

Механізація, електрифікація

УДК 631.354 (872)
© 2014

*М.К. Лінник,
академік НААН,
доктор сільсько-
господарських наук*

*О.Ф. Говоров,
кандидат
технічних наук*

*ННЦ «Інститут
механізації та електрифікації
сільського господарства»*

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКЦІЙНОЇ СХЕМИ УНІВЕРСАЛЬНОГО ПОДРІБНЮВАЧА–РОЗПОДІЛЮВАЧА ПОЖНИВНИХ ЗАЛИШКІВ І СОЛОМИ

Наведено результати аналізу сучасних технологій використання поживних залишків і передусім соломи, раціональними з яких є технології для одержання теплової енергії та органічного удобрення ґрунту, причому оптимальною нині є технологія удобрення ґрунту з подрібненням валків соломи подрібнювачами-розподільвачами, що агрегатуються з тракторами, які обладнані подрібнювальними апаратами з горизонтальною віссю обертання і вентилятором для збільшення ширини смуги розподілення подрібненої соломи.

Ключові слова: поживні залишки, солома, тепла енергія, органічне удобрення, подрібнювач-розподільвач, різальний апарат, вентилятор.

Постановка проблеми. В Україні площа угідь під зерновими культурами з ріпаком і без кукурудзи становить близько 11 млн га, що забезпечує збирання в середньому понад 32 млн т зерна і вирощування близько 40 млн т незернової частини врожаю, тобто соломи й полови. Оскільки основу цієї частини становить солома, то надалі незернову частину врожаю скорочено називатимемо соломою.

З огляду на світову продовольчу кризу труднощів з реалізацією зібраного зерна поки що не передбачається, а от щодо ефективного використання вирощеної соломи є серйозні проблеми.

Річ у тім, що за часів СРСР було велике поголів'я сільськогосподарських тварин, для якого, як правило, не вистачало кормів.

Тому в той період панувала технологія збирання соломи з використанням збирально-транспортних засобів. Ця технологія забезпечувала повне очищення ланів від соломи, яка складувалася на краю поля чи біля тваринницьких приміщень.

Однак нині поголів'я худоби різко скоротилося, а більшість великих господарств продукції тваринництва не виробляють взагалі, тому й потреби тваринництва в соломі відповідно також знизилась.

Незважаючи на те, що за кордоном солому використовують для виробництва целюлози, паперу, будівельних матеріалів (крім галузі тваринництва, де її використовують на підстилку), також вона має високу енергетичну цінність (14,3 мДж/кг), близьку до середньої енергетичної здатності дров (13,95 мДж/кг), і тому її використовують для одержання теплової енергії (наприклад, Ізраїль закуповує тюковану солому в Одеській області), для більшості наших господарств вона перетворилась на непотріб, і її просто спалюють на полях. При цьому не лише викидається на вітер значна кількість енергії, на придбання носіїв якої країна витрачає мільйони доларів США, а ще й забруднюється атмосфера, втрачається 25–30 кг азоту/га і весь вуглець, а також знищується мікрофлора ґрунту, що призводить до зниження його родючості [1].

І це за умов, що в нашій країні за 2 останніх десятиліття внесення органічних добрив у ґрунт знизилася в 7 разів, а мінеральних — відповідно в 2,7 раза. Тому не тільки зменшується родючість ґрунтів, а й катастрофічно знижується вміст гумусу у знаменитих українських чорноземах. За останні роки його вміст у ґрунті знизився з 3,2 до 2,6–2,8%, тобто відбувається деградація ґрунтів.

У Західній Європі вже близько 200 років застосовують спосіб удобрення ґрунту поживними залишками, зокрема й соломою, подрібнюючи і загортаючи її в ґрунт [1]. Завдяки такому удобренню, за даними зарубіжних [1] і вітчизняних [2] дослідників, урожайність усіх сільськогосподарських культур зростає в середньому на 10% і при цьому не тільки виключається зниження вмісту гумусу в ґрунті, а, навпаки, навіть спостерігається помітне підвищення.

