

АГРОІНЖЕНЕРІЯ

УДК 631.333:631:172

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.6\(37\).2.37-44](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.6(37).2.37-44)**А.С. Лімонт**, доц., канд. техн. наук*Житомирський агротехнічний коледж, м. Житомир, Україна**e-mail: andrespartak@ukr.net***З.А. Лімонт** *Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна*

Об'єм кузова машин для внесення твердих органічних добрив та їх габаритні розміри

Мета статті полягала в дослідженні і з'ясуванні кількісної зміни об'єму кузова машин для внесення твердих органічних добрив як результативної ознаки залежно від їх габаритних розмірів, як факторіальних ознак. Досліджена і зміна габаритних довжини, ширини та висоти машин залежно від об'єму їх кузова. Об'єм кузова машин та їх габаритна висота є одними з параметрів кузовних машин, які використовують для розрахунку навантажувального забезпечення технологічного процесу внесення твердих органічних добрив. Дослідження і з'ясування відповідних парних зв'язків параметрів машин здійснені з використанням методів кореляційно-регресійного аналізу та стандартних комп'ютерних програм.

Зміна об'єму кузова від габаритної довжини машини, об'єму кузова від висоти машин і навпаки габаритних довжини та висоти машин залежно їх об'єму описується прямими з додатними кутовими коефіцієнтами. Зміна об'єму кузова залежно від габаритної ширини машин також описується прямою з додатним кутовим коефіцієнтом, а зміну габаритної ширини машини залежно від об'єму кузова краще описати сповільнено зростаючою степеневою функцією. Опрацьовані модельні лінії прямолінійної регресії більшості результативних ознак на факторіальні і криволінійної регресії габаритної ширини машин на об'єм кузова.

кузовні машини для внесення твердих органічних добрив, довжина, ширина, висота, кузов, об'єм, кореляційний зв'язок

Постановка проблеми. Поряд з іншими агротехнічними прийомами і заходами з підвищення родючості ґрунтів значна роль належить внесенню твердих органічних добрив (ТОД). Серед технічних засобів, що їх використовують для внесення таких добрив, важливе місце займають кузовні машини. Їх застосовують в технологічних схемах удобрення ґрунту ТОД за прямоточною, перевалочною і перевантажувальною технологіями. До основних параметрів кузовних машин поряд з іншими відносять об'єм кузова та габаритні довжину, ширину і висоту.

Об'єм кузова машин для внесення ТОД є їх параметром, що визначає організацію навантажувальних робіт. Навантажування ТОД здійснюють переважно одним навантажувачем, вибір якого за геометричною місткістю ковша чи іншого робочого органа залежить від об'єму кузова машини для внесення ТОД. Тривалість навантажування добрив в кузовну машину і кількість навантажувальних циклів зумовлені об'ємом кузова. Об'єм кузова необхідно знати при розрахунках продуктивності машинно-тракторних агрегатів (МТА) на внесенні добрив та розрахунках тривалості виробничого циклу внесення добрив МТА. Об'єм кузова машин для внесення ТОД необхідно знати при розрахунках витрати робочого часу і паливно-мастильних матеріалів на внесенні добрив та енергомісткості відповідних МТА, що їх використовують у складі з кузовними машинами для удобрення ґрунту.

З'ясована зміна габаритної довжини кузовної машини залежно від об'єму кузова може бути використана в експлуатаційних розрахунках з визначення кінематичної довжини МТА, радіуса повороту та ширини поворотної смуги при розбивці поля на загінки. Знайдений кількісний зв'язок габаритної ширини кузовної машини і об'єму кузова може бути використаний при визначенні кінематичної ширини МТА за об'ємом кузова та розрахунках з організації використання агрегатів в полі і зокрема для визначення мінімальної ширини поворотної смуги у випадку її неудобрення.

