УДК 631.364.5 DOI: https://doi.org/10.32515/2414-3820.2026.56.104-109

О. М. Гайденко, ст. наук. співр., канд. техн. наук
Інститут сільського господарства Степу Національної академії аграрних наук України, м. Кропивницький, Україна
e-mail: gaidenko2014@gmail.com

Конструкції пристроїв фіксації мішків та створення протитиску при пакуванні солом'яного субстрату для гливи

Наведено конструктивні рішення пристроїв для фіксації мішків та створення протитиску вивантаженню при ущільненні та завантаженні солом'яного субстрату для гливи.
ущільнювач, субстрат, щільність, мішок.

Постановка проблеми. Агробіоценози є джерелом значних обсягів невикористаної органічної сировини, зокрема рослинних залишків соломи. Серед існуючих напрямків її утилізації та переробки найбільш раціональним є використання соломи як поживного субстрату для культивування їстівних грибів гливи.

Аналіз чинного промислового досвіду підтверджує, що фінальна якість субстратного блоку є базовим фактором високої врожайності. При цьому завершальна стадія підготовки – пресування та фасування сировини – безпосередньо формує фізико-механічні характеристики готового середовища.

Для інтенсифікації виробництва та зниження частки ручної праці перспективним є впровадження механізованого пресування за допомогою ущільнювачів поршневого типу. Обладнання поршневої групи найкраще відповідає жорстким агротехнічним вимогам, оскільки дозволяє сумістити процес циклічного стиснення соломистої маси з її безпосереднім пакуванням у полімерну тару.

Проте ширше комерційне впровадження таких ліній стримується дефіцитом комплексних досліджень. Наразі бракує обґрунтованих конструктивно-режимних параметрів пресувальних робочих органів, які здатні одночасно забезпечувати задану щільність пакування та стабільне формування мішка без його пошкодження [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для пресування сіна та соломи застосовують різне обладнання, яке за типом робочих органів класифікують на поршневе, рулонне, транспортерне, стрічково-вальцеве, вальцеве, штемпельне, кільцеве та шнекове. Завдяки конструктивній простоті найбільшого поширення набули саме поршневі преси, які можуть мати відкриту або закриту камеру ущільнення. Їхньою ключовою перевагою у технологіях виготовлення субстрату є дискретне (порційне) подавання сировини, що забезпечує можливість гнучкого регулювання об’єму готових субстратних блоків [1].

Для пресування та фасування сировини у поліетиленову тару застосовують спеціально розроблений ущільнювач [2]. Його конструкція містить завантажувальні камери циліндричної форми, встановлені на горизонтальній основі, що виконує роль їхнього дна. Процес ущільнення маси до заданих параметрів забезпечується силовим гідроциліндром із поршнем. При цьому необхідна щільність матеріалу безпосередньо регулюється зміною зусилля притискання.

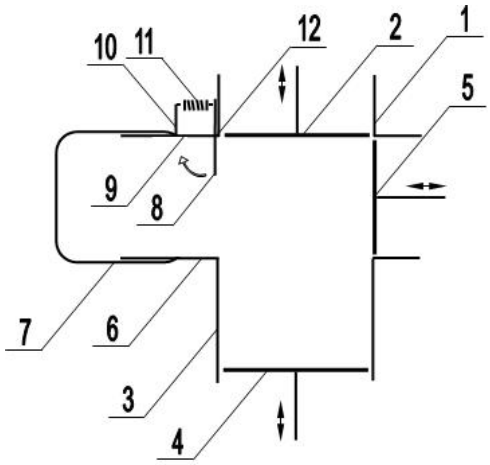
© О. М. Гайденко, 2026

Відомий пресувальний пристрій [3] містить підпресовувальний вузол, механізм приводу, додатковий поршень та приймальну камеру пресувального каналу, обмежену боковими стінками й дном. Через те, що горловина завантажувальної камери навпроти поршня є відкритою, частина сировини потрапляє туди безпосередньо з бункера. Оскільки конструкція не забезпечує стабільного опору під час переміщення початкової порції матеріалу, перші сформовані блоки мають низьку щільність. Головним недоліком такої схеми є неможливість підтримувати заданий ступінь ущільнення субстрату, особливо у разі коливання маси завантажуваних порцій.

