

УДК 631.303

Хайліс Г., д-р техн. наук, проф., Шевчук В., аспірант (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого), Толстушко М., канд. техн. наук (Луцький нац. техн. ун-т)

Розташування дисків голчатої борони та їх тиск на ґрунт

У статті розглянуто тиск дисків голчатої борони на ґрунт в залежності від їх розташування.

Ключові слова: рух, диск, голчата борона, ґрунт, сила, вісь, секція, тримач, центр.

Суть проблеми. Для обробітку ґрунту застосовують голчасті борони. Цим робочим органам присвячено чимало досліджень [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7], проте деякі питання, що стосуються роботи борін, не з'ясовані.

Мета дослідження – визначити вплив розташування рухомих дисків борін на тиск, з яким вони діють на ґрунт.

Результати дослідження. Секція голчатої борони складається з п'яти голчастих дисків, осі яких жорстко з'єднані одна з одною. Під час руху секції кожен диск обертається навколо своєї осі, яка в свою чергу жорстко з'єднана із загальним тримачем осей всіх п'яти дисків і рухається разом з іншими дисками на однаковій висоті від поверхні ґрунту. Під час руху дисків кінець кожної голки описує в просторі циклоїди.

Кожна голка містить циліндричну і конічну частини (рис. 1). Заглиблення голок в ґрунт відбувається під дією сил тяжіння дисків. На рис. 1 показано заглиблення конічної частини голки (за невеликої сили тиску голок на ґрунт) і заглиблення трьох голок в ґрунт від його поверхні D_1, D_2 (за великої сили тиску голок на ґрунт).

Рух диска борони, що є веденим робочим органом (рис. 1), здійснюється під дією горизонтально прикладеної в центрі C диска сили P_0 . Диск тисне на ґрунт із силою G , яка прикладена в центрі C і діє вертикально вниз. На дію сили G ґрунт відповідає силою реакції N , прикладеної в деякій точці A голки лівіше вертикальної осі CB і спрямованої вгору. На дію рушійної сили P_0 ґрунт відповідає реакцією X , яка прикладена в тій самій точці A і діє по горизонталі вправо. Сили G і N утворюють пару сил з плечем, рівним приблизно половині

товщини голки. Момент цієї пари є моментом опору. Для подолання цього моменту під час руху диска в точці A діє горизонтальна сила реакції X , яка разом з рушійною силою P_0 утворює рушійну пару сил з плечем від точки A до лінії дії сили P_0 . На рис. 1 з центра C проведені: вниз – вісь y і ліво – вісь x . Точка A на голці зміщена щодо згаданої осі y вперед на деяку відстань, яка є плечем пари сил G і N .

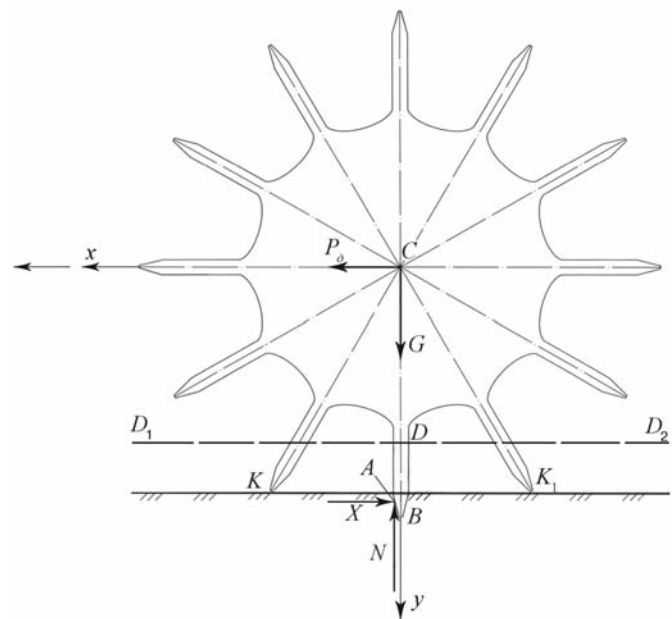


Рис. 1 – Схема, що ілюструє положення окремого диска з голками під час дії на нього рушійної сили P_0 і сили тяжіння G за різної глибини занурення голок у ґрунт

При великій силі G голки диска заглиблюються на значну глибину від лінії D_1DD_2 , через що глибина занурення вертикальної голки буде DB (рис. 1), при цьому в ґрунт почне заглиблюватися і кінець K сусідньої голки.

Ознайомившись із силами, які діють на голки та диск, ми можемо тепер глибше проаналізувати вплив розташування дисків в машині і особливостей впливу цих дисків на тиск, з яким голки діють на ґрунт.