Прогнозована зміна габаритної висоти кузовної машини залежно від об'єму кузова може бути використана при виборі навантажувача ТОД для використання його в складі комплексу машин, що здійснює удобрення ґрунту за відповідною технологічною схемою. За габаритною висотою машин доходять висновку щодо вибору навантажувача за його мінімальною навантажувальною висотою. Це сприятиме раціоналізації окремого навантажувального циклу, що уможливорює мінімізацію його тривалості і є фактором економної витрати палива в розрахунку на тону навантаженого ТОД.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В колективній праці [1] та книзі [2] за редакцією Л.В. Погорілого крім іншого розглянуто відповідно технологічні основи проектування процесів і робочих органів та конструювання і розрахунок кузовних машин для внесення ТОД. В праці П.М. Заїки [3] та статті В.І. Мельника і О.А. Романаценка [4] висвітлені відповідно крім іншого передумови щодо визначення енергомісткості розкидальних робочих органів та енергетична оцінка комплексів машин для внесення ТОД. В статтях С.М. Герука і С.М. Хоменка [5] та С.І. Павленка [6] досліджено використання відповідно удосконаленого подріблювального барабана та двобарабанного навісного пристрою кузовних машин для внесення ТОД. Удосконалені робочі органи поліпшують якість і сприяють зниженню енергомісткості внесення добрив. Проте в аналізованих публікаціях [1–6] відсутня інформація щодо спроби з'ясування усталених співвідношень і пропорцій між окремими параметрами кузовних машин для внесення ТОД.

О.Я. Переходько і В.А. Ярошук [7] та І.П. Вітрух і С.Г. Білик [8] відповідно опрацьовували визначення потужності на привод розкидальних барабанів кузовних машин для внесення ТОД та оптимізували, крім іншого, місткість кузова машин для внесення органічних добрив.

Постановка завдання. Таким чином, мета роботи полягала в дослідженні і з'ясуванні кількісної зміни об'єму кузова машин для внесення ТОД залежно від габаритних довжини, ширини і висоти машин та зворотного зв'язку габаритних розмірів машин і об'єму їх кузова.

Об'єкт і методика дослідження. Об'єктом дослідження були 47 марок кузовних машин для внесення ТОД виробництва підприємствами на території колишнього Радянського Союзу та компаній "KUNN" і "Strautmann". Вихідні дані щодо досліджуваних параметрів кузовних машин вибирали із відповідних літературних джерел [9, 10, 11], а обробка зібраних статистичних даних здійснена з використанням методів кореляційно-регресійного аналізу [12] та стандартних комп'ютерних програм.

Для з'ясування характеру досліджуваних парних кореляційних зв'язків здійснювали вирівнювання експериментальних значень результативних ознак залежно від факторіальних рівняннями прямих та криволінійних залежностей: логарифмічних, степеневих, експоненціальних і показникових функцій та гіперболами. Для кожної з апроксимуючих залежностей визначали R^2 -коефіцієнт, за найбільшим значенням якого чи що наближається до цього значення вибирали одну із прогностичних функцій зміни результативної ознаки залежно від факторіальної.

Виклад основного матеріалу. Об'єм кузова аналізованих машин змінювався від 1,9 до 25,7 м³ за середнього арифметичного значення і середнього квадратичного відхилення відповідно 11,9 і 5,44 м³ та коефіцієнта варіації 45,7%. Габаритна довжина машин коливалася в межах 3600–11300 мм, їх ширина – від 1850 до 3530 мм, а габаритна висота приймала значення від 1650 до 6030 мм. Середні арифметичні значення габаритних довжини, ширини і висоти машин становили відповідно 7408 мм та 2533 і 2935 мм. Середні квадратичні відхилення емпіричних розподілів габаритних довжини, ширини і висоти становили відповідно 1359 мм, 322 і 1019 мм за коефіцієнтів варіації в тій же послідовності 18,3% та 12,7 і 34,7%. Найменш мінливою виявилася габаритна ширина машин.

Результати кореляційного-регресійного аналізу досліджуваних результативних і факторіальних ознак та оцінні показники відповідних рівнянь регресії наведені в табл. 1. Між досліджуваними результативними і факторіальними ознаками виявлений додатний кореляційний зв'язок з коефіцієнтами кореляції в межах від 0,523 до 0,893 за кореляційних відношень результативних ознак на факторіальні, що приймали значення від 0,611 до 0,899. Виявлений додатний кореляційний зв'язок між результативними і факторіальними ознаками свідчить, що із збільшенням факторіальних ознак результативні зростають.

