

УДК631.362.3

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2023.53.237-246>

**О. Задорожній**, асп., **С.М. Мороз**, доц., канд. техн. наук, **О.М. Васильковський**, проф., канд. техн. наук

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна*

*e-mail: serhii\_moroz@ukr.net*

## Аналіз конструкцій очисних пристроїв гравітаційних решіт з коливальним рухом решітного стану зерноочисних машин загального призначення

В статті наведені результати аналізу сучасних конструкцій очисних пристроїв плоских коливальних решіт зерноочисних машин загального призначення. Аналіз існуючих конструкцій показав, що в переважній більшості конструкцій машин вони встановлені з боку неробочого боку поверхонь сепарації. Встановлено, що більш раціональним буде застосування комбінованого за призначенням пристрою, який дозволяє не тільки очищати отвори решіт від застряглих в них часток, але, одночасно з цим, здійснювати транспортування часток зернового матеріалу по робочій поверхні решіт вздовж його отворів.

**зерноочисні машини загального призначення, решето, очисник решета**

**Постановка проблеми.** Виробники сільськогосподарської техніки як в цілому світі, так і в Україні, працюють в умовах жорсткої конкуренції. Нажаль, якість нашої сільськогосподарської техніки не може конкурувати з якістю світових виробників, особливо з розробками лідерів цієї галузі.

Зерноочисні машини відіграють значну роль при переході оброблюваного матеріалу від зібраного збіжжя зернових, бобових, круп'яних культур, соняшнику та насіння трав до сировини переробної промисловості. Від налаштувань їх робочих органів в значній мірі залежить якість та тривалість зберігання сировини для виготовлення різноманітних продуктів, відмінних за своїм призначенням.

Зерноочисні машини загального призначення мають робочі органи, що розділяють зерновий матеріал на різні фракції за кількома властивостями та параметрами. Для виділення з нього дрібної та крупної фракції використовують різні види плоских коливальних решіт. Найбільш поширеними є решета з продовгуватими отворами.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Якість розділення зернового матеріалу зерноочисними машинами, в основному, залежить від якості роботи поверхонь сепарації. Відомо, що для проходження прохідної частки крізь отвір решітної поверхні, їй потрібно не тільки зорієнтуватися та потрапити у нього, але й щоб отвір мав таку довжину, яка дає можливість їй пройти крізь нього. Але крім прохідних часток зерновий матеріал має частки, товщини яких дещо більші за ширину отворів. Такі частки можуть застрягати в отворах та перешкоджати прохідним часткам проходити крізь поверхню сепарації. Для видалення застряглих часток з отворів решіт використовуються очисні пристрої.

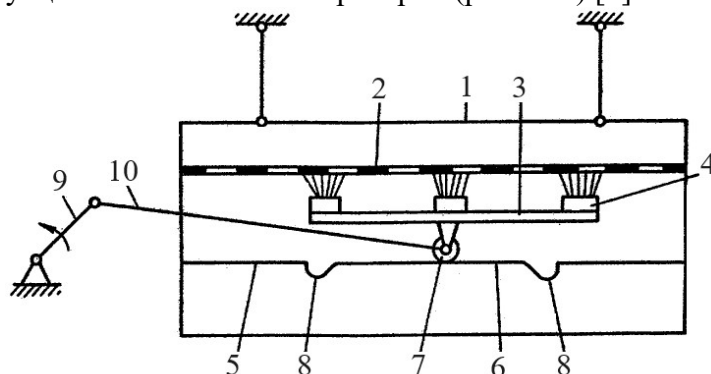
Традиційно вважається, що механізми для очищення отворів решіт від застряглих в них часток відносяться до допоміжних робочих органів зерноочисних машин [1]. Зазвичай їх розташовують з боку неробочої поверхні решета (ОВС–25, Р–8–БЦСМ тощо) [1–4]. Очисні пристрої з еластичними очисними елементами можуть бути активними з приводом (ОВС–25 тощо) та без приводу (Р–8–БЦСМ тощо).

**Постановка завдання.** Метою роботи є пошук вирішення проблеми очистки отворів решіт від застряглих в них часток зернового матеріалу для забезпечення якісних показників роботи зерноочисних машин загального призначення з коливальним рухом решітного стану.

**Виклад основного матеріалу.** Проведемо аналіз конструкцій очисних пристроїв гравітаційних решіт з коливальним рухом решітного стану для визначення їхніх сильних та слабких сторін.

Перевагою очисного пристрою решіт зерноочисної машини ОВС–25 є простота, як конструкції, так і його приводу. Недолік полягає у стиранні чи деформації ворсинок щіткових очисників під час їх роботи внаслідок тертя по поверхні решета. Крім того, конструкцією машини не передбачено можливість зменшення зазору між ними через стирання чи деформацію ворсинок щіток.

