

УДК 631.816.3

DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-1-36>**Макаренко Д. О.***кандидат технічних наук,**доцент кафедри експлуатації машинно-тракторного парку,**Дніпровський державний аграрно-економічний університет**Дніпро, Україна***E-mail:** makarenko.d.o@dsau.dp.ua**ORCID:** 0000-0002-3166-6249**Дриваль С. В.***здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,**Дніпровський державний аграрно-економічний університет**Дніпро, Україна***E-mail:** 10856193@dsau.dp.ua**ORCID:** 0009-0002-0133-0856

ВИБІР РОЗПИЛЮВАЧІВ ТEEJET ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПОЛЬОВИХ ОБПРИСКУВАЧІВ

Анотація

Представлено комплексний аналіз структурних, технологічних та експлуатаційних характеристик найпоширеніших моделей розпилювачів TeeJet, включаючи: TTI60, Turbo TeeJet, Turbo TwinJet, Turbo TeeJet Induction, AI-3070, XR TeeJet, AIXR TeeJet та AIC TeeJet. Метою дослідження є обґрунтування раціонального вибору розпилювачів для польових обприскувачів з метою покращення якості внесення пестицидів та зменшення втрат робочих рідин за різних сільськогосподарських та екологічних умов. Особлива увага приділяється впливу конструкції розпилювача, кута розпилення, робочого тиску та матеріалу виготовлення на розподіл крапель за розміром, рівномірність розпилення та стійкість до зносу розпилення.

Аналіз включає порівняння робочих параметрів та експлуатаційних характеристик різних типів розпилювачів з урахуванням вимог до внесення гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів. Було виявлено, що форсунок інжекторного типу, зокрема AIXR TeeJet, AIC TeeJet та Turbo TeeJet Induction, забезпечують вищу стійкість до зносу вітром та утворюють більші, стабільніші краплі, що робить їх придатними для системних пестицидів та умов з підвищеним ризиком зносу. Натомість форсунок XR TeeJet та TTI60 демонструють вищу ефективність під час застосування контактних гербіцидів завдяки утворенню дрібніших крапель та покращеному покриттю поверхні листя. Дослідження також підкреслює важливість відповідності характеристик форсунок фізико-хімічним властивостям агрохімікатів, стадіям розвитку культур та погодним умовам.

Узагальнені результати показують, що правильний вибір форсунок значно підвищує біологічну ефективність застосування пестицидів, зменшує непродуктивні втрати рідин та покращує екологічну безпеку, мінімізуючи знос та забруднення ґрунту. Результати підтверджують, що сучасні технології обприскування TeeJet, особливо ті, що включають системи повітряної індукції, сприяють підвищенню точності нанесення, покращенню рівномірності покриття та підвищенню ефективності польових обприскувачів за різних агрономічних сценаріїв.

Ключові слова: розпилювач, обприскувач, краплина, тиск, рівномірність розподілу, знос робочої рідини.

Вступ. Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур передбачають широке застосування засобів хімічного захисту рослин, ефективність яких значною мірою визначається якістю та рівномірністю нанесення робочої рідини на цільову поверхню. Ключову роль у цьому процесі відіграють розпилювачі, які забезпечують формування факела розпилення, розмірного складу краплин та їх просторового розподілу. Від конструкції розпилювача, принципу його роботи та режиму експлуатації залежить не лише рівень покриття рослин, але й величина знесення робочої рідини, втрати препарату та можливі екологічні ризики.

У практиці сільськогосподарського обприскування часто спостерігається проблема невідповідності між обраним типом розпилювача та умовами роботи або властивостями застосовуваних препаратів. Це призводить до нерівномірності покриття, зниження біологічної ефективності обробітку, перевитрати пестицидів і підвищення ризику забруднення довкілля. З огляду на динамічні зміни кліматичних умов, зростання вартості агрохімікатів та посилення вимог до екологічної безпеки технологій внесення ЗЗР питання раціонального вибору конструктивних параметрів розпилювачів стає дедалі важливішим.

Особливої актуальності набуває дослідження характеристик різних типів розпилювачів, визначення їх переваг та обмежень у роботі з гербіцидами, фунгіцидами й інсектицидами, а також встановлення оптимальних режимів експлуатації. Це дозволяє підвищити ефективність обприскування, мінімізувати непродуктивні втрати робочої рідини, забезпечити стабільність технологічного процесу та зменшити негативний вплив на довкілля.

