



МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, ВИКОНАВЧІ ОРГАНІ ТА МАШИНИ ДЛЯ РОСЛИННИЦТВА

УДК 631.352

МАШИНИ ДЛЯ СКОШУВАННЯ І ПОДРІБНЕННЯ РОСЛИН АБО ЇХ РЕШТОК І РОЗПОДІЛЕННЯ ПОДРІБНЕНИХ ЧАСТИНОК ПО ПОВЕРХНІ ҐРУНТУ

О.Ф. Говоров, наук. співр.,
Я.С. Гуков, зав. відділом, докт. техн. наук,
В.К. Мойсеєнко, провідн. наук. співр.

ННЦ "IMECS"

Приведено аналітичний огляд машин для скошування і подрібнення рослин або їх решток і обґрунтовано раціональну конструкцію такої машини для умов агропромислового комплексу країни

В результаті багаторічного основного обробітку ґрунту за допомогою традиційних полічних плугів та скорочення кількості внесених у ґрунт органічних добрив, особливо за два останніх десятиліття, значно зменшився вміст гумусу у знаменитих на весь світ українських чорноземах. Якщо не запроваджувати радикальних заходів щодо покращення забагачення органікою наших ґрунтів, то в недалекому майбутньому головний скарб українських хліборобів — ґрунти можуть взагалі перетворитися в малопродуктивні землі.

Очевидно, що у близькому майбутньому тваринництво відроджене не буде. Для цього потрібні серйозні організаційні і фінансові заходи. Тому надіяється на те, що зменшення гумусу в наших ґрунтах було б

© О.Ф. Говоров, Я.С. Гуков, В.К. Мойсеєнко.
Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 94. 2010.

хоча призупинено за рахунок зростання обсягів внесення органічних добрив, в першу чергу гною, марно.

Тому реальними шляхами, які не потребують великих фінансових витрат, зменшенню інтенсивності втрат гумусу в ґрунтах та підвищення їх родючості є внесення у ґрунт рослинних решток, які залишаються на полях після збирання урожаю, а на бідніших ґрунтах і висіву спеціальних культур для удобрення ґрунту — сидератів.

Крім того, необхідно відмовлятись від плужного основного обробітку ґрунту і запроваджувати тільки поверхневий або нульовий його обробіток.

Справа в тому, щоб внесені у ґрунт рослинні рештки і коріння рослин перетворилися у гумус необхідні аеробні умови, а щоб верхній шар ґрунту не висихав, він повинен бути покритий мульчою. При плужному обробітку ґрунту заорані плугом у ґрунт рослинні рештки і коріння рослин при наступній оранці виносяться на поверхню ґрунту, де висуваються сонцем і розносяться вітром, а ефективність їх внесення різко зменшується.

Слід відзначити, що навіть при плужному обробітку ґрунту виникає проблема при заорюванні соломи, яка залишається на полі після збирання зернових комбайном без подрібнювача і яка зараз через різке скорочення громадського тваринництва не використовується. Тому, щоб солома не перешкоджала роботі плугів її в переважній більшості спалюють, в результаті чого кількість гумусу у ґрунті значно зменшується.

При запровадженні поверхневого і нульового обробітку ґрунту проблеми виникають і при заробленні у ґрунт навіть стерні, особливо грубостеблих культур (кукурудзи, соняшнику).

Для загортання у ґрунт соломи після комбайнового збирання зернових, в тому числі і при поверхневому та нульовому обробітку ґрунту, необхідно валок соломи подрібнити і розподілити по ширині захвату жатки комбайна, а стерню також необхідно скосити і подрібнити.

За кордоном широко використовується велика різноманітність машин для скошування та подрібнення рослин і їх решток та рівномірного розподілення подрібненої маси по поверхні поля, а в нашій країні виробництво таких машин і їх запровадження у сільському господарстві тільки розпочинається і тому керівникам господарств складно зорієнтуватись, яка з таких машин буде оптимальною для їхнього господарства.

Очевидно, що коли стерня на полі не заважає проведенню подальших технологічних операцій на ньому, то найбільш ефективним спо-

собом подрібнення соломи і її рівномірного розподілу по поверхні поля є використання подрібнювача на зернозбиральному комбайні, обладнаного пристроєм для рівномірного розподілення подрібненої соломи по ширині захвату його жатки, оскільки при цьому не потрібно використовувати додатковий агрегат з механізатором.

Якщо ж в господарстві використовуються комбайні без подрібнюючів соломи, або господарство застосовує поверхневий або нульовий обробіток ґрунту, то для ефективного використання валків соломи і інших поживних решток господарству необхідно придбати спеціальну машину для скошування та подрібнення рослин та їх решток.

Сучасні машини для скошування та подрібнення рослин і їх решток та рівномірного розподілу подрібненої маси по полю можна розділити на дві великі групи — з горизонтальними робочими органами і вертикальними. Ці машини ще не мають сталої назви. Їх називають подрібнювачі, подрібнювачі-розділювачі, мульчуваці і інші. Тому в подальшому будемо називати їх просто машинами.

Машини з горизонтальними робочими органами (рис. 1) подібні до роторної косарки КІР-1,5А, які широко використовувались в колишньому СРСР для скошування, подрібнення та завантажування в транспортні засоби зелених кормів, в першу чергу, кукурудзи на корм худобі.