Тому солому з користю для господарства доцільно використовувати як для одержання теплової енергії, так і для удобрення ґрунтів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Солома має високу енергетичну цінність, але, на відміну від дров, у неї дуже низька об'ємна маса (15–24 кг/м³). Тому, щоб забезпечити споживання теплової енергії на холодний період року, необхідні великі сховища для зберігання запасів соломи, та й спалювати солому в побутовому котлі чи грубці дуже складно.

З огляду на це в окремих господарствах країни розробили й використовують ефективну технологію одержання теплової енергії з використанням соломи як палива.

Її суть полягає в тому, що в населеному пункті монтують енергетичний блок (котел) для спалювання пресованої соломи і теплотрасу для з'єднання цього котла зі споживачами теплової енергії, а також будують сховище для зберігання пресованої соломи.

Під час роботи зернозбирального комбайна солома укладається у валки, а після підсихання підбирається пресом-підбирачем, пресується в туки чи рулони та укладається в сховище.

Під час роботи енергетичного блока солома забирається переобладнаним стогокладом або іншим завантажувачем зі сховища і завантажується в топку енергетичного блока, де за примусової подачі повітря вентилятором згоряє.

У ННЦ «ІМЕСГ» вже кілька років успішно застосовують таку технологію.

Головним недоліком цієї технології, який обмежує її широке застосування, є висока початкова вартість обладнання — енергоблока, теплотрас, сховища і преса-підбирача, на придбання яких у більшості господарств немає коштів.

Використовуючи солому на удобрення ґрунту, її необхідно подрібнити, рівномірно розподілити по поверхні ґрунту, а потім загорнути в ґрунт ґрунтообробними знаряддями. Причому подрібнення і розподілення соломи по поверхні поля може здійснюватися двома принципово різними способами.

За першого способу подрібнення соломи і розподіл її частинок по поверхні поля здійснюється одночасно з обмолотом зерна комбайном. Для

цього, наприклад, зернозбиральний комбайн ДОН-1500 обладнується пристроєм ПУН-5 або ПУН-6 і подрібнювачем ПРН-1500.

Однак комбайн ДОН-1500 з таким обладнанням не забезпечує оптимальної довжини (до 15 см) частинок подрібненої соломи і необхідної ширини (6 м) смуги та рівномірності ($\pm 25\%$) розподілення подрібнених частинок по поверхні ґрунту [3].

Крім того, під час роботи комбайна з подрібнювачем виникають додаткові втрати зерна в солому через порушення повітряного режиму роботи очистки комбайна, а також на 18–25% знижується його продуктивність через велику енергоємність (близько 30 кВт) роботи подрібнювача, на 10–15% підвищуються питомі витрати пального і, що найнеприємніше, — на 25% скорочується строк служби комбайна.

Німецька фірма Rasspe Systemtechnik виготовляє для подрібнювачів комплекти ножів лопатевого типу. Ці ножі мають різну форму для правої, середньої і лівої частин подрібнювача. Головною перевагою цих ножів є те, що вони створюють ефективні потоки повітря, спрямовані праворуч і ліворуч від напрямку руху комбайна, що забезпечує збільшення ширини смуги і рівномірності розподілення подрібнених частинок соломи по полю [4].

Фірми New Holland і Massey Ferguson для збільшення ширини смуги і рівномірності розподілення подрібнених частинок соломи обладнують подрібнювачі своїх комбайнів спеціальними вентиляторами з дефекторами, а фірма Vitteroe обладнує подрібнювачі своїх комбайнів окремими розкидачами, виконаними у вигляді пари відцентрових дисків з вертикальними осями, що обертаються в протилежні боки, тобто подібними до робочого органу дводискової відцентрової машини для розсівання мінеральних добрив [5].

Слід зазначити, що часто зарубіжні фермери збирають солому і розміщують її на краю поля, для її подрібнення на стаціонарі вони використовують комбайни з подрібнювачами застарілих конструкцій, які застосовувати для збирання зерна нерентабельно, а подрібнену солому розкидають по полю машинами для транспортування і розподілення підстилки на фермах з безприв'язним утриманням тварин [6].