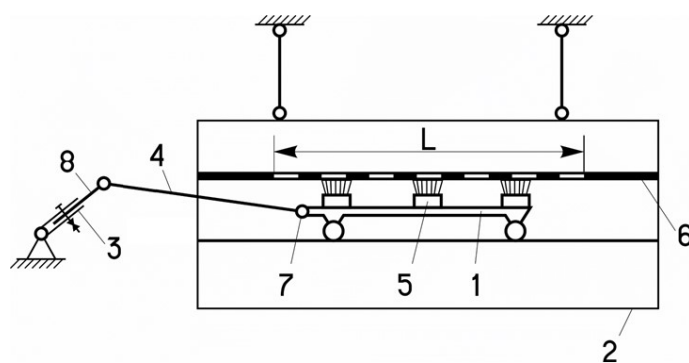
Такі ж недоліки, що і у щіткових очисників зерноочисної машини ОВС–25, характерні конструкціям інших очисних пристроїв (рис. 1–3) [3].



1 – решітний стан; 2 – решето; 3 – тримач щіток; 4 – щітка; 5 – напрямна планка; 6 – опорна поверхня; 7 – ролик; 8 – обмежувач; 9 – кривошип; 10 – шатун

Рисунок 1 – Очисний пристрій

Джерело: розроблено на підставі [3]

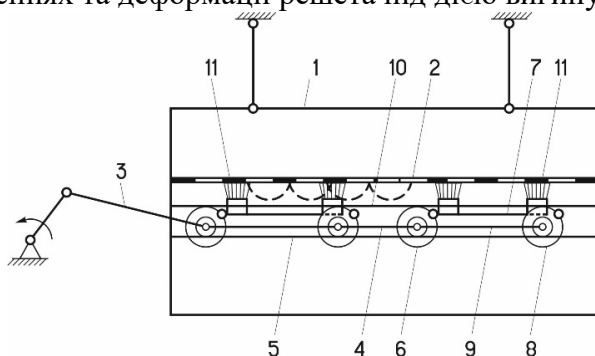


1 – рухома рамка; 2 – решітний стан; 3 – механізм приводу решітного стану; 4 – ведуча ланка; 5 – щітки; 6 – решето; 7 – шарнір; 8 – регульовальна ланка

Рисунок 2 – Очисний пристрій

Джерело: розроблено на підставі [3]

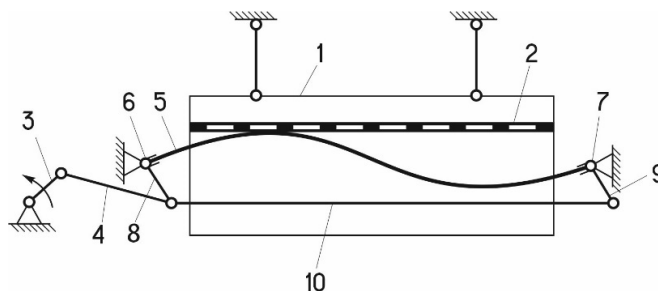
Також відомий пристрій для очищення отворів решета від застряглих в ньому часток, в якому в якості очисника отворів виконує пружний лист (рис. 4) [3]. Його переваги полягають у значній зносостійкості пружного листа, заміні сили тертя очисного елемента на тертя коченням. Недолік цієї конструкції полягає у великих внутрішніх знакозмінних напруженнях та деформації решета під дією вигину пружного листа.



1 – решітний стан; 2– решето; 3 – привод; 4 – рамка; 5 – напрямна; 6, 8, – колеса;  
7,9 – ланки; 10 – опорні доріжки; 11 – щітки

Рисунок 3 – Очисний пристрій

Джерело: розроблено на підставі [3]

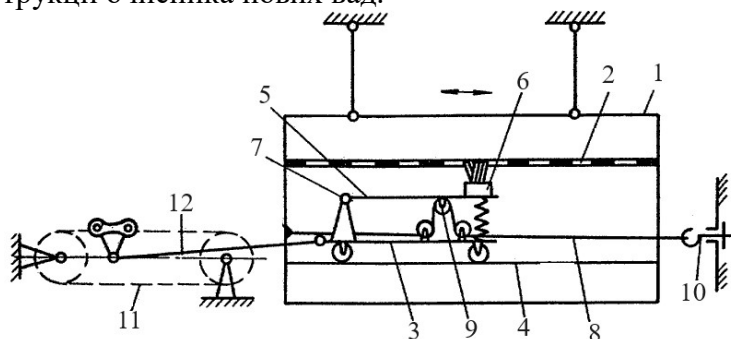


1 – решітний стан; 2–решето; 3 – кривошип; 4 – шатун; 5 – пружний лист; 6, 7 – вал;  
8, 9 – важіль; 10 – штанга

Рисунок 4 – Очисний пристрій

Джерело: розроблено на підставі [3]

Недоліків щіткових очисників ОВС–25 та очисних пристроїв (рис. 1–3) позбувся очисний пристрій гравітаційних решіт з коливальним рухом решітного стану(рис. 5)[3]. Цього вдалося досягти шляхом застосування пружинного механізму підтискання щітки до поверхні решета. Однак, застосування складних механізмів приводу та переміщення щіток надає конструкції очисника нових вад.



