

А.О. Кувшинов, канд. техн. наук, доцент,

М.О. Савін, канд. техн. наук

Національний науковий центр
«Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова»

e-mail: andrey6810@ukr.net

КОНСТРУЮВАННЯ РУЧНОГО МЕХАНІЗМУ ДЛЯ ЩЕПЛЕННЯ ВИНОГРАДНИХ РОСЛИН

На підставі аналізу та удосконалення технологічних операцій, пов'язаних із проведенням щеплення виноградної лози безпосередньо на кущі, розроблено та запропоновано конструкцію ручного пристрою, що забезпечує підвищення точності та продуктивності процесу. Використання цього пристрою дозволяє покращити якість зрізів, забезпечити щільніше поєднання прищепи з підщепою та зменшити трудомісткість виконання операцій щеплення.

Ключові слова: комп'ютерна модель, омегоподібний шип, копуляційний зріз, виноградна щепка, омегоподібний ніж, прищепка, підщепа.

Вступ. Щеплення винограду є важливою складовою розмноження культури, при цьому вивчається широкий спектр питань, від аффінітету [1,2,3,4,5,6] та фізіолого-біохімічних аспектів [7,8] до впливу форми з'єднання на винограду рослину [9,10,11,12].

На сьогодні для здійснення щеплення виноградної лози широко використовуються спеціалізовані пристрої з омегоподібним ріжучим ножом, що дозволяє досягти високої точності та ефективності з'єднання підщепи з прищепою. Саме вдосконалення конструкції таких пристроїв є предметом даного дослідження. З огляду на актуальні потреби виноградарської галузі, створення вітчизняної технології виробництва високоякісних омегоподібних ножів із великим робочим ресурсом (до 50 тисяч щеплень) є важливим завданням. Такий підхід дозволить знизити собівартість щеплювальних пристроїв, забезпечити доступність цих інструментів для українських виробників та зменшити залежність від імпорту.

Вирішення поставленого завдання передбачає не лише конструювання омегоподібного ножа, а й розробку відповідного технологічного обладнання для його серійного виготовлення. Застосування інноваційних матеріалів, сучасних методів металообробки та впровадження автоматизованих виробничих процесів дозволяє створити продукцію, що відповідає міжнародним стандартам якості. Це, своєю чергою, сприятиме підвищенню ефективності та стабільності виробництва щеплених виноградних саджанців у межах країни.

На основі техніко-економічного обґрунтування напрямів удосконалення технології виготовлення омегоподібних ножів для щеплювальних пристроїв запропоновано конструкцію ножа, виготовленого з тонкопрофільної смуги нержавіючої сталі товщиною 0,3 мм. Такий матеріал забезпечує необхідну гостроту, зносостійкість та точність різки, що є критично важливими для успішного здійснення щеплення виноградної лози. Створення національного виробництва щеплювальних засобів і комплектуючих, зокрема ножів, сприятиме зниженню залежності від імпорту, оптимізації виробничих витрат та підвищенню якості садивного матеріалу. Це, своєю чергою, забезпечить стійкий розвиток виноградарства в Україні та зміцнить його позиції на міжнародному ринку [13, 14, 15].

Таким чином, розвиток технологій виготовлення щеплювальних пристроїв і забезпечення доступу до якісних ріжучих елементів є пріоритетним напрямом для

підвищення ефективності та конкурентоспроможності національного виноградарства і виноробства.

Результати дослідження. Розробка ефективного щеплювального пристрою для виноградної лози передбачає створення високоточних ріжучих елементів, зокрема омегоподібного ножа. Основною вимогою до конструкції ножа є забезпечення точного, чистого та симетричного зрізу, що сприяє якісному зрощенню підщепи з прищепою.

