

УДК 674.81:621.83

**Д.Ю. Федориненко**, канд. техн. наук**С.П. Сапон**, ст. викладач**В.В. Бережанський**, інженер

Чернігівський державний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

## УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГРАНУЛЯТОРА ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ

*Запропонована вдосконалена конструкція прес-гранулятора для переробки відходів деревини, що забезпечує підвищення продуктивності робочого процесу гранулювання та зменшення собівартості його виготовлення.*

### Постановка проблеми

В умовах сучасної ринкової економіки для держави дуже гостро постає проблема постійного здорожчання енергоносіїв, що, в свою чергу, спричиняє зростання собівартості виготовлення виробів фактично в усіх галузях економіки країни. В цих умовах постає проблема пошуку альтернативних джерел енергії. Одним з таких джерел є пелети – деревні гранули, які виготовляють з подрібнених деревних відходів шляхом їхнього пресування.

Деревообробка та деревопереробка, як відомо, пов'язані з величезними втратами деревини. На етапі заготівлі лісу відходи можуть досягати декількох десятків відсотків від початкового об'єму. Типова лісопилка перетворює близько 60% вихідної сировини в дошки, все інше – відходи технологічного процесу обробки деревини. Споживання відходів деревообробної промисловості, особливо деревних гранул як виду палива зростає в Європейському Союзі щорічно майже на 30%. Запаси сировини для виробництва біопалива в Україні вимірюються в мільйонах кубометрів щорічно, що створює передумови не тільки для його експорту в країни Євросоюзу, але і для широкого використання на внутрішньому ринку.

Отже, використання відходів переробки деревини у якості біопалива та розробка машин для його виготовлення є перспективним шляхом розвитку паливно-енергетичного комплексу та деревопереробної промисловості України.

### Аналіз досліджень і публікацій

Застосування паливних гранул є більш ефективним способом у порівнянні з прямим використанням деревних відходів в якості палива [1]. Гранули виділяють більше тепла, ніж тирса і тріска, збільшуючи коефіцієнт корисної дії котелень, не вимагають великих складських площ і при зберіганні не самозаймаються.

Широке використання для виготовлення паливних гранул у промисловості знаходять прес-гранулятори деревної тирси. Основним недоліком конструкції гранулятора SKJ виробництва Zhangqiu Yulong Machine [2] є низька продуктивність (до 0,8 тон/год) та наявність ручного двохступінчастого регулювання вузла гранулювання. Значною мірою позбавлена вказаних недоліків конструкція гранулятора ОГМ 1.5 [3], що має одноступінчасту систему керування та більш високу продуктивність (до 3 тон/год). Конструкція гранулятора AMANDUS виробництва KANL Group [4,5] має автоматичну систему керування положенням ролика відносно матриці та продуктивність до 5 тон/год. Проте зазначена конструкція вимагає окремого джерела стисненої рідини для гідроприводу системи керування, додаткових вимірювальних та силових засобів, що призводить до здорожчання гранулятора майже в 5 разів по відношенню до ОГМ 1.5.

Проте, незважаючи на накопичений практичний досвід, завдання щодо створення конкурентоспроможних конструкцій грануляторів шляхом підвищення продуктивності одночасно із зниженням їх собівартості виготовлення до сих пір не розв'язане та потребує подальшого дослідження.

