

УДК 631.3

КЛАСИФІКАЦІЙНА МОДЕЛЬ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ STRIP-TILL

О. Броварець, канд. техн. наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для ефективного використання сучасних технологій виробництва продукції рослинництва необхідно володіти новітніми підходами до вирощування сільськогосподарських культур. Для реалізації технології STRIP-TILL в різних природно-кліматичних зонах України необхідно використовувати певний набір робочих органів для ефективного їх використання. З цією метою наведено аналіз робочих органів та з'ясовано доцільність їх використання для виконання технологічних операцій з реалізації технології STRIP-TILL у різних природно-кліматичних зонах України.

Ключові слова: *точне землеробство, STRIP-TILL, сільськогосподарські культури, вирощування, технологія.*

Актуальність проблеми. Сучасним трендом у сільськогосподарському виробництві на вирощуванні сільськогосподарських культур є використання технології STRIP-TILL ефективність якої порівняно з технологіями No-TILL та традиційними технологіями є очевидною. Так, впровадження першого варіанту цієї технології триває від 3 до 5 років, що обумовлено особливостями технології та специфікою використання ґрунтів, що значно знижує економічну ефективність використання такою технології у перші роки. У другому варіанті виникає необхідність суцільного обробітку ґрунту із значними питомими енерговитратами, що значно здорожує вартість виробленої сільськогосподарської продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За цих умов використання технології стрічкового обробітку ґрунту або технології STRIP-TILL значно знижує енерговитрати, але за умови раціонального використання робочих органів, що залежить від безлічі факторів (попередника, структури ґрунту, вологості тощо) [1-6].

Виклад основного матеріалу. Головне завдання механічного обробітку ґрунту полягає у створенні сприятливих умов для росту та розвитку рослин. Оптимальне значення щільності ґрунту – 1,1-1,3 г/см³. Для досягнення цього показника необхідно виконувати механічну дію на ґрунт певними ґрунтообробними органами.

Для забезпечення таких умов необхідно розробити класифікацію робочих органів з урахуванням важкості їх роботи та руйнування структури ґрунту. Тому робочі органи, що їх використовують в технології STRIP-TILL класифікують залежно від послідовності їх роботи та навантаження на ґрунт (рис. 1).

СКЛАД ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ STRIP-TILL



Рисунок 1 – Класифікаційна модель складу обладнання для виконання технологічних операцій з реалізації технології STRIP-TILL

Технологія STRIP-TILL необхідно включає такі операції: нарізання стрічок, осіннє внесення дорив, весняне внесення дорив, сівбу.

Деякі технологічні операції можливо сумістити під час виконання в один період. Так, наприклад, нарізання стрічок, як правило, суміщають з осіннім внесенням добрив. Весною одночасно з внесенням добрив проводять сівбу.

Обладнання для реалізації STRIP-TILL можна розділити на три основні категорії: легкі, середні і важкі, залежно від ваги секцій і глибини обробітку (або ступеня обробітку ґрунту). Причому, його класифікують за ступенем дії робочого органу на ґрунт.

Залежно від ступеня дії на ґрунт агрегати по STRIP-TILL можна розділити на дві основні групи:

- весняні (легкі);
- осінні:
 - а) середні;
 - б) важкі (глибокі).

Весняні агрегати для STRIP-TILL в основному призначені для очищення ряду від рослинних залишків і помірного поверхневого розпушення ґрунту. Можна при цьому вносити мінеральні добрива на глибину поверхневого розпушення. Для осіннього варіанту STRIP-TILL на секції для смугового обробітку обов'язковим є стояк для інтенсивного розпушення ґрунту: а) середня для глибини 20-30 см; б) важка – для глибини обробітку 30-50 см (рис. 2).



Рисунок 2 – Схема внесення мінеральних добрив на два рівні

Для реалізації цих технологічних операцій необхідно використовувати певні робочі органи, які за мінімальних енергетичних затратах дають можливість реалізувати увесь комплекс запланованих заходів.

З цією метою проведена класифікація складу обладнання для виконання технологічних операцій (табл. 1).