Робочим органом такої машини є різальний барабан, виконаний у вигляді трубчастого вала з горизонтальною віссю, який своїми цапфами встановлений у шарикопідшипниках, корпуси яких закріплені до рами. До кронштейнів трубчастого вала шарнірно закріплені Г-подібні ножі (рис. 2), які виготовляються переважно



Рис. 1. Машина з горизонтальним робочим органом RM 610 фірми Kuhn (Франція) з шириною захвату 6,1 м

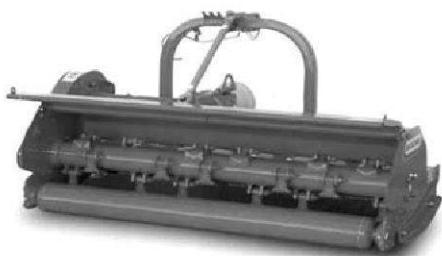


Рис. 2. Машина з горизонтальним робочим органом BARBI 160 фірми Maschio (Італія) з Г-подібними ножами, розміщеними у 4 ряди і опорним валиком

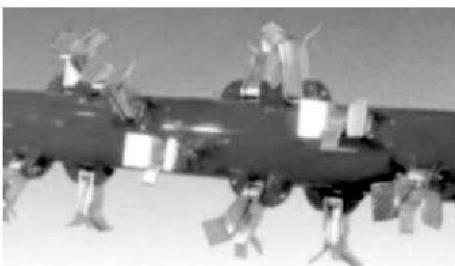


Рис. 3. Різальний барабан машин серії RM фірми Kuhn (Франція) з розміщенням ножів по гвинтовий лінії

такою, щоб не обумовлювала крихкості ножа з предметом високої твердості, наприклад, камінцем, різальна кромка повинна затуплюватись, але не викишуватись.

Для зменшення ударного навантаження на різальний барабан ножі можуть закріплюватись до трубчастого вала у три чи чотири ряди (рис. 2), або по гвинтовій лінії (рис. 3). Причому, щоб забезпечити повний зріз рослин проекції траекторій кінців сусідніх різальних кромок на горизонтальну площину повинні перекривати одна одну.

Діаметр різальних барабанів цих машин, виміряний по різальних кромках їх ножів у робочому положенні, становить 600–700 мм, їх робоча довжина, виміряна між крайніми слідами різальних кромок барабана, становить 950–4100 мм, а кількість ножів на барабані в залежності від його довжини складає від 12 до 272 штук.

Подрібнювальний барабан приводиться в обертальний рух з частотою в межах 1700–2200 об./хв від вала відбору потужності (ВВП) трактора через карданий вал, конічний редуктор з вмонтованою обгінною муфтою, трансмісійний вал, вісь якого паралельна до осі барабана, та багаторівчакову (від 3 до 5 пасів) клинопасову передачу (рис. 4). При ширині захвату



Рис. 4. Привод різального барабана машини TIGRE 300 фірми Maschio (Італія)

машини до 4,1 м її подрібнювальний орган виготовляється однобарабанним, а при більшій ширині захвату — у вигляді двох співвісних барабанів. Причому при ширині захвату машини до 3 м подрібнювальний орган приводиться з одного кінця, а при більшій 3 м — з двох периферійних кінців.

Зверху подрібнювальний барабан закривається кожухом, причому, якщо у машині КІР-1,5А кожух обладнувався піднятим угору розтрубом для спрямування подрібненого матеріалу в кузов транспортного засобу, то в цих машинах має в задній і передній своїх частинах вікна по усій довжині барабана, причому заднє вікно може бути обладнане поворотним щитком (рис. 5), а переднє підвісними клапанами (рис. 6).

Машини з горизонтальними робочими органами виготовляються переважно начіпними на трактор і мають ширину захвату до 6,1 м, хоча фірма Rhino виготовляє причіпні машини RC25 з шириною захвату 7,62 м (рис. 7). Для регулювання висоти зрізу рослин або їх решток в межах 25–400 мм машини з горизонтальними робочими органами обладнані регульованими по висоті опорними колесами (рис. 1), або опорним валиком (рис. 2), який забезпечує і вирівнювання ґрунту для наступного високоякісного посіву сільськогосподарських культур.



Рис. 5. Машина з горизонтальним робочим органом IMT 618.059 фірми Standart (Сербія) шириною захвату 2,8 м з поворотним щитком

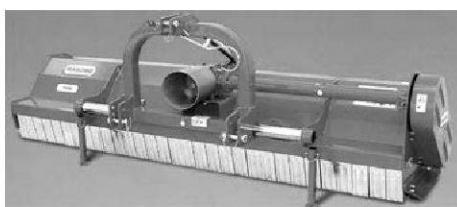


Рис. 6. Машина з горизонтальним робочим органом TIGRE 300 фірми Maschio (Італія) з передніми підвісними клапанами, шириною захвату 3,0 м



Рис. 7. Машина з горизонтальним робочим органом RC 25 фірми Phino (США) шириною захвату 7,62 м



Рис. 8. Машина з горизонтальним робочим органом RM 610 фірми Kuhn (Франція) з шириною захвату 6,1 м (в транспортному положенні)

додатковими колесами та причіпним пристроєм і при транспортуванні машина рухається уперед до її напрямку руху при роботі (рис. 9), причому французька фірма Kuhn так обладнує свої машини серії RM і з шириною захвату понад 3 м, але по спецзамовленню. В обох випадках транспортна ширина машин не перевищує 2,6 м.