1 – решітний стан; 2– решето; 3 – платформа; 4 – напрямна; 5 – важіль; 6 – щітка; 7 – шарнір;  
8 – трос; 9 – блоки; 10 – механізм натягу троса; 11 – ланцюгова передача; 12 – тяга

Рисунок 5 – Очисний пристрій

Джерело: розроблено на підставі [3]

Виробник зерноочисних машин Petkus у своїх сепараторах сімейств А, М, U та V застосовує комбіновані очисники отворів решіт від застряглих у них часток зернового матеріалу (рис. 6) [5]. Вони проводять очищення отворів решета одразу з двох сторін. Над поверхнею решета встановлено ланцюгово-скребковий транспортер, який здійснює не тільки очищення отворів від застряглих часток з боку робочої поверхні решета, але забезпечує безперервну рівномірну подачу оброблюваного матеріалу (рис. 7). Це сприяє вирівнюванню просівання прохідних часток крізь поверхню сепарації по всій її довжині.

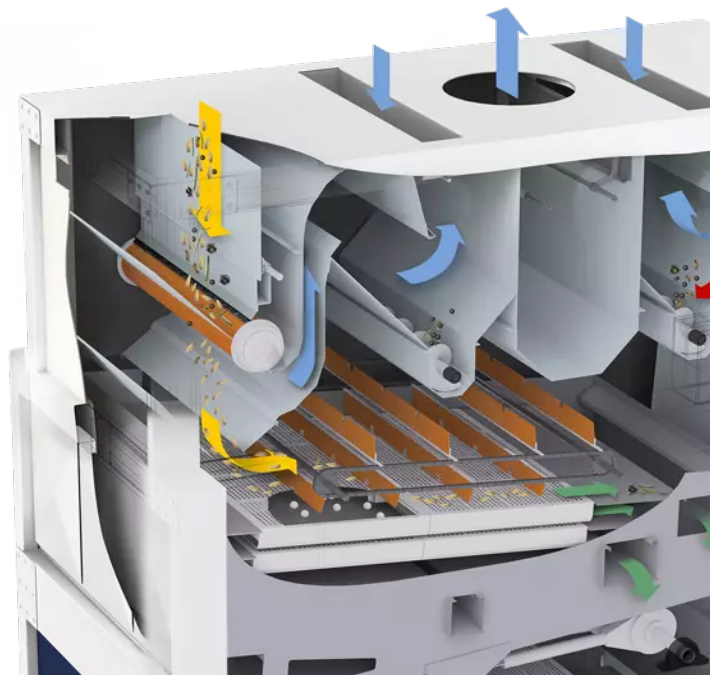


Рисунок 6 – Внутрішня будова та принцип роботи сепараторів Petkus сімейств А, М, U та V  
Джерело: розроблено на підставі [5]

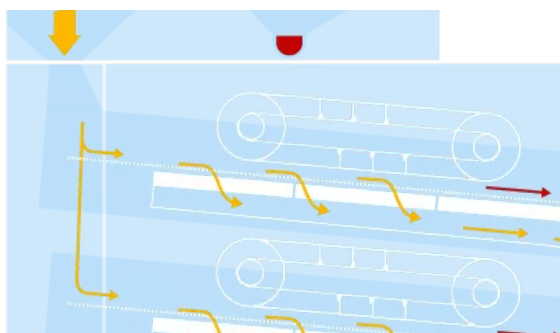


Рисунок 7 – Схема роботи решітних станів сепараторів Petkus сімейств А, М, U та V  
Джерело: розроблено на підставі [5]

В якості нижніх очисників отворів решета використовуються гумові м'ячки (рис. 8), котрі під час роботи решітного стану здійснюють хаотичний рух в просторі між нижньою поверхнею решета та дном короба в якому вони знаходяться. Внаслідок коливань решітного стану очисні елементи підстрибують та ударають по внутрішній поверхні решета. Під час ударів відбувається місцева деформація локальних ділянок решета, верхня поверхня якого підіймається догори. В цей час ширина отворів у верхній їхній площині короткочасно збільшується, що дає можливість застряглим часткам вийти із защемлення бічними гранями отворів.



