

Борис Андрій

к.т.н., завідувач відділу

Національний науковий центр інститут механізації
та електрифікації сільського господарства

смт. Глеваха, Київська обл.

ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ТА ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ ДЛЯ САДІННЯ ДЕРЕВНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

Згідно з Енергетичною стратегією України на період до 2030 року альтернативні джерела енергії слід розглядати як важливий фактор підвищення рівня енергетичної безпеки. Розвиток виробництва і використання відновлювальних джерел енергії має відбуватися на основі економічної конкуренції з іншими енергоресурсами з урахуванням суспільних інтересів, економічної безпеки та глобальних змін клімату [2, 3, 4, 5, 6]. На сьогоднішній день в Україні відсутні спеціалізовані технічні засоби для садіння плантацій деревних культур та збирання врожаю [1]. Проте, відома практика адаптації машин із суміжних галузей, які виконують технологічні процеси з малою продуктивністю не більше 0,5 га/год (для операції посадки) та з підвищеними енергозатратами на чисельні операції збирання такі, як зрізання та подрібнення. Тому завдання обґрунтування параметрів та розробки машин для вирощування та збирання деревних культур є актуальним. В результаті вивчення сучасного стану механізації виробництва деревних енергетичних культур, встановлено що операція садіння не задовольняє агротехнічні вимоги в повному обсязі [7, 8, 9]. Зокрема, незадовільна якість заробляння живця в ґрунт, яка характеризується двома параметрами: висотою розташування живця відносно поверхні ґрунту та вертикальністю його орієнтації. Тому вказані параметри процесу садіння були прийняті за основні критерії оцінки. Поряд з цим оптимізація процесу садіння деревних енергетичних культур передбачала умову, за якою продуктивність садильного агрегату повинна забезпечуватись на рівні 1,5 га/год. Вказана умова продиктована значним річним навантаженням на машину, яке складає близько 1000 га/рік. Для дослідження вибраних критеріїв процес садіння розбили на окремі операції і окремо вивчали вплив кожної з них на якість садіння. Проаналізовані відомі на світовому ринку структурно-функціональні схеми технічних засобів для садіння деревних культур. В результаті аналізу виокремлені два напрями розвитку технологій садіння деревних енергетичних культур: садіння з попередньо нарізаних живців з ручною їх подачею та садіння живців з прутів, які автоматично формуються машиною в процесі садіння. Першу групу складають машини револьверного, променевого та гусеничного типів. Вказана група машин характеризується задовільною якістю садіння, проте має низьку продуктивність, яка складає не більше 0,3-0,4 га/год. Друга група машин переважає за продуктивністю, яка складає близько 1,5 га/год,

проте існуючі зразки техніки не в повній мірі задовольняють агротехнічні вимоги до якості садіння деревних енергетичних культур та мають низьку технологічну надійність через недосконалість та складність конструкцій садильних механізмів.

Для садіння деревних культур з прутів вибрана схема із протилежним рухом направляючого кожуха для вирівнювання живця та нарізанням живців в процесі їх садіння. Оскільки сучасні господарства в Україні які займаються виробництвом енергетичної сировини орієнтуються на площі вирощування від 500г і більше нами для подальшого розвитку вибрана технологічна схема садіння деревних енергетичних культур з прутів. Проте зважаючи на невисокий рівень якості садіння та низьку надійність сучасних машин, нами поставлена задача обґрунтування конструкції та основних параметрів машин для садіння деревних енергетичних культур. Обґрунтована структурно-функціональна схема машини яка включає механізм нарізання живців з прутів, механізм подачі живців до сошника та їх вирівнювання, сошник, фіксуючі котки та ущільнюючі котки. Механізм нарізання ривців поєднує в собі дві технологічні операції, а саме протягування прутів та нарізання їх на живці довжиною 20 см. Механізм подачі живців до сосяшника забезпечує їх транспортування та усунення такого негативного явища, як завалювання внаслідок інерційних зусиль. Завалювання усувається завдяки коливанню транспортуючого кожуха в напрямі протилежному до руху машини. Функцією фіксуючих котків є фіксування та утримання живця у вертикальному положенні після завершення контакту з кожухом. Функцією ущільнюючих котків є ущільнення ґрунту який контактує із живцями до щільності регламентованої агротехнічними вимогами. Для дослідження продуктивності та якості процес садіння розбили на окремі операції і окремо вивчали вплив кожної з них на якість садіння. Попередні випробування машини для садіння деревних культур прутами показали, що існують проблеми, зокрема, проблема вирівнювання живців та синхронізації їх руху з ріжучими робочими органами. Для подолання цих перешкод проведені експериментальні дослідження і отримані наступні результати. Емпірична залежність затримки формування живця залежно від зазорів в ножовій парі представлена на рис. 1.

