

УДК 664.7

doi:10.20998/2413-4295.2022.02.14

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ СОРТУВАННЯ ЗЕРНОВИХ ВІДХОДІВ

Ю. О. ЧУРСІНОВ, І. М. КУДРЯВЦЕВ, М. В. ЛУЦЕНКО*

кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, УКРАЇНА

**e-mail: maryna.lutsenko11@gmail.com*

АНОТАЦІЯ Розглянуто проблему недосконалості процесу очищення зернових мас під час доробки до базисних показників якості. Показано, що зернові відходи містять значну кількість зернової та олійної домішки. Описано стан генерації відходів на підприємствах елеваторної, зернопереробної та оліє-жирової промисловості. Проаналізовано перспективи їх переробки як сировини для виробництва харчових продуктів - круп, олій та інше. Акцентовано увагу, що в умовах оголошеного військового стану в Україні, вилучення «цінних фракцій» із зернових відходів є фінансово актуальним. Розроблено мобільну установку для сортування зернових відходів та проведено її виробничі випробування. Зазначено раціональна продуктивність такої машини – не більше 48 тон за добу (для зернових відходів). Це дозволить забезпечити переробку сміття соняшнику до 1000 тон насіння соняшнику на добу, та переробку сміття зернових культур до 800 тон зерна на добу. Наведено, що доцільно використовувати розроблену сортувальну машину в умовах невеликих приватних фермерських господарств, де обсяг сміття зернових культур становить 140-150 кг за годину, а сміття та лушпиння соняшнику – 100-120 кг за годину. В умовах Товариства з обмеженою відповідальністю Науково виробниче підприємство «Сортувальні машини» м. Дніпро проведено дослідження процесу сортування зернових відходів на розробленій мобільній установці. Результати випробувань підтвердили продуктивність сортувальної машини. Описано будову основного вузла мобільної установки для сортування зернових мас – сепараційного каналу. Запропоновано доробки конструкції сортувальної машини та розроблено пакет комп'ютерних програм для сортування відходів соняшнику, пшениці, сої, амаранту, конопель, ріпаку. В ході досліджень доведено необхідність використання протиадгезійного покриття та спеціальної форми вібраційного живильника розробленої машини. Це дає змогу скоротити час очищення живильника, виключити ущільнення сировини та ліквідувати зони скучення зернового матеріалу. В програмі роботи сортувального агрегату розроблено модуль очищення сепараційного каналу, який має два режими – періодичність і тривалість вмикання продувки каналу. Наведено опис та технічні характеристики розробленої мобільної установки для сортування зернових відходів.

Ключові слова: відходи; зерно; аеродинамічне сортування; мобільна установка; зернова домішка; олійна домішка

CREATION OF A MOBILE INSTALLATION FOR SORTING GRAIN IMPURITIES

Y. TCHURSINOV, I. KUDRIAVTSEV, M. LUTSENKO*

Department of Technology, Saving and Processing of Agricultural Products, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, UKRAINE

ABSTRACT The problem of the imperfection of the process of cleaning grain masses in time for refinement to basic quality indicators is considered. It is shown that grain waste contains a significant amount of grain and oilseed admixture. The state of waste generation at the enterprises of the elevator, grain processing and oil and fat industries is described. An analysis was made of the prospects for their processing as raw materials for the production of food products – cereals, vegetable oils and others. It is emphasized that in the conditions of the declared state of war in Ukraine, the allocation of "valuable fractions" from grain waste is financially relevant. A mobile plant for sorting grain waste has been developed and its production tests have been carried out. The rational productivity of such a machine is noted - no more than 48 tons per day (for grain waste). This will ensure the processing of sunflower waste up to 1000 tons of sunflower seeds per day, and the processing of grain crop waste – up to 800 tons of grain per day. It is shown that the developed sorting machine is advisable to use in small farms, where the volume of grain waste is 140-150 kg per hour, and sunflower waste and husks – 100-120 kg per hour. In the conditions of the Limited Liability Company Scientific and Production Enterprise "Sorting Machines" in the city of Dnipro, a study was made of the process of sorting grain waste on a developed mobile unit. The test results confirmed the productivity of the sorting machine. The design of the main unit of a mobile unit for sorting grain masses – a channel for sorting – is described. Improvements in the design of the sorting machine have been proposed and a package of computer programs has been developed for sorting sunflower, wheat, soybean, amaranth, hemp, and rapeseed waste. In the course of research, the necessity of using an anti-adhesive coating and a special form of a vibrating feeder of the developed machine was proved. This allows you to reduce the cleaning time of the feeder, eliminate the compaction of raw materials and eliminate areas of accumulation of grain material. In the program of the sorting unit, a separation channel cleaning module has been developed, which has two modes - the frequency