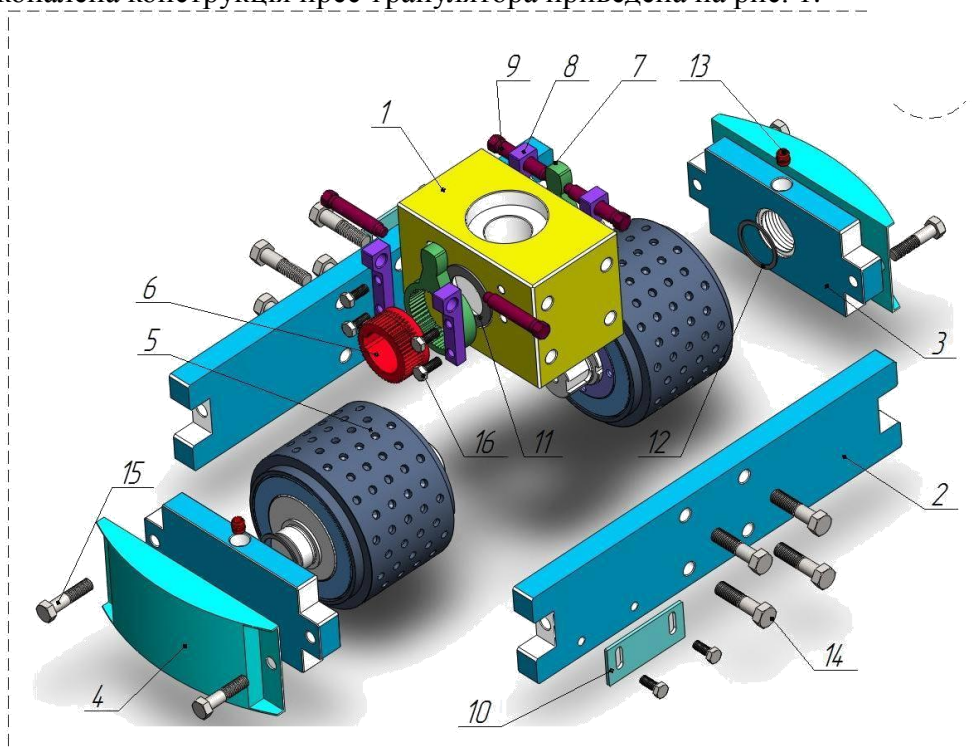
### Мета статті

Розробка та аналіз удосконаленої конструкції прес-гранулятора ГДМ для гранулювання відходів деревообробки шляхом підвищення її продуктивності та зниження собівартості виготовлення.

### Виклад основного матеріалу

Визначальним з точки зору забезпечення високої якості паливних гранул є вузол гранулювання прес-гранулятора для переробки відходів деревини. Сутність удосконалення базової конструкції полягає у використанні у вузлі гранулювання дискової матриці, що забезпечує підвищення продуктивності робочого процесу формування гранул та одночасно зменшує собівартість конструкції гранулятора.

Удосконалена конструкція прес-гранулятора приведена на рис. 1.