Таблиця 1 – Класифікація робочих органів для реалізації технології STRIP-TILL

| Пасивні робочі органи: | | Активні робочі органи |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Жорстко закріплені | Самообертові | |
| <ul style="list-style-type: none"> - розпушувальна лапа; - підживлювальний ніж; - одnobічні плоскорізальні лапи; - стрілочасті плоскорізальні лапи; - щілиноріз; - стрілочасті універсальні лапи; - розпушувальні долотоподібні лапи; - оборотна розпушувальна лапа; - широкозахватна плоскорізальна лапа; - чизель; - чересловий ніж; - одностороння розпушувальна лапа; - пружинні зуби; - лапи-полічки. | <ul style="list-style-type: none"> - ротаційна борона; - голчасті диски; - дисковий ніж; - ротор проплювальний; - коток зубчастий. | <ul style="list-style-type: none"> - ротор проплювальний; - фрезерний культиватор. |

Використовуючи комбінацію тих чи інших робочих органів можна досягти ефективного виконання технологічних операцій з мінімальними витратами. Технологію STRIP-TILL можна застосовувати і за традиційного або мінімального обробітку ґрунту, наприклад, проводячи восени неглибоке (на 5-6 см) суцільне дискування ґрунту, а весною – смуговий обробіток на глибину 15-25 см одночасно з сівбою (рис. 3).

Найважливішим чинником упровадження технології STRIP-TILL є скорочення витрат на обробку ґрунту, оскільки велика частина поля не обробляється. Завдяки застосуванню на агрегатах для STRIP-TILL комбінації різних робочих органів, які розрізають і заробляють рослинні залишки, проводять глибоке спущення і кришення ґрунту, утворюють борозну. І все це – за один прохід.

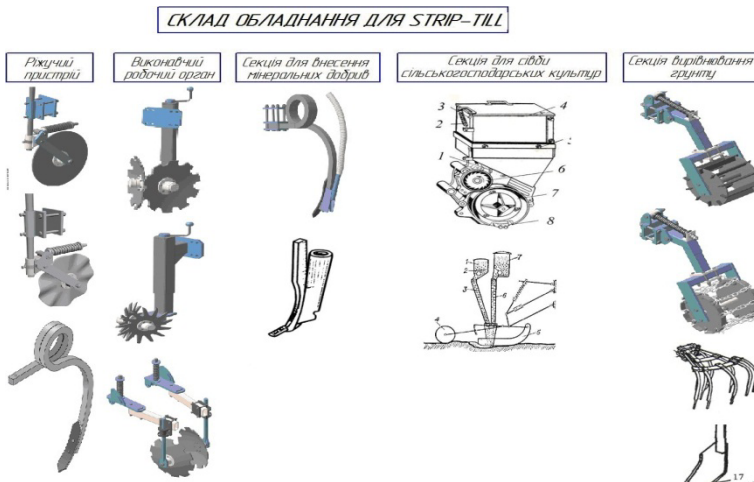


Рисунок 3 – Склад обладнання для STRIP-TILL

Завдяки можливості смугового обробітку ґрунту з одночасним внесенням добрив під кореневу систему рослин, розкриваються нові перспективи ефективності застосування мінеральних добрив.

Функціональне призначення обладнання для STRIP-TILL:

- *різнальний пристрій* – призначений для направлення смуги, розрізання післяжнивних решток, утворення борозни, що полегшує та підвищує ефективність роботи виконавчих робочих органів. Як різнальні пристрої застосовують: дисковий ніж, хвилеподібний дисковий ніж, списоподібний ніж, чересловий ніж, стрілочасті універсальні лапи, розпушувальні долотоподібні лапи, оборотні та односторонні розпушувальні лапи, борознонарізувальний корпус, аричник, ротаційну борону. Дисковий ніж встановлюють, як правило, попереду агрегату. Ніж забезпечує розрізування післяжнивних решток. Чересловий ніж може мати вигляд прямолінійного або криволінійного леза. Їх кріплять до рами за допомогою хомутка з накладкою. Ніж з прямолінійним лезом встановлюють під кутом 70-75 °С до горизонту. Під час роботи ніж розрізує ґрунт, кореневища і полегшує підрізування скиби ґрунту корпусом плуга. Його можна переміщувати вгору чи вниз і регулювати глибину ходу.