and duration of the channel purge. The description and technical characteristics of the developed mobile machine for sorting grain waste are given.

Keywords: *impurities; seeds; grain; aerodynamic sorting; mobile sorting machine; grain impurities; seeds impurities*

Вступ

Зменшення зернових відходів є актуальним повсякденним завданням переробної промисловості. Процес очищення зернових мас регламентовано нормативними документами України. Наприклад, Інструкцією [1] визначена необхідність додаткового сортування зернових відходів при вмісті в них зернової домішки 10% і більше. Проте, через відсутність обладнання для тонкого сортування зернових відходів та, відповідно, низької вартості одержаних продуктів – рекомендовані нормативи не можливо реалізувати в умовах реального виробництва. Воєнне сьогодення пропонує високу ціну на зерно олійних і зернових культур, тому оператори ринку звертають пильну увагу на можливості скорочення відходів та повернення їх до основного процесу або додаткових можливостей виробництва нових продуктів із зернового сміття [2,3]. В умовах складного економічного становища України вилучення зернової/олійної домішки із зернових відходів для отримання харчових продуктів є одним із напрямків підтримки харчової безпеки країни.

Мета роботи

Авторами статті на основі вивчення стану питання про генерацію та переробку зернових відходів (2015 – 2022 рр.), а також аналітичного дослідження наукових праць стосовно вказаної проблеми, розроблено мобільну установку для сепарування зернових відходів з метою виділення з них «цінних» фракцій для умов використання у приватних та фермерських господарствах з добовою генерацією зернових відходів до 50 тон.

Виклад основного матеріалу

Україна має значний потенціал у галузі сільськогосподарського виробництва. Національний рекорд урожайності соняшника досягає 52 центнера з гектару при середній врожайності 25 центнерів з гектару. При таких темпах зростання слід очікувати генерацію відходів після очищення олійних культур – більше ніж у 2 рази. Аналогічна ситуація також і у виробництві зернових та бобових культур.

Сміття, яке вилучають із зернової суміші в процесі доробки до нормативних показників, має 40-60% зернової/олійної домішки, яка за гранулометричними та біохімічними властивостями відповідає основному зерну. Науковці Національного університету харчових технологій довели недоцільність вилучення зернової домішки при

сортових помелах пшениці [4]. Державним стандартом технічних умов регламентують повернення 50% зернової домішки до складу основного зерна [5]. Все це підтверджує раціональність переробки зернових відходів з метою вилучення з них «цінних» фракцій – щуплого або битого зерна, яке можна використовувати в технологічних процесах виробництва харчових продуктів.

Створення машини для сортування зернових відходів стримувалось низькою економічною ефективністю використання отриманих продуктів та відсутністю фундаментальних досліджень властивостей компонентів зернових/олійних домішок. Тільки нещодавно вчені країн, де розвинений агропромисловий комплекс почали проводити дослідження властивостей складових зернових мас, бо постала задача раціонального використання ресурсів, в тому числі і переробки (а не утилізації) зернових відходів. Отримані дані досліджень вчені-агроінженери використовують при конструюванні нових моделей сортувальних машин [6-10].