Коли подрібнення і розподілення частинок соломи здійснюється за другим способом, під час збирання зернових солома розкладається по полю у вигляді валків. Після цього застосовується універсальний причіпний чи навісний на трактор подрібнювач-розподільювач, який використовується для подрібнення поживних залишків і соломи. Під час подрібнення соломи він рухається вздовж валка, захоплює і подрібнює солому, а подрібнені частинки розподіляються по поверхні ґрунту і потім за-

роблюються в ґрунт ґрунтообробними знаряддями. Такі подрібнювачі-розподільювачі широко використовують на Заході [7].

Щодо країн СНД, то певні роботи зі створення універсальних подрібнювачів-розподільювачів поживних залишків соломи ведуться в Російській Федерації, у роботі [8] зазначається, що вже створено дослідний зразок такої машини під маркою ИСП-1,5, але, на жаль, схема цієї машини не надодиться.

Однак певні роботи з удобрення ґрунту соломою в Росії все ж таки проводяться. Для цього використовують переобладнані роторні косарки КИР-1,85 [9] та КИН-2,7 [10], а також кормозбиральний комбайн КСК-100 [8] та ін.

Значно активніше ведуться роботи зі створення універсального подрібнювача-розподільювача стебел рослин у нашій країні. В ННЦ «ІМЕСГ» розроблено подрібнювач-розподільювач рослинних решток, який виготовляється серійно під маркою ПРН-4,5 «Поділля», але подрібнення соломи із валків він не забезпечує.

У 2006 р. в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого проходили агротехнічну оцінку три дослідні зразки універсальних подрібнювачів-розподільювачів поживних залишків і соломи із валків, кращим з яких визнано ПН-2М підприємства Білоцерків-МАЗ. Він забезпечував необхідну якість подрібнення соломи із валків, але ширина смуги розподілення подрібнених частинок дорівнювала 5,3 м за мінімально допустимої — 6 м. Крім того, він не забезпечував рівномірного розподілення подрібнених частинок соломи по поверхні ґрунту, тому було рекомендовано продовжити роботи зі створення універсальних подрібнювачів-розподільювачів поживних залишків і соломи, якість роботи яких відповідає агротехнічним вимогам [11].

Слід зауважити, що глибина загортання подрібнених стебел рослин також має принципове значення. Дослідження іноземних учених показують, що найкраще забезпечення ґрунту гумусом і підвищення урожайності досягається, коли загортання стебел рослин у ґрунт здійснюється на глибину понад 10 см [1], а на думку радянських учених, ця глибина становить 5–10 см [1]. Причина в тому, що у верхньому добре аерованому шарі ґрунту органічні сполуки (переважно летючі кислоти) швидко мінералізуються. Крім того, цей шар ґрунту має значно більшу енергію мобілізаційних процесів, тому він продукує більше вугільної кислоти і нітратів, енергійніше руйнує клітковину й утворює перегній [1].

Варто зазначити, що під час розкладання стебел рослин мікроорганізмами, які зумовлюють цей процес, поглинається вільний азот із ґрунту, і він збіднюється на цей елемент.

Тому для нормального забезпечення ґрунту азотом необхідно під час його удобрення вносити на кожний центнер стебел рослин 0,25–1,5 кг азоту залежно від клімату і ґрунту (при високій вологості бідного ґрунту вноситься максимальна доза) [1].

Зарубіжні вчені вважають, що за осіннього удобрення ґрунту стеблами рослин під весняний посів ці стебла стосовно азоту виконують позитивну роль, оскільки зв'язують вільний азот у ґрунті і захищають його від вимивання талими водами, а компенсують дозу азоту слід вносити перед посівом ярих культур [1].

Враховуючи значні кошти, які потрібно витратити на придбання технологічного обладнання, і нинішнє фінансове становище більшості наших господарств, широкого використання соломи для одержання теплової енергії в недалекому майбутньому не передбачається.