Результат роботи борони залежить від ступеня синхронності дії голок різних дисків на ґрунт. Так, якщо нижні голки п'яти дисків одночасно опускаються в ґрунт, відбудеться одночасне проколювання поверхні ґрунту цими голками, а тиск під час проколювання дорівнює опору ґрунту цій дії. Якщо голки різних дисків не опускаються в ґрунт одночасно, то буде почергове втискування голок різних дисків в ґрунт. Тиск під час проколювання також буде дорівнювати опору ґрунту, але проколи ґрунту будуть мати випадковий характер і залежатимуть від положення дисків і голок один відносно одного перед проколюванням.

За синхронної роботи різних дисків, тобто у разі, коли голки різних дисків одночасно опускаються в ґрунт і проколюють її, п'ять голок різних дисків одночасно заглиблюються в ґрунт і одночасно виходять з неї.

Положення голок дисків однієї секції для їх синхронної роботи представлено на рис. 2, де показано вигляд секції збоку і всієї секції (а), та вигляд секції зверху (б). На цій схемі диски з голками секцій позначені цифрами 1, 2, 3, 4 і 5, сили тяжіння дисків 1, 2, 3, 4 і 5 позначені G_1 , G_2 , G_3 , G_4 і G_5 . Ці сили зображені нижче дисків секції, починаються вони в точках a , b , c , d і e , на горизонтальній про-

екції вони проектуються в точки, які позначені a' , b' , c' , d' і e' . Сили G_1 , G_2 , G_3 , G_4 і G_5 являють собою систему паралельних сил, з них проекції сил G_2 і G_3 на рис. 2, а співпадають і діють по одній прямій від точки c , а на рис. 2, б вони діють в точках b' і c' . Будемо вважати, що центри ваги дисків знаходяться на перетині осей обертання їх кіл (на вертикальній проекції) з вертикальними площинами симетрії дисків. Як вже зазначалося, сили G_1 , G_2 , G_3 , G_4 і G_5 являють собою сили тиску дисків на ґрунт.

Складанням сил G_1 , G_2 і G_3 за правилом додавання паралельних сил знаходимо рівнодійну силу $G_{1,3}$, складанням паралельних сил G_4 і G_5 знаходимо їх рівнодійну $G_{4,5}$, а складанням сил $G_{1,3}$ і $G_{4,5}$ знаходимо силу тяжіння G_{1-5} всіх п'яти дисків секції. Крім дисків з голками, є ще утримувач осей і кронштейн, але вага цих деталей незначна і можна нею знехтувати. Тоді сила