Протягом останніх років автори статті проводили низку досліджень способів сепарування зернових відходів. Встановлено, що найбільш ефективним способом проведення цього процесу, який дозволяє досягати найбільшої технологічної ефективності є аеродинамічне сортування у вертикальному висхідному повітряному потоці [11]. Виробничі випробування зазначеного способу переробки зернових відходів на підприємствах України дозволили зробити висновок про недоцільність розробки сортувальної машини продуктивністю більше 48 тон за добу (для зернових відходів). Сортувальна машина з такою продуктивністю забезпечує переробку сміття соняшника на підприємстві, яке переробляє до 1000 тон насіння соняшника на добу, та переробку сміття зернових культур на підприємстві, яке переробляє до 800 тон зерна на добу.

Аналіз відомих досліджень показав, що застосування пневмосепаруючих каналів глибиною понад 300 мм призводить до зниження ефективності поділу матеріалу через збільшення нерівномірності швидкості повітряного потоку [12,13]. Тому автори статті прийшли до висновку про доцільність розробки високоефективного аеродинамічного сортувального каналу, який забезпечує максимальну технологічну ефективність сортування зернових відходів за рахунок зменшення продуктивності процесу сортування.

Дослідженням ринкової ситуації виділено доцільний сегмент використання розробленої сортувальної машини – для умов приватних та

фермерських господарств та у господарствах з невеликим обсягом добової генерації сміття, при цьому рекомендована раціональна номінальна продуктивність становить: 50 кг за годину для пшениці, 140-150 кг за годину для сміття зернових культур, 100-120 кг за годину для сміття та лущиння сояшника. Відносно збільшення продуктивності агрегату для сортування, вченими доведено недоцільність ускладнення конструкції пневмосепаруючого каналу шляхом додаткового встановлення бар'єрів, а запропоновано виготовлення модульних сортувальників, що дає змогу точного підбору необхідної продуктивності виходячи з конкретних потреб виробників/замовників [14].

Обговорення результатів

В умовах оголошеного військового стану авторами була розроблена експериментальна мобільна установка для сортування зернових відходів продуктивністю до 150 кг на годину або 3,6 тон на добу (рис. 1), а також у Товаристві з обмеженою відповідальністю Науково виробниче підприємство «Сортувальні машини», м. Дніпро проведені дослідження процесу сортування відходів пшениці, сояшнику, ріпаку, та очищення насіння кукурудзи, коноплі, амаранту та інше.

Сепараційний канал 7 представляє собою аеродинамічний канал вертикального висхідного повітряного потоку і складається з 5 функціональних частин:

- оголовок колони, в якій знаходиться зона розрядження і відбувається відбір легкого сміття;
- траверса колони, де знаходиться зона відбору олійної/зернової домішки;
- стовбур колони, в якій знаходиться зона утворення псевдозрідженого шару і поділ зернової суміші за комплексом ознак розподільності зернової суміші (за аеродинамічними ознаками і ознаками питомої ваги);
- зчленування віброживильника і колони із зоною введення зернової суміші від віброживильника в стовбур сепараційної колони;
- база колони, з якої проводиться введення повітряного потоку;
- скидувач, де є зона вивантаження очищеної олійної/зернової домішки та знаходиться люк відбору проб.

Дослідження процесу сортування зернових відходів проводили наступним чином. Наважку зернової культури (20 кг) засипали в бункер 2. Потім включали в роботу генератор повітряного струму 9 і після стабілізації режиму його роботи встановлювали необхідну витрату повітря на пульті управління 1, що відповідає початку поділу сміття на легкі та важкі фракції. Далі за допомогою пульту управління здійснювали дозування подачі наважки сміття у вертикальний

аеродинамічний канал 7. Частинки, для яких сила тяжіння менше сили повітряного потоку, переміщалися разом з повітряним потоком в розширювальну камеру 4 і потрапляли до бункера легкої фракції 5, а частинки компонента, у яких сила тяжіння більша за силу повітряного потоку, осідали у збірник важкої фракції, який встановлено на платформу тензометричних ваг для важкої фракції 8. Після проходження всієї наважки через аеродинамічний канал, за допомогою вбудованого програмного забезпечення роздруковували звіт про сортування, або надсилали результати зважування до бази даних сортування.