В нашій країні також налагоджується виробництво машин з горизонтальним робочим органом. Зокрема підприємство “Білоцерків-МАЗ” розробило начіпні машини такого типу ПН-2М і ПН-4 з шириною захвату відповідно 2 і 4 м.

Оригінальність конструкції машини ПН-2М полягає в тому, що задня частина її кожуха по вертикальну площину, що проходить через вісь подрібнювального барабана, обрізана, тобто задня частина барабана відкрита і біля лінії обрізу у середині кожуха закріплена направляючі щитки, котрі, починаючи з середньої частини кожуха, нахилені у протилежні сторони.

Завдяки цьому подрібнена маса спрямовується праворуч і ліворуч від лінії руху агрегату. Тому ширина смуги розподілення



Рис. 9. Начіпна машина з горизонтальним робочим органом RM 400 фірми Kuhn (Франція) з шириною захвату 4 м (в транспортному положенні)

подрібненої маси по поверхні ґрунту значно більша ширина захвату машини.

Крім того, вітчизняне підприємство “Агрореммаш” виготовило партію подібних за конструкцією машин ПР-2,6 з шириною захвату 2,6 м, а “Бердянськельмаш” також партію начіпних машин ПРУ-2,8 з шириною захвату 2,8 м.

В 2006 році машини ПН-2М, ПР-2,6 і ПРУ-2,8 проходили агротехнічну оцінку на полях УкрНДІПВТ імені Л. Погорілого при подрібненні валків соломи після збирання зернових культур комбайном з шириною захвату жатки 6 м.

Результати випробування цих машин показали, що найбільшу ширину смуги розподілення подрібненої соломи, рівну 5,3 м, яка близька до ширини захвату жатки комбайна і відповідає агротехнічним вимогам, забезпечує машина ПН-2М. В інших машин ширина розподілення подрібненої соломи близька до їх ширини захвату і тому не відповідає агротехнічним вимогам. Щодо довжини частинок подрібненої соломи, то агротехнічним вимогам відповідає лише машина ПРУ-2,8, а по рівномірності розподілення частинок соломи по поверхні ґрунту не відповідає жодна з цих машин. Тому робота по удосконаленню конструкцій цих машин продовжується.

Технічні характеристики машин з горизонтальним робочим органом наведені в табл. 1.

Машини з вертикальними робочими органами по конструкції подібні до ротаційних косарок, наприклад, косарки КРН-2,1А, яка виготовлялась в СРСР, а основна їх відмінність полягає в тому, що робочі органи цих машин розміщені в кожусі. Тому скошені рослини або їх рештки не відкидаються робочими органами, а залишаються в кожусі і додатково подрібнюються ножами.

Робочим органом цих машин є вертикальний вал, встановлений у підшипниках, верхній кінець якого сполучений з механізмом приводу в обертальний рух, а на нижньому його кінці закріплений різальний робочий орган, котрий в машині XRM 235 італійської фірми Del Morino виготовлений із одного відрізка стальної стрічки, кінці котрої виконані з різальними кромками, тобто загострені (рис. 10). Причому вимоги до



Рис. 10. Різальні органи машини XRM 235 фірми Del Morino (Італія) з шириною захвату 2,35 м

Таблиця 1. Технічні характеристики машин з горизонтальними робочими органами

Марка машини і фірма виготовач	TRP 95 Kuhn	M 200 Maschio	RM 320 Kuhn	RM 400 Kuhn	RC 1,5 RHINO	RC 1,8 RHINO	120 John Deere	RC 25 RHINO
Робоча широта захвату, м	0,95	2,00	3,20	4,00	4,57	5,49	6,10	7,62
Робоча швидкість машини, км/год	10	10	10	10	12	12	10	12
Висота зрізу рослин і їх решток, мм	25,0–45,0	25,0–390,0	25,0–410	25,0–415	25,4–457,0	25,4–457,0	76–254	25,4–457,0
Кількість подрібнювальних барабанів, шт.	1	1	1	1	2	2	2	2
Загальна кількість ножів робочого органу, шт.	12	60	108	132	168	200	160	272
Необхідна частота обертання ВВП трактора, об./хв	540	540	540	1000	1000	1000	1000	1000
Частота обертання подрібнюючого барабана, об./хв	2188	2200	1758	1747	2135	2135	2120	2135
Необхідна потужність трактора, к.с.	39	60	103	152	120	130	170	185
Транспортна ширина машини, м	1,21	2,15	3,48	4,35	2,58	2,58	2,39	2,58
Маса машини, кг	625	600	1400	1700	2090	2130	2100	2860

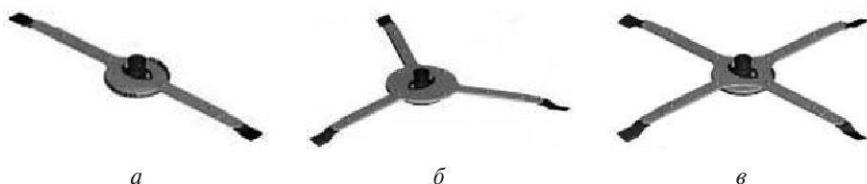


Рис. 11. Різальні робочі органи машин серії TR фірми Joskin (Бельгія): *а* — пластиначастий; *б* — трилопатевий; *в* — чотирилопатевий

якості ножів машин з вертикальними робочими органами такі ж, як і машин з горизонтальними. Для забезпечення такої якості ці ножі також виготовляються із високоякісної і тому дорогої сталі, а також термічно обробляються. При цьому слід відзначити, що в процесі роботи ножі нерідко руйнуються при співударянні з предметами високої твердості і потребують заміни.