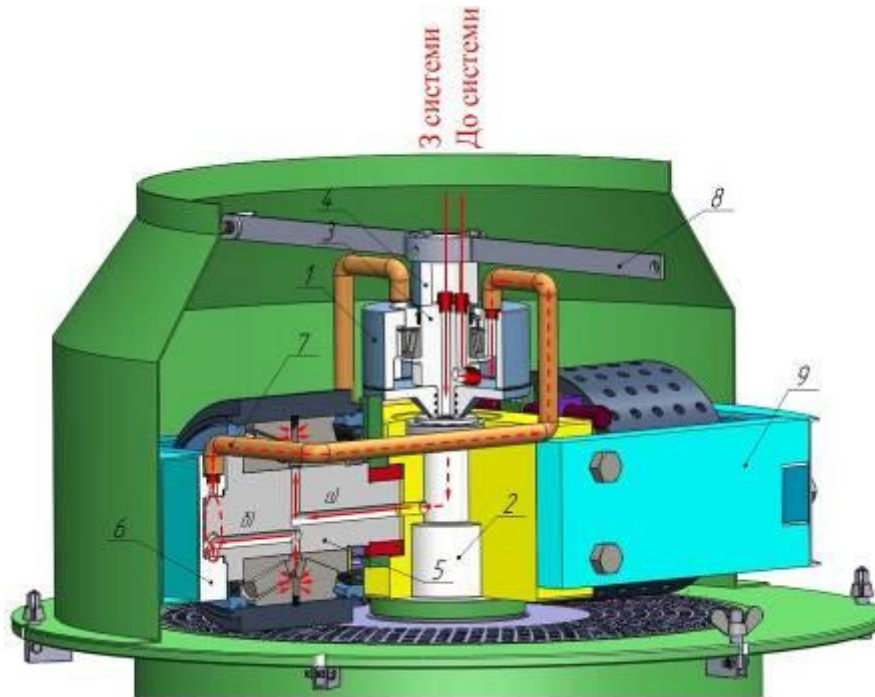


1 – голівка, 2 – пластина, 3 – торцева пластина, 4 – пластинка зварна, 5 – ролики, 6 – шестерня, 7 – обойма, 8 – важіль, 9 – гвинт, 10 – пластина, 11, 12 – гумові прокладки, 13 – штуцер, 14-16 – болти

Рис. 1. Удосконалена конструкція прес-гранулятора

Виконавчий елемент механізму представляє собою голівку 1, до якої гвинтами 14 кріпляться бічні пластини 2, до яких, у свою чергу, гвинтами 15 кріпляться торцеві пластини 3 та зварні пластинки 4. Між голівкою 1 та торцевими пластинами 3 розташовані ролики 5, зв'язані з системою регулювання за допомогою шпонкового з'єднання. Для запобігання протікання циркулюючого мастила контактуючі елементи ущільнені в торцях валу ролика 5 гумовими прокладками 11 та 12. В торцевих пластинах 3 розташовані штуцери 13 для з'єднання з резервуаром системи мащення підшипників ролика (рис. 2).

Для змащування підшипників ролика було розроблено систему мащення, що надає можливість підвести мастило безпосередньо до валу 2 (див. рис. 2). Вал 2 обертається навколо власної осі разом з прес-голівкою 9 та резервуаром системи мащення 1. Вал 3 з'єднаний через втулку 4 та повідок 8 з кришкою гранулятора.



1 – резервуар, 2 – вал, 3 – вал, 4 – втулка, 5 – вал ролика, 6 – прес-голівка, 7 – трубка, 8 – повідок, 9 – прес-голівка

Рис. 2. Конструкція системи мащення підшипників ролика

Масило під тиском потрапляє до маслопідвідних каналів вала 2 через центральний отвір вала 3, звідки через канал голівки та підвідні канали вала ролика 5 надходить до внутрішньої порожнини ролика та, заповнюючи її, змащує підшипники. Відведення мастила здійснюється відвідними каналами вала ролика 5 до проточки торцевої пластини прес-голівки 6. Далі мастило через трубку 7 потрапляє до внутрішньої порожнини резервуару 1, звідки через боковий канал вала 3 знову надходить до системи мащення.

Одним з основних факторів, що впливає на виконання службового призначення удосконаленої конструкції гранулятора, є величина зазору між зовнішньою поверхнею обичайки та матрицею. Величина зазначеного зазору істотно впливає на мікроструктуру і міцність гранул. У процесі складання вузла величина зазору повинна становити  $A_{\Delta} = 2^{+0,548}_{-0,287}$  мм.

З метою забезпечення точності складання засобами модуля Tolanalyst програмного середовища SolidWorks виконано розмірний аналіз конструкції вузла гранулювання. На рис. 3а в якості прикладу приведений розмірний ланцюг, що визначає точність зазору  $A_{\Delta}$ . За результатами розрахунку розмірного ланцюга  $A$  імовірнісним методом (див. рис. 3б) визначені норми точності на складові ланки ланцюга.

Проведено аналіз напружено-деформованого стану вузла гранулювання та визначені фактичні напруження, деформації та переміщення деталей вузла на розрахункових навантаженнях.

В якості прикладу розглянемо знаходження коефіцієнта запасу міцності коробки прес-голівки засобами САЕ системи CosmosWorks. Згідно з технічного завдання на проектування гранулятора коефіцієнт запасу міцності деталей вузла повинен знаходитися в межах значень 2,5...3,5. Під час розрахунку коробки прес-голівки вузла гранулювання враховувався крутий момент, створюваний на вихідному валу редуктора гранулятора, робочі навантаження локального характеру, що виникають у процесі гранулювання та сили тяжіння. Розрахункова еюра коефіцієнта запасу міцності приведена на рисунку 4.