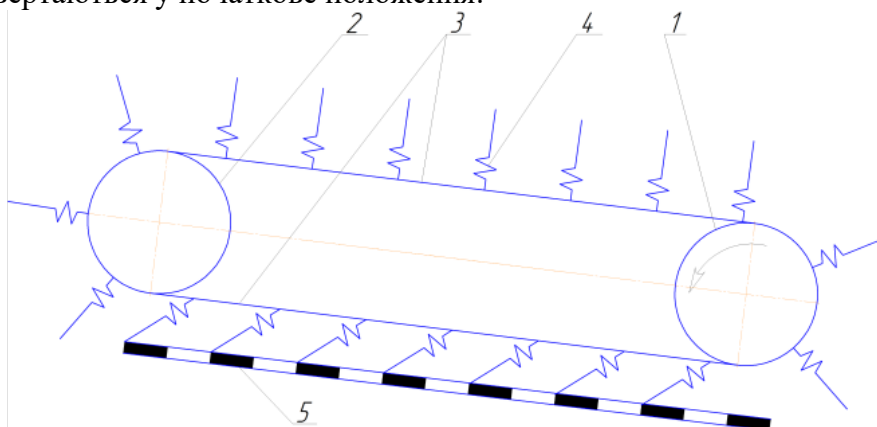
Рисунок 8 – Кулькові очисники решіт сепараторів Petkus сімейств А, М, U та V

Джерело: розроблено на підставі [5]

Таким чином, застосування комбінованих очисників гравітаційних решіт з коливальним рухом решітного стану дозволяє не тільки інтенсифікувати процес сепарації за рахунок значного зниження нерівномірності подачі оброблюваного матеріалу по довжині поверхні сепарації, але збільшити час на орієнтацію прохідних часток для проходження крізь отвори та продуктивність зерноочисних машин.

Однією із вад ланцюгово–скребкового транспортера є використання жорсткої пластини в якості шкребка, що може сприяти пошкодженню чи травмуванню застряглих в отворах решета часток. Для запобігання цьому доцільно в якості шкребків використовувати елементи, які у випадку різкого збільшення подачі оброблюваного матеріалу на решето змогли б забезпечити автоматичне регулювання відбирання необхідної кількості матеріалу для подальшого транспортування здовж решета та зменшення травмування застряглих часток під дією транспортуючого елемента.

Для цього доцільно використовувати транспортер, підпружинені планки нижньої гілки якого входять в шар оброблюваного матеріалу і можуть відхилитися від початкового положення в напрямку протилежному до напрямку їх руху[6]. Прокідні частки просіваються крізь отвори решета, а непрохідні транспортуються до його кінця. При цьому відбувається очищення отворів від застряглих часток. Під дією пружин скребки повертаються у початкове положення.



1 – приводний барабан; 2 – натяжний барабан; 3 – тяговий елемент;  
4 – підпружинені планки; 5 – решето;

Рисунок 9 – Очисний пристрій

Джерело: розроблено на підставі [6]

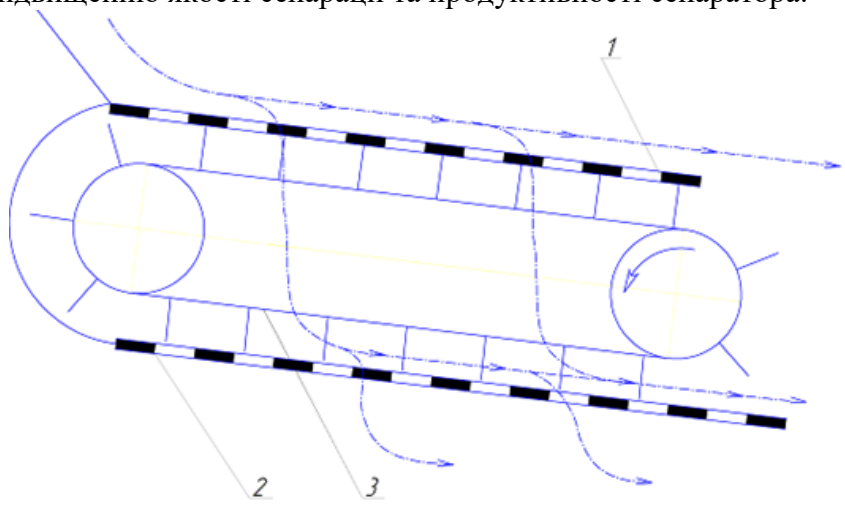
Це дозволяє вирішити задачу одночасного транспортування оброблюваного матеріалу по решето та очищення його отворів від непрохідних часток.