- *виконавчий робочий орган* – призначений для обробітку створеної смуги, підрізування бур'янів, розпушування, передпосівного обробітку ґрунту, створення умов для ефективного внесення добрив, росту та розвитку насіння. Як виконавчі робочі органи застосовують: стрілочасті плоскорізнальні лапи, штанговий робочий орган, голчасті диски, лапи-полічки, підгортальний корпус з решітчастою полицею, підгортальні корпуси. Фрезерний барабан приводиться в рух від ВВП трактора через конічний одноступінчатий редуктор, трансмісійний вал, ланцюгову передачу і

запобіжну муфту. Частота обертання фрезерного барабана – 430 об/хв. Під час руху культиватора ножі фрезерних барабанів, обертаючись, відрізають стрічку ґрунту і відкидають їх назад. Вдаряючись в кожух, ґрунт подрібнюється і падає в міжряддя. Фартух розрівнює ґрунт. Пасивний ніж розпушує смугу ґрунту під корпусом секції. Глибину обробітку регулюють гвинтовим механізмом опорних коліс і центрального тягою начіпного механізму трактора.

- *секція для внесення мінеральних добрив* – призначена для внесення мінеральних добрив. Як секція для внесення мінеральних добрив може бути використаний підживлювальний ніж.

- *секція для сівби сільськогосподарських культур* – призначена для сівби сільськогосподарських культур. Як секції для сівби сільськогосподарських культур використовують різні існуючі конструкції сівалок для сівби сільськогосподарських культур (пневматичні, коти ушкоштіфтові тощо), які забезпечують сівбу сільськогосподарських культур.

- *секція для вирівнювання ґрунту* – призначена для вирівнювання поля, загорання насіння та добрив, створення умов для подальшого розвитку рослин шляхом ущільнення або розпушування. Як секція для вирівнювання ґрунту можуть бути використані: пружинні зуби, підгортальні корпуси.

Варто сказати, що обираючи робочі органи, необхідно враховувати перш за все структуру ґрунту. Так, на піщаних ґрунтах доцільно використовувати пристрої, що руйнують поверхню ґрунту за допомогою пластичної деформації, а на глинистих ґрунтах – більше різальні пристрої, що руйнують ґрунт різанням.

Для цього розроблено пристосування для агрегування з лінійним розпушувачем та просапною сівалкою, а також комплексний агрегат, який, крім можливостей агрегування з просапною сівалкою, дозволяє одночасно вносити рідкі або сипкі мінеральні добрива на глибину 10-20 см (під насіння), у тому числі на два рівні (рис. 4).

Робочі органи для реалізації технології STRIP-TILL. Враховуючи, що в агрегатах для смугового обробітку використовуються багато звичайних робочих органів, їх функціональне призначення відоме. Тому розглянемо функціональне призначення лише нових робочих органів, що з'являються в технології STRIP-TILL.

Робочими органами для реалізації технології STRIP-TILL є плоскорізальні і розпушувальні лапи, лапи-полічки, підживлювальні ножі, підгортальні та борознонарівнювальні корпуси, голчасті диски, зуби борін, роторів, ножі дисків тощо.

Залежно від призначення лапи поділяють на прополювальні, розпушувальні і підгортальні.

До прополовальних лап належать однобічні (лапи-бритви, стрілчасті плоскорізальні лапи і стрілчасті універсальні, до розпушувальних – долотоподібні, наральникові, а до підгортальних – підгортальні лапи, корпуси тощо.

Однобічні плоскорізальні лапи призначені для підрізування бур'янів і розпушування ґрунту на глибину до 6 см.

Лапа складається із стояка (рис. 4, а), горизонтальної частини з лезом та щоки. Щока запобігає присипанню ґрунтом рослин. Бувають праві і ліві лапи. Перші встановлюють з правого боку рядка, а другі – з лівого. Лезо лап заточують зверху під кутом $8-10^{\circ}$. Товщина леза – не більше 0,5 мм.

Кут γ між лінією леза і щокою становить $28-32^{\circ}$, кут ε встановлення площини леза до горизонту – 15° . Його називають кутом подрібнення.