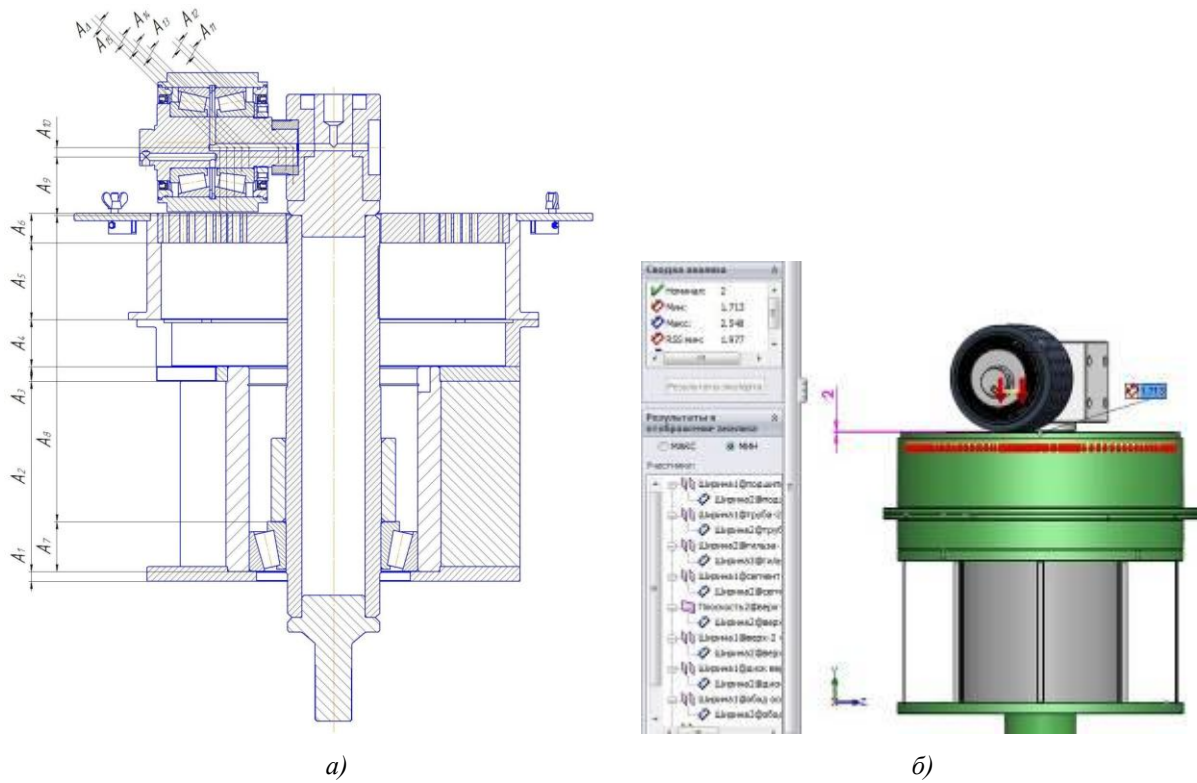


Рис. 3. Розмірний ланцюг а: який визначає точність зазору між зовнішньою поверхнею обичайки та матрицею та фрагмент розрахунку ланцюга; б) визначається засобами SolidWorks