Ключовим аспектом є не лише геометрія ріжучої кромки, але й вибір матеріалу, товщини та способу виготовлення. На основі аналізу агротехнічних вимог та умов експлуатації запропоновано конструкцію ножа з тонкопрофільної смуги нержавіючої сталі товщиною 0,3 мм. Такий матеріал забезпечує:

- високу гостроту та стійкість до затуплення;
- корозійну стійкість у польових умовах;
- достатню гнучкість для точного формування омегоподібного профілю.

Для реалізації конструктивного рішення необхідне створення технологічного обладнання, здатного забезпечити серійне виробництво ножів із стабільними параметрами. Виробничий процес включає такі етапи:

1. Розкрій матеріалу:

Використання автоматизованих ліній для нарізання тонкопрофільної смуги з нержавіючої сталі.

2. Формування профілю:

Прес-формування або лазерне вирізання омегоподібної геометрії з високою точністю.

3. Термообробка:

Загартування ріжучої кромки для підвищення твердості та зносостійкості.

4. Шліфування та заточка:

Автоматизоване шліфування з контролем кута заточки (приблизно 20-25°).

5. Контроль якості:

Візуальний та метрологічний контроль параметрів ножа, включаючи товщину, симетрію та гостроту.

Застосування сучасних методів металообробки та автоматизація процесів дозволяють досягти стабільної якості продукції; знизити витрати на одиницю виробу; забезпечити відповідність міжнародним стандартам.

Розробка такої технології є стратегічно важливим кроком для зміцнення розсадницької бази України, що сприятиме розвитку виноградарства та виноробства, а також підвищенню їх конкурентоспроможності на світовому ринку. В результаті досліджень виконані наступні завдання: розробка комп'ютерної моделі вузлів і деталей ручного пристрою; виготовлення зразка макета ручного пристрою для щеплення в приміщенні і в польових умовах; проведення попередніх випробувань досліджень для перевірки працездатності ручного інструменту для щеплення винограду; внесення змін до конструкції на основі даних, отриманих в ході випробувань з метою поліпшення характеристик пристрою.

Робота складається з наступних етапів. Розробка комп'ютерної моделі в SolidWorks дозволить отримати значні технічні, геометричні і технологічні переваги при проектуванні механізмів.

По-перше, це технічне осмислення конструкції, оскільки це дає змогу глибше розуміти кінематику, геометрію та функціональні зв'язки між елементами. В результаті проектування нам удалося більш візуалізувати роботу механізму до його фізичного виготовлення.

По-друге, це точність і оптимізація, оскільки ми створюємо 3D модель з реальними розмірами, допусками і посадками.

По-третє, це можливість перевірити збірку, уникнути конфліктів між деталями (перетинів, люфтів), оптимізація форми, ваги, матеріалу ще до виробництва.

Інженерний аналіз – проведення статичного, динамічного або термічного аналізу (через SolidWorks Simulation): визначення зон концентрації напружень, деформацій, зусиль; можливість перевірити довговічність і надійність конструкції.

Підготовка до виробництва: генерація повного комплексу креслень: з розмірами, допусками, матеріалами; створення специфікації деталей.

Окрім того, процес моделювання – це ще гнучкість і масштабованість, дозволяє легко вносити зміни: зміна матеріалу, форми, розміри без повторного креслення.

Опис конструкції щеплювального інструмента.

Загальна характеристика.

Щеплювальний інструмент призначений для точного з'єднання прищепи та підщепи в полі на ділянці або в приміщенні. Конструкція забезпечує стабільність, безпечне утримання рослинного матеріалу та чистий зріз.