Ідею закладену Petkusв конструкції сепараторів сімейств А, М, U та V доцільно використати для виштовхування застряглих непрохідних з отворів верхнього колосового решета з боку його нижньої неробочої поверхні з одночасним транспортування часток, що просіялися по нижньому підсівному решеті (рис. 10) [7]. Це дозволяє збільшити час, необхідний часткам для зайняття зручного положення для попадання та проходження крізь отвори решета.

Недоліками цієї конструкції є нерівномірність розподілу зернового матеріалу по довжині нижнього підсівного решета та відсутність можливості усувати зазор між шкребками та поверхнями решіт, який виникає внаслідок зношування від тертя перших по поверхнях других.

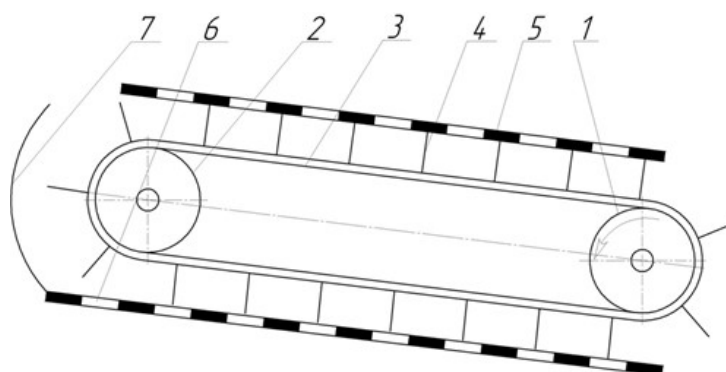
Щоб усунути нерівномірність розподілу зернового матеріалу по довжині нижнього підсівного решета в наступному пристрої замінено ланцюгово–скребковий транспортер на полотняно–планчастий з високими планками (рис. 11) [8].

Ця конструкція очисника–транспортера дозволяє вирішити задачу одночасного транспортування та очищення отворів решета від непрохідних часток, більш рівномірного розподілу зерна по ширині нижнього решета, збільшення часу контакту часток з поверхнею сепарації, зменшенню товщини шару матеріалу, що знаходиться на ній, сприяє підвищенню якості сепарації та продуктивності сепаратора.



1 – верхнє колосове решето; 2–нижнє підсівне решето; 3 – ланцюгово–скребковий транспортер  
Рисунок 10 – Транспортер–очисник

Джерело: розроблено на підставі [8]



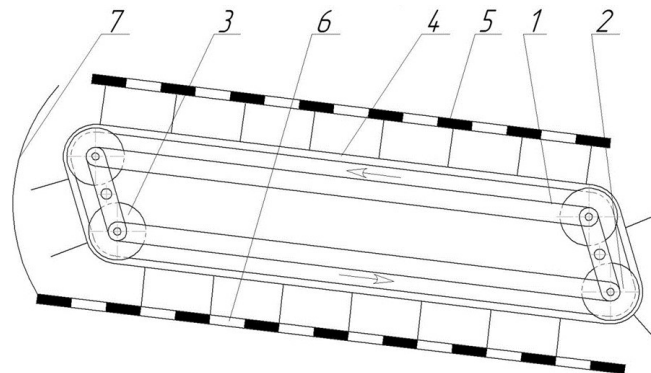
1 – приводний барабан; 2–натяжний барабан; 3 – тяговий елемент; 4 – підпружинені планки;  
5 – верхнє решето; 6 – нижнє решето; 7 – кожух  
Рисунок 11 – Очирик–транспортер

Джерело: розроблено на підставі [7]

Однак конструкція очисника–транспортера не усуває недолік з регулювання зазору, що виникає внаслідок зношування планок від їх тертя по поверхнях решіт.

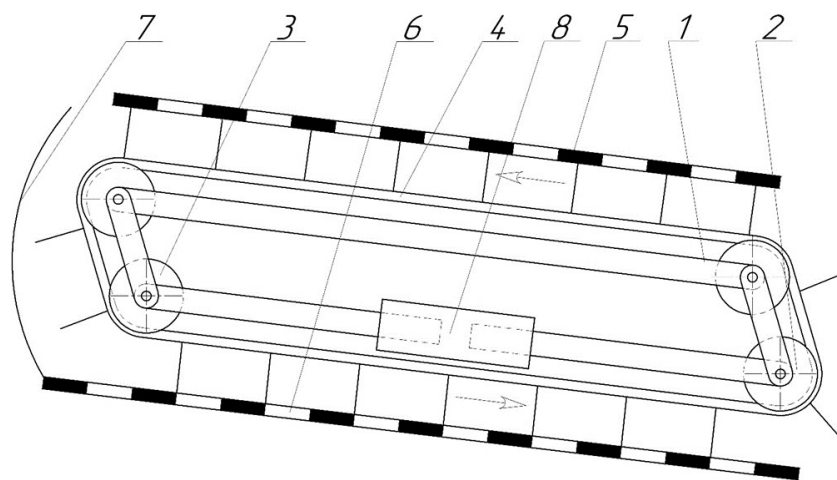
Цей недолік усуває конструкція транспортера–очисника–дозатора(рис. 12)[9]. Його паралелограмний механізм дозволяє усувати зазор, що виникає внаслідок зношування зовнішньої поверхні планок, шляхом переміщення в протилежні напрямки верхніх та нижніх опор з подальшою фіксацією їхнього положення.