Таблиця 1 – Результати кореляційно-регресійного аналізу і оцінні показники рівнянь регресії

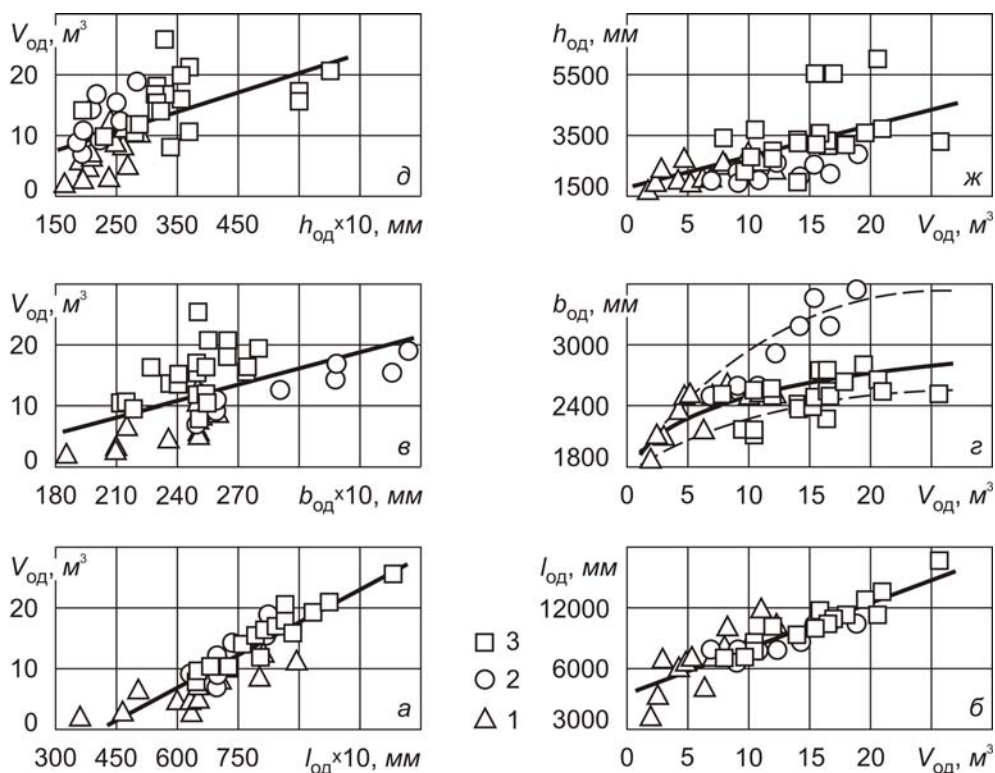
Результативна – факторіальна ознаки	Коефіцієнт кореляції	Кореляційне відношення	Прогностична функція (чисельник) і рівняння регресії (знаменник)	R ² -коефіцієнт	Помилка S _y рівняння регресії	Коефіцієнт детермінації k _d
Об'єм кузова V _{од} (м ³) – габаритна довжина l _{од} (мм) машини	0,893	0,899	Прямолінійна з додатним кутовим коефіцієнтом $V_{од} = 0,00357 l_{од} - 14,56$	0,798	2,45	0,808
Габаритна довжина l _{од} (мм) машини – об'єм кузова V _{од} (м ³)	0,893	0,899	Прямолінійна з додатним кутовим коефіцієнтом $l_{од} = 223,17 V_{од} + 4749,74$	0,798	612,3	0,808
Об'єм кузова V _{од} (м ³) – габаритна ширина b _{од} (мм) машини	0,523	0,611	Прямолінійна з додатним кутовим коефіцієнтом $V_{од} = 0,00884 b_{од} - 10,47$	0,274	4,64	0,373
Габаритна ширина b _{од} (мм) машини – об'єм кузова V _{од} (м ³)	0,523	0,611	Сповільнено зростаюча степенева функція $b_{од} = 1876,05 V_{од}^{0,125}$	0,373	255,0	0,373
Об'єм кузова V _{од} (м ³) – габаритна висота h _{од} (мм) машини	0,585	0,636	Прямолінійна з додатним кутовим коефіцієнтом $V_{од} = 0,00312 h_{од} + 2,76$	0,342	4,41	0,404
Габаритна висота h _{од} (мм) машини – об'єм кузова V _{од} (м ³)	0,585	0,636	Прямолінійна з додатним кутовим коефіцієнтом $h_{од} = 109,53 V_{од} + 1630,33$	0,342	826,6	0,404