Під час переміщення лапи в ґрунті її лезо перерізує коріння бур'янів, підрізує шар ґрунту, який переміщується по робочій поверхні лапи, подрібнюється і частково переміщується. Ширина захвату лап – 85 мм, 120 мм, 150 мм, 165 мм і 250 мм.

Стрілчасті плоскорізальні лапи (рис. 4, б) застосовують для обробітку ґрунту на невелику глибину (до 6 см) і незначного його розпушення. Лапи характеризують кутом розхилу 2γ (60 або 70°). Використовують лапи з шириною захвату 145 мм, 150 мм і 260 мм.

Стрілчасті універсальні лапи (рис. 4, в) підрізують бур'яни та інтенсивно розпушують ґрунт на глибину до 12 см. Їх застосовують для суцільного обробітку ґрунту та обробітку міжрядь.

Кут розхилу 2γ між різальними крайками лез становить 60° і 65° . Кут подрібнення $\varepsilon = 28-30^{\circ}$ характеризує розпушувальну здатність лапи. Ширина захвату лап – 220 мм, 250 мм, 270 мм, 330 мм, 380 мм і 410 мм.

Розпушувальні долотоподібні лапи (рис. 4, г) застосовують для розпушування міжрядь зв'язних і щільних ґрунтів на глибину до 16 см. Нижня частина лапи загнута вперед і має загострений носок у вигляді долота шириною 20 мм. Така лапа досить добре заглиблюється у ґрунт і під час переміщення деформує й розпушує ґрунт на всю глибину без винесення вологого шару на поверхню поля.

Оборотні та односторонні розпушувальні лапи (рис. 4, д, е) встановлюють на культиваторах для суцільного обробітку ґрунту. Вони бувають на пружинних стояках і на жорстких. Оборотна лапа загострена з обох кінців. У разі затуплення одного кінця лапу повертають на інший. Товщина леза не повинна бути більше 1 мм. Ширина захвату лап – 30-60 мм. Глибина обробітку лап на жорстких стояках – до 22-25 см, а на пружинних – 10-12 см.

Пружинні зуби (рис. 4, є) застосовують для розпушення ґрунту у захисних зонах і міжряддях. Рамку з пружинними зубами прикріплюють шарнірно до тримача просапного культиватора.

Штанговий робочий орган (рис. 4, ж) застосовують для суцільного обробітку ґрунту, розпушення, знищення бур'янів. Робочим органом є металевий стержень (штанга) квадратного перерізу зі стороною 22-25 мм. Вона

переміщується у ґрунті на глибині до 10 см та обертається у протилежному напрямку до ходових коліс культиватора. Частота обертання штанги – в середньому 1 оберт на шляху 1,1 м. Довжина штанги – в межах 2,8-3,75 м.

Голчасті диски (рис. 4, з) застосовують для руйнування ґрунтової кірки і знищення бур'янів. Вони мають загнуті в один бік загострені зуби. Діаметр дисків - 350, 450 і 520 мм.

Під час руху дисків у міжряддях і захисних зонах зуби заглиблюються в ґрунт на глибину до 9 см, розпушують його, знищують бур'яни.

Лапи-полічки (рис. 4, і) використовують для підрізування бур'янів, розпушування ґрунту і присипання бур'янів ґрунтом у захисній зоні рядка. Лапа складається із стояка та криволінійної полиці лівого або правого обертання.

Лапи-полічки встановлюють з лівого та правого боку рядка на відстані 25-27 см від його осі. Глибина обробітку – до 6 см.

Підживлювальний ніж (рис. 4, і) застосовують для розпушування міжрядь та загортання в ґрунт добрив на глибину до 16 см.

Він являє собою розпушувальну долотоподібну лапу, до якої позаду прикріплена лійка для подачі добрив на дно борозни.

Підгортальні корпуси (рис. 4, й) призначені для підгортання рослин, підрізування бур'янів у міжряддях та присипання бур'янів у захисних зонах рядка. Корпус складається із стояка, двобічної полиці з розсувними крилами і носка-наральника.