Застосування в транспортері–очиснику замість паралелограмного механізму чотирьох-ланкового з можливістю регулювання довжини нижньої ланки дозволяє скоротити час на проведення регулювань в пристрої та збільшити технологічний час роботи сепаратора, що сприяє підвищенню продуктивності зерноочисної машини (рис. 13) [10].



1 – рама; 2–приводний барабан; 3 – натяжний барабан; 4 – полотняно–планчастий транспортер;  
5 – верхнє решето; 6 – нижнє решето; 7 – кожух  
Рисунок 12 – Транспортер-очисник-дозатор

*Джерело: розроблено на підставі [9]*

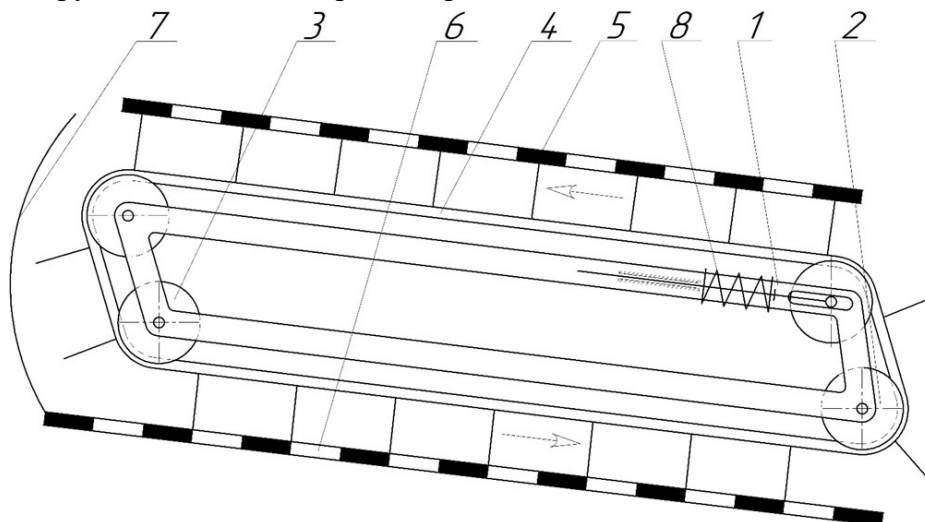


1 – рама; 2–приводний барабан; 3 – натяжний барабан; 4 – полотняно–планчастий транспортер;  
5 – верхнє решето; 6 – нижнє решето; 7 – кожух; 8 – механізм регулювання довжини нижньої ланки  
Рисунок 13 – Транспортер-очисник

*Джерело: розроблено на підставі [10]*

Ще більше скорочує час на проведення регулювань наступна конструкція транспортера–очисника, в якій механізм регулювання довжини нижньої ланки замінили пружинним механізмом (рис. 14) [11]. Вона дозволяє не тільки вирішити задачу одночасного транспортування та очищення отворів решета від непрохідних часток, а й підвищити рівномірність розподілу зерна по ширині нижнього решета, збільшити час контакту часток з поверхнею сепарації. Це сприяє зменшенню товщини шару

матеріалу, що знаходиться на ній, підвищенню якості сепарації та продуктивності сепаратора, а також дозволяє автоматично змінювати налаштування ланок для усунення зазору між ними та поверхнями решіт.



1 – рама; 2– приводний барабан; 3 – натяжний барабан; 4 – полотняно–планчастий транспортер;  
5 – верхнє решето; 6 – нижнє решето; 7 – кожок; 8 – пружинний механізм

Рисунок 14 – Очисний пристрій

Джерело: розроблено на підставі [11]

Встановлено, що застосування різних видів транспортерів забезпечує одночасно транспортування та очищення отворів решета від непрохідних часток, більш рівномірний розподіл зерна по ширині та довжині решіт, збільшує час контакту часток з поверхнею сепарації. Це сприяє зменшенню товщини шару матеріалу, що знаходиться на ній, підвищенню якості сепарації та продуктивності сепаратора, а також автоматично змінювати налаштування ланок для усунення зазору між ними та поверхнями решіт.