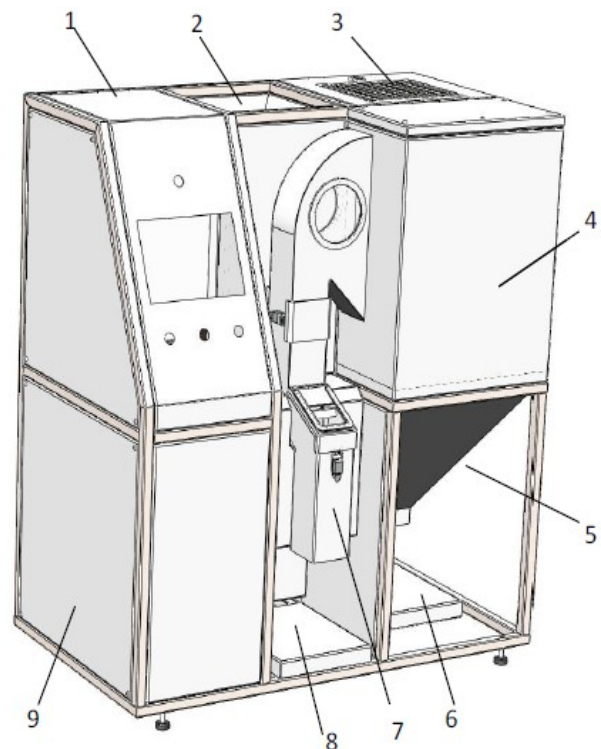


Рис. 1 – Мобільна установка для сортування зернових відходів:

- 1 – пульт управління, 2 – бункер для вхідної сировини,
- 3 – запобіжна сітка для повітря, 4 – розширювальна камера, 5 – бункер для легкої фракції, 6 – платформа тензометричних ваг для легкої фракції,
- 7 – сепараційний канал, 8 – платформа тензометричних ваг для важкої фракції,
- 9 – генератор повітряного потоку

Показники швидкості та витрати кількості повітря паралельно виміряли термоанемометром електронним Venetech GM-8903, який вимірює температуру, швидкість повітряного потоку, а також об'ємну витрату повітря у важкодоступних місцях (вузьких невеликих об'ємах сепараційних каналів). Термоанемометр оснащено надчутливим датчиком «нагріта струна», що забезпечує високу точність

вимірювання швидкості потоку повітря. Чутливість вимірювання 0,001 м/с.

Попередньо встановлено налаштування вібраційного живильника за трьома параметрами: амплітуда 2мм, частота коливань 400Гц; кут нахилу лотка живильника 10°, а також встановлено налаштування вентилятора на повітряний потік 3,3-5,6 м/с. Після запуску вентилятора вмикали живильник та заблокований з живильником секундомір. Для виключення помилок, пов'язаних з коливанням напруги електричної мережі, був встановлений стабілізатор, який забезпечив стабілізацію напруги $\pm 1\%$.

Випробовування підтвердили продуктивність сортувальної машини, окреслили недоліки її окремих складових. Запропоновано наступні доробки конструкції: агрегат має бути оснащений модулями аеродинамічного, аспіраційного, пневматичного, повітряного сортування у вертикальному висхідному повітряному потоці; сепараційний канал повинен забезпечувати зональний розподіл швидкості повітряного потоку вздовж сепараційного каналу; агрегат повинен мати пристрої для аеродинамічної стабілізації повітряного потоку; сепараційний канал повинен забезпечувати зону створення та підтримки псевдозрідженого шару для зниження внутрішнього опору сировини; джерело повітряного потоку повинно бути генератором ламінарного повітряного потоку; агрегат повинен мати можливість автоматично налагоджувати технологічний режим сортування при зміні виду та партії сировини, для вирішення завдання був розроблений пакет програм для сортування сміття пшениці, ріпаку, сої, амаранту, соняшнику. Технічні характеристики розробленої мобільної установки для сортування зернових відходів наведено в табл. 1.

Зважаючи на властивості сировини був розроблений спеціальний зразок вібраційного живильника, який має протиадгезивне покриття та спеціальну форму. Це виключає ущільнення сировини та ліквідацію «мертвих» зон скупчення; скорочує час очищення живильника; виключає зупинку сортувальної установки для повторного налаштування. На основі отриманих даних в програмі роботи сортувального агрегату розроблено модуль очищення каналу, який має дві опції – періодичність і тривалість вмикання продувки. Також було експериментально встановлено оптимальний період автоматичного очищення сортувального каналу, який не перевищує одного разу на добу [15].