Тому переважна більшість фірм виготовляє різальні робочі органи із двох частин — тримача, який виготовляється із звичайної конструкційної сталі і нерухомо закріплюється до вала, і коротких ножів, виготовлених із високоякісної сталі, які шарнірно закріплюються до тримача. Таке технічне рішення забезпечує зниження сили співударяння ножа з предметом високої твердості і пониження ударних навантажень на привод робочого органу, оскільки в момент співударяння ніж відхиляється від цього предмета за рахунок шарнірного кріплення. Крім того, при втраті ремонтопридатності замінюється лише невеликий ніж, а решта деталей продовжує використовуватись.

Тримач може бути виготовлений у вигляді пластини (рис. 11*a*), трилопатевого (рис. 11*б*) чи чотирилопатевого (рис. 11*в*) ротора, або у вигляді диска (рис. 12), до яких закріплюється від 2 до 4 ножів.

Ножі виготовляються із пластин і можуть бути плоскими (рис. 11*a*), або з двома загинами, виконаними так, що кінці ножів паралельні між собою, але зміщені по вертикалі



Рис. 12. Машина з вертикальними робочими органами з дисковими тримачами FX 742 фірми Schulte (Канада) шириною захвату 12,8 м (в транспортному положенні)

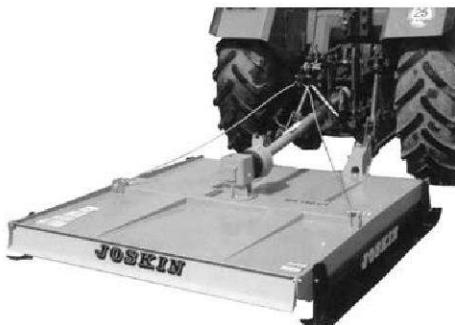


Рис. 13. Машина з вертикальним робочим органом BR/220/C1 фірми Joskin (Бельгія) ширину захвату 2,2 м



Рис. 14. Машина з вертикальними робочими органами FX 742 фірми Schulte (Канада) ширину захвату 12,8 м

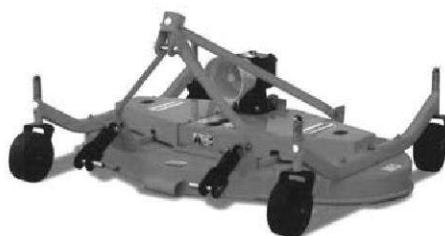


Рис. 15. Машина з вертикальними робочими органами JOLLY 120 фірми Maschio (Італія) з діаметром різального робочого органу 0,45 м і шириною захвату 1,2 м

на певну відстань (рис. 11 σ). Завдяки таким загинам ножів під час роботи машини, при однаковій висоті зрізу рослин, відстань від траміча і головки осі кріплення ножа до поверхні ґрунту буде більшою, ніж при застосуванні плоских ножів, що зменшує можливість взаємодії траміча і головки осі з ґрунтом і їх пошкодження. Однак такий ніж складніший у виготовленні, має більшу масу і при його роботі виникає згидаючий момент, пропорційний величині зміщення його кінців по вертикалі. Цей момент передається на головку осі і обумовлює прискорене спрацювання спряжених поверхонь ножа і головки болта. Тому більш широко використовуються плоскі ножі.

В сучасних машинах з вертикальними робочими органами використовується від одного (рис. 13) до семи (рис. 14) робочих органів, а діаметри різальних робочих органів, вимірюні по траекторіях кінців їх ножів, варіюють від 0,45 м в машині Jolly 120 італійської фірми Maschio (рис. 15) до 2,2 м в машині TR/220/C1 бельгійської фірми Joskin (рис. 13). Причому, якщо на машині використовується більше одного робочого органу, то або осі валів сусідніх робочих органів зміщені по відношенню до вертикальної

площини, що проходить перпендикулярно до напряму руху машин, вперед чи назад одна по відношенню другої, а відстань між вертикальними площинами, що проходять через осі робочих органів паралельно до напрямку руху машини, менша діаметрів ножів (рис. 10), або забезпечується синхронна робота сусідніх робочих органів, їх

ножі зміщені на половину кута між повздовжніми осями сусідніх ножів одного робочого органу, а відстань між осями сусідніх робочих органів менша діаметра різального робочого органу (рис. 16). В результаті цього, в обох вищеописаних технічних рішеннях, при роботі машини смуги роботи різальних робочих органів перекривають одну одну на 12–17 см, що забезпечує повноту скошування рослин і при порушенні прямолінійності руху машини.

