

УДК 621.928:167

© Т.А. Гусева, І.М. Дударєв, к.т.н.  
Луцький національний технічний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ПАЛИВНИХ ГРАНУЛ НА СПІРАЛЬНОМУ СЕПАРАТОРІ**

*У статті представлено результати дослідження процесу сепарації паливних гранул на спіральному сепараторі.*

### **СЕПАРАЦІЯ, СПІРАЛЬНИЙ СЕПАРАТОР, ПАЛИВНА ГРАНУЛА, ДРІБНА ФРАКЦІЯ.**

**Постановка проблеми.** Зростання обсягів виробництва та споживання паливних гранул (пеллет) стало передумовою для введення в Європейському Союзі на початку 2010 року нових норм щодо якості паливних гранул. Вимоги до якості паливних гранул за новим стандартом EN 14961-2 [1], що введений в дію 1 січня 2010 року, було не тільки посилено, але й доповнено новими критеріями. Особлива увага під час виробництва паливних гранул відповідно до стандарту має приділятися таким критеріям: теплотворна здатність, вологість, міцність, зольність, фракційний склад, граничний вміст різних хімічних елементів. Оскільки в Україні стандартів на паливні гранули немає, то виробники гранул орієнтуються на європейські стандарти.

Згідно з європейськими стандартами вміст дрібної фракції в упаковках з паливними гранулами повинен бути не більше 1,0 %. Під час виготовлення паливних гранул у виробничих умовах цей показник виходить за встановлені норми. Значний вміст пилу і дрібних частинок у гранулах – ознака поганої якості, малої механічної міцності і швидкого стирання. Цей показник важливий під час транспортування, зберігання і подачі гранул у котел для спалювання, оскільки може бути причиною втрат під час завантажувально-розвантажувальних робіт, зменшення їх маси. Крім того, під час спалювання у котлах дрібна фракція засмічує подавальні шнеки, перешкоджає подачі кисню і таким чином може призвести до зниження ККД котла під час спалювання і навіть пошкодження обладнання.

З огляду на зазначене, необхідним є процес відділення пилу та дрібних фракцій від паливних гранул (сепарація) перед їх фасуванням в упаковку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням процесу сепарації сипких матеріалів присвячені роботи багатьох

вітчизняних та закордонних науковців [2 – 4]. Разом із тим, запропонована конструкція спірального сепаратора, що пропонується застосовувати для сепарації паливних гранул. Тому актуальними є подальші дослідження з метою встановлення фракційного складу паливних гранул, що, у свою чергу, дозволить обґрунтувати раціональні параметри спірального сепаратора.

**Мета дослідження** – дослідити процес сепарації паливних гранул на спіральному сепараторі.

**Результати дослідження.** Фракційний склад паливних гранул в основному визначається їх міцністю. Міцність гранул залежить від таких факторів:

- сировини, з якої виготовляються паливні гранули;
- величини частинок у складі гранули (якщо фракція занадто мала або занадто велика, тоді гранули будуть неміцними);
- початкової вологості сировини (якщо відносна вологість вище 12% або нижче 6%, тоді гранули будуть неміцними);
- конструкції та налаштування обладнання для виробництва гранул;
- наявності у складі гранул зв'язуючих добавок (одержання міцних гранул із деяких видів сировини можливо тільки при використанні зв'язуючих добавок).

Для відокремлення дрібної фракції від паливних гранул пропонується використовувати спіральний сепаратор (рис. 1). Спіральний сепаратор містить раму, привод, бункер для завантаження сировини (паливних гранул), диск на якому закріплені спіралеподібні решета та спіралеподібні збірники для дрібної фракції, а також накопичувачі для основної та дрібної фракцій.

Під час роботи сепаратора у бункер для завантаження сировини подаються паливні гранули, які переміщуються спіралеподібними решетами внаслідок їх обертання разом із диском. Дрібна фракція проходить через отвори в решетах та попадає у спіралеподібні збірники. Основна фракція (цілі паливні гранули) переміщується до кінця спіралеподібного решета з якого надходить у накопичувач основної фракції, а дрібна фракція (крихта паливних гранул) переміщується до кінця спіралеподібного збірника з якого надходить у накопичувач дрібної фракції. Далі цілі паливні гранули подаються на фасування, а відділена крихта, некондиційні гранули та уламки подаються назад у виробничий процес для повторної переробки, що забезпечує безвідходність виробництва.

Конструкція спірального сепаратора дозволяє зменшити габаритні розміри сепаратора за рахунок встановлення

спіралеподібного робочого органа, і, відповідно, зменшити його металомісткість та енергоємність. Крім того, спіральний сепаратор зручний в обслуговуванні та забезпечує якісне виконання технологічного процесу сепарації сипких матеріалів.