Для підтвердження ефективності розробленої установки провели порівняльне сортування відходів зернових та олійних культур з різних агропромислових підприємств (табл. 2). Провели аналіз отриманих даних відповідно інформації з наукових джерел [16-18]. Зразки сміття насіння та лущиння соняшника відібрано на підприємствах олійножирової галузі: Приватне акціонерне

товариство «Дніпропетровський олійноекстракційний завод», м. Дніпро; Товариство з обмеженою відповідальністю «Потоки», м. Дніпро; Товариство з додатковою відповідальністю «Укроліяпродукт», м.Зміїв, Полтавська область; Товариство з обмеженою відповідальністю SUNPRO, м. Кривий Ріг; Товариство з обмеженою відповідальністю «Олсидз Блэк Си», порт «Південний» та інші. Зразки сміття насіння зернових культур відібрано у Товаристві з обмеженою відповідальністю «ДМК «Дніпромлин», м. Дніпро; Товариство з обмеженою відповідальністю «Беліс», м. Уральськ, Казахстан.

Таблиця 1 – Технічні характеристики мобільної установки для сортування зернових відходів

№	Назва показника	Одиниця вимірювання	Значення
1	Габаритні розміри, не менше - довжина - ширина - висота	м	0,88 0,50 0,90
2	Маса комплексу поставки, не більше	кг	50
3	Напруга живлення; частота струму	В; Гц	220; 50
4	Енергоспоживання машини, не більше	кВт·год	0,2
5	Продуктивність (номінальна)	кг/год	50
6	Кількість робочих каналів	шт	1
7	Витрата повітря на сепарацію	м ³ /год	200
9	Загальний обсяг сировини, яку завантажують	м ³	0,02
10	Вологість сировини, не більше	%	9

Ручне розбирання зразків та порівняльне сортування було проведено на пневмосепараційному столі ПСС в лабораторії ТОВ «Потоки»; ручне розбирання зразків та фотоелектронне сортування на фотосепараторі компанії ТАУНО у кондитерському цеху с. Дмухайлівка, Дніпропетровської області; ручне розбирання зразків та аеродинамічне сортування на аеродинамічному сортувальнику САД-1 у цеху підготовки сировини – ФОП «Остапенко О.» у м. Синельникове, Дніпропетровської області.

Дані табл. 2 підтверджують, що обраний аеродинамічний метод сортування зернових відходів має найближче значення вмісту олійної/зернової домішок порівняно з результатами ручного сортування. Впровадження розробленої мобільної установки у виробничі процеси на підприємствах України може значно скоротити час

проведення аналізів якості зернової сировини «з поля» та на всіх стадіях переробки зернових та олійних культур.

Таблиця 2 – Результати порівняльного сортування зернових відходів

Спосіб сортування	Одиниця вимірювання	Показник вмісту зернової/олійної домішки		
		вміст зернової домішки у смітті зерна пшениці	вміст олійної домішки у смітті насіння соняшника	вміст олійної домішки у лушпинні насіння соняшника
Ручне сортування	%	25-40	35,0-45,0	5,0-10,0
Ситове сортування	%	3-4	1,5-2,0	1,5-2,0
Аеродинамічне сортування	%	21-30	40,0	4,0-9,0
Пневматичне сортування	%	Блокування фідера та злежування суміші		
Фотоелектронне сортування	%	Відмова обладнання		

Висновки

Маючи відсоток олійної/зернової домішки у смітті 40-60%, доцільно використовувати домішки для виробництва харчових продуктів або для потреб тваринництва. Обладнання для сортування сміття має бути спеціально пристосовано під специфіку сміття, мати можливість тонкого налаштування параметрів повітряного потоку та живильника сміття. Сортувальні машини продуктивністю до 5 тон на добу можуть бути використані не тільки для потреб фермерських господарств, але і для потреб зернових лабораторій підприємств для вилучення сміттевої домішки, а також для контролю налаштувань технологічного обладнання (шеретувальні машини, розсів, бітер сепаратори, і т. і.).