Джерело: розроблено авторами

За R^2 -коефіцієнтом найкраще вирівнювання експериментальних значень $V_{\text{од}}$ залежно від $l_{\text{од}}$ забезпечувала апроксимація цих значень рівнянням логарифмічної функції ($R^2=0,405$). За вирівнювання експериментальних значень $V_{\text{од}}$ рівнянням увігнутої степеневі функції R^2 -коефіцієнт дорівнював 0,382, а за рівнянням прямої – 0,342. З власних міркувань вважаємо, що для зручності розрахунків з проектування кузовних машин та експлуатаційних розрахунків з організації їх використання в реальних умовах удобрення ґрунту доцільніше зміну $V_{\text{од}}$ залежно від $l_{\text{од}}$ описати рівнянням прямої. В табл. 1 наведено модельне рівняння прямолінійної регресії $V_{\text{од}}$ на $l_{\text{од}}$, що має додатний кутовий коефіцієнт $0,00357 \text{ м}^3/\text{мм}$. За цим коефіцієнтом із збільшенням габаритної довжини кузовної машини на 1 м за її зміни від 3600 (розкидач РУ-2000 ВАТ «Лідаагропромаш») до 11300 мм (розкидач PS3401 компанії «Strautmann») об'єм кузова машини зростає майже на $3,6 \text{ м}^3$.

Найкраще вирівнювання експериментальних значень $l_{\text{од}}$ за їх зміни залежно від $V_{\text{од}}$ забезпечувала апроксимація досліджуваної зміни рівнянням сповільнено зростаючої степеневі функції ($R^2=0,809$). За апроксимації досліджуваної зміни рівнянням прямої R^2 -коефіцієнт дорівнював 0,738. У графічному поданні лінійна зміна $l_{\text{од}}$ залежно від $V_{\text{од}}$ збігалася із кривою степеневі функції. В табл. 1 наведено модельне рівняння прямолінійної регресії $l_{\text{од}}$ на $V_{\text{од}}$. Кутовий коефіцієнт рівняння дорівнював $223,17 \text{ мм}/\text{м}^3$. Отже, збільшення об'єму кузова машин для внесення ТОД на 1 м^3 за його зміни від 1,9 (розкидач РУ-2000) до $25,7 \text{ м}^3$ (розкидач PS3401) супроводжується зростанням габаритної довжини машин майже на 225 мм.

Модельні лінії регресії результативних ознак на факторіальні наведені на рис. 1.



$V_{\text{од}}$ – об'єм кузова машин для внесення твердих органічних добрив (ТОД); $l_{\text{од}}$, $b_{\text{од}}$ і $h_{\text{од}}$ – габаритні відповідно довжини, ширини і висоти машин для внесення ТОД; 1 – параметри машин виробництва підприємствами на території колишнього Радянського Союзу; 2 – те ж компанії «KUNN»; 3 – компанії «Strautmann»

Рисунок 1 – Кореляційні поля об'єму кузова $V_{\text{од}}$ машин для внесення твердих органічних добрив і їх габаритних довжини $l_{\text{од}}$, ширини $b_{\text{од}}$ та висоти $h_{\text{од}}$, а також модельні лінії регресії $V_{\text{од}}$ на $l_{\text{од}}$ (а) і $l_{\text{од}}$ на $V_{\text{од}}$ (б), $V_{\text{од}}$ на $b_{\text{од}}$ (в) і $b_{\text{од}}$ на $V_{\text{од}}$ (г), $V_{\text{од}}$ на $h_{\text{од}}$ (д) і $h_{\text{од}}$ на $V_{\text{од}}$ (ж)