В машинах з вертикальними робочими органами різальні робочі органи також закриті кожухом, верхня частина якого називається платформою, до якої по зовнішньому контуру закріплена обичайка. Причому платформи і бокові частини обичайок в усіх машинах та їх передні частини в машинах фірм Del Morino, Joskin і Maschio виготовляються із листової сталі. Причому стальний лист платформи має товщину до 5 мм і для збільшення її жорсткості в ньому відштамповані ребра, а обичайки відповідно до 7 мм. Передні частини обичайок усіх машин фірми Schulte та їх задні частини переважною більшості машин виконані перфорованими, тобто мають отвори різної форми.

Перфоровані стінки обичайок усіх машин останніх конструкцій фірм Schulte, а також машин TR/270/ДТН 3 і TR/360/C 4 фірми Joskin та машини Omega 11 фірми Dell Morino (рис. 17) виготовлені у вигляді кусків зварних ланцюгів, одні кінці яких закріплені до обрізу платформи, а другі вільно звисають донизу. Причому відстань між цими ланцюгами не перевищує подвійної ширини їх ланок.

В машині PRM 180 фірми Dell Morino перфорована задня стінка обичайки виконана у вигляді конічних пальців (рис. 18), закріплених більшими діаметрами до обрізу платформи кожуха.

Застосування перфорованих задніх стінок обичайок кожухів вищезазначеных машин, на думку їх розробників, забезпечує покращен-



Рис. 16. Машина з вертикальними робочими органами RG-300 фірми MCMS (Польща) з шириною захвату 3,0 м



Рис. 17. Машина з вертикальними робочими органами OMEGA 11 фірми Del Morino (Італія) з ланцюговими передніми стінками обичайки кожуха, ширину захвату 3,25 м, начіплені на гідрофіковану причіпну зчіпку

рослин, товщина якого залежить від висоти і маси задньої стінки обичайки. Тому скошені рослини, які попадають на цей шар, знаходяться в зоні дії ножів різального робочого органу і подрібнюються ними до необхідного розміру.

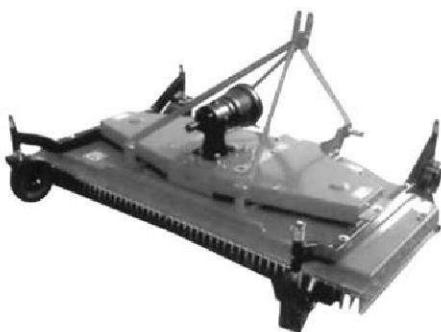


Рис. 18. Машина з вертикальними робочими органами PRM 180 фірми Del Morino із задньою частиною обичайки кожуха у вигляді конічних пальців, ширину захвату 2,35 м

ня подрібнення стебел рослин, оскільки через їх отвори вилітають лише подрібнені частинки, а неподрібнені стебла упираються в перфоровану стінку і залишаються в кожусі та додатково подрібнюються ножами різального робочого органу.

Однак в машині TR/220/C 1 фірми Joskin з одним робочим органом (рис. 13) та машині RG-300 фірми MCMs з двома робочими органами (рис. 16) задня стінка обичайки кожуха виконана у вигляді стального листа, шарнірно закріпленого до заднього обрізу платформи кожуха. При роботі такої машини в її кожусі перед задньою стінкою його обичайки постійно знаходиться шар скошених

При ширині захвату машин з вертикальними робочими органами до 4,1 м платформа кожуха виготовляється із суцільного стального листа, причому для надання їй більшої жорсткості на цьому листі виштамповуються ребра визначеної конфігурації. В таких машинах габаритна ширина в робочому і транспортному положенні однакова.

При ширині захвату таких машин понад 4,1 м, для змен-

шення їх транспортної ширини і покращення копіювання рельєфу поля її кожух складається із трьох секцій — центральної і бокових крил. Причому ці крила з'єднуються з центральною секцією шарнірами, подібними до дверних завісів (петель) і обладнані гідроциліндрами для переведення крил у транспортне положення шляхом їх встановлення у вертикальне положення.

В машині FX 742 фірми Schulte з найбільшою шириною захвату (12,8 м) кожне крило складається із двох частин — внутрішньої частини, яка шарнірно закріплюється до центральної секції та зовнішньої частини, яка шарнірно закріплюється до внутрішньої частини крила і обладнується гідроциліндром. Така конструкція кожуха машини дає можливість не тільки зменшувати транспортну ширину машини від 13,1 м до 3 м, а й транспортну висоту від 5,3 м до 4,2 м (рис. 12).

У середині кожуха усіх машин фірм Del Morino (рис. 10) і Schulte (рис. 19) до його платформи приварені дуги, виготовлені із сталевої стрічки, які в машинах першої вищеназваної фірми в зоні перетину траекторій руху кінців ножів, а в машинах другої фірми і біля бокових стінок обичайки кожуха мають розриви. Причому висота цих дуг перевищує відстань ножів різального робочого органу від платформи кожуха, розміщені вони концентрично до осі робочого органу, а їх радіуси перевищують радіуси подрібнювального робочого органу, тобто вони знаходяться у середині цих дуг. При цьому дуги виконують функції підбрабань, наприклад, дробарки кормів, і при роботі машини притримують стебла скошених рослин, в результаті чого вони інтенсивно подрібнюються ножами на дрібні частинки.