Оскільки субстрати для культивування грибів суттєво відрізняються за своїми властивостями від кормових сіно-соломистих матеріалів, більшість розглянутих конструкцій робочих органів не здатні забезпечити належну якість реалізації технологічного процесу. Конструктивні особливості цих ущільнювачів, незалежно від їхнього типу та призначення, не задовольняють специфічних вимог, що висуваються до виробництва субстрату для вирощування гливи.

Постановка завдання. Мета досліджень – створити пристрій для фіксації мішків із сировиною, який забезпечує рівномірний розподіл щільності матеріалу та дозволяє регулювати ступінь його пресування, зокрема у разі коливання ваги завантажуваних порцій.

Виклад основного матеріалу. Спираючись на результати попередніх досліджень, було створено нову конструкцію ущільнювача. На вході до його вивантажувальної горловини встановлено шарнірно закріплену на стінці обмежувальну пластину [4] (рис. 1). Вона створює додатковий опір і перешкоджає довільному переміщенню маси вздовж завантажувального вікна до вивантажувального патрубка, що гарантує досягнення нормативної щільності сировини. Коли головний пресувальний поршень рухається в бік вивантаження, ця підпружинена пластина відхиляється і перекриває вікно. Таке рішення блокує вільний хід матеріалу, забезпечуючи стабільну щільність грибного субстрату для гливи з його паралельним фасуванням у мішки.



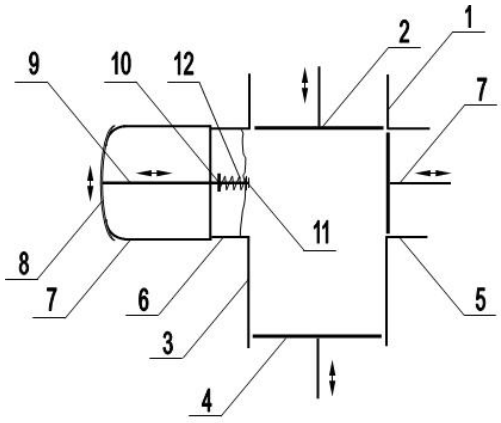
1 – завантажувальний бункер; 2 – клапан завантажувальної горловини; 3 – приймальна камера; 4 – підпресовуючий поршень; 5 – поршень основного ущільнювача; 6 – вивантажувальна горловина; 7 – мішок для пакування субстрату; 8 – обмежувальна пластина; 9 – вікно обмежувальної пластини; 10 – кронштейн кріплення пружини; 11 – пружина; 12 – шарнір кріплення обмежувальної пластини

Рисунок 1 – Загальний вигляд поршневого ущільнювача субстрату з обмежувальною пластиною
Джерело: розроблено авторами

Технологічний процес роботи ущільнювача відбувається так: крізь завантажувальний бункер сировина надходить до приймальної камери, обмеженої

бічними стінками та поршнем. Унаслідок поздовжнього переміщення поршня об'єм камери зменшується, що забезпечує попереднє стиснення маси між бічними поверхнями, клапаном бункера та додатковим поршнем головної камери пресування. Під час подальшого поздовжнього руху додаткового поршня матеріал спрямовується до вивантажувальної горловини для безпосереднього фасування в мішок. Перед входом у горловину потік зустрічає опір підпружиненої обмежувальної пластини, яка блокує його вільний хід в основній камері й гарантує остаточне ущільнення до заданих параметрів.

Суттєвою вадою цього обладнання є нерівномірний розподіл щільності матеріалу по всьому об’єму мішка. Така неоднорідність пресування призводить до погіршення якісних показників готових блоків із субстратом. Зазначений недолік вдалося усунути шляхом інтегрування в конструкцію поршневого преса додаткового пристрою [5] (рис. 2), який забезпечує однорідність ущільнення маси та дозволяє гнучко регулювати ступінь її стиснення.