Джерело: розроблено авторами

Апроксимація зміни експериментальних значень $V_{од}$ залежно від $b_{од}$ рівнянням увігнутої степеневої функції вигляду

$$V_{од} = 0,8 \cdot 10^{-9} \cdot b_{од}^{2,981} \quad (1)$$

забезпечила найкраще в умовах дослідів вирівнювання $V_{од}$, за якого R^2 -коефіцієнт мав найбільше значення 0,373. За вирівнювання експериментальних значень $V_{од}$ рівнянням експоненти $R^2=0,327$, а логарифмічною функцією – $R^2=0,299$. Проте для практичних розрахунків успішніше зміну $V_{од}$ залежно від $b_{од}$ подати рівнянням прямої, за якого R^2 -коефіцієнт дорівнював 0,274. В табл. 1 наведено опрацьоване модельне рівняння прямої регресії $V_{од}$ на $b_{од}$ з додатним кутовим коефіцієнтом 0,00884 м³/мм. За значенням кутового коефіцієнта рівняння прямої із збільшенням габаритної ширини кузовної машини на 1 м за її зміни від 1850 мм (розкидач РУ-2000) до 2810 мм (розкидач VS2005 компанії “Strautmann”) об’єм кузова може зростати майже на 9 м³. Серед досліджуваних апроксимуючих залежностей зміни експериментальних значень $b_{од}$ залежно від $V_{од}$ найкраще вирівнювання значень габаритної ширини кузовних машин забезпечила сповільнено зростаюча степенева функція (R^2 -коефіцієнт дорівнював 0,373). Модельне рівняння криволінійної регресії $b_{од}$ на $V_{од}$ за сповільнено зростаючою степеневою функцією наведено в табл. 1. Графік зміни $b_{од}$ залежно від $V_{од}$ представлений на рисунку (позиція «г»). Крім усередненої кривої зміни $b_{од}$ залежно від $V_{од}$ на рисунку наведені нижня і верхня обмежувальні криві, які показані пунктирними лініями і визначають граничні відхилення досліджуваних параметрів кузовних машин від усередненої кривої. Нижня обмежувальна лінія охоплює, наприклад, параметри машин РУ-2000, ППУ-4, PS2401 і PS3401, об’єм кузова яких дорівнював відповідно 1,9 м³; 6,3; 21,0 і 25,7 м³ за габаритної ширини в тій же послідовності 1850 мм, 2150, 2550 і 2550 мм. Верхня обмежувальна лінія охоплює, наприклад, параметри машин ППУ-3,5, ПРТ-7А, KUHN-8132, KUHN-1150, KUHN-8141, KUHN-1159 і KUHN-8150, габаритна ширина яких дорівнювала відповідно 2100 мм, 2500, 2000, 3175, 3450, 3175 і 3530 мм.

Однією із властивостей сповільнено зростаючої степеневої функції є те, що із збільшенням аргумента функція зростає і прямує до відповідного граничного значення. Найбільше граничне значення габаритної ширини кузовних машин можна визначити за асимптотою рівняння гіперболи. Рівняння гіперболічної зміни $b_{од}$ залежно від $V_{од}$ має вигляд

$$b_{од} = 2745,6 - 1791,03 / V_{од} \quad \text{при} \quad R^2 = 0,331 . \quad (2)$$

В рівнянні (2) вільний член, що дорівнює 2745 мм, є його асимптотою і визначає граничну габаритну ширину кузовних машин. Така чи близька до цього габаритна ширина розкидачів VS2403 і VS1205 та VS2005 виробництва компанією “Strautmann”, що мають габаритну ширину відповідно 2750 мм і 2750 та 2810 мм. Розкидач 8132 компанії “KUHN” має габаритну ширину 2900 мм, а розкидачі МТТ-Ф-13 і МТТ-Ф-19 («Могилевсельмаш») мали габаритну ширину відповідно 2800 і 2850 мм.

Якщо зміну $b_{од}$ залежно від $V_{од}$ описати рівнянням прямої регресії з додатним кутовим коефіцієнтом ($R^2=0,274$), то за його значенням із збільшенням об’єму кузова на 1 м³ габаритна ширина кузовної машини зростає на 31 мм.

