

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
Відокремлений підрозділ Національного університету  
біоресурсів і природокористування України  
«Ніжинський агротехнічний інститут»  
Кафедра сільськогосподарських машин  
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
**XXII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
*"Сучасні проблеми  
землеробської механіки"*  
*(16–18 жовтня 2021 року)*  
*присвячену 121-річчю з дня народження академіка*  
*Петра Мефодійовича Василенка*



*Київ-Ніжин – 2021*

**ББК40.7**

**УДК 631.17+62-52-631.3**

Збірник тез доповідей XXII Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки". 16–18 жовтня 2021 року. МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут». Київ. Ніжин. 2021. 250 с.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів і докторантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з машин і обладнання сільськогосподарського виробництва, механізації сільськогосподарства, транспортних технологій і засобів у АПК, конструювання і надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій, удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

**Ніколаєнко С.М.** - д.п.н., проф., академік НААН, ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), *голова.*

**Войтюк Д.Г.** - к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП України, *співголова.*

**Лукач В.С.** - к.т.н., проф., в. о. директора ВП НУБіП України «НАТІ», *співголова.*

**Братішко В.В.** - д.т.н., с.н.с., декан НУБіП, *співголова.*

**Адамчук В.В.** - д.т.н., проф., академік НААН, директор ННЦ «ІМЕСГ».

**Іванишин В.В.** - д.е.н., проф., член-кор. НААН, ректор ПДАТУ.

**Іщенко Т.Д.** - к.п.н., проф., директор ДУ «Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти».

**Калетнік Г.М.** - д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.

**Кобець А.С.** - д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.

**Кравчук В.І.** - д.т.н., проф., академік НААН, директор ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого».

**Кропівний В.М.** - к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.

**Кюрчев В.М.** - д.т.н., проф., член-кор. НААН, ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

**Нанка О.В.** - к.т.н., проф., ректор ХНТУСГ імені Петра Василенка.

**Черновол М.І.** - д.т.н., проф., академік НААН, радник ректора ЦНТУ.

- Шебанін В.С.** - д.т.н., проф., академік НААН, ректор МНАУ.
- Борак К.В.** - д.т.н., доц. заступник директора ЖАТК.
- Булгаков В.М.** - д.т.н., проф., академік НААН, завідувач кафедри НУБіП.
- Гуменюк Ю.О.** - к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.
- Довжик М.Я.** - к.т.н., доц., декан СНАУ.
- Кірчук Р.В.** - к.т.н., доц., декан ЛНТУ.
- Ковалишин С.Й.** - к.т.н., проф., декан ЛНАУ.
- Кулик В.П.** - к.т.н., доц., завідувач лабораторії ВП НУБіП «НАТІ».
- Кульгавий В.Ф.** - генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».
- Кюрчев С.В.** - д.т.н., проф., декан ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Надикто В.Т.** - д.т.н., проф., член-кор. НААН України, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Панцир Ю.І.** - к.т.н., доц., декан ПДАТУ.
- Пугач А.М.** - д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.
- Пушка О.С.** - к.т.н., доц., декан УНУС.
- Роговський І.Л.** - д.т.н., с.н.с., в.о. завідувача кафедри НУБіП.
- Ружило З.В.** - к.т.н., доц., декан НУБіП України.
- Саченко В.І.** - к.т.н., голова Ради Асоціації «Укрмашбуд».
- Ярош Я.Д.** - д.т.н., проф., декан ПНУ.
- Henryk Sobczuk** - д.т.н., проф., директор Представництва Польської академії наук в Києві.
- Salimzoda Amonullo Fajzullo** - д.с.-г.н., проф., член-кор. ТАСХН, ректор Таджикського аграрного університету ім. Ш. Шотемура (Таджикістан).
- Eric Veulliet** – проф., президент Університету прикладних наук Вайнштефан-Триздорф (Німеччина).
- Eugeniusz Krasowski** - д.т.н., проф., Польська академія наук відділення в Любліні (Польща).
- Vīia Melbarde** - директор департаменту бізнесу, Відземський університет прикладних наук (Латвія).
- Kalinichenko Antonina** - д.т.н., проф., Інститут технічних наук Опольського університету (Польща).
- Virendra K. Vijay** - проф., керівник Центру розвитку сільських районів та технологій, Індійський технологічний інститут Делі (Індія).