1 – завантажувальний бункер; 2 – клапан завантажувальної горловини; 3 – приймальна камера; 4 – підпресовуючий поршень; 5 – поршень основного ущільнювача; 6 – вивантажувальна горловина; 7 – мішок для пакування субстрату; 8 – опорний пристрій; 9 – шток опорного пристрою; 10 – опорна шайба; 11 – регулювальна гайка; 12 – пружина

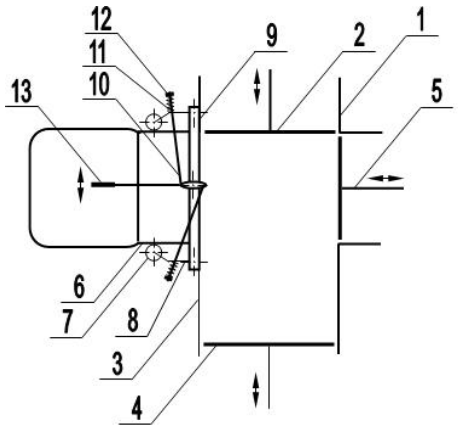
Рисунок 2 – Загальний вигляд поршневого ущільнювача субстрату з опорним пристроєм
Джерело: розроблено авторами

Завдяки шарнірному закріпленню опорного пристрою на бічній поверхні вивантажувальної горловини забезпечується ефективне регулювання щільності матеріалу. Під час роботи цей вузол рухається сповільнено, створюючи опір пакувальній тарі. Це перешкоджає вільному переміщенню спресованої маси на виході з камери й гарантує досягнення заданих параметрів щільності субстрату.

Технологічний процес роботи обладнання відбувається так: крізь завантажувальний бункер сировина надходить до приймальної камери, обмеженої бічними стінками та підпресовувальним поршнем. Поздовжнє переміщення цього поршня зменшує робочий об'єм, забезпечуючи первинне стиснення маси між бічними поверхнями, клапаном бункера та додатковим поршнем головної камери. Під час руху додаткового поршня до вивантажувальної горловини ущільнений матеріал спрямовується на вихід. При цьому опорний пристрій, долаючи опір пружин, сповільнює свій рух і створює регульований протитиск пакувальній тарі, що блокує довільне проходження маси. Для точного налаштування кінцевої щільності субстрату на штоках передбачено регулювальні гайки. Зміна їхнього положення коригує жорсткість пружин і, відповідно, силу зусилля опорного вузла, що заважає вільному виходу суміші з камери.

Вадою цього обладнання є те, що пресування матеріалу відбувається лише в момент його взаємодії з опорним вузлом, причому сила протидії (а отже, і щільність

суміші) нерівномірно зростає в процесі вивантаження з горловини. Щоб усунути цей недолік і обмежити довільне переміщення мішка під час фасування, було створено важільно-амортизаційний притискний пристрій [6] (рис. 3).



1 – завантажувальний бункер; 2 – клапан завантажувальної горловини; 3 – приймальна камера; 4 – підпресовуючий поршень; 5 – поршень основного ущільнювача; 6 – вивантажувальна горловина; 7 – прижимний ролик; 8 – важіль ролика; 9 – рамка пристрою; 10 – тяги; 11 – пружина; 12 – регулювальна гайка; 13 – важіль

Рисунок 3 – Загальний вигляд поршневого ущільнювача субстрату з важільно-амортизаційним прижимним пристроєм:

Джерело: розроблено авторами

Завдяки монтажу підпружиненого важільно-амортизаційного притискного пристрою на зовнішній бічній поверхні вивантажувальної горловини забезпечується надійна фіксація мішка. Цей вузол шарнірно закріплений на рамці з можливістю повороту, що дозволяє йому ефективно утримувати пакувальну тару та перешкоджати вільному виходу спресованої маси з горловини камери.

Технологічний процес роботи обладнання відбувається так: крізь завантажувальний бункер сировина надходить до приймальної камери, обмеженої бічними стінками та підпресовувальним поршнем. Поздовжнє переміщення цього поршня зменшує робочий об'єм, забезпечуючи первинне стиснення маси між бічними поверхнями, клапаном бункера та додатковим поршнем головної камери. Під час руху основного пресувального поршня у напрямку вивантажувальної горловини підпружинений важільно-амортизаційний притискний пристрій обмежує вільний хід матеріалу в момент його фасування в мішок. Така конструкція поршневого ущільнювача з важільно-амортизаційним вузлом забезпечує високу однорідність щільності маси та дозволяє гнучко регулювати ступінь її стиснення, зокрема у разі зміни ваги завантажуваної порції, з одночасним пакуванням відповідно до технологічних вимог.