Таблиця 1

Основні елементи конструкції

Елемент	Опис функції
Рукоятки	Ергономічні, матеріал приємний на дотик; забезпечують комфортне стиснення
Пружинний механізм	Автоматично розтискає рукоятки після кожного руху
Ріжучий блок	Встановлений у верхній частині; включає змінні ножі омегоподібної форми
Водило	Передає напрямок руху перекидачу, який здійснює черговий етап: початок процесу або кінець (з'єднання прищепи з підщепою)
Пружинний блок	Дозволяє водилу повертатися в початкове положення
Перекидач	Поділяє процес на два етапи: початковий та кінцевий
Протиріз	Виконує критично важливу функцію – забезпечення точного, чистого і симетричного з'єднання між підщепою та прищепою. Формування дзеркального вирізу: протиріз створює виріз, який точно відповідає формі основного різку, забезпечуючи ідеальне прилягання частин. Забезпечення геометричної сумісності: дозволяє з'єднати підщепу і прищепу без зазорів, що критично для зрощення камбіальних шарів. Підвищення точності щеплення: зменшує похибки при ручному або механізованому щепленні, особливо при масовому виробництві саджанців
Кронштейн кріплення щеплювального ножа	Кронштейн верхній та нижній забезпечує жорстке і стабільне кріплення щеплювального ножа в робочому положенні, запобігаючи його зміщенню під час операції. Через кронштейн передається ручне механічне зусилля, що дозволяє здійснити точний і чистий зріз.

Особливості проектування: модульність: ножі змінні, що дозволяє адаптувати інструмент під різні типи щеплення; безпека: фіксатор запобігає випадковому відкриттю; ергономіка: форма рукояток розроблена для тривалого використання без втоми; точність: механізм фіксації забезпечує симетричний зріз, що критично для приживлення.

Основні етапи проектування механізму.

– Етап 1: побудова базового ескізу рукоятки (Spline + Extrude)



Рис. 1. Комп'ютерна модель ручки правої пристрою

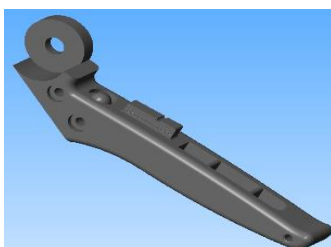
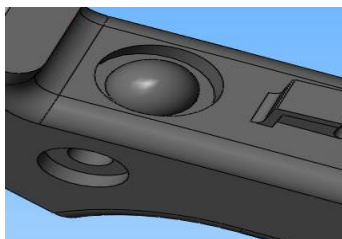


Рис. 2. Комп'ютерна модель ручки лівої пристрою

– Етап 2: створення отворів для пружини, болтів та гвинтів (Cut-Extrude)



– Етап 3: моделювання ножа (Sketch → Revolve або Sweep)

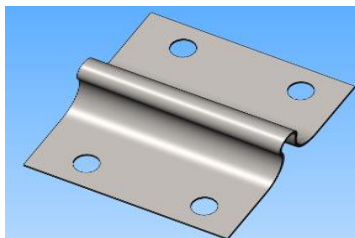


Рис. 3. Комп'ютерна модель омегоподібного ножа

З'єднання компонентів має бути без просвіту, або з мінімально можливим просвітом.

Протиріз у щеплювальному пристрої для винограду виконує критично важливу функцію – забезпечення точного, чистого і симетричного з'єднання між підщепою та прищепою (рис. 4). Його роль не просто допоміжна, а кінематично і технологічно визначальна для успішного щеплення.

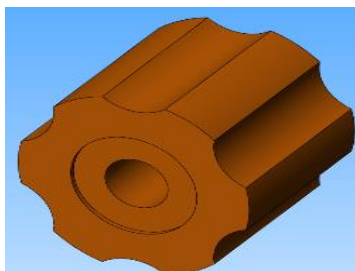


Рис. 4. Протиріз щеплювального пристрою

Кронштейн верхній та нижній забезпечує жорстке і стабільне кріплення щеплювального ножа в робочому положенні, запобігаючи його зміщенню під час операції (рис. 5).

Через кронштейн передається ручне механічне зусилля, що дозволяє здійснити точний і чистий зріз.

Правильне кріплення ножа зменшує ризик його випадкового вислизання або поломки, що важливо для безпеки оператора.

Конструкція кронштейна передбачає можливість швидкої заміни ножа – наприклад, при затупленні або переході до іншого типу щеплення.