Проблемі удосконалення технології обприскування та покращення якості внесення робочих рідин присвячено значну кількість наукових праць як вітчизняних, так і закордонних. Питання підбору оптимальних типів розпилювачів, режимів роботи обприскувачів та впливу технологічних параметрів на якість розпилу є ключовими для забезпечення ефективного використання пестицидів та мінімізації негативного впливу на довкілля.

У працях В. П. Коваля [2] та О. І. Мележика [4] досліджено закономірності формування факела розпилу, вплив тиску рідини на дисперсність крапель, рівномірність покриття поверхні листка та втрати препарату внаслідок зносу. Автори доводять, що підвищення робочого тиску сприяє зменшенню середнього діаметра крапель, проте водночас підвищує ризик знесення препарату вітром, особливо у разі використання щільних розпилювачів із малим кутом розпилу.

В. І. Кравчук [3] значну увагу приділяє класифікації розпилювальних систем, вимогам до формування краплин різної дисперсності, впливу конструктивних параметрів на якість внесення ЗЗР та особливостям роботи інжекторних розпилювачів у різних агротехнічних умовах. Підтверджує, що правильно підібрані розпилювачі суттєво підвищують рівномірність покриття рослин і знижують ризик небажаного знесення препарату, що повністю корелює з результатами сучасних досліджень.

Дослідження закордонних учених [6–9] підтверджують важливість адаптації параметрів розпилення до конкретних агротехнічних умов. Особлива увага приділена взаємозв'язку між швидкістю руху повітряного потоку, тиском подачі рідини, конструкцією розпилювача та утворенням крапель різної дисперсності. Встановлено, що використання індукційних розпилювачів та моделей із турбулентною стабілізацією струменя дозволяє суттєво знизити знесення робочої рідини і покращити якість покриття навіть за складних погодних умов.

Згідно з міжнародними стандартами ДСТУ ISO 5682-2:2019 [1] та ASABE S572.1 [5], основними критеріями вибору розпилювачів є тип факела розпилу, середній діаметр крапель, рівномірність поперечного розподілу робочої рідини та стійкість до вітрового знесення.

Мета роботи – підвищення ефективності роботи польових обприскувачів шляхом науково обґрунтованого вибору типів розпилювачів TeeJet на основі аналізу їх конструктивних особливостей, технічних характеристик та експлуатаційних можливостей. Для досягнення цієї мети передбачено систематичне вивчення впливу конструкції, режимів роботи та матеріалів виготовлення різних моделей розпилювачів на формування факела розпилення, дисперсність краплин, рівномірність покриття цільової поверхні та стійкість до знесення вітром.

Виклад основного матеріалу дослідження. На сучасному ринку сільськогосподарської техніки провідне місце посідають розпилювачі виробництва компанії TeeJet Technologies [10], які широко застосовуються у технологіях внесення пестицидів, гербіцидів, рідких добрив та регуляторів росту. Високий рівень інженерного опрацювання конструкцій цих розпилювачів забезпечує стабільність параметрів факела розпилу, точність дозування робочої рідини та підвищену стійкість до зовнішніх чинників, зокрема до впливу вітру й зміни тиску у системі.

Асортимент продукції TeeJet охоплює широкий спектр моделей – від стандартних щільних розпилювачів до індукційних систем із повітряним змішуванням, що дозволяють формувати краплі різного діаметра та зменшувати ризик знесення препарату. Конструктивне різноманіття розпилювачів (серії XR, AIXR, AIC, TTI, Turbo TeeJet, Turbo TwinJet, AI-3070 тощо) забезпечує можливість їх адаптації під різні технологічні умови як під час ґрунтового, так і під час післясходового внесення препаратів.

Основні розпилювачі TeeJet, які представлені на ринку, разом із загальною характеристикою наведені в таблиці 1.

Аналіз технічних характеристик показує, що робочий тиск розпилювачів коливається в межах 0,15–1,15 МПа, що дозволяє застосовувати їх як для делікатних технологій післясходового внесення препаратів, так і для інтенсивного обробітку великих площ. Кут розпилу більшості моделей становить 110°, що забезпечує рівномірне покриття поверхні, тоді як окремі моделі XR TeeJet та AIC TeeJet можуть працювати при куті 80° та 110° для регулювання ширини смуги розпилу. Матеріали виготовлення включають полімери, кераміку, сталь і латунь, що забезпечує стійкість до абразивного зносу та хімічної корозії і визначає довговічність розпилювачів.