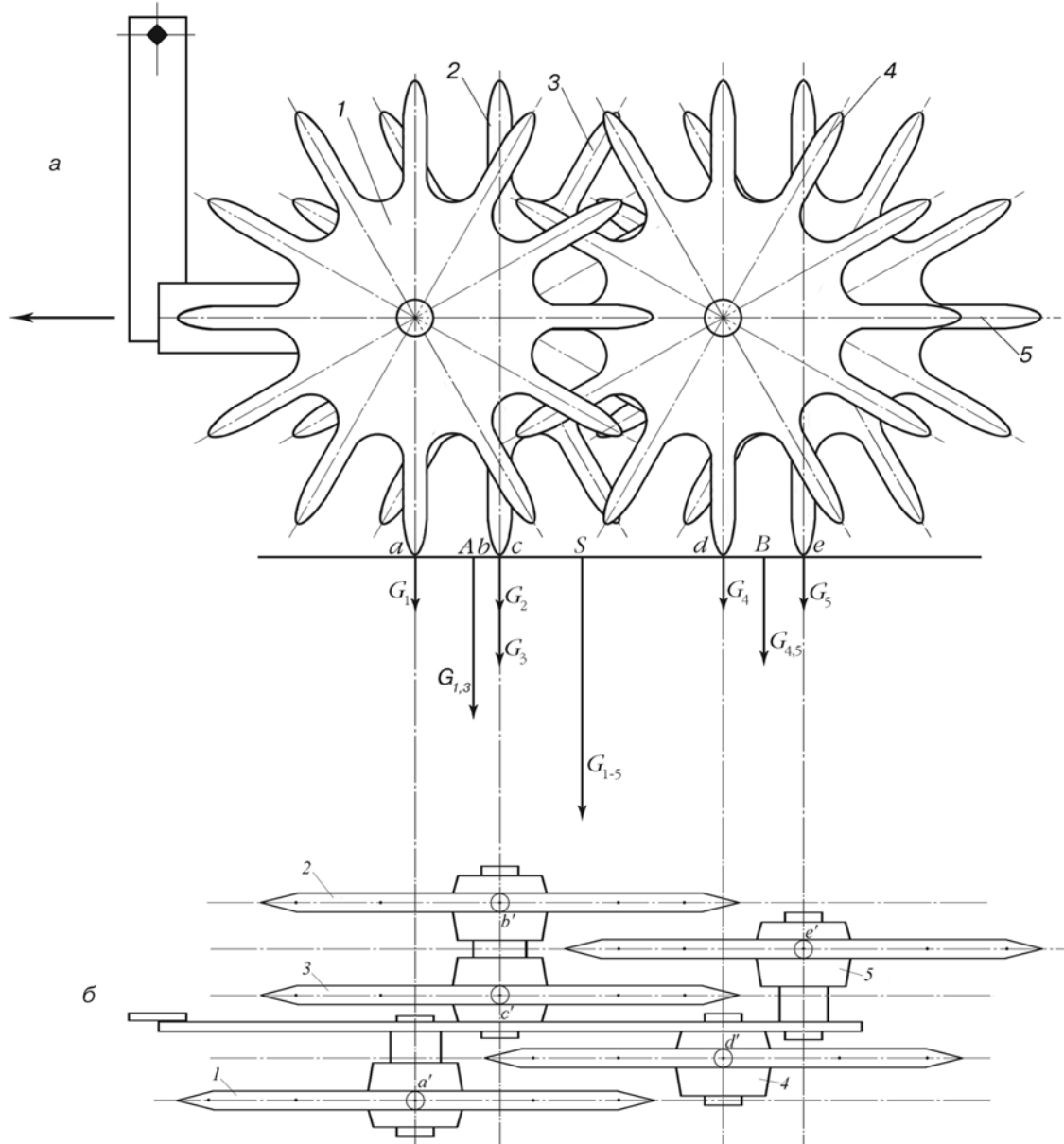


Рис. 2 – Вигляд на секцію голчатої борони збоку (а) і зверху (б) та сили, що діють на ґрунт з боку голок дисків секції і з боку всієї секції: 1, 2, 3, 4 і 5 – номери дисків (на горизонтальній проекції точками позначено положення кінців голок)

тиску секції на ґрунт буде G_{1-5} . Слід центра ваги секції на поверхні ґрунту позначений S .

Крім задання положення дисків секції для їх синхронної роботи (див. рис. 2), під час складання дисків секції їх можна розташувати так, що голки одного диска здійснюватимуть проколювання ґрунту в одні моменти, а голки другого або третього, четвертого або п'ятого дисків проколюватимуть ґрунт в інші моменти. В таких випадках вигляд цих дисків збоку буде відрізнятися від того вигляду, який представлено на рис. 2, а. Таких варіантів розташування дисків один відносно одного для асинхронної їх роботи може бути багато.

У разі синхронної роботи дисків з голками у секції борони через кожні 30° повороту дисків буде здійснюватися п'ять одночасних проколювань ґрунту, а в решту часу проколювань ґрунту не буде. За такої роботи борони і жорсткого зв'язку між осями дисків сила, що діє на голки під час їх заглиблення в ґрунт, дорівнює силі тяжіння секції, а на кожен диск (отже, і на голку, що заглиблюється в ґрунт) буде діяти сила, рівна силі тяжіння секції, діленої на 5.

Назвемо кут повороту диска для проколювання голкою ґрунту і виходу з неї голки кутом проколювання ґрунту. В досліджуваній бороні цей кут дорівнює 30°; із цих 30° половина, тобто 15°, йде на заглиблення голки в ґрунт, а ті 15°, що залишилися, потрібні для виходу голки з ґрунту. У загальному випадку цей кут може бути й інший – наприклад, 36° або 45°. Тоді на проколювання потрібен поворот голки на 18° або 22,5°, а на вихід голки з ґрунту – поворот на 18° або 22,5°. Але оскільки при куті проколювання ґрунту, що дорівнює 30°, частота проколювань ґрунту вища, ніж в інших випадках (при кутах 36° або 45°), то кут проколювання в 30° є кращим.

Висновки. Характер руху дисків голчастої борони по ґрунту під дією прикладених сил залежить від синхронності дії дисків, їх сили тяжіння, кута між голками на диску та інших факторів.

Список літератури

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1 (частина 1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків. ОКО. – 2001. – 444 с.
2. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. – М.: Агропромиздат. 1989. – 528 с.
3. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Изд. 3-е допол. и перераб. – М.: Колос, 1994. – 751 с.
4. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
5. Хайлис. Г.А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин. – К.: Изд-во УСХА, 1992. – 235 с.
6. Кравчук В., Хайлис Г., Шевчук В. О качении дисков игольчатой бороны при перемещении по поверхности почвы // Техніка і технології АПК. – 2011. – № 10. – С. 23-25.
7. Мазитов Н. Теория реактивных рабочих органов почвообрабатывающих машин. – Казань: Изд-во «ФЭН» Академии наук РТ, 2011. – 280 с.

Аннотация. В статье рассмотрена передача давления дисков с иглами игольчатой бороны на почву при различных условиях.

Summary. The article deals with the soil spiker pressure on the ground, depending on the disks location.

Стаття надійшла до редакції 6 грудня 2012 р.