Для практичного її застосування побудовано двомірні перетини поверхні відгуку. Вибраний раціональний діапазон параметрів з умови мінімізації часу формування живця. Вказана умова досягається за наступних значень параметрів $S_1 = -1.5 \dots 2$ мм, $S_2 = 1 \dots 1,5$ мм. Встановлена залежність часу подачі живця до сошника залежно від кута повороту шайби направляючого кулачка. Залежно від того у якій фазі повороту кожуха відбудеться потрапляння в нього живця, він буде по різному взаємодіяти з кожухом через явища гальмування зумовленого силами тертя.

За умови невеликих кутів повороту шайби до 20° досягається найшвидший час подачі, який складає 0,4.-0,45 с. Це пояснюється тим, що за вищенаведених умов, під час руху живця кожух перебуває у положенні близькому до

вертикального і чинить мінімальний опір рухові живця, який падає під дією сил тяжіння. Із збільшенням кута повороту шайби змінюються фаза взаємодії кожуха із живцем. Внаслідок цього зростає тертя живця до стінок кожуха. Час подачі живця до сошника в цьому випадку максимальний і досягає значення 0,6 с. Отримана залежність в подальшому використана для обґрунтування кута повороту шайби кулачка.

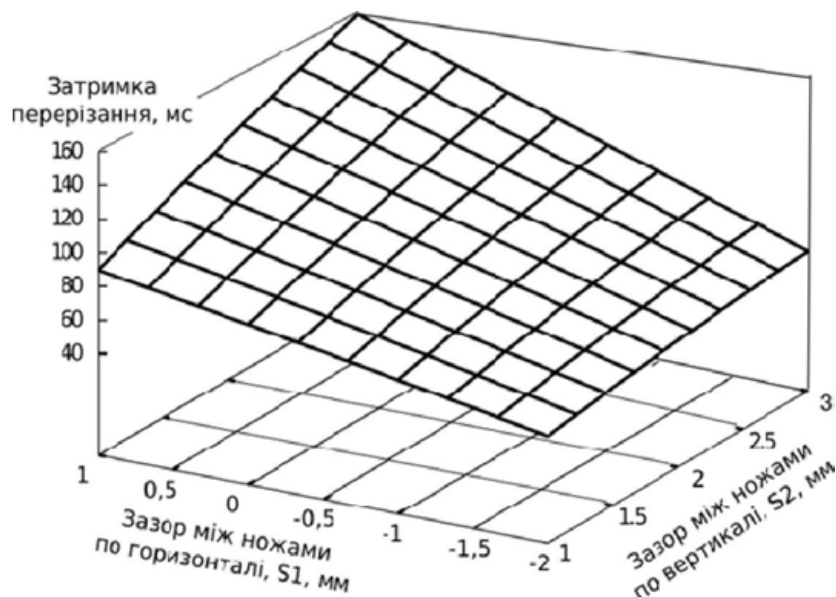


Рис. 1. Залежність затримки перерізання прута залежно від горизонтального та вертикального зазорів між ножами

$$Y = \frac{-762930000S_2^2 - S_1(2742752400S_2 + 3499264228)}{394830000} + \frac{9655909800S_2 - 122151628S_1^2 + 14556114293}{394830000} \quad (1)$$