Тому доцільно в конструкції решітного стану з коливальним рухом над верхнім решетом та під нижнім встановлювати ланцюгово–скребкові транспортери, а між ними для очищення отворів решета від непрохідних часток, більш рівномірного розподілу зерна по ширині та довжині нижнього решета, збільшення часу контакту часток з його поверхнею слід встановлювати полотняно–планчастий транспортер, змонтований на чотирьох ланковій рамі з встановленим на ній механізмом автоматичного регулювання положень планок транспортера відносно поверхонь решіт.

**Висновки.** Проведений аналіз конструкцій зерноочисних машин з коливальним рухом решітних станів дозволив встановити переваги та недоліки різних конструкцій механізмів для очищення отворів решіт від застряглих в них часток.

Не дивлячись на широке використання для очищення решіт щіток, вони мають найбільше недоліків. До основних вад щіткових очисних механізмів відносяться:

- стирання та деформація щетинок внаслідок тертя по поверхні решіт;
- конструкціями не передбачено спосіб усунення зазору, що виникає внаслідок тертя щіток по поверхні решіт;
- незадовільна якість очищення отворів від застряглих часток через стирання чи деформацію щетинок;
- нерівномірне зношення та деформація щетинок між щітками по довжині решета;
- щітки зі зношеними чи деформованими щетинками необхідно замінювати.



- Порівняно з ними скребкові та планчасті транспортери мають переваги:
- рівномірне зношення між скребками чи пластинками по довжині транспортера;
  - в рази більший строк експлуатації;
  - зменшення шару матеріалу на поверхні решета;
  - забезпечення рівномірності просівання часток по довжині решета;
  - вища ефективність та продуктивність роботи решета.

## Список літератури

1. Комаристов В.Ю., Петренко М.М. Довідник з механізації післязбиральної обробки зерна. К.: Урожай, 1990. 184 с.
2. Розробка нової конструкції пневморешітної зерноочисної машини. Том 1. Обґрунтування параметрів транспортера-сепаратора / В.М. Сало та ін. Кіровоград: СПД ФО Лисенко В.Ф., 2014. 108 с.
3. Завгородній О.І. Наукові основи процесів очищення отворів решіт зерноочисних машин: автореф. дис. на здобуття ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.05.11, Харків, 2001. 20 с.
4. Мороз С.М., Васильковський М. І., Васильковський О.М. Обґрунтування діаметрів стержнів пруткового решета. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровогр. нац. техн. ун-ту. 2004. Вип. 14. С. 72-78.
5. Сепаратори Petkus: веб-сайт. URL: <https://www.petkus.de/produkte/sortieren/reiniger/vorreinigung> (дата звернення: 02.11.2023).
6. Транспортер-очисник: пат. 65162 С2 Україна: МПК В65G 47/14. № u201106289; заявл. 19.05.11; опубл. 25.11.2011. Бюл. № 22.
7. Сепаратор зерна: пат. 101096 Україна: МПК А01F 12/44, В65G 47/14. № u201502182; заявл. 12.03.15; опубл. 25.08.2015. Бюл. №16.
8. Сепаратор зерна: пат. 105640 Україна: МПК В07В 4/00. № u201510172; заявл. 19.10.15; опубл. 25.03.2016. Бюл. №16.
9. Очисний пристрій: пат. 111459 Україна: МПК А01F 12/44, В65G 47/14, В07В 1/00. № u201604987; заявл. 04.05.2016; опубл. 10.11.2016. Бюл. № 21.
10. Очисний пристрій: пат. 125770 Україна: МПК А01F 12/44, В65G 47/14, В07В 1/00. № u201712457; заявл. 15.12.2017; опубл. 25.05.2018. Бюл. № 10.
11. Очисний пристрій: пат. 125840 Україна: МПК А01F 12/44, В65G 47/14. № u201712812; заявл. 22.12.2017; опубл. 25.05.2018. Бюл. № 10.

