІДГУК

Офіційного опонента доктора технічних наук, професора Національного лісотехнічного університету України **Білея Петра Васильовича** на дисертаційну роботу **Госовського Романа Романовича** на тему: **“Закономірності фільтраційного сушіння органічної сировини для виготовлення альтернативного палива”** подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології.

**Актуальність теми дисертаційної роботи.** Дисертація Госовського Р.Р. присвячена переробці та утилізації сільськогосподарських відходів, з одержанням твердого біопалива як цільового продукту.

Відомо, що в умовах енергетичної та економічної кризи для розвитку теплової енергетики України, перспективним є використання альтернативних видів палива, виготовлених з місцевих ресурсів рослинної сировини. У загальному обсязі яких, значну кількість складають грубостеблові сільськогосподарські відходи такі, як стебла соняшника.

Дисертація виконана на кафедрі «Хімічної інженерії» Національного університету «Львівська політехніка», в межах науково-дослідної роботи згідно зареєстрованих тематик: “Дослідження процесів тепломасообміну в системах з твердою фазою” (номер державної реєстрації 0112U007340) та “Гідродинаміка і тепломасообмін в системі тверде тіло - газ, тверде тіло – рідина” (номер державної реєстрації 0117U004122).

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Наведені в дисертації наукові положення, теоретичні висновки та практичні рекомендації викладені в логічній послідовності, є достатніми і належним чином обґрунтованими. Для їх отримання автором розроблені математичні моделі, здійснено фізичне моделювання, розроблені методики досліджень та проведені експериментальні дослідження, проаналізовано достатню кількість (147 найменувань) вітчизняних та іноземних літературних джерел.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Наукова новизна роботи полягає в тому, що дисертант вперше встановив розрахункові залежності для прогнозування гідродинаміки та критеріальні рівняння для визначення коефіцієнтів тепло- та масовіддачі, які дають змогу розрахувати технологічні параметри процесу фільтраційного сушіння подрібнених стебел соняшника. Розроблено математичну модель внутрішньодифузійного масоперенесення під час фільтраційного сушіння подрібнених зовнішніх та внутрішніх тканин стебел соняшника. Дисертантом отримано залежності для розрахунку коефіцієнтів ефективної внутрішньої дифузії вологи з частинок подрібнених зовнішніх та внутрішніх тканин стебел соняшника залежно від температури теплового агенту.

**Повнота викладу основних наукових положень дисертації в опублікованих працях.** Основні результати і положення дисертаційної роботи досить повно викладені у 18 наукових працях, з яких 8 статей у фахових виданнях України, зокрема одна стаття у виданні, яке входить до наукометричних баз даних Scopus та одна стаття у виданні, яке входить до наукометричних баз даних Index Copernicus.

Апробація результатів роботи проводилась на 9 міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях. Отримано один патент України на корисну модель. Рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації відповідають вимогам Атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України. Зміст автореферату відповідає змісту дисертаційної роботи та висвітлює її основні положення.

**Структура та зміст роботи.** Дисертаційна робота **Госовського Р.Р.** є завершеною науковою працею, і складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаної літератури та додатків. Повний обсяг дисертації складає 167 сторінок; 37 малюнків і 16 таблиць; 5 додатків; 147 найменувань використаних джерел літератури на 17 сторінках.

**У вступі** обґрунтована актуальність дисертаційної роботи, вказано її зв'язок з науково-дослідними темами кафедри, сформульовано мету і завдання досліджень, наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, методи

дослідження, особистий внесок здобувача та апробацію результатів дисертаційної роботи.

**У першому розділі** дисертації автором наведено критичний аналіз науково-технічної літератури який показав, що рівень використання вторинних джерел сировини з рослинної біомаси для виробництва теплової енергії у нашій країні є досить низьким.

Встановлено, що в технологічному процесі виробництва твердого біопалива з грубостеблової сировини з підвищеним вологовмістом особливу увагу необхідно приділити зменшенню енергозатрат на стадії сушіння.

Доведено, що фільтраційне сушіння може бути рекомендованим для висушування подрібнених стебел соняшника і значно зменшить енергозатрати технологічного процесу виготовлення твердого біопалива з такого виду сировини.

**Другий розділ** дисертаційної роботи присвячений створенню експериментальної установки для дослідження: гідродинаміки, тепло- та масообміну, кінетики та внутрішньо дифузійних процесів фільтраційного сушіння подрібнених стебел соняшника. Визначено анатомічну будову, хімічні характеристики, основні фізичні характеристики пористої структури шару та розглянуто методики дослідження подрібнених стебел соняшника.

**У третьому розділі** наведено результати дослідження гідродинаміки руху теплового агенту крізь пористу структуру шару подрібнених стебел соняшника. На підставі проведених досліджень, запропонована розрахункова залежність у безрозмірній формі, що дає змогу прогнозувати втрати тиску під час фільтраційного сушіння подрібнених стебел соняшника, яку зручно використовувати на стадії проектування сушильного обладнання за подібних гідродинамічних умов. Визначено коефіцієнт опору стаціонарного шару подрібнених стебел соняшника, що дає змогу застосовувати залежність Дарсі-Вейсбаха для визначення втрат тиску у шарі матеріалу під час профільтрування газового потоку.