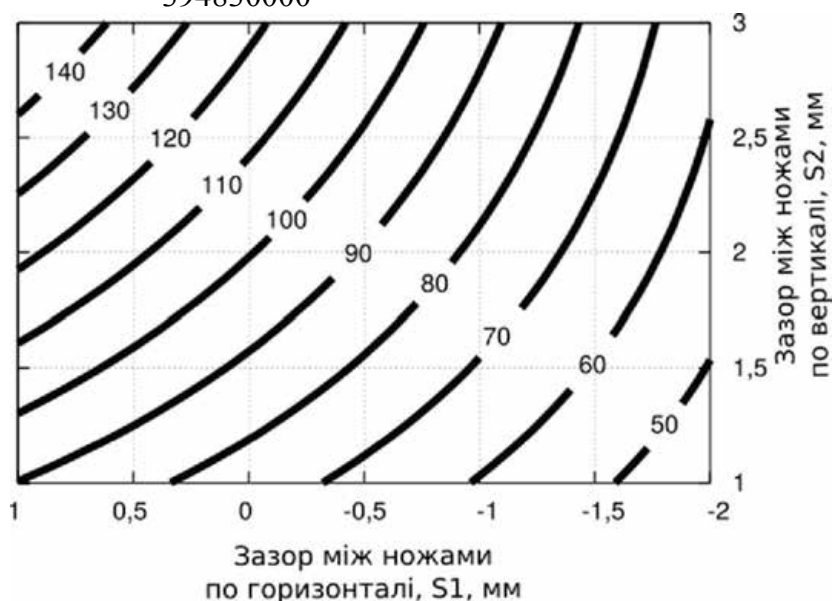


Рис. 2. Двовірні перетини поверхні відгуку затримки перерізання прута

Вертикальність живця в процесі садіння досягається вирівнюванням його за допомогою коливного руху направляючого кожуха. Під час цієї операції необхідно виконати умову синхронізації руху кожуха з моментом падіння та розташуванням живця відносно машини. Використовуючи емпіричні залежності (1) та відому швидкість руху машини можна визначити положення живця відносно неї. Проте, існує ряд додаткових факторів, які діють на живець в реальних умовах і тому для визначення необхідного моменту дії на живець кожухом, отримана емпірична залежність, яка дає можливість встановити необхідне значення кута повороту шайби залежно від швидкості руху машини. Так, для підвищених швидкостей необхідний мінімальний час подачі живця та кут повороту шайби становить 15-18°. Для швидкості менше 1,5 м/с значення кута повороту шайби складає 20...30°.

Список використаних джерел

1. Адамчук В. В., Грицишин М. І. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва. К. : Аграрна наука, 2013. СС. 15-17, 18, 20, 61-65, 75-76, 97-98, 119-120, 171-172.
2. Гнап І. Вирощування енергетичної верби на Волині: результати за перші 3 роки. Презентація на семінарі "GREENEXPO. Альтернативна енергетика» (18 жовтня 2013 р., Київ).
3. Веб-сайт компанії "Salix Energy". URL : <http://www.salix-energy.com/>
4. Гелетука Г. Г., Желєзна Т. А., Трибой О. В. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Аналітична записка БАУ. №10, 2014.
5. Про стан та перспективи досліджень з біоенергетичних культур. Презентація Роїка М.В., директора Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, д.с.-г.н., академіка НААН.
6. Енергетична верба. URL : http://bioenergy.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=836:2011-12-21-21-08-52&catid=34:2009-08-22-12-03-35&Itemid=98.
7. Bush C., Volk T. A., Eisenbies M., Karapeytan S. Tracking short rotation woody crop (SRWC) planting operations in northern New York. State University of New York College of Environmental Science and Forestry.
8. Bach H. Production of willow (salix) NY VRAA Bioenergy
9. Lawrence P. Abrahamson, Timothy A. Volk, Lawrence B. Smart1, Kimberly D. Cameron1. Shrub Willow Biomass Producer's Handbook. State University of New York College of Environmental Science and Forestry 1 Forestry Dr. Syracuse, NY 13210, 2010.