Однак, по-перше, таке інтенсивне подрібнювання стебел рослин необхідне при догляду за партерними (високоякісними) газонами, а, по-друге, такі машини надійно працюють на чистих від предметів високої твердості полях. А на полях нашої країни, які густо засмічені предметами високої твердості, в першу чергу зношеними сталевими деталями сільськогосподарської техніки, за період колективного господарювання на землі, не-

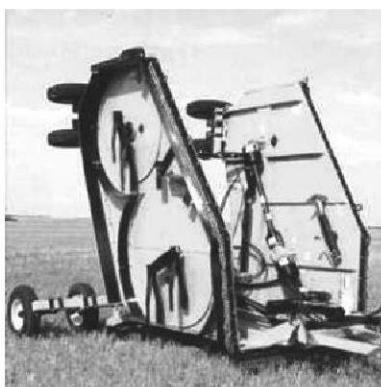


Рис. 19. Машина з вертикальними робочими органами 5026 фірми Schulte (Канада) з дугами навколо різальних робочих органів шириною захвату 7,98 м

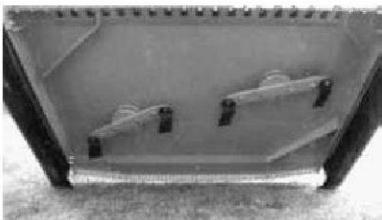


Рис. 20. Внутрішня частина кожуха з різальними робочими органами машини з вертикальними робочими органами TR/180/C2 фірми Joskin (Бельгія)

машини значно надійніші в експлуатуванні від попередніх, оскільки при їх роботі можливість заклинивания предметів високої твердості між ножами різального апарату і цими пластинами значно зменшується. Разом з тим, такі машини забезпечують високу інтенсивність подрібнення стебел рослин, оскільки їх застосовують для скошування трав на газонах.

Машини з вертикальними робочими органами, що мають ширину захвату до 4 м, виготовляються переважно начіпними на трактор, а з більшою шириною захвату, зокрема усі машини фірми Schulte, виготовляються напівначіпними.

Для регулювання висоти зрізу рослин, яка в різних моделях машин змінюється в межах від 25 до 400 мм, використовуються опорні пристройі, на яких машина рухається по поверхні ґрунту.

У переважній більшості машин, як опорні пристройі, використовуються колеса. Причому у начіпних машинах частіше використовуються самоустановні (рояльні) колеса (рис. 15), яких може бути чотири або два. Причому, якщо кожух машини складається із кількох секцій, шарнірно з'єднаних між собою, то кожна секція опирається принаймні на одне колесо (рис. 21). При цьому, під час роботи машини усі колеса рухаються за різальними робочими органами, тобто по скошеному полю, що обумовлює підвищення рівномірності висоти скошування рослин.

Однак фірма Joskin на своїх машинах замість опорних коліс використовує опорні лижі (рис. 13). Недоліком таких опорних пристройів, крім підвищення опору на переміщення машини, що обумовить підвищення питомої витрати пального, є неможливість їх використання при подрібненні стерні грубостеблих культур (кукурудзи, соняшнику).

минучі заклинивания таких предметів між цими дугами і ножами різальних робочих органів і поломки цих деталей.

При цьому слід відзначити, що наприклад, в машинах TR/180/C 2 фірми Joskin (рис. 20) з двома робочими органами такі дуги відсутні, а замість них до платформи кожуха приварені три прямолінійних протирізальних пластини, висота яких менша відстані ножів від платформи кожуха. Тому ці

Причина в тому, що лижі розміщені з обох боків по відношенню до різальних робочих органів. Тому при роботі машини одна лижа обов'язково буде рухатись по нескошеній стерні і залежно від її висоти, частоти і гнучкості буде то піднімати, то опускати одну сторону машини, що призведе до нерівномірності висоти зрізу.

При використанні на машині опорних коліс висота зрізу регулюється переміщенням їх по висоті відносно різального апарату, як правило, за допомогою гвинтового механізму (рис. 16). Такий механізм забезпечує безступінчасте регулювання, тобто за допомогою його можна встановити будь-яку проміжну висоту зрізу від мінімально до-пустимої до максимально допустимої.

При використанні на машинах лиж (рис. 13) вони закріплюються до її кожуха за допомогою двох стояків, кожний з яких має ряд отворів, розміщених на різній висоті від опорної поверхні лижі. Тому, закріплюючи лижі до кожуха машини різними отворами в її стояках, опорна поверхня лижі опускається або піднімається відносно різального робочого органу. Цим забезпечується ступінчасте регулювання висоти зрізу, причому висота ступені дорівнює відстані між сусідніми отворами в стояках.

Вертикальні робочі органи машин також приводяться в обертальний рух від ВВП трактора.

В машинах з одним робочим органом ведучий вал конічного редуктора з'єднується карданним валом з ВВП трактора (рис. 13), а на його веденому валу закріплюється подрібнювальний робочий орган.