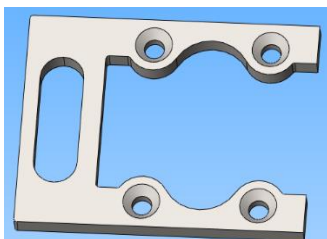


Рис. 5. Кронштейн для кріплення ножа верхній і нижній

Кронштейн нерухомий (рис. 6), на якому закріплюються водило (рис. 7), пружинний блок, перекидач (рис. 8) та різні штифти, які створюють обмежувальне положення перекидача.

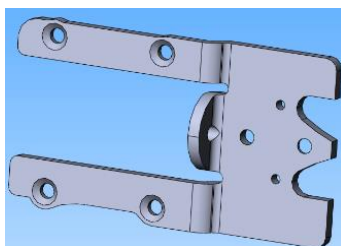


Рис. 6. Кронштейн нерухомий

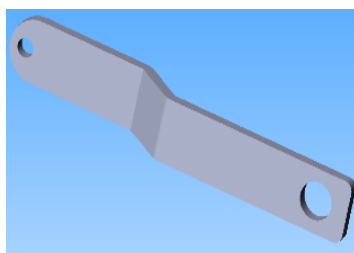


Рис. 7. Водило

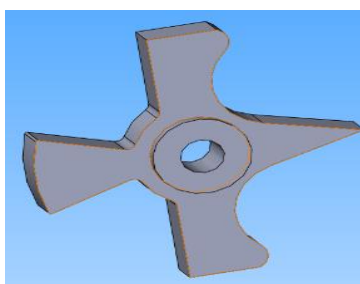


Рис. 8. Перекидач

Накладка пластикова, на в яку встановлюється протиріз і на яку закріплюється

нерухомий кронштейн (рис. 9).

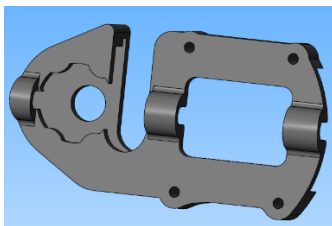


Рис. 9. Накладка пластикова

– Етап 4: складання механізму (Assembly → Mate: Concentric, Coincident рис. 10).

Таким чином, нами створена тривимірна модель у якій кожна деталь механізму – шток, ніж, кронштейн, водило тощо – змодельована у вигляді об’ємного об’єкта з точними розмірами.

Всі деталі об’єднуються в єдину конструкцію, де проводилась перевірка взаємодії між елементами, рух, зіткнення, допуски.

Комп’ютерна програма SolidWorks, за допомогою якої створена модель дозволяє симулювати рух, навантаження, деформації – тобто перевірити, як пристрій працюватиме в реальних умовах.

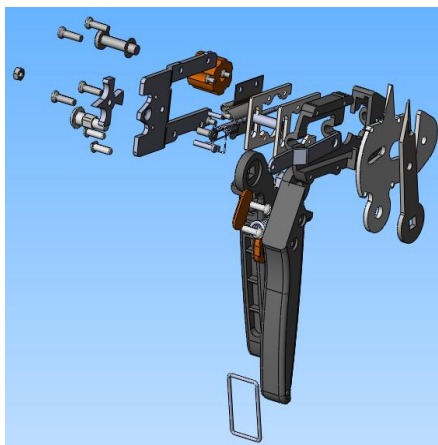


Рис. 10. Послідовність складання механізму

Всі розміри, отвори, посадки перевірялися ще до їх виготовлення. Це дозволило зекономити час і ресурси, а також виявити помилки на етапі моделювання, а не після виробництва. В цій програмі створені технічні креслення з розмірами, розрізами, специфікацією.