Розглянуті конструктивні елементи пристроїв для фіксації мішків під час заповнення солом'яною сировиною покладено в основу розробки пресувально-фасувального агрегату ПМС-10Г. Ця машина призначена для пресування пастеризованого матеріалу з його одночасним пакуванням у поліетиленову тару для подальшого культивування гливи.

Обладнання для фасування пастеризованого субстрату ПМС-10Г, оснащене важільно-амортизаційним притискним вузлом, успішно пройшло виробничі випробування та було впроваджене в технологічний процес на спеціалізованому підприємстві ТОВ «Славута» (с. Шкарівка Білоцерківський район Київська область) (рис. 4).



Рисунок 4 – Виробничі випробування поршневого ущільнювача субстрату ПМС-10Г з важільно-амортизаційним прижимним пристроєм в ТОВ «Славута»
Джерело: розроблено авторами

Результати виробничих випробувань підтвердили високу працездатність поршневого преса, оснащеного важільно-амортизаційним притискним механізмом. Інтегральна ймовірність того, що щільність сформованих блоків перебуватиме в межах регламентованого технологічного діапазону (від 360 до 400 кг/м³), склала 85,5 %. Отримані ущільнені та фасовані мішки із субстратом повністю відповідали галузевим вимогам щодо культивування гливи.

Продуктивність розробленої фасувальної установки становить 1 т/год. Базовий річний економічний ефект від її впровадження дорівнює 30000 грн, а розрахунковий термін окупності капіталовкладень не перевищує 4 років. Водночас завдяки механізованому пресуванню забезпечується стабільна щільність блоків і рівномірне введення міцелію в усьому об’ємі сировини. Це стимулює приріст урожайності грибів і дозволяє скоротити реальний термін окупності машини до 1 року [1, 7].

Висновки. За результатами проведених досліджень було створено різні конструктивні варіанти пристроїв для фіксації тари та створення протитиску під час пресування й фасування солом'яного субстрату для гливи, зокрема: обмежувальну пластину, опорний пристрій та важільно-амортизаційний притискний механізм. Встановлено, що специфіці технологічного процесу найбільшою мірою відповідає важільно-амортизаційний притискний пристрій. Він забезпечує високу однорідність щільності матеріалу й дозволяє точно регулювати ступінь його стиснення (особливо за умов коливання ваги завантажуваних порцій) із паралельним пакуванням у мішки згідно з регламентом.

Список літератури

1. Гайденко О. М. Обґрунтування параметрів поршневого ущільнювача субстрату для вирощування гливи : автореф. дис. … канд. техн. наук : спец. 05.05.11 “Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва”. Глеваха, 2009. 20 с.
2. Голуб Г. А. Параметри поршневого ущільнювача субстрату при вирощуванні грибів. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 4. С. 50.
3. А. с. 1192712 СССР, А 01 F 15/04. Брикетный пресс / П. М. Рощин, П. В. Яговкин, В. В. Князев ; заявл. 10.05.84 ; опубл. 23.11.85, Бюл. № 43.
4. Ущільнювач субстрату: патент 82928 Україна: МПК A 01 F 15/00. / Голуб Г. А., Гайденко О. М. ; заявник та власник патенту Кіровоградський інститут агропромислового виробництва УААН. № a2006 08008 ; заявл. 17.07.06 ; опубл. 26.05.08, Бюл. № 10. 7 с.
5. Ущільнювач субстрату: патент 83562 Україна: МПК A 01 F 15/00. / Гайденко О. М., Голуб Г. А. ;

заявник та власник патенту Кіровоградський інститут агропромислового виробництва УААН. № а 2006 11216 ; заявл. 24.10.06; опубл. 25.07.08, Бюл. № 14. 7 с.
6. Ущільнювач субстрату: патент 87628 Україна: МПК A 01 F 15/00. / Голуб Г. А., Гайденко О. М. ; заявник та власник патенту Голуб Г. А., Гайденко О. М. ; № а 2008 06032 ; заявл. 08.05.08; опубл. 27.07.09, Бюл. № 14. 3 с.
7. Голуб Г. А., Гайденко О. М.. Конструктивні особливості пристроїв для утримання мішків при завантаженні соломистим субстратом . *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України* ; редкол. : Д. О. Мельничук (відп. ред.) та ін. К., 2010. Вип. 144; ч. 3. С. 248 – 256.