В машинах з двома робочими органами також ведучий вал конічного редуктора приводиться карданним валом від ВВП трактора, але в машині TR/180/C 2 фірми Joskin на його веденому валу закріплений дворівчаковий шків, від якого клинопасовими передавачами приводяться обидва робочі органи, а в машині RG-300 фірми MCMS (рис. 16) ведений вал конічного редуктора перпендикулярний до напрямку руху машини і його кінці виходять із корпуса редуктора на дві сторони. З цим валом з'єднані ведучі вали бокових ко-



Рис. 21. Машина з вертикальними робочими органами з зубчастим приводом S 150 фірми SCHULTE (Канада) ширину захвату 4,57 м

нічних редукторів, а їх вертикальні ведені вали з'єднані з робочими органами.

Перевагою приводу машини TR/180/C 2 є те, що при зустрічі її різального робочого органу з великим предметом високої твердості клинопасова передача пробуксовує, а різальний робочий орган зупиняється, чим усувається його поломка. Тому такі машини більш ефективні при роботі на засмічених предметами підвищеної твердості полях.

Перевагою приводу машини RG-300 є повна синхронність обертання робочих органів, що дає можливість встановити осі робочих органів на одній прямій, перпендикулярні до напрямку руху машини і зменшити відстань між ними. Це забезпечує зменшення величини кожуха і зниження металомісткості машини. Однак такі машини надійно працюють на малозасмічених предметами високої твердості полях.

В машинах з трьома робочими органами TR/270/C 3 фірми Joskin, XRM 235 фірми Del Morino (рис. 10), Jolly фірми Maschio (рис. 15) привод робочих органів подібний до приводу машини TR/180/C 2. В ньому також на веденому валу конічного редуктора закріплений двовінцевий шків, від якого клинопасовими передачами приводяться в рух обидва бокові робочі органи, а середній робочий орган приводиться беспосередньо від веденого вала конічного редуктора. В машині S150 фірми Schulte (рис. 21) з ширинou захвату 4,57 м усі три робочі органи приводяться зубчастими передачами.

В машинах FX250 і 5026 з п'ятьома робочими органами і шириною захвату відповідно 6,1 м і 7,98 м та FX 742 з сімома робочими органами і шириною захвату 12,8 м фірми Schulte рух від ВВП трактора також передається на роздавальну коробку, від ведучого вала якої через конічний редуктор приводиться в рух середній робочий орган, а від її ведених валів карданними валами і конічними редукторами приводяться в рух бокові робочі органи (рис. 14 і рис. 21).

Технічні характеристики машин з вертикальними робочими органами наведені в табл. 2.

Порівняльний аналіз машин з горизонтальними (табл. 1) і вертикальними (табл. 2) робочими органами показує, що робоча швидкість цих машин (блізька до 10 км/год), їх мінімальна висота зрізу (25 мм) і питома металомісткість (в середньому блізька до 450 кг/м) майже однакові.

Однак середня питома енергоємність машин з вертикальними робочими органами в середньому на 40% нижча ніж з горизонтальними. Така різниця в енергоємності обумовлена тим, що машини з горизон-

Таблиця 2. Технічні характеристики машин з вертикальними робочими органами

Марка машини і фірма виготовлявач	Jolly120 Masechto	TR/220/ C1 Joskin	RG-300 MCMs	S 150 Schulte	FX 520 Schulte	TRT/750/ C6 Joskin	5026 Schulte	FX 742 Schulte
Робоча широта захвату, м	1,20	2,2	3,00	4,57	6,10	7,50	7,98	12,8
Робоча швидкість машини, км/год	10	10	12	10	10	10	10	10
Висота зрізу рослин і їх репшток, мм	60–105	40–150	30–150	38–381	51–400	40–150	25–356	51–400
Кількість робочих органів, шт.	3	1	2	3	5	6	5	7
Загальна кількість ножів робочого органу, шт.	6	3	8	6	10	12	10	14
Необхідна частота обертання ВВП трактора, об./хв	540	540	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Частота обертання робочого органу, об./хв	1930	960	1320	954	940	1100	940	940
Необхідна потужність трактора, к.с.	30	50	60	65	100	100	120	250
Транспортна широта машини, м	1,25	2,50	3,40	2,44	2,32	2,45	2,98	3,70
Маса машини, кг	165	520	700	2000	2900	2850	3000	8160

тальними робочими органами більш інтенсивно подрібнюють нижню частину стебел рослин та стерню, а також тим, що частота обертання їх робочих органів майже у два рази вища ніж у машин з вертикальними робочими органами, що викликає зростання енергозатрат на відкидання подрібнених частинок та на подолання опору повітря, обертанню робочого органу. Крім того, максимальна ширина захвату машин з вертикальними робочими органами майже на 70% вища.

Але найбільш суттєва різниця між машинами з горизонтальними і вертикальними робочими органами полягає у кількості ножів на метр її ширини захвату. Так при однаковій ширині захвату (4,75 м) машина RC 15 з горизонтальним робочим органом має 168 ножів, або 37 ножів на метр захвату, а машина S 150 з вертикальними робочими органами має лише 6 ножів, або лише 1,3 ножа на метр ширини захвату. При цьому слід відзначити, що Г-подібні ножі машин з горизонтальними робочими органами мають більшу масу і складні у виготовленні (необхідне пресове обладнання і тому можуть виготовлятись лише на заводі), а пластиначасті ножі машин з вертикальними робочими органами мають меншу масу і можуть бути виготовлені в майстерні сільськогосподарського підприємства.