Дослідження кількісної зміни експериментальних значень $V_{од}$ залежно від $h_{од}$ показали, що за їх апроксимації рівнянням випуклої логарифмічної функції вигляду

$$V_{\text{од}} = 11,225 \ln h_{\text{од}} - 77,16 \quad (3)$$

R^2 -коефіцієнт дорівнював 0,405, а за їх вирівнювання увігнутою степеневою функцією

$$V_{\text{од}} = 0,000768 h_{\text{од}}^{1,198} \quad (4)$$

R^2 -коефіцієнт приймав значення 0,382.

Пропонуємо зміну $V_{\text{од}}$ залежно від $h_{\text{од}}$ визначати за рівнянням прямолінійної регресії з додатним кутовим коефіцієнтом $0,00312 \text{ м}^3/\text{мм}$ ($R^2=0,342$). Модельне рівняння прямолінійної регресії $V_{\text{од}}$ на $h_{\text{од}}$ наведене в табл. 1. За значенням кутового коефіцієнта рівняння прямої збільшення габаритної висоти кузовних машин на 1 м за її зміни від 1650 мм (розкидач РУ-2000) до 6030 мм (розкидач VS-2003 компанії “Strautmann”) прогнозовано супроводжується зростанням об’єму кузова на дещо більше, ніж 3 м^3 .

Якщо зміну експериментальних значень $h_{\text{од}}$ залежно від $V_{\text{од}}$ апроксимувати рівнянням прискорено зростаючої експоненти або сповільнено зростаючої степеневої функції, то за такого вирівнювання R^2 -коефіцієнти дорівнюють відповідно 0,404 і 0,382. Знову ж таки вважаємо доцільнішим для здійснення відповідних розрахунків зміну $h_{\text{од}}$ залежно від $V_{\text{од}}$ описати рівнянням прямолінійної регресії з додатним кутовим коефіцієнтом $109,53 \text{ мм}/\text{м}^3$ ($R^2=0,342$). Модельне рівняння прямолінійної регресії $h_{\text{од}}$ на $V_{\text{од}}$ наведене в табл. 1. За кутовим коефіцієнтом рівняння прямої збільшення об’єму кузова на 1 м^3 в межах його зміни від 1,9 до $25,7 \text{ м}^3$ прогнозовано супроводжується зростанням габаритної висоти машин майже на 110 мм.

Графіки зміни досліджуваних результативних ознак залежно від факторіальних наведені на рис. 1. Помилки рівнянь регресії значно менші середніх арифметичних значень емпіричних розподілів досліджуваних результативних ознак. В рівняннях зміни об’єму кузова їх помилки коливалися в межах $2,45\text{--}4,64 \text{ м}^3$. Помилки рівнянь регресії зміни габаритних довжини, ширини і висоти машин дорівнювали відповідно 612,3 мм та 255,0 і 826,6 мм.

За розрахованими коефіцієнтами детермінації варіація габаритних довжини, ширини і висоти кузовних машин відповідно на 81% та 37 і 40% причинно зумовлює і визначає варіювання об’єму кузова цих машин. Решту непоясненої дисперсії зумовлює вплив інших випадкових факторів, які не розглядали в цьому дослідженні.

Висновки. Опрацьовані рівняння прямолінійної регресії об’єму кузова машин для внесення твердих органічних добрив на їх габаритні довжину, ширину і висоту та криволінійної регресії за степеневою функцією габаритної ширини машин на об’єм кузова можуть бути використані при проектуванні кузовних машин для внесення твердих органічних добрив та розрахунках і визначенні окремих параметрів машин.

Перспективи подальших розвідок на нашу думку варто спрямувати на дослідження і з’ясування якісно-кількісних зв’язків між споживаною потужністю на привод робочих органів кузовних машин для внесення ТОД і пропускною спроможністю цих машин.

Список літератури

1. Марченко Н.М., Личман Г.И., Шебалкин А.Е. Механизация внесения органических удобрений (Технологические основы проектирования процессов и рабочих органов). Москва: Агропромиздат, 1990. 207 с.
2. Машины и оборудование для производства и внесения органических удобрений: конструирование и расчет / Линник Н.К. и др.; под ред. Л.В. Погорелого. Киев: Техника, 1992. 103 с.

3. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: машини для приготування і внесення добрив. Харків: Око, 2002. Т. 1. Ч. 3. 352 с.
4. Мельник В.І., Романашенко О.А. Енергетична оцінка комплексів машин при внесенні добрив. *Інженерія природокористування: наук. журн. / засн.: Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка*. 2016. № 1 (5). С. 118–121.
5. Герук С.М., Хоменко С.М. Результати лабораторно-польових досліджень машини для внесення твердих органічних добрив. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Механізація сільськогосподарського виробництва*. 2010. Вип. 93. Т. 2. С. 141–149.
6. Павленко С.І. Експериментальні дослідження показників роботи розкидача органічних добрив ПРТ-10 з двобарабанным навісним пристроєм. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів: наук. журн. / засн.: Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка*. 2018. № 14. С. 156–164.
7. Переходько О.Я., Ярошук В.А. Обґрунтування раціональної ширини внесення твердих органічних добрив кузовними розкидачами. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 1992. Вип. 75. С. 70–74.
8. Вітрух І.П., Білик С.Г. Деякі системні аспекти оптимізації параметрів транспортно-технологічних машин для внесення органічних та органо-мінеральних добрив. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб.* 2013. Вип. 43. Ч. 1. С. 231–240.
9. Клименко М. Система машин для внесення твердих та рідких органічних добрив. *Техніка АПК*. 2006. № 8. С. 21–23.
11. KUHN. Каталог техніки. 2018. 64 с.
12. В. Strautmann & Söhne GmbH & Co. KG. Проспекти розкидачів органічних добрив.
13. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учеб. пособ. Москва: Изд-во Москов. ун-та., 1972. 292 с.

References

1. Marchenko, N.M., Lichman, G.I. & Shebalkin, A.E. (1990). *Mekhanizatsiya vneseniya organicheskikh udobreniy (Tekhnologicheskie osnovy proektirovaniya protsessov i rabochikh organov)* [Mechanization of applying organic fertilizers (Technological bases of designing processes and working bodies)]. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
2. Linnik, N.K. et al. (1992). *Mashiny i oborudovanie dlya proizvodstva i vneseniya organicheskikh udobreniy: konstruirovaniye i raschet* [Machines and equipment for the production and application of organic fertilizers: design and calculation] . L.V. Pogorelogo (Ed.). Kiev: Tekhnika [in Russian].
3. Zaika, P.M. (2002). *Teoriia silskohospodarskykh mashyn: mashyny dlia pryhotuvannia i vnesennia dobryv* [Theory of agricultural machines: machines for preparing and applying fertilizers]. Kharkiv: Oко, Vol. 1, Part 3. 352 [in Ukrainian]
4. Melnyk, V.I. & Romanashenko, O.A. (2016). Enerhetychna otsinka kompleksiv mashyn pry vnesenni dobryv [Energy assessment of machine complexes during fertilizer application]. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia: nauk. zhurn. – Engineering of nature management: science. journal*, 1 (5), 118–121 [in Ukrainian].
5. Heruk, S.M. & Khomenko, S.M. (2010). Rezultaty laboratorno-polovykh doslidzhen mashyny dlia vnesennia tverdyykh orhanichnykh dobryv [The results of laboratory and field studies of the machine for applying solid organic fertilizers]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva im. Petra Vasylenka. Mekhanizatsiia silskohospodarskoho vyrobnytstva – Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Peter Vasylenko. Mechanization of agricultural production, Issue. 93, Vol. 2*, 141–149 [in Ukrainian].
6. Pavlenko, S.I. (2018). Eksperymentalni doslidzhennia pokaznykiv roboty rozkydacha orhanichnykh dobryv PRT-10 z dvobarabannym navisnym prystroiem [Experimental studies of performance indicators of the spreader of organic fertilizers PRT-10 with a two-drum attachment device]. *Tekhnichniy servis ahropromyslovoho, lisovoho ta transportnoho kompleksiv: nauk. zhurn. – Technical service of agro-industrial, forestry and transport complexes: science. journal*, 14, 156–164 [in Ukrainian].
7. Perekhodko, O.Ya. & Yaroshchuk, V.A. (1992). Obgruntuвання ratsionalnoi shyryny vnesennia tverdyykh orhanichnykh dobryv kuzovnymy rozkydachamy [Justification of the rational width of application of solid organic fertilizers by body spreaders]. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva – Mechanization and electrification of agriculture, Issue 75*, 70–74 [in Ukrainian].
8. Vitruk, I.P. & Bilyk, S.H. (2013). Deiaki systemni aspekty optymizatsii parametriv transportno-