Список літератури

1. Інструкція про ведення обліку та оформлення операцій із зерном та продуктами його переробки на хлібоприймальних та зернопереробних підприємствах. Наказ № 661 від 13.10.2008. Міністерство аграрної політики та продовольства України. К.: Офіц. вид-

во, 2008. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1111-08#Text>.

2. Ovcharuk Oleh, Hutsol Taras, Ovcharuk Olena, Rudskiy Vadym, Mudryk Krzysztof, Jewiarz Marcin, Wrybel Marek, Styks Jakub. Prospects of Use of Nutrient Remains of Corn Plants on Biofuels and Production Technology of Pellets. *Renewable Energy Sources:Engineering, Technology, Innovation*. 2020. 1. P. 293-300. doi: 10.1007/978-3-030-13888-2_29.
3. Gołbiewski Jarosław. Regional diversification of the productivity of the biomass sector in Poland in the context of the development of the bio-economy. Hradec Economic Days 2018. 2018. January 30-31 2018. Hradec Králové. Czech Republic. University of Hradec Králové. Part I. P. 286-298. doi: 10.36689/uhk/hed/2018-01-028.
4. Верещинський О. П. *Наукові основи і практика підвищення ефективності сортів хлібопекарських помелів пшениці*. Автореферат дисертації на здобуття ступеня доктора технічних наук. Київ: НУХТ, 2013. 37 с.
5. Пшениця. Технічні умови. ДСТУ 3768:2019. К: ДП "УкрНДНЦ", 2019. 23 с.
6. Алієв Е. Б. *Механіко-технологічні основи процесу прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику*. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Харків: НААН України, Інститут олійних культур, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, 2020. 530 с.
7. Алієв Е. Б., Дудін В. Ю., Гаврильченко А. С., Івлєв В. В. Моделювання процесу сепарації сипкого матеріалу залежно від його фізико-механічних властивостей. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаївський національний аграрний університет. 2019. № 4. С. 114-121. doi: 10.31521/2313-092X.
8. Алієв Е. Б., Шевченко І. А. Дослідження аеродинамічних властивостей насіння олійних культур. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 3 (769). С. 63-65. doi: 10.31073/agrovisnyk201703-09.
9. Mykhailov Ye., Golebiewski J., Kiurchev S., Hutsol T., Kolodii O., Nurek T., Glowacki Sz., Zadosna N., Verkholtantseva V., Palianychka N., Kucher O. *Economic and technical efficiency of sunflower seed processing*. Monograph. Warszawa, 2020. 158 p. doi: 10.22630/SGGW.WE.9788375839340.
10. Задосна Н. О. *Обґрунтування параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника сепаратора олійної сировини соняшника*. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Мелітополь, 2020. 260 с.
11. Патент на корисну модель №145744, Україна, МПК А01F 12/44, В07В 4/02. Аеродинамічний сепаратор колонного типу для тонкого очищення насінневих матеріалів/ Бардадим В.К., Бардадим Б.О., Кудрявцев М.І., Ярошкін В.П.; №2020 06728; заявл. 29.12.20; опубл. 28.12.20, Бюл.№24.
12. Хамуєв В. Г. *Обоснование параметров глубокого пневмосепарационного канала для очищения зерна от трудноотделимых примесей*. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., 2008. 24 с.