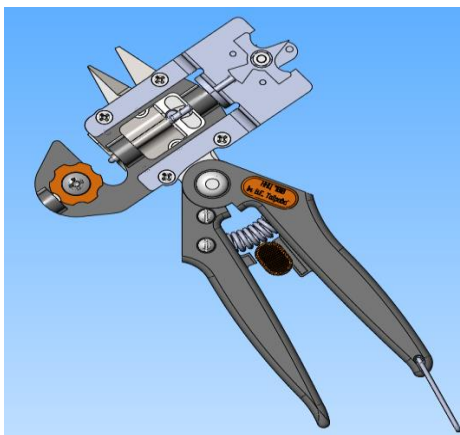


Рис. 11. Комп’ютерна модель ручного пристрою для щеплення винограду:
вид спереду та вид ззаду

Технологія виготовлення елементів конструкції.

1. Рукоятки ручного пристрою бажано виготовити або з алюмінієвого сплаву (наприклад, АМг5) або армованого поліаміду. Технологія: лиття під тиском (для полімерних рукояток) або фрезерування з профільного бруса (для металевих); механічна обробка: свердління отворів під вісь, пружину, фіксатор; шліфування та полірування: для зручності захвату; нанесення покриття: анодне оксидування (для алюмінію) або гумові вставки (для полімеру за необхідністю).

2. Ріжучий ніж. Матеріал: нержавіюча сталь AISI 304 або Х12МФ. Технологія: розкрій смуги: лазерне або гідроабразивне різання товщиною 0,3 мм; формування омегоподібного профілю: прес-штампування або лазерна обробка; термообробка: загартування до твердості HRC 55-58; заточка: автоматизоване шліфування під кутом 20-25°; контроль якості: перевірка симетрії, гостроти, відсутності деформацій.

3. Пружинний механізм. Матеріал: пружинна сталь (наприклад, 65Г). Технологія: холодне навивання спіралі на оправку; термообробка: відпуск для стабілізації пружинних властивостей; фосфатування або оксидування: для захисту від корозії;

Збірка конструкції: попереднє складання: встановлення ножа, пружини, гвинта; фіксація осей: за допомогою штифтів або гвинтів; перевірка кінематики: плавність руху, зусилля на рукоятках; фінальний контроль: візуальний огляд, тестовий зріз.

Принцип роботи: відкриття інструмента за допомогою пружини; встановлення прищепи та підщепи в зону фіксації; стиснення рукояток – ніж виконує точний зріз; відпускання – пружина повертає рукоятки в початкове положення; за потреби – регулювання глибини зрізу гвинтом.

Висновки

1. Створення комп'ютерної 3D-моделі в середовищі SolidWorks забезпечило глибоке технічне розуміння конструкції, дозволило оптимізувати геометрію деталей і візуалізувати роботу механізму до його виготовлення.
2. Попередні випробування дослідного зразка підтвердили працездатність механізму та дали змогу внести конструктивні зміни для покращення його експлуатаційних характеристик.
3. Отримані результати розробки доводять ефективність використання сучасних засобів комп'ютерного моделювання і можуть бути використані для подальшого вдосконалення ручних пристроїв у сільськогосподарській техніці.
4. Результати дослідження мають практичне значення для впровадження сучасних технологій у виноградарство та можуть стати основою для подальших науково-технічних розробок у галузі агроінженерії.
5. Комплексний підхід до розробки — від моделювання до випробувань — гарантує створення надійного, ергономічного та технологічного пристрою, придатного до серійного виготовлення.

Список використаних джерел

1. Martinez-Ballesta M. C., Alcaraz-Lopez C., Muries B., Mota-Cadenas C., Carvajal M. Physiological aspects of rootstock-scion interactions. *Sci. Hortic.* 2010. Vol. 127. Pp. 112–118.
2. Bahar E., Korkutal I., Carbonneau A., Akcay G. Using magnetic resonance imaging technique (MRI) to investigate graft connection and its relation to reddening discoloration in grape leaves. *J. Food Agric. Environ.* 2010. Vol. 8. Pp. 293–297.
3. Bozkurt A.; Yağcı A. Grafted grapevine saplings yields of Karaerik and Narince grape cultivars grafted on different rootstocks in potted grafted grapevine saplings production. *Bahçe.* 2024. Vol. 53. Pp. 1–8. <https://doi.org/10.53471/bahce.1481701>.