Під час роботи носок-наральник корпусу підрізує ґрунт і переміщує його на ліву та праву робочі поверхні полиці, які спрямовують його в зону рядка, утворюючи гребінь. Висота гребеня ґрунту регулюється переміщенням крил корпусу за вистою.

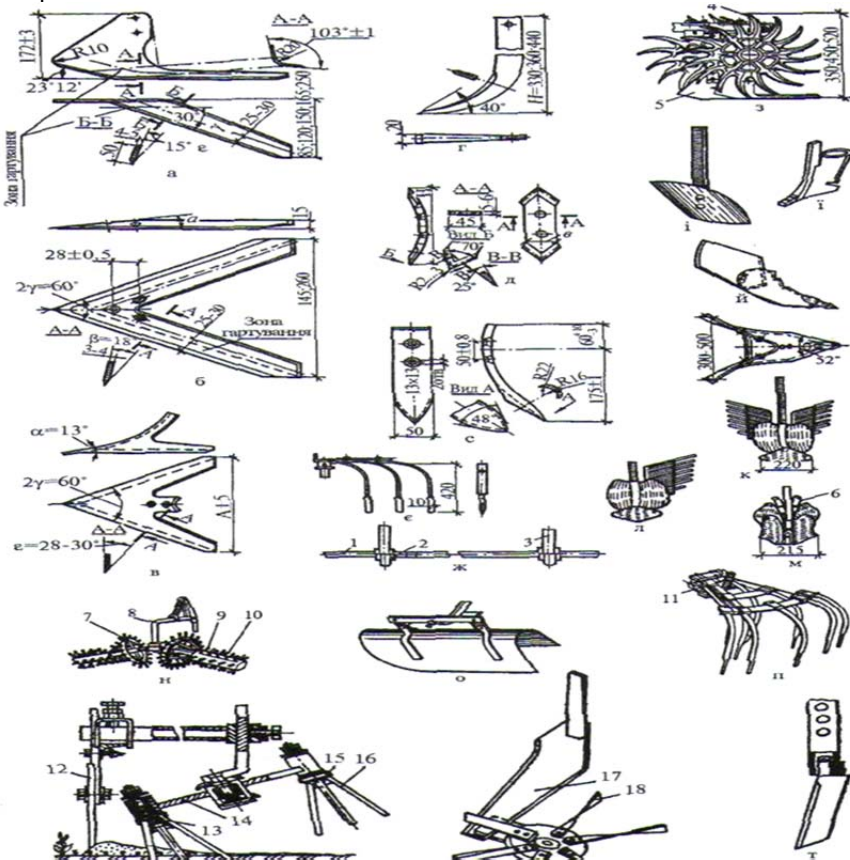
Підгортальний корпус з решітчастою полицею (рис. 4, к, л) має в нижній передній частині замість наральника стрілчасту лапу, а в крилах полиць – вирізи. Стрілчаста лапа корпусу підрізує ґрунт у міжрядді і подає його на полиці. Частина ґрунту розсипається через проміжки між лапою і передньою частиною полиць та падає на дно борозни. Пальці крил полиць розпушують боки гребенів і стінки борозни. Дно борозни стає розпушеним.

Для нарізування невеликих гребенів використовують однобічні (рис 4, л) підгортальні корпуси (глибина обробітку – до 16 см, висота гребеня – до 25 см).

Борознонарізувальний корпус, аричник (рис. 4, м) застосовують для нарізування поливних борозен з одночасним внесенням мінеральних добрив. Корпус має наральник, двосторонню полицю, крила, лійку для добрив і стояк. Нарізує борозни глибиною до 20 см.

Ротаційна борона (рис. 4, н) призначена для досходового обробітку поля, вирівнювання вершин гребенів перед садінням, знищення бур'янів у міжряддях. Використовують на вирощуванні картоплі, коренеплодів та інших культур.

Ротаційна борона складається з двох барабанів 10 з конічною і циліндричною поверхнями, тримача і рамки. На поверхні барабанів закріплені зуби довжиною 55 мм. Кут нахилу барабанів змінюється поворотом їх осі 7.