13. Кюрчев С. В., Колодій О. С. Результаты исследования рациональных размеров вертикального аспирационного канала сепаратора семян сельскохозяйственных культур. *Motrol "Motorization and energetics in agriculture"*. Lublin-Rzeszow. 2013. Vol. 15. № 2. P. 169-175.
14. Пашинова Н. В. Совершенствование процесса сепарации зерна в вертикальных пневмоканалах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Улан-Уде: Digital Science & Education LP, 2013. 134 с.
15. Kudryavtsev I. M., Chursinov Y. O., Lutsenko M. V. Innovative sorting equipment for the food industry. *Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2022: Матеріали I Міжнародної наукової конференції, що присвячена 100-річчю Дніпровського державного аграрно-економічного університету*. Дніпро: "Середняк Т.К.", 2022. С. 117-119.
16. Mikhailov Evgeniy, Postnikova Marina, Zadosnaia Natalia, Afanasyev Oleg. *Methodological aspects of determining parameters of a scalper-type air-sieved separator airflow*. W. (eds.) Springer, Heidelberg. LNCS. 2019. Vol. 2. P. 133-137.
17. Задосная Н. А. Аспекты обоснования параметров и режимов работы пневмосепаратора масличного сырья подсолнечника. *MOTROL Commission of Motorization and Power industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin*. 2015. Vol. 17. № 9. P. 43-49.
18. Rakowska Joanna, Gołębiewski Jarosław. EU regional policy support for bioenergy sector in Poland in 2007-2013 (2015). *Proceedings of the International Scientific Conference: Rural Development*. 2017. P. 385-390. doi: 10.15544/RD.2017.196.
- pomeliv pshenytsi*. Avtoreferat dysertatsiyi na здобуття ступеня доктора технічних наук. Kyiv. NUKHT, 2013. 37 p.
5. Pshenytsya. *Tekhnichni umovy*. DSTU 9252-2016. K. DP "UkrNDNC", 2019. 23 p.
6. Aliyev E. B. *Mekhaniko-tekhnologichni osnovy protsesu pretsyziynoyi separatsiyi nasimnyevoho materialu sonyashnyku*. Dysertatsiya na здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Kharkiv. NAAN Ukrainu, Instytut oilynux kyltur, Xarkivskuy nazionalnuy texnichuy universitet silskogo gospodarstva imeni Petra Vasulenko, 2020. 530 p.
7. Alyev É. B., Dudyn V. Yu., Havryl'chenko A. S., Yvlev V. V. Modelyrovanye protsesa separatsyyi sypucheho materyala v zavysymosti ot eho fizyko-mekhanicheskyykh svoystv. *Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomor'ya*. Mykolayivs'kyy natsional'nyy ahrarnyy universitet, 2019, Vol. 4, pp. 114-121, doi: 10.31521/2313-092X.
8. Aliyev E. B., Shevchenko I. A. Doslidzhennya aerodynamichnykh vlastyvostry nasinnya oliynykh kul'tur. *Visnyk ahrarnoyi nauky*, 2017, 3 (769), pp. 63-65, doi: 10.31073/agrovisnyk201703-09.
9. Mykhaylov Ye., Holebievski Ya., Ivanyshyn V., Kyurchev S., Hutsol T., Kolodiy O., Nuryk T., Hlovatski Sh., Zadosna N., Verkholtantseva V., Palyanychka N., Kucher O. Ekonomichna i tekhnichna efektyvnist' obrobky nasinnya sonyashnyku. Monohrafiya. *Warsaw University of Life Sciences Press*, 2020, p. 158, doi: 10.22630/SGGW.WE.9788375839340.
10. Zadosna N. O. *Obhruntuvannya parametriv ta rezhymiv roboty zhalyuziynoho povitrorozpodil'nyka separatora oliynoyi syrovyny sonyashnyka*. Melytopol'. 2020. Dysertatsiya na здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. 260 p.
11. Patent na korysnu model' №145744, Ukrayina, MPK A01F 12/44, V07V 4/02. Aerodynamichnyy separator kolonnoho typu dlya tonkoho ochyshchennya nasimnyevykh materialiv/Bardadym V.K., Bardadym B.O., Kudryavtsev M.I., Yaroshkin V.P. № 2020 06728; zayavl. 29.12.20; opubl. 28.12.20, Byul. №24.