Тому з огляду на деградацію наших ґрунтів частку соломи, яку не використовують для потреб тваринництва, слід використовувати для удобрення ґрунтів. Причому, враховуючи негативні результати використання подрібнювачів соломи на комбайнах ДОН-1500 російського виробництва, під час розроблення вітчизняних зернозбиральних комбайнів їх потрібно обладнати потужнішими двигунами, краще адаптованими до роботи подрібнювачів, очищувачами молотарки і, найголовніше, — необхідно розробити досконаліші подрібнювачі незернової частини врожаю, які забезпечували б задану довжину подрібнених частинок, їх рівномірне розподілення по поверхні поля і ширину смуги розподілення подрібнених частинок не менше 8 м.

Однак з огляду на те, що створення сучасного зернозбирального комбайна з подрібнювачем незернової частини врожаю пов'язане зі значними труднощами, а оснащення такими комбайнами усіх господарств потребує багато часу, доцільно розробити універсальний подрібнювач-розподільювач поживних залишків, зокрема й валків соломи, який має агрегатуватися з трактором.

Мета досліджень — обґрунтування технологічно-конструкційної схеми універсального подрібнювача-розподільювача поживних залишків, зокрема й соломи з валків, утворених зернозбиральним комбайном, з шириною смуги розподілення подрібнених частинок — 8 м.

Методика досліджень. У дослідженнях використано інформаційно-аналітичний метод. Спочатку було проведено інформаційний пошук за науково-технічними і патентними джерелами, що охоплюють 50 років, у результаті якого відібрано інформацію про ефективність використання соломи для одержання теплової енергії та органічно-

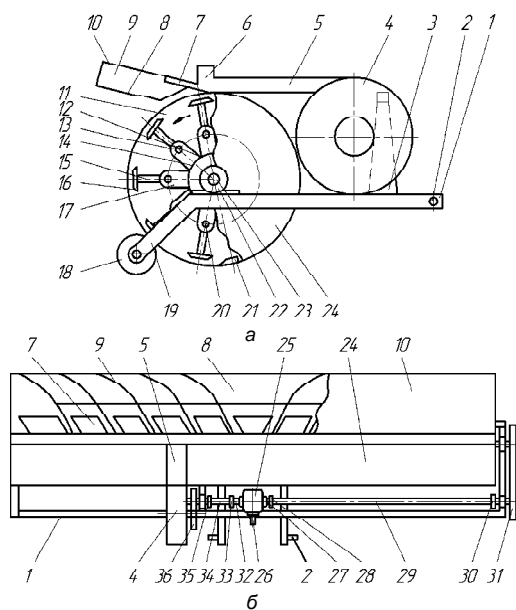


Схема універсального подрібнювача-розподільювача: а) вид збоку; б) вид зверху: 1 — рама; 2, 3 — кронштейни; 4 — вентилятор; 5 — патрубок; 6 — колектор; 7 — сопло; 8 — нижня стінка каналу; 9 — щиток; 10 — щит; 11 — торцевий диск; 12 — подрібнювальний апарат; 13 — отвір; 14 — трубчастий вал; 15 — ніж; 16 — різальна кромка; 17 — тримач; 18 — коток; 19 — задня частина рами; 20 — вісь; 21 — упор; 22 — корпус підшипника; 23 — цапфа; 24 — циліндрична частина кожуха; 25 — редуктор; 26 — ведучий вал; 27, 32 — трансмісійний вал; 28, 30, 33, 35 — з'єднувальна муфта; 31, 36 — пасова передача

го удобрення ґрунту, а також про технічні засоби для використання соломи.

Проведено аналіз зібраної інформації щодо ефективності виявлених об'єктів та можливості їх використання в сучасних умовах нашої країни. За результатами аналізу зроблено висновок, що у світовій практиці немає технічних засобів, які відповідали б вітчизняним агротехнічним вимогам до подрібнення і розподілення соломи із валків після комбайнового збирання. Тому було здійснено аналітичний пошук, в результаті якого розроблено технологічно-конструкційну схему універсального подрібнювача-розподільювача, наведена в цій статті.