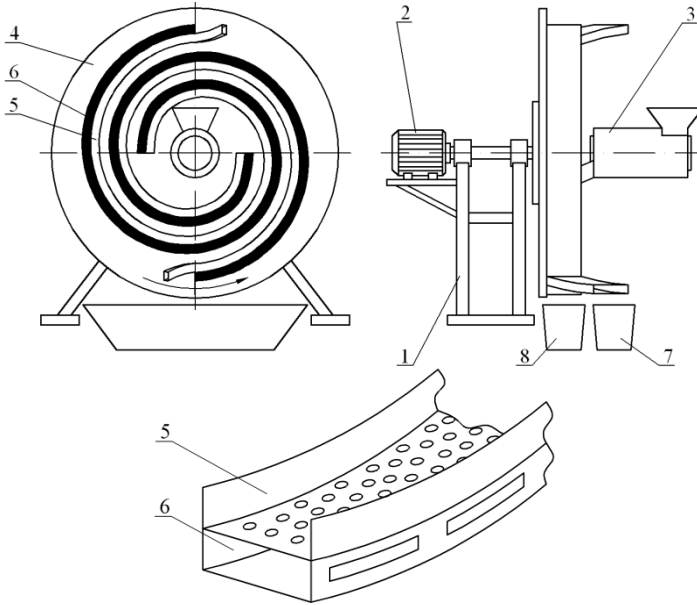
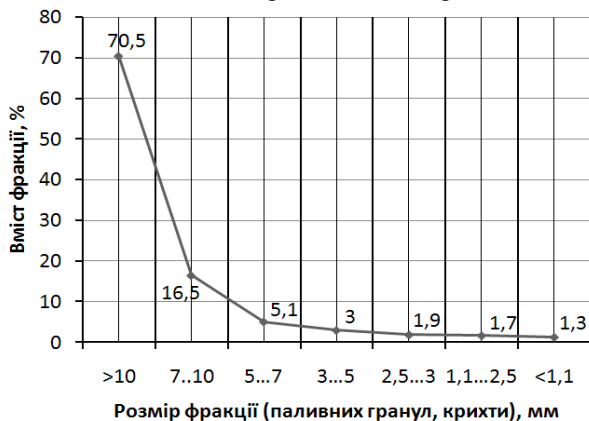


Рис. 1 – Спіральний сепаратор: 1 – рама; 2 – привод; 3 – бункер для завантаження сировини; 4 – диск; 5 – спіралеподібне решето; 6 – спіралеподібний збірник; 7 – накопичувач для основної фракції; 8 – накопичувач для дрібної фракції

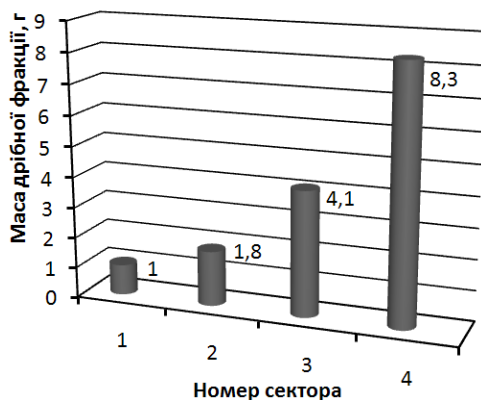
З метою обґрунтування розмірів отворів спіралеподібних решіт необхідно було дослідити фракційний склад паливних гранул. Для встановлення фракційного складу виготовлених з тирси паливних гранул був проведений ситовий аналіз, результати якого представлені на рис. 2, а. Аналіз отриманих результатів показав, що найбільшу фракцію складають цілі паливні гранули – 70,5% (фракція > 10 мм), а кількість крихти, яку необхідно відокремити, – 3% (фракція < 2,5 мм). Таким чином, для відокремлення крихти паливних гранул величина отворів (діаметр) має не перевищувати 2,5 мм.

З метою перевірки ефективності роботи спірального сепаратора було досліджено процес сепарації паливних гранул на

ньому. Для цього спіралеподібний збірник, що має довжину 1 м, був розділений перегородками на чотири рівні частини (сектора) за довжиною (сектор №1 – на початку збірника, сектор №4 – у кінці збірника). Під час обертання диска сепаратора відбувався процес сепарації і крихта проходила у спіралеподібний збірник, де залишалася у певному секторі. Після проведення сепарації маса крихти з кожного сектора збірника зважувалася. Результати проведених експериментальних досліджень представлені на рис. 2, б.



а



б

Рис. 2 – Результати експериментальних досліджень: а – варіаційна крива розподілу паливних гранул за величиною; б – кількість відокремленої дрібної фракції (крихти гранул) за довжиною спіралеподібного решета (початкова маса гранул 1 кг)

Аналіз експериментальних досліджень показав, що кількість відокремленої дрібної фракції з кожним сектором (за довжиною спіралеподібного решета) зростає. Це пояснюється тим, що при зростанні радіуса спіралеподібного решета воно стає більш пологим (наближається до плоского), відповідно створюються більш сприятливі умови для проведення процесу сепарації.

**Висновок.** У результаті проведення експериментальних досліджень встановлена можливість використання спірального сепаратора для відокремлення крихти, некондиційних гранул та уламків від основної фракції паливних гранул.

#### Література

1. Новый европейский стандарт на гранулы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.infobio.ru/analytics/116.html>
2. Карташевич С.М. Механико-технологические основы повышения эффективности механизированных комплексов для послеуборочной обработки зерна и семян (теория, расчет, результаты проектирования и испытания технологических комплексов): монография / С.М. Карташевич. – Минск: РУП “БелНИИагроэнерго”, 2001. – 288 с.
3. Основы расчета и конструирования машин и автоматов пищевых производств: учеб. пособие для вузов / Соколов А.Я. [и др.]; [под ред. А.Я. Соколова]. – М.: Машиностроение, 1969. – 637 с.
4. Хайліс Г.А. Розрахунок робочих органів збиральних машин: навч. посіб. / Г.А. Хайліс, Д.М. Коновалюк. – Київ: УМК ВО, 1991. – 200 с.

*Рецензент д.т.н., проф. В.Ф. Дідух*