**Четвертий розділ** присвячено теоретичним та експериментальним основам виведення критеріальних рівнянь для визначення коефіцієнтів тепло- та масовіддачі, які дають змогу розрахувати технологічні параметри процесу

фільтраційного сушіння подрібнених стебел соняшника. Розроблено математичну модель внутрішньодифузійного масоперенесення під час фільтраційного сушіння подрібнених зовнішніх та внутрішніх тканин стебел соняшника.

За допомогою математичної моделі були виведені залежності для розрахунку коефіцієнтів ефективної внутрішньої дифузії вологи з частинок подрібнених зовнішніх та внутрішніх тканин стебел соняшника за різних температур теплового агенту.

На основі теоретичних та експериментальних досліджень визначені оптимальні параметри: товщини шару; швидкості циркуляції та температури теплового агента, за яких енерговитрати на фільтраційне сушіння подрібнених стебел соняшника є мінімально можливими.

**У п'ятому розділі** визначені основні фізико-механічні характеристики експериментальної партії паливних брикетів, сировиною, для створення яких були висушені подрібнені стебла соняшника фільтраційним методом до кінцевого вологовмісту. Доведено, що така партія відповідає ДСТУ EN 15234-2:2013.

Розроблена принципова схема установки фільтраційного сушіння подрібнених стебел соняшника, яка захищена патентом України №115284 на корисну модель та розроблено методичку її розрахунку. Встановлено, що корисна різниця між затратами на фільтраційне сушіння вологої сировини та калорійністю паливних брикетів становить  $q_{кор.} = 8,84...8,86$  МДж/кг. сух. мат.

**Характеристика змісту та рукопису дисертації.** Дисертаційна робота Госовського Р.Р. за своїм змістом характеризується логічним та послідовним висвітленням комплексу питань, поставлених у завданні дослідження. Оформлення дисертаційної роботи в цілому відповідає вимогам, які пред'являються до текстової документації, текст, рисунки та формули створені за допомогою відповідних пакетних програмних продуктів, виправлення відсутні. Всі позиції списку використаних літературних джерел мають відповідні посилання у тексті рукопису. Запозичення чужих праць без відповідних посилань на ці наукові праці в тексті рукопису не виявлено.

**Важливість отриманих результатів дисертаційної роботи для науки та практики.** Отримані здобувачем результати експериментальних та теоретичних

досліджень процесів гідродинаміки, зовнішнього тепло- та масообміну, а також внутрішнього масообміну мають важливе наукове значення. Отримані результати дають змогу створити фізичну та математичну моделі та на основі їх вирішення знайти розрахункові залежності впливу технологічних параметрів на процес та оптимальні умови його перебігу. Результати дисертаційної роботи Госовського Р.Р. мають також практичне значення, бо вирішують питання розробки установки фільтраційного сушіння рослинної сировини на основі, наведеної здобувачем методики розрахунку.

Практична реалізація отриманих результатів дисертаційної роботи полягає у передачі результатів теоретичних та експериментальних досліджень ПП «Тайфун-Плюс» та ПП «Роман» для впровадження у виробництво

### **Загальні зауваження до дисертаційної роботи**

1. В роботі доцільно було би дати більш детальнішу характеристику різних видів рослинної сировини для виготовлення твердого палива.
2. В третьому розділі некоректно представлені залежності тангенс альфа як функція від Рейнольдса. Який фізичний зміст має ця залежність адже значення критерія Рейнольдса входять в критеріальне рівняння.
3. В математичній моделі, в якій виведено залежності для розрахунку коефіцієнтів ефективної внутрішньої дифузії вологи з частинок подрібнених зовнішніх та внутрішніх тканин стебел соняшника не вказаний фізичний зміст коефіцієнтів;
4. Не зрозуміло, чому не визначався узагальнений коефіцієнт ефективної внутрішньої дифузії, якщо за результатами дисертаційної роботи планується сушити загальну біомасу подрібнених стебел соняшника?
5. В роботі відсутні пояснення, чому брикети мають бути саме такої призматичної форми і розмірів.
6. Не зрозуміло, на основі якого аналізу визначені «оптимальні» параметри фільтраційного сушіння подрібнених стебел соняшника, а саме: висота шару подрібненої сировини, швидкість та температура теплового агенту? Критерій оптимальності в роботі не визначався.

Зроблені зауваження не мають принципового значення і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Госовського Р.Р.

### Висновок

Дисертація Госовського Р.Р. на тему: “Закономірності фільтраційного сушіння органічної сировини для виготовлення альтернативного палива” за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології; є завершеною науковою працею, у якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, які в сукупності є суттєвими для процесів сушіння рослинної сировини з метою виготовлення брикетів.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567, а здобувач **Госовський Роман Романович** заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології.

Офіційний опонент  
завідувач кафедри технологій  
лісопиляння, столярних і дерев'яних  
будівельних виробів



д.т.н., проф. Білей П.В.



ЗАВІРЯЮ

Методик відділу кадрів  
Національного лісотехнічного  
університету України

4 2018 р. Підпис 