Результати досліджень. З огляду на те, що для органічного удобрення ґрунту, крім соломи, використовуються подрібнені стебла бур'янів, а також стерня сільськогосподарських культур, зокрема таких товстостебельних, як кукурудза і соняшник, створений подрібнювач-розподільювач має забезпечувати органічне удобрення ґрунту не

тільки соломою, а й іншими поживними залишками.

У результаті аналізу технологічно-конструкційних схем подрібнювачів-розподільювачів стебел рослин, представлених у технічній та патентній літературі, а також аналітичного пошуку оптимального варіанта було обґрунтовано технологічно-конструкційну схему універсального подрібнювача-розподільювача, яка відповідала б сучасним вимогам до підготовки соломи й інших поживних залишків для удобрення ґрунту.

Конструкційну схему такого подрібнювача-розподільювача показано на рисунку. Подрібнювач-розподільювач складається із рами 1 з кронштейнами 2 і 3 для з'єднання з навісною системою трактора. До задньої частини 19 рами 1 шарнірно (на підшипниках) закріплено циліндричний коток 18, на який опирається подрібнювач-розподільювач під час роботи.

На рамі 1 нерухомо закріплено кожух, що складається із двох торцевих дисків 11, до передньої частини яких приварено циліндричну поверхню 24.

У цьому кожусі розміщено різальний апарат 12, що складається із трубчастого вала 14 з цапфами 23 на кінцях, що встановлені в підшипниках кочення, які розміщені в корпусах 22, закріплених болтами на рамі 1. До трубчастого вала приварено тримачі 17 з отворами 13, до яких шарнірами 20 закріплено Т-подібні ножі 15 з двома різальними кромками 16.

Така конструкція ножів 15 дає можливість у разі затуплення різальних кромки усіх ножів, наприклад за подрібнення стерні кукурудзи або пошкодження (вищерблення) одного ножа, відновити їх роботоздатність без перезаточування, а просто повернувши ніж на 180° навколо поздовжньої осі і використавши другу різальну кромку ножа.

До нижньої циліндричної частини 24 кожуха болтами закріплено протирізальний упор 21, виготовлений у вигляді металевої штаби із загостреною кромкою, довжина якої дорівнює довжині циліндричної частини 24 кожуха.

До верхньої циліндричної частини 24 кожуха закріплено спрямовувальний щит 10 із закріпленими до нього знизу напрямними щитками 9. Причому спрямовувальний щит 10 встановлено під гострим кутом до 25° до горизонту угору, а задні частини напрямних щитків 9 відігнуті в протилежні боки від вертикальної площини, яка проходить через середину осі обертання робочої частини подрібнювального апарата і перпендикулярно до неї.

Крім того, задні частини проміжків між спрямовувальними щитками 9 закриті нижніми стінками 8 з листового матеріалу, тобто перетворені на матеріалопроводи з прямокутним поперечним перерізом. На рамі також встановлено відцентровий

вентилятор 4, нагнітальний патрубок 5 якого сполучений з колектором 6, що розміщений біля передньої частини спрямовувального щита 10.

З колектором 6 з'єднані сопла 7, які встановлені у проміжках між напрямними щитками 9 і спрямовані в боки відгину задніх частин цих щитків. Причому в поперечному перерізі сопла 7 виготовлені плоскими, тобто їх поперечний переріз має форму овала, вертикальна вісь якого у 7–10 разів менша, ніж довжина його горизонтальної осі, і сопла 7 прилягають до нижньої стінки спрямовувального щита 10. Крім того, площі живих перерізів сопел 7 не рівні між собою, а збільшуються в міру віддалення від вертикальної площини, що проходить через середину осі робочої частини різального апарата 11 і перпендикулярно до неї.

Для того, щоб запустити подрібнювач-розподільювач у роботу, на його рамі встановлено конічний редуктор 25, ведучий вал 26 якого карданним валом з'єднаний з валом відбору потужності (ВВП) трактора (на схемі не показано).