## References

1. Komarystov, V.Iu. & Petrenko, M.M. (1990). *Dovidnyk z mekhanizatsii pisliazbyralnoi obrobky zerna* [Handbook of mechanization of post-harvest processing of grain]. Kyiv: Urozhai. [in Ukrainian].
2. Salo V.M., Moroz, S.M., Vasytkovskyi, O.M., Leshchenko, S.M. & Petrenko, D.I. (2014). *Rozrobka novoi konstruktсии pnevmoreshitnoi zernoochysnoi mashyny. Vol 1. Obgruntuvannia parametriv transportera-separatora* [Development of a new design of a pneumatic sieve grain cleaning machine. Volume 1. Justification of conveyor-separator parameters]. Kirovohrad: SPD FO Lysenko V.F. [in Ukrainian].
3. Zavhorodnii, O.I. (2001). *Naukovi osnovy protsesiv ochyshchennia otvoriv reshit zernoochysnykh mashyn* [Scientific basis of the processes of cleaning the holes of the sieves of grain cleaning machines]. *Extended abstract of doctor's thesis*. Kharkiv [in Ukrainian].
4. Moroz, S.M., Vasytkovskyi, M.I. & Vasytkovskyi, O.M. (2004). *Obgruntuvannia diametriv sterzhniv prutkovoho resheta* [Determination of the diameters of the rods of the bar sieve]. *Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia : zb. nauk. prats TNTU – Machinery in Agricultural Production, Industry Machine Building, Automation : Collected Works of KNTU, Issue. 14, 72–78* [in Ukrainian].
5. Separatory Petkus [Petkus separators]: veb-sayt. [petkus.de](https://www.petkus.de). Retrieved from <https://www.petkus.de/produkte/sortieren/reiniger/vorreinigung> [in Ukrainian].
6. Transporter-ochysnyk [Conveyor-cleaner]: pat. 65162 S2 Ukrayina; MPK В65G 47/14. № u201106289; заявл. 19.05.11; опубл. 25.11.2011. Бул. № 22.

7. Separator zerna [Grain separator]: pat. 101096 Ukrayina; MPK A01F 12/44, B65G 47/14. № u201502182; zayavl. 12.03.15; opubl. 25.08.2015. Byul. №16.
8. Separator zerna [Grain separator]: pat. 105640 Ukrayina; MPK V07V 4/00. № u201510172; zayavl. 19.10.15; opubl. 25.03.2016. Byul. №16.
9. Ochysnyy prystryy [Cleaning device]: pat. 111459 Ukrayina; MPK A01F 12/44, B65G 47/14, B07B 1/00. № u201604987; zayavl. 04.05.2016; opubl. 10.11.2016. Byul. № 21.
10. Ochysnyy prystryy [Cleaning device]: pat. 125770 Ukrayina; MPK A01F 12/44, B65G 47/14, B07B 1/00. № u201712457; zayavl. 15.12.2017; opubl. 25.05.2018. Byul. № 10.
11. Ochysnyy prystryy [Cleaning device]: pat. 125840 Ukrayina; MPK A01F 12/44, B65G 47/14. № u201712812; zayavl. 22.12.2017; opubl. 25.05.2018. Byul. № 10.

**Oleksii Zadorozhnyi**, post-graduate, **Serhii Moroz**, Assoc. Prof., PhDtech. sci., **Oleksii Vasytkovskyi**, Prof., PhDtech. sci.

*Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine*

### **Analysis of Designs the Cleaning Devices of Gravity Sieves With Oscillating Movement of the Sievestate of General-Purpose Graincleaning Machines**

The purpose of the article is to identify the most effective methods and means of cleaning the openings of the sieves of grain cleaning machines from clogging. The article analyzes the designs of cleaning devices that are equipped with gravitational oscillating sieves of modern general-purpose grain cleaning machines to ensure quality indicators of work and increase the productivity of separators.

The analysis of existing designs showed that in the vast majority of machine designs, cleaning devices are installed under the grates. Only some machines use combined cleaners that work on both sides of the screen. Oscillating mechanisms are used as one-sided cleaning devices, the main working organ of which is a brush. Such devices are installed under the grate. Depending on the design, they are brush or impact with elastic elements - in the form of various shaped devices that are located and move randomly in special boxes. Combined cleaning devices are installed between the sieves. These are mostly brush scraper conveyors. It was established that the most rational would be the use of a combined cleaning device of continuous action, which allows not only to clean the holes of the sieves from the particles stuck in them, but, at the same time, to carry out the transportation of particles of grain material along the working surface of the sieves along its holes.

The analysis of designs of grain cleaning machines with oscillating movement of sieves made it possible to establish the advantages and disadvantages of various designs of mechanisms for cleaning sieve openings from particles stuck in them. In particular, it was found that brush oscillating cleaning mechanisms suffer the most from abrasion and deformation of the bristles, while constructively there are no ways to eliminate the gaps that arise as a result of wear. Compared to them, continuous scraper conveyors have advantages, among which uniform wear between the scrapers along the length of the conveyor and, as a result, a longer service life, as well as the creation of conditions for increasing the efficiency of grain separation, are distinguished.

**graincleaningmachinesofgeneralpurpose, sieve, sievecleaner**

*Одержано (Received) 10.12.2023*

*Прорецензовано (Reviewed) 19.12.2023*

*Прийнято до друку (Approved) 27.12.2023*