а – однібочна плоскорізнальна прополовальна лапа (брита); б – стріччаста плоскорізнальна прополовальна лапа; в – стріччестріччаска лапа з хвостовиком; г – розпушувальна долотоподібна лапа; д – оборотна розпушувальна лапа; е – списоподібна розпушувальна лапа; є – пружинні зуби; ж – штанговий робочий орган; з – розпушувальні голчасті диски; і – лапа-полічка; ї – підживлювальний ніж; й – підгортальний корпус з циліндричною поверхнею; к – підгортальний корпус з універсальною лапою і пальчастими полицями; л – підгортальний корпус з однією полицею; м – арчикник борознопарізувач, н – ротаційна борінка; о – щиток; п – прополовальна борінка; р – ротор прополовальновольтний; с – лапа з прополовальним диском; т – цілиноріз; 1 – штанга; 2 – підшипник; 3 – гряділь; 4 – голчастий диск; 5 – прополовальна плоскорізнальна лапа; 6 – лійка для тупопроваду; 7 – вісь; 8 – тримач; 9 – зуби; 10 – барабан; 11 – пружини; 12 – щиток; 13 і 15 – ротори; 14 – диск; 16 – зуб; 17 – лапа плоскорізнальна; 18 – ніж диска

Рисунок 4 – Робочі органи для реалізації технології STRIP-TILL

Захисні щитки (рис. 4, о) застосовують для запобігання присипанню ґрунтом рослин у рядку. Щиток складається з металевого зігнутого листа і кронштейна для кріплення до гряділя робочої секції культиваторів. Розміщують його над рядком рослин.

Прополувальні борінки (рис. 4, п) – це пружинні зуби, що закріплені на рамці, їх застосовують для розпушування ґрунту в міжряддях та захисних зонах. Встановлюють борінки на просапних культиваторах, шарнірно прикріплюючи їх до кронштейна тримача секції культиватора з метою кращого копіювання рельєфу ґрунту.

Ротор прополувальний (рис. 4, р) призначений для розпушення ґрунту і знищення бур'янів у міжряддях з мінімальними (30-50 мм) захисними зонами.

Складається з шести розпушувачів (роторів), закріплених на диску 14, захисного щитка 12 і кронштейна. Диск встановлений під кутом 20° до горизонту. Розпушувач має чотири зуби і вільно обертається на осі. Під час роботи ротор обертається від взаємодії зубів розпушувача з ґрунтом. Зуби розпушують ґрунт, захоплюють бур'яни, кидають їх на поверхню поля і присипають ґрунтом.

Широкозахватна плоскорізальна лапа (рис. 4, с) підрізує бур'яни і розпушує ґрунт у міжряддях. Кут кришіння лапи – 10° . Лапи бувають шириною 250 мм і 360 мм. На кінці лапи кріпиться прополувальний диск з ножами. Під час роботи диск обертається, ножі підрізують бур'яни і розпушують ґрунт. Глибина обробітку – 60-80 мм.

Щілиноріз (рис. 4, т) використовують для нарізування напрямних щілин глибиною 27-30 см. Він являє собою плоский чересловий ніж. Щілинорізи встановлюють на сівалках, саджалках, культиваторах-рослинопідживлювачах.

Кріплення робочих органів до рами проводиться за допомогою стояків. Стояки використовують жорсткі або пружинні.

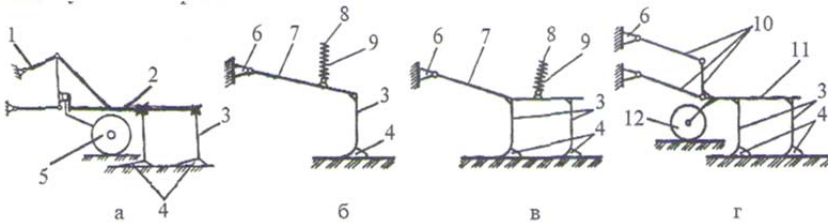
Стояки лап з'єднують жорстко з рамою або з гряділями, які шарнірно приєднані до рами.

Система жорсткого кріплення стояків лап до рами (рис. 5, а) відрізняється простою конструкцією. Однак при такому з'єднанні робочих органів з рамою недостатньо забезпечується копіювання рельєфу поля і не витримується задана глибина ходу робочих органів по ширині захвату.