4. Tedesco S., Pina A., Feveireiro P., Kragler F. A phenotypic search on graft compatibility in grapevine. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. Pp. 706. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050706>.
5. Tedesco S., Feveireiro P., Kragler F., Pina A. Plant grafting and graft incompatibility: A review from the grapevine perspective. *Sci. Hortic*. 2022. Vol. 299. Pp. 111019. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111019>.
6. Bester A. J. Factors Influencing the Success or Failure of Graft Unions in Grapevine. Ph.D. Thesis, Stellenbosch University. Stellenbosch, South Africa, 2020.
7. The impact of metabolic scion–rootstock interactions in different grapevine tissues and phloem exudates / Tedesco, S. et al. *Metabolites*. 2021. Vol. 11. Pp. 349. <https://doi.org/10.3390/metabo11060349>.
8. Mechanisms underlying graft union formation and rootstock scion interaction in horticultural plants / Rasool A/ et al. *Front. Plant Sci*. 2020. Vol. 11. Pp. 590847. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.590847>.
9. Arık C., Altındışlı A. The effects of two different grafting methods on some graft properties of the graft combinations consisted of the cuttings of Sultani Seedless grape variety and different American rootstocks JAFAG. 2019. Vol. 36. Pp. 211-219. [10.13002/jafag4606](https://doi.org/10.13002/jafag4606).
10. Xylem anatomy and hydraulic traits in *Vitis* grafted cuttings in view of their impact on the young grapevine decline Front / Battiston E. et al. *Plant Sci*. 2022. Vol 13. Pp. 1-18. [10.3389/fpls.2022.1006835](https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1006835).
11. Visualising xylem vessels connections formed one year after grafting using different techniques OENO One / Camboué M. et al. *Viticulture*. 2025. Vol. 59. N. 3. [10.20870/oeno-one.2025.59.3.9148](https://doi.org/10.20870/oeno-one.2025.59.3.9148).
12. Cookson Merging genotypes: graft union formation and scion–rootstock interactions / Gautier A. T. et al. *J. Exp. Bot*. 2019. Vol. 70. Pp. 747-755. [10.1093/jxb/ery42.2](https://doi.org/10.1093/jxb/ery42.2).
13. Савін М. О., Кувшинов А. О., Сапожніков А. М. До питання формування копуляційних зрізів при щепленні рослин. *Виноградарство і виноробство: межвід. темат. наук. зб.* Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2018. Вип. 55. С. 122– 126.
14. Савін М. О., Сапожніков А. М., Кувшинов А. О. До питання настільного щеплення плодкових культур. *Виноградарство і виноробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник, присвячений 150-річчю від дня народження В.О. Гернета*. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2020. С. 73 – 77.
15. Сапожніков А. М., Савін М. О., Кувшинов А. О. До питання розробки універсального напівавтоматичного пристрою для щеплення винограду та інших плодкових культур. *Виноградарство і виноробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник, присвячений 150-річчю від дня народження В.О. Гернета*. Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2020. С. 78–84.

A. Kuvshinov, PhD of Tech, Assoc. prof., M. Savin, PhD of Tech

National Scientific Center «V.YE. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking»

BEFORE FEEDING, I WILL APPLY FOR ROSLYN CHIPPLING

Based on the analysis and improvement of technological operations related to grapevine grafting directly on the bush, a design of a manual grafting device has been developed and proposed, which ensures increased precision and efficiency of the process. The use of this device improves the quality of cuts, provides a tighter connection between the scion and the rootstock, and reduces the labor intensity of grafting operations.

Keywords: computer model, omega-shaped spike, copulation cut, grapevine scion, omega-shaped blade, scion, rootstock.