Від лівого веденого вала 27 редуктора 25 через з'єднувальну муфту 28, довгий трансмісійний вал 29, з'єднувальну муфту 30 і пасову передачу 31 приводиться в рух подрібнювальний апарат 12. Від правого веденого вала 32 через з'єднувальну муфту 33, короткий трансмісійний вал 34, з'єднувальну муфту 35 і пасову передачу 36 приводиться в рух відцентровий вентилятор 4.

Технологічний процес цього подрібнювача-роз-

подільювача здійснюється так. Запускається в роботу ВВП трактора, і агрегат починає рух. При цьому стебла бур'янів і стерня пригинаються, а валок соломи ущільнюється протирізальним упором 21, усе це надходить у кожух різального апарата, де захоплюється лезами 16 ножів 15, притискується до різальної кромки упора 21 і перерізується. Відрізані частинки матеріалу транспортуються ножами 15 по циліндричній частині 24 кожуха і викидаються під спрямовувальний щит 10 у канали, утворені напрямними щитками 9. Водночас атмосферне повітря забирається вентилятором 4 і під тиском подається по нагнітальному патрубку 5 в колектор 6, з якого надходить у сопла 7. Струмені повітря, що витікають із сопел 7, захоплюють подрібнені частинки і додатково їх розганяють. Завдяки кривизні напрямних щитків 9 суміш повітря і частинок матеріалу, тобто аеросуміш, змінює свій напрямок руху і вилітає з цих каналів під кутом до горизонту і напрямку руху подрібнювача-розподільювача.

Причому після вильоту із каналів рух подрібнених частинок стебел рослин супроводжується повітряними потоками. Завдяки збільшеній швидкості подрібнених частинок та супровідних повітряних потоків ці частинки широкою смугою (понад 8 м) розподіляються по поверхні поля.

Це дає можливість використовувати подрібнювач-розподільювач під час удобрення ґрунту соломою після збирання зернових сучасними комбайнами з шириною захвату жатки до 8 м.

Висновки

Раціональними сучасними технологіями використання соломи є спалювання її тюків в енергоблоках (котлах) для одержання теплової енергії та органічного удобрення ґрунтів. Оптимальною машиною для подрібнення пожнив-

них залишків, зокрема й соломи, та удобрення ґрунту є універсальний подрібнювач-розподільювач з горизонтальним робочим органом, обладнаний вентилятором для збільшення смуги розподілення подрібнених частинок.

Бібліографія

1. Атаманюк О. Розробка подрібнювачів-розподільювачів рослинних решток нагальна проблема сучасного рослинництва//Техніка АПК. — 2007. — № 8–9. — С. 23–24.
2. Косилка-измельчитель навесная КУН-2,7//Техника и оборудование для села. — 1999. — № 10. — С. 31.
3. Мохнаткин В.Г., Шулятьев В.Н., Тюкалов Л.В. Красиков Д. Ю. Результаты испытаний модернизированной косилки-измельчителя//Тракторы и сельхозмашины. — 2004. — № 7. — С. 13–14.
4. Ромашкевич И.Ф. Использование соломы на удобрение//Земледелие. — 1966. — № 8. — С. 72–76.
5. Тихонов А.В. Удобрение соломой//Земледелие. — 1980. — № 1. — С. 46–48.
6. Трубилин В.И. Об использовании незерновой части урожая//Техника в сельском хозяйстве. — 1996. — № 1. — С. 22–23.
7. Трубилин В.И. Оптимизация комплексов машин для уборки незерновой части урожая//Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 1996. — № 8. — С. 27–29.
8. Check power for the chop/Peter Hill//Farmers Weekly. — 1992. — 117. — № 10. — P. 44.
9. Neue Strohhacklsermesser//Lohnunternehmen. — 2011. — 66, № 11. — P. 80.
10. Schlegelfeldhaksler im Vergleich//Prakt Landtech. — 1992. — 45. — № 6. — P. 6–12.
11. Strawburning ban holds no fears at all...//Farmers Weekly. — 1992. — 117. — № 10. — P. 62.

Надійшла 30.12.2013.