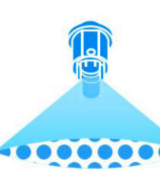

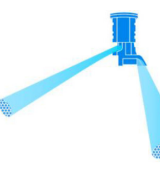



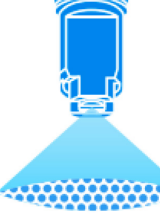

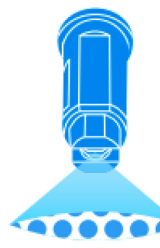
Моделі TTI60, Turbo TeeJet, Turbo TwinJet та Turbo TeeJet Induction виготовлені переважно з полімерних і керамічних матеріалів, що гарантує стійкість до агресивних рідких середовищ.

TTI60 характеризується стабільним конічним факелом розпилу та високою точністю покриття, Turbo TeeJet забезпечує дрібнодисперсний розпил із покращеним покриттям листової поверхні, а Turbo TwinJet завдяки двом факелам розпилу дозволяє обробляти більшу площу за один прохід. Модель Turbo TeeJet Induction додатково оснащена індукційною технологією, яка покращує змішування рідких препаратів із водою та зменшує утворення осаду. Розпилювач AI-3070 має просту конструкцію, забезпечує ефективне розпилення у разі середніх тисків і відзначається економічністю використання. Моделі XR TeeJet, AIXR TeeJet та AIC TeeJet відрізняються високою точністю розпилення та універсальністю завдяки поєднанню матеріалів і можливості регулювання кута розпилу, що дозволяє ефективно використовувати їх для різних типів агрохімікатів.












Таблиця 2 демонструє ефективність різних типів розпилювачів TeeJet у застосуванні гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів, а також їхню здатність протидіяти знесенню рідини вітром та забезпечувати ґрунтове внесення.

Аналіз застосування розпилювачів показує, що їх ефективність значною мірою залежить від типу препаратів. Розпилювачі TTI60 та XR TeeJet забезпечують найкраще покриття для контактних гербіцидів, тоді як моделі AIXR TeeJet, AIC TeeJet та Turbo TeeJet Induction оптимально розподіляють системні препарати. Turbo TwinJet

Таблиця 1. Характеристика розпилювачів TeeJet [10]

| Тип розпилювача | Загальний вигляд | Робочий тиск, МПа | Вид факела розпила | Кут розпилу, град. | Матеріал виготовлення |
|------------------------|---|-------------------|---|--------------------|----------------------------------|
| ТТІ60 |  | 0,2–1,0 |  | 110 | Полімер |
| Turbo TeeJet |  | 0,15–0,9 |  | 110 | Полімер, кераміка |
| Turbo TwinJet |  | 0,2–0,9 |  | 110 | Полімер |
| Turbo TeeJet Induction |  | 0,15–1,0 |  | 110 | Полімер |
| AI-3070 |  | 0,2–0,9 |  | | Полімер |
| XR TeeJet |  | 0,15–0,6 |  | 80 110 | Сталь, кераміка, полімер, лагунь |
| AIXR TeeJet |  | 0,15–0,9 |  | 110 | Полімер, кераміка |
| AIC TeeJet |  | 0,3–1,15 |  | 80 110 | Сталь |

Таблиця 2. Застосування розпилювачів TeeJet

| Тип розпилювача | Гербициди  | | | Фунгіциди  | | Інсектициди  | | Стійкість до зносу вітром  |
|------------------------|---|--|--|---|--|---|---|---|
| | Грунтове внесення  | Післясходове | | К  | С  | К  | С  | |
| | | К*  | С*  | | | | | |
| ТТІ60 | +++* | | +++ | | +++ | | +++ | +++ |
| Turbo TeeJet | | ++* | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| Turbo TwinJet | +* | + | +++ | + | +++ | + | +++ | ++ |
| Turbo TeeJet Induction | +++ | | +++ | | +++ | | +++ | +++ |
| AI-3070 | | ++ | ++ | +++ | ++ | +++ | ++ | +++ |
| XR TeeJet | | +++ | + | +++ | + | +++ | + | + |
| AIXR TeeJet | ++ | + | +++ | + | +++ | + | +++ | +++ |
| AIC TeeJet | ++ | + | +++ | + | +++ | + | +++ | +++ |