- tehnolohichnykh mashyn dlia vnesennia orhanichnykh ta orhano-mineralnykh dobryv [Some system aspects of optimizing the parameters of transport and technological machines for applying organic and organo-mineral fertilizers]. *Konstruivannja, vyrobnyctvo ta ekspluatacija sil'skohospodars'kyx mashyn – Design, manufacture and operation of agricultural machinery, Issue 43, Part 1, 231–240* [in Ukrainian].
9. Klymenko, M. (2006). Systema mashyn dlia vnesennia tverdykh ta ridkykh orhanichnykh dobryv [A system of machines for applying solid and liquid organic fertilizers.]. *Tekhnika APK – Machinery AIC, 8, 21–23* [in Ukrainian].
 10. KUHN. Kataloh tekhniki [Equipment catalog]. (2018). 64 [in Ukrainian].
 11. B. Strautmann & Söhne GmbH & Co. KG Prospekty rozkydachiv orhanichnykh dobryv [Prospectuses of spreaders of organic fertilizers]. [in Ukrainian].
 12. Dmitriev, E.A. (1972). Matematicheskaya statistika v pochvovedenii [*Mathematical statistics in soil science*]. Moskva: Izd-vo Moskov. un-ta [in Ukrainian].

Anatolij Limont, Assoc. Prof., PhD tech. sci.
Zhytomyr Agrotechnical Colledge, Zhytomyr, Ukraine

Zlata Limont, student

Dnipro National University named after Oles Honchar, the city of Dnipro, Ukraine

Body Volume of Solid Organic Fertilizer Application Machines and their Overall Dimensions

Along with other agronomic techniques and measures to increase soil fertility, a significant role belongs to the application of solid organic fertilizers. Among the technical means used to apply such fertilizers, an important place is occupied by body machines. The purpose of the article was to study and clarify the quantitative change in the volume of the body of such machines as a productive feature depending on their dimensions, as factorial features. The change of overall length, width and height of cars depending on the volume of their body is also investigated. The volume of the body of machines and their overall height are one of the parameters of body machines, which are used to calculate the load support of the technological process of solid organic fertilizers. Investigations and elucidation of the corresponding pairwise relationships of machine parameters were performed using correlation-regression analysis methods using standard computer programs.

The statistical reconciliation included 47 brands of body machines for the application of solid organic fertilizers produced by enterprises in the former Soviet Union, “KUHN” and “Strautmann”. Empirical distributions of the investigated parameters of body machines for application of solid organic fertilizers are processed. The range of variation of parameters, arithmetic mean values and standard deviations and coefficients of variation of empirical distributions of parameters of these machines are determined. Between the studied resultant and factorial traits, a positive correlation was found with correlation coefficients in the range from 0.523 to 0.893 with correlation ratios of the resultant traits to factorial ones, which took values from 0.611 to 0.899. The closest relationship was found between the volume of the body and the overall length of the cars.

The change in body volume from the overall length of the car, body volume from the height of the car and vice versa overall length and height of the car depending on their volume is described by straight lines with positive body coefficients. The change in body volume depending on the overall width of the machine is also described as a straight line with a positive angular factor, and the change in the overall width of the machine depending on the body volume is better described by a slowly increasing power function. The model lines of rectilinear regression of the majority of effective signs on factorial and curvilinear regression of overall width of cars on body volume are developed. If the last change is given by the equation of increasing hyperbola ($R^2 = 0.311$), as a partial case of slowly increasing power function, then the asymptote of the hyperbola can be determined with the estimated maximum overall width of body machines for solid organic fertilizers, which should be 2745 mm.

body machines for solid organic fertilizers, length, width, height, body, volume, correlation

Одержано (Received) 31.08.2022

Прорецензовано (Reviewed) 12.09.2022

Прийнято до друку (Approved) 29.12.2022