© НУБіП України, 2021.

© ВП НУБіП України «НАТІ», 2021.

Підвищення інтенсифікації процесу сепарації за рахунок збільшення товщини шару можливо до певної межі.

На основі аналізу всіх існуючих зерноочисних машин, а так-же поточного стану техніки для післязбиральної обробки зерна можна зробити висновок про те, що найбільш перспективним напрямком в плані зниження енергоємності є повітряно-гравітаційні сепаратори, які дозволяють одночасно виділити легкі, дрібні і великі домішки.

Список використаних джерел

1. Кюрчев С. В. Аналіз методів збільшення врожайності сільськогосподарських культур та вимоги до сепаруємого матеріалу. Праці ТДАТУ 193 Вип. 17, Т. 3. С. 311-322.

2. Колодій О. С., Кюрчев С. В. Методики исследования параметров сепаратора семян предложенного типа. Motrol “Motorization and energetics in agriculture”, LublinRzeszow, 2013 Vol.15, No2. p. 205-213

3. Кюрчев С. В. Багатокритеріальний аналіз існуючих сепараторів насіння із різним робочим агентом. Механізація сільськогосподарського виробництва. Харків: ХНТУСГ, 2015. Вип.156: т. 1. С. 86-92.

4. Kotov V. I., Kalinichenko R. A., Stepanenko S. P., Shvidya V. O., Lisetsky V. O. (2017). Modeling of technological processes in typical samples of selective sampling and grain harvesting (separation, drying, actively venting, cooling). Nizhin: Vidavets PP Lisenko M.M.

5. Колодій О. С. Обґрунтування конструктивно–технологічних параметрів пневмогравітаційного сепаратора насіння соняшника:автореф. дис. канд. техн. наук. Мелітополь:ТДАУ, 2015. 23 с.

УДК 631.348:629.734.7

## **ПРОДУКТИВНІСТЬ РОБОТИ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ AGRAS T16**

*Холодюк О. В.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в сільському господарстві має величезний потенціал і з кожним роком інтерес до їх використання зростає в першу чергу при реалізації завдань точного землеробства.

БПЛА оснащені двигуном, мають корисне навантаження і тривалість польоту, достатні для виконання спеціальних завдань. Залежно від розв'язуваних завдань вони обладнуються мультиспектральними камерами,

різноманітними датчиками, системами супутникової навігації, малогабаритними бортовими комп'ютерами та ін. БПЛА дозволяють збирати інформацію про поле, скласти ортофотоплан поля, здійснювати моніторинг посівів та його стан на різних етапах розвитку рослин, виконувати картографію, відстежувати нормалізований вегетаційний індекс (NDVI), обприскувати засобами захисту рослин для боротьби зі шкідниками та хворобами чи вносити трихограму.

Отож, сьогодні можна з впевненістю сказати, що технологія використання БПЛА у сільському господарстві досить стрімко поширюється територією України. І наразі сервісні компанії, які займаються внесенням пестицидів, фунгіцидів, десикантів, просто перевантажені замовленнями.

Метою досліджень є розрахунок експлуатаційної продуктивності роботи безпілотного літального апарату Agras T16.

Використання БПЛА для обприскування полів стало можливим завдяки технології ультрамалооб'ємного внесення ЗЗР з мінімальними витратами робочого розчину, а саме – від 0,5 до 5 л/га. Розмір краплі близько 130-250 мкм дозволяє забезпечити гарне проникнення препарату в продиhi навіть дуже густих посівів.

Розрахуємо експлуатаційну продуктивність роботи Agras T16 за годину змінного часу за відомою формулою [1], прийнявши робочу ширину захвату дрона рівною  $B_p = 6,5$  м та робочу швидкість дрона  $V_p = 25$  км/год [2]. Коефіцієнт використання часу зміни визначаємо як відношення часу основної (чистої) роботи (обприскування) до тривалість зміни. Для операції обприскування приймаємо  $T_{зм} = 6$  год.

Розрахунок часу основної (чистої, корисної) роботи виконуємо, скориставшись методикою розрахунку потокової лінії захисту рослин. Так, час на виконання основної роботи (обприскування) за зміну, визначали як добуток тривалість робочого ходу дрона за один цикл ( $t_o$ , год) на кількість циклів дрона за зміну ( $n_{ц}$ , год).