Із порівняльного аналізу видно, що при практично однакових робочих швидкостях, мінімальних висотах зрізу рослин і питомих металомісткостях машини з вертикальними робочими органами споживають на 40% менше енергії і вони на метр ширини захвату мають майже у 30 разів менше, причому більш простих ножів.

Враховуючи незадовільний фінансовий стан наших сільськогосподарських підприємств, високі ціни на пальне і значну засміченість полів предметами високої твердості, керівникам наших господарств, при виборі машин для скошування і подрібнення рослин і їх решток на ринку сільськогосподарської техніки, перевагу слід віддавати машинам з вертикальними робочими органами, оскільки їх застосування, порівняно з машинами з горизонтальними робочими органами, забезпечить до 40% економії пального та коштів на закупівлю дорогих ножів, які будуть часто виходити із ладу через засміченість полів.

Враховуючи незаперечні переваги машин для скошування і подрібнення рослин з вертикальними робочими органами, в ННЦ “ІМЕСГ” розроблена напівінчіпна машина такого типу, яка успішно пройшла державні приймальні випробування і серйозно виготовляється ВАТ “Красилівський машинобудівний завод” під маркою ПРН-4,5 (рис. 22).

Машина ПРН-4,5 складається із рами, яка опирається на два ходових колеса і обладнана счищую для приєднання до трактора класу 3,0. На рамі закріплена центральна секція кожуха, до якої шарнірно приєднані два крила, котрі обладнані гідроциліндрами для підняття їх в транспортне положення та опорними колесами. Причому ходові колеса і опорні колеса крил обладнані гвинтовими механізмами для їх переміщення по висоті. Передня і задня частини обичайки кожуха виконані у вигляді кусків зварних ланцюгів, тобто перфорованими, а її бокові стінки виготовлені із листової сталі.

Різальні робочі органи цієї машини складаються із тримачів, кожний з яких виготовлений із двох сталевих штаб, розміщених одна над одною, причому біля їх обох кінців між ними встановлені розпірки, а на їх кінцях шарнірно закріплени плоскі ножі.

До передньої частини центральної секції кожуха машини закріплений роздавальний редуктор, один кінець ведучого вала якого карданним валом з фрикційною запобіжною муфтою з'єднується з ВВП трактора. З ведучою шестернею роздавального редуктора знаходяться в зачепленні дві ведені шестерні, встановлені на ведених валах, причому осі ведених валів утворюють з віссю ведучого вала гострі кути. До другого кінця ведучого вала роздавального редуктора і до його обох ведених валів закріплени карданні вали, які також обладнані фрикційними запобіжними муфтами і з'єднані з ведучими валами центрального і бокових конічних редукторів, корпуси котрих закріплени до центральної секції кожуха та правого і лівого його крил. На ведених валах цих трьох конічних редукторів закріплена тримачі різальних органів.

Завдяки встановленню чотирьох фрикційних запобіжних муфт не тільки усувається можливість поломки різальних робочих органів машини при їх взаємодії з крупними предметами високої твердості, а й поломка роздавального редуктора, наприклад, при роз'єднанні і залиниуванні одного із карданних валів приводу конічних редукторів.



Рис. 22. Машина з вертикальними робочими органами ПРН-4,5 шириною захвату 4,5 м, розроблена ННЦ “ІМЕСГ”, виготовляється ВАТ “Красилівський машинобудівний завод”

Особливістю технологічного процесу машини ПРН-4,5 є те, що завдяки встановленню біля кінців штаб тримачів розпірок забезпечується подрібнення рослинних решток на частинки заданої довжини, тобто забезпечується покращення якості подрібнення рослинних решток.

Порівняння машин S 150 фірми Schulte і ПРН-4,5, розробленої ННЦ "ІМЕСГ", показує, що при практично однаковій ширині захвату і продуктивності на вітчизняному ринку машина S 150 коштує 156100 грн., а машина ПРН-4,5 відповідно 67150 грн., тобто машина ПРН-4,5 у 2,3 раза дешевша.

За даними Львівської філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, яка проводила державні приймальні випробування машини ПРН-4,5, її використання забезпечує річний економічний ефект рівний 71535 грн., тобто ця машина окуповується протягом одного року.

Висновок. Раціональним агрегатом машини для скошування і подрібнення рослин або їх решток та рівномірного розподілення подрібнених частинок по поверхні поля для сільського господарства країни є енергетичний засіб кл. 1,2–2 з трьома вертикальними робочими органами загальною шириною захвату в залежності від потужності енергетичного засобу в межах 4,5 м.

МАШИНЫ ДЛЯ СКАШИВАНИЯ И ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ ИЛИ ИХ ОСТАТКОВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ЧАСТИЦ ПО ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ

Приведен аналитический обзор машин для скашивания и измельчения растений или их остатков и обосновано рациональную конструкцию такой машины для условий агропромышленного комплекса страны.

MACHINE FOR FACETING AND CRUSHING OF PLANTS OR THEIR RESTS AND DISTRIBUTION OF THE CRUSHED PARTICLES ON A SURFACE OF GROUND

The state-of-the-art review of machines for faceting and crushing of plants or their rests is resulted and is proved a rational design of such machine for conditions of agriculture of the country.