References

1. Haidenko, O. M. (2009). *Obgruntuvannia parametriv porshnovoho ushchilniuvacha substratu dlia vyroshchuvannia hlyvy* [Substantiation of parameters of the piston substrate compactor for oyster mushroom cultivation] (Extended abstract of Candidate's thesis, Agricultural Engineering). Hlevakha, 20 p. [in Ukrainian].
2. Holub, H. A. (2004). *Parametry porshnovoho ushchilniuvacha substratu pry vyroshchuvanni hrybiv* [Parameters of the piston substrate compactor during mushroom cultivation]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], (4), 50. [in Ukrainian].
3. Roshchin, P. M., Yahovkin, P. V., & Kniaziev, V. V. (1985). *Briketnyy press* [Briquette press]. USSR Author's Certificate No. 1192712, Int. Cl. A 01 F 15/04. Application filed May 10, 1984; Published November 23, 1985, Bulletin No. 43.
4. Holub, H. A., & Haidenko, O. M. (2008). *Ushchilniuvach substratu* [Substrate compactor]. Ukrainian Patent for Invention No. 82928, IPC A 01 F 15/00. Applicant and Patent Owner: Kirovohrad Institute of Agricultural Production of the UAAS. Application No. a 2006 08008, filed July 17, 2006; Published May 26, 2008, Bulletin No. 10, 7 p. [in Ukrainian].
5. Haidenko, O. M., & Holub, H. A. (2008). *Ushchilniuvach substratu* [Substrate compactor]. Ukrainian Patent for Invention No. 83562, IPC A 01 F 15/00. Applicant and Patent Owner: Kirovohrad Institute of Agricultural Production of the UAAS. Application No. a 2006 11216, filed October 24, 2006; Published July 25, 2008, Bulletin No. 14, 7 p. [in Ukrainian].
6. Holub, H. A., & Haidenko, O. M. (2009). *Ushchilniuvach substratu* [Substrate compactor]. Ukrainian Patent for Invention No. 87628, IPC A 01 F 15/00. Applicants and Patent Owners: Holub H. A., Haidenko O. M. Application No. a 2008 06032, filed May 8, 2008; Published July 27, 2009, Bulletin No. 14, 3 p. [in Ukrainian].
7. Holub, H. A., & Haidenko, O. M. (2010). Konstruktyvni osoblyvosti prystroiv dlia utrymannia mishkiv pry zavantazhenni solomystym substratom. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, (144, ch. 3), 248–256. [in Ukrainian].

Oleh Haidenko, Senior Researcher, PhD tech. sci.
Institute of Agriculture of the Steppe of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kropyvnytskyi city, Ukraine

Designs of Bag Fixing and Counter-Pressure Devices for Packing Straw Substrate for Oyster Mushroom Cultivation

The paper presents design solutions for devices intended for bag fixation and creating discharge counter-pressure during the compaction and loading of straw substrate for oyster mushroom cultivation.

Based on the results of the conducted research, various design options for container fixation and counter-pressure generation devices were developed for compacting and packaging straw substrate for oyster mushroom cultivation, namely: a limiting plate, a support device, and a lever-damping clamping mechanism.

It was established that the lever-damping clamping device complies with the specific requirements of the technological process to the greatest extent. It ensures high uniformity of material density and allows for precise regulation of its compaction level (especially under conditions of varying loaded batch weights) with simultaneous packaging into bags according to the technical regulations.

compactor, substrate, density, bag

Одержано (Received) 19.06.2026 *Прорецензовано (Reviewed) 22.06.2026*
Дата публікації (Publication Date) 30.06.2026 *Прийнято до друку (Approved) 26.06.2026*