Тривалість підготовчо-заключних робіт приймаємо  $T_{нз} = 0,4-0,6$  год; тривалість виконання технічного і технологічного обслуговування дрона -  $T_{мо} = 0,1-0,3$  год; час на відпочинок і особисті потреби -  $T_{ф} = 0,4-0,7$  год. Вищезгадані складові тривалості зміни  $T_{нз}$ ,  $T_{мо}$ , і  $T_{ф}$  прийняті на основі власних хронометражних спостережень. За певних умов вони можуть приймати дещо інші значення.

Тривалість циклу - це час, протягом якого обслуговують дрон (заправлення, заміна батареї і т.д.), його робочий політ на заплановану місію і повернення на місце старту. Тривалість циклу визначаємо наступним чином:

$$t_{ц} = t_{оч} + t_{зан} + t_{рух} + t_o + t_x + t_{неп}, \text{ год} \quad (1)$$

де  $t_{оч}$  - тривалість очікування заправки, год. Передбачає тривалість заміни батареї і бака. За хронометражними спостереженнями приймаємо до 0,015 год.;

$t_{зан}$  - тривалість заправки бака дрона, год. Здебільшого заправку виконують вручну при заливанні робочого розчину із 20 л каністр. Рідше використовують автоматичні заправні станції. Орієнтовна тривалість заправки 16 літрового бака Agras T16 становить від 0,025 до 0,040 год. Приймаємо  $t_{зан} = 0,035$  год;

$t_{рух}$  - тривалість злітання і руху дрона з робочим розчином від місця заправки до першого проходу в загінці та без робочого розчину в зворотному напрямку та сідання у точці зльоту, год;

$t_o$  - тривалість робочого ходу (обприскування) дрона, год;

$t_x$  - тривалість зміщення дрона (ліворуч чи праворуч) у кінці робочого ходу, год.

$t_{пер}$  - тривалість перевірки оператором основних налаштувань польоту, год.

Тривалість руху  $t_{рух}$  визначали наступним чином. Час злітання і садіння дрона приблизно рівен 30 секундам (0,0083 год), а відстань перельоту (ліворуч чи праворуч від пункту заправки) до першого проходу вибирають із міркувань ефективного використання часу та становить приблизно 50 – 100 м. Таким чином, розрахункову формулу для визначення тривалості руху до першого проходу дрона та його повернення запишемо у вигляді

$$t_{рух} = 2 \left( t_{зл} + \frac{10^{-3} L}{V_{техн}} \right) = 2 \left( 0,0083 + \frac{10^{-3} \cdot 50}{20} \right) = 0,0216, год. \quad (2)$$

Тривалість робочого ходу дрона (час спорожнення бака), визначаємо за формулою:

$$t_o = \frac{10^{-3} l_o}{V_p}, год \quad (3)$$

де  $l_o$  - довжина шляху (польоту), що пролітає дрон між двома послідовними заправками

$$l_o = \frac{10^4 \cdot V_{\delta}}{B_p \cdot H_o} = \frac{10^4 \cdot 16}{6,5 \cdot 5} = 4923, м. \quad (4)$$

де  $V_{\delta}$  - місткість бака дрона, л;

$H_o$  - норма витрати робочої рідини, л/га. Приймаємо  $H_o = 5$  л/га [2].

Розглянемо робочу ділянку (рис. 1), на якій виконували обприскування. Як видно з рисунка вона містить ділянки із довжиною гонів 450 і 670 м. Тому оператору при черговій місії польоту дрона необхідно цю довжину враховувати, а також, орієнтовно розраховуючи потребу в робочій рідині. Приймаємо, що Agras T16 розпочинає проводити обприскування з точки А постійно зміщуючись ліворуч в точку Б (початкова робоча довжина

гону  $l_p = 450$  м). Таким чином, починаючи свій політ з точки А він може виконати 10 проходів ( $4923:450 = 10,94$ ). Загальна довжина польоту  $l_o$  дрона на заданій місії становитиме 4500 м ( $10 \cdot 450 = 4500$  м).



Рис. 1. Схема робочої ділянки для визначення продуктивності Agrass T16

Тривалість робочого ходу дрона (час спорожнення бака) становитиме

$$t_o = \frac{10^{-3} \cdot 4500}{25} = 0,18, \text{ год.}$$

Вважаємо, що у продовж 0,18 год (10,8 хв) основної роботи дрона якраз вистачить