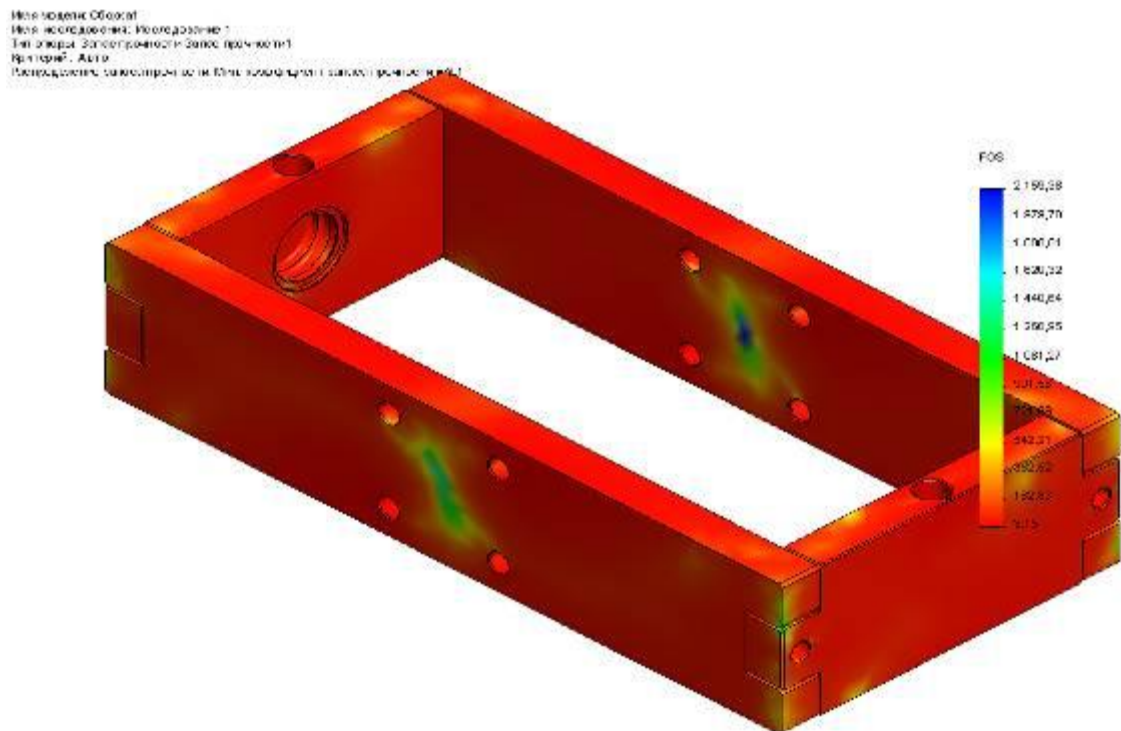


Рис. 4. Епюра коефіцієнта запасу міцності коробки прес-голівки

У результаті аналізу встановлено, що мінімальне значення коефіцієнта запасу міцності становить 3,15, яке відповідає умовам технічного завдання.

За аналогічною методикою здійснюється аналіз інших деталей вузла гранулювання удосконаленої конструкції.

### **Висновки**

У роботі з метою підвищення конкурентоспроможності запропонована вдосконалена конструкція прес-гранулятора ГДМ з плоскою матрицею, що забезпечує підвищення продуктивності переробки відходів деревини та зменшення собівартості виготовлення машини.

Розглянуті в роботі наукові підходи щодо аналізу конструкції засобами програмного середовища SolidWorks можуть бути поширені на технологічні машини широкої номенклатури.

### **Список використаних джерел**

1. Мальований М.С. Створення палива на основі деревної стружки / Мальований М.С., Бать Р.Я. // Перший Всеукраїнський з'їзд екологів: тези доповідей (4-7 жовтня 2006 р.). – Вінниця, 2006. – С. 210.
2. Режим доступу: <http://www.woodheat.ru>.
3. Режим доступу: <http://www.wood-pellets.com>.
4. Режим доступу: [http://www.akahl.de/akahl/ru/ru\\_presse/ru\\_presseinformationen/ru\\_Holzpelletierung](http://www.akahl.de/akahl/ru/ru_presse/ru_presseinformationen/ru_Holzpelletierung).
5. Долуд М. Современное оборудование и технологии вторичной переработки отходов и производства альтернативного топлива / Михаил Долуд. – Amandus Kahl GmbH & Co. KG. – 67 с.