На культиваторах для суцільного обробітку ґрунту застосовують здебільшого індивідуальне або групове (по 2-3 лапи) шарнірно-радіальне кріплення лап до бруса рами (рис. 5, б, в). З'єднання стояків лап з рамою проводять за допомогою гряділів, повідців тощо).

При заглибленні або виглибленні лапи кут входження її у ґрунт змінюється, що впливає на якість роботи. Стійкість ходу лап регулюють стисканням пружини 8.

Особливість конструкції паралелограмної підвіски секції робочих органів (рис. 5, г) полягає в тому, що при зменшенні або збільшенні глибини ходу лап кут входження їх залишається незмінним. При цьому гряділь 11 переміщується паралельно своєму початковому положенню. В передній частині гряділя встановлене опорне колесо 12, яке під час руху копіює нерівності рельєфу поля. Такі підвіски застосовують на просяпних та універсальних культиваторах.



а – жорстка до гряділя рами; б – радіальна індивідуально-повідцева; в – радіальна секційна; г – з допомогою паралелограмного механізму; 1 – начіпний механізм трактора; 2 – гряділь (брус) рами; 3 – стояк лапи; 4 – робочі органи (лапи); 5 – опорне колесо; 6 – поперечний брус рами; 7 – повідець; 8 – штанга; 9 – пружина; 10 – паралелограмний механізм; 11 – гряділь секції; 12 – опорне колесо секції.

Рисунок 5 – Схеми кріплення робочих органів культиватора STRIP-TILL

Висновок

Ефективне використання новітніх технологій пов'язана перш за все з чітким розумінням суті виконуваної технологічного процесу, що обумовлює використання певних підходів до виконуваного технологічного процесу. Тому у статті наведена класифікаційна модель робочих органів для технології Strip-till, що дасть можливість правильно підібрати робочі органи залежно від типу виконуваної технологічної операції.

Література

1. http://newtechagro.ru/uploads/files/catalog_14/striptill-004.jpg.
2. http://strip-till.ru/?page_id=8.
3. Стрип-Тілл: шляхом проб і помилок. Г.Жолобецький. Пропозиція 02.2013. С. 26 – 30.
4. Nitrogen source effects on soil nitrous oxide emissions from strip-till corn./ Halvorson A.D. ; Del Grosso S.J.; Jantalia C.P. // Journal Of Environmental Quality [J Environ Qual]. - 2011 Nov-Dec; Vol. 40 (6), pp. 1775-1786

5. Strengthening bridges with prestressed CFRP strips. / Siwowski Tomasz¹, Żółtowski Piotr¹ // Selected Scientific Papers: Journal of Civil Engineering. - 2012, Vol. 7 Issue 1, p.79-86.

6. Variable rainfall intensity and tillage effects on runoff, sediment, and carbon losses from a loamy sand under simulated rainfall. /Truman C. C., Strickland T. C., Potter T. L., Franklin D. H., Bosch D. D., Bednarz, C. W.// Journal of Environmental Quality; Sep/Oct2007. - Vol. 36 Issue 5, p1495-1502.

Аннотация

Для эффективного использования современных технологий производства продукции растениеводства необходимо владеть новейшими подходами к выращиванию сельскохозяйственных культур. При реализации технологии STRIP-TILL в разных природно-климатических зонах Украины необходимо использовать определенный набор рабочих органов для эффективного их использования. С этой целью в данной статье приведен анализ рабочих органов та целесообразность использования при выполнении технологических операция при реализации технологии STRIP-TILL в разных природно-климатических зонах Украины.

Summary

For the effective use of modern technologies of production of goods of plant-grower it is necessary to own the newest approaches to growing of agricultural cultures. During realization of the STRIP-TILL technology in different prirodno-klimaticheskikh areas of Ukraine it is necessary to draw on definite set of working organs for effective their use. To that end in the given articles the analysis of working organs is resulted that expedience of the use at implementation of technological operation during realization of the STRIP-TILL technology in different prirodno-klimaticheskikh areas of Ukraine.