References (transliterated)

1. Instruktsiya pro vedennya obliku ta oformlennya operatsiy iz zernom ta produktamy yoho pererobky na khlibopryymal'nykh ta zernopererobnykh pidpryyemstvakh: Nakaz №661 vid 13.10.2008. Ministerstvo ahrarnoyi polityky ta prodovol'stva Ukrayiny., K: 2008. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1111-08#Text>.
2. Ovcharuk Oleh, Hutsol Taras, Ovcharuk Olena, Rudskiy Vadym, Mudryk Krzysztof, Jewiarz Marcin, Wrybel Marek, Styks Jakub. Prospects of Use of Nutrient Remains of Corn Plants on Biofuels and Production Technology of Pellets. *Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation*, 2020, 1, pp. 293-300, doi: 10.1007/978-3-030-13888-2_29.
3. Gołębiewski Jarosław. Regional diversification of the productivity of the biomass sector in Poland in the context of the development of the bio-economy. *Hradec Economic Days 2018*, 2018, January 30-31, 2018, Hradec Králové, Czech Republic. 2018, University of Hradec Králové, part I, pp. 286-298, doi: 10.36689/uhk/hed/2018-01-028.
4. Vereshchyns'kyu O. P. *Naukovi osnovy i praktyka pidvyshchennya efektyvnosti sortovykh khlibopekars'kykh*

- richchyu Dniprovs'koho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu*. Dnipro. "Serednyak T.K.", 2022, pp. 117-119.
16. Mikhailov Evgeniy, Postnikova Marina, Zadosnaia Natalia, Afanasyev Oleg. *Methodological aspects of determining parameters of a scalper-type air-sieved separator airflow*. W. (eds.) Springer, Heidelberg. LNCS, 2019, Vol. 2, pp. 133-137.
17. Zadosnaya N. A. *Aspekty obosnovanyya parametrov y rezhymov raboty pnevmoseparatora maslychnoho syr'ya* podsolnechnyka. *MOTROL Commission of Motorization and Power industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin*, 2015, Vol. 17, 9, pp. 43-49.
18. Rakowska Joanna, Gołębiewski Jarosław. *EU regional policy support for bioenergy sector in Poland in 2007-2013 (2015)*. *Proceedings of the International Scientific Conference: Rural Development*, 2017, pp. 385-390, doi: 10.15544/RD.2017.196.

Відомості про авторів (About authors)

Чурсінов Юрій Олексійович – доктор технічних наук, професор, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. С. Єфремова 25, м. Дніпро, Україна, 49000; +38 (050) 229-48-95; ORCID: 0000-0001-4251-6375; chursinov8888@gmail.com.

Tchursinov Yuriy – Doctor of Technical Sciences, Professor, Dnipro State Agrarian and Economic University, Sergiy Yefremov str., 25, Dnipro, Ukraine, 49600; +38 (050) 229-48-95; ORCID: 0000-0001-4251-6375; chursinov8888@gmail.com

Кудрявцев Ігор Миколайович – аспірант, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. С. Єфремова 25, м. Дніпро, Україна, 49000; +38 (096) 609-11-79; ORCID: 0000-0002-9939-7014; kudravcevigor898@gmail.com.

Kudriavtsev Ihor – postgraduate student, Dnipro State Agrarian and Economic University, Sergiy Yefremov str., 25, Dnipro, Ukraine, 49600; +38 (096) 609-11-79; ORCID: 0000-0002-9939-7014; kudravcevigor898@gmail.com.

Луценко Марина Василівна – кандидат технічних наук, доцент, вул. Шолохова 19, м. Дніпро, Україна, 49080; +38 (099) 068-97-13; ORCID: 0000-0002-0924-5157; maryna.lutsenko11@gmail.com.

Lutsenko Maryna – PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Sholokhova St. 19, Dnipro, Ukraine, 49080; +38 (099) 068-97-13; ORCID: 0000-0002-0924-5157; maryna.lutsenko11@gmail.com.

Будь ласка, посилайтеся на цю статтю наступним чином:

Чурсінов Ю. О., Кудрявцев І. М., Луценко М. В. Розробка мобільної установки для сортування зернових відходів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (12). С. 93-99. doi:10.20998/2413-4295.2022.02.14.

Please cite this article as:

Tchursinov Y., Kudriavtsev I., Lutsenko M. Creation of a mobile installation for sorting grain impurities. *Bulletin of the National Technical University "KhPI"*. Series: *New solutions in modern technology*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2022, no. 2(12), pp. 93–99, doi:10.20998/2413-4295.2022.02.14.

Надійшла (received) 30.05.2022