Примітка: К* – контактні; С* – системні; + – добре; ++ – дуже добре; +++ – відмінно

демонструє комбіновану ефективність, що дозволяє використовувати його як для контактних, так і для системних препаратів із високим рівнем покриття. Моделі Turbo TeeJet Induction і AIXR TeeJet відзначаються високою стійкістю до зносу рідини вітром та рівномірним внесенням препаратів на ґрунт і післясходово, що забезпечує точність технологічного процесу та мінімізацію втрат хімікатів.

Висновки. У результаті проведеного аналізу конструктивних, технологічних та експлуатаційних характеристик розпилювачів TeeJet встановлено, що різні моделі цього виробника значно відрізняються за призначенням, робочими параметрами та ефективністю застосування у конкретних агротехнічних умовах. Це підтверджує необхідність науково обґрунтованого вибору розпилювачів під час проведення хімічного захисту рослин.

Загалом результати дослідження підтверджують, що розпилювачі TeeJet є технічно досконалими та універсальними засобами для внесення агрохімікатів, а їх грамотний підбір та застосування дозволяє істотно підвищити якість і точність технологічного процесу хімічного захисту рослин. Використання сучасних конструкцій, особливо інжекторних моделей, сприяє підвищенню екологічної безпеки, мінімізації втрат препаратів і забезпеченню стабільних показників роботи обприскувального обладнання.

Список використаних джерел

1. ДСТУ ISO 5682-2:2019. Устаткування для захисту рослин. Обприскувальне устаткування. Частина 2. Методи випробування гідралічних обприскувачів [Чинний від 2019-01-11]. Вид. офіц. Київ. 2019. 11 с.
2. Коваль В. П., Мележик О. І. Обприскування відцентровими розпилювачами Роса. *Техніка і технології АПК*. 2011. № 11, 12.
3. *Машини для хімічного захисту рослин / за ред. Кравчука В. І., Войтюка Д. Г. Дослідницьке*. 2010. 184 с.
4. Мележик О. І. Покращення дисперсності розпилення пестицидів : дис.... канд. техн. наук : 05.05.11. Дніпро, 2009. 180 с.
5. ASABE Standard S572.1: Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra. The American Society of Agricultural and Biological Engineers. 2009.
6. Czaczyk Z. Influence of air flow dynamics on droplet size in conditions of air-assisted sprayers. *Atomization and Sprays*. 2012. Vol. 22, No. 4. P. 275–282. DOI: <https://doi.org/10.1615/AtomizSpr.2012003788>
7. Joshua A. McGinty, Gaylon D. Morgan, Peter A. Dotray, and Paul A. Baumann. Herbicide Formulation, Spray Nozzle Design, and Operating Pressure Affects the Droplet Size Spectra of Agricultural Sprays. *Journal of Experimental Agriculture International*. 2019. № 38 (3). P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v38i330304>
8. Nuyttens D., De Schamphelleire M., Verboven P., Brusselman E. Droplet Size and Velocity Characteristics of Agricultural Sprays Transactions of the ASAE. *American Society of Agricultural Engineers*. 2009. № 52(5). P. 1471–1480. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.29127>
9. Santosh, Sunil Shirwal, Sushilendra, Raghavendra V., Mareppa H., and Vinutha K. Assessment of Nozzle Spray Characteristics for Agriculture Spraying. *International Journal of Environment and Climate Change*. 2023. № 13 (12). P. 527–536. DOI: <https://doi.org/10.9734/ijec/2023/v13i123710>
10. TeeJet Technologies. URL: <https://www.teejet.com/> (дата звернення: 29.10.2025).

Makarenko D. O.

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Machinery and Tractors Operation,
Dnipro State Agrarian and Economic University
Dnipro, Ukraine

E-mail: makarenko.d.o@dsau.dp.ua

ORCID: 0000-0002-3166-6249

Dryval S. V.

Postgraduate Student at the EIP “Industrial Mechanical Engineering”,
Dnipro State Agrarian and Economic University
Dnipro, Ukraine

E-mail: 10856193@dsau.dp.ua

ORCID: 0009-0002-0133-0856

SELECTION OF TEEJET NOZZLES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF FIELD SPRAYERS

Abstract

The article presents a comprehensive analysis of the structural, technological, and operational characteristics of the most widely used TeeJet spray nozzle models, including TTI60, Turbo TeeJet, Turbo TwinJet, Turbo TeeJet Induction, AI-3070, XR TeeJet, AIXR TeeJet, and AIC TeeJet. The study aims to substantiate the rational selection of spray nozzles for field sprayers in order to improve the quality of pesticide application and reduce losses of working fluids under various agricultural and environmental conditions. Special attention is paid to the influence of nozzle design, spray angle, operating pressure, and material of manufacture on droplet size distribution, spray fan uniformity, and resistance to spray drift.

The analysis includes a comparison of operating parameters and performance characteristics of different nozzle types, taking into account the requirements for the application of herbicides, fungicides, and insecticides. Injector-type nozzles, particularly AIXR TeeJet, AIC TeeJet, and Turbo TeeJet Induction, were found to ensure higher resistance to wind drift and form larger, more stable droplets, making them suitable for systemic pesticides and conditions with increased drift risk. In contrast, XR TeeJet and TTI60 nozzles demonstrate higher efficiency when applying contact herbicides due to the formation of finer droplets and improved leaf surface coverage. The study also highlights the importance of matching nozzle characteristics to the physicochemical properties of agrochemicals, crop development stages, and weather conditions.

The summarized results indicate that proper nozzle selection significantly enhances the biological effectiveness of pesticide application, reduces non-productive losses of liquids, and improves environmental safety by minimizing drift and soil contamination. The findings confirm that modern TeeJet spraying technologies, especially those involving air-induction systems, contribute to higher precision of application, improved uniformity of coverage, and enhanced efficiency of field sprayers under diverse agronomic scenarios.

Key words: nozzle, sprayer, droplet, pressure, distribution uniformity, spray drift.

References

1. *Ustatkuvannya dlia zakhystu roslyn. Obpryskivalne ustaitkuvannya. Chastyna 2. Metody vyprovovuvannya hidravlichnykh obpryskuvachiv* [Equipment for crop protection. Spraying equipment. Part 2: Test methods for hydraulic sprayers] (2019). DSTU ISO 5682-2:2019 from 1st November. Kyiv: Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian].
2. Koval, V. P., & Melezhyk, O. I. (2011). Obpryskuvannya vidtsentrovymy rozpyluvachamy Rosa [Spraying with centrifugal nozzles Rosa]. *Tekhnika i tekhnologii APK*, 11, 12 [in Ukrainian].
3. Kravchuk, V. I., & Voitiuk, D. H. (Eds.). (2010). *Mashyny dlia khimichnoho zakhystu roslyn* [Machines for chemical plant protection]. UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho [in Ukrainian].
4. Melezhyk, O. I. (2009). *Pokrashchennia dyspersnosti rozpylennia pestytsydiv* [Improving the dispersion of pesticide spraying]. Candidate's thesis. Dnipro [in Ukrainian].
5. Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra (2009). ASABE Standard S572.1. The American Society of Agricultural and Biological Engineers.
6. Czaczyk, Z. (2012). Influence of air flow dynamics on droplet size in conditions of air-assisted sprayers. *Atomization and Sprays*, 22(4), 275–282. <https://doi.org/10.1615/AtomizSpr.2012003788>
7. McGinty, J. A., Morgan, G. D., Dotray, P. A., & Baumann, P. A. (2019). Herbicide formulation, spray nozzle design, and operating pressure affects the droplet size spectra of agricultural sprays. *Journal of Experimental Agriculture International*, 38(3), 1–7. <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v38i330304>
8. Nuyttens, D., De Schampheleire, M., Verboven, P., & Brusselman, E. (2009). Droplet size and velocity characteristics of agricultural sprays. *Transactions of the ASAE*, 52(5), 1471–1480. <https://doi.org/10.13031/2013.29127>
9. Santosh, S., Shirwal, S., Sushilendra, R., Raghavendra, V., Mareppa, H., & Vinutha, K. (2023). Assessment of nozzle spray characteristics for agriculture spraying. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(12), 527–536. <https://doi.org/10.9734/ijec/2023/v13i123710>
10. Official website “TeeJet Technologies”. Retrieved from: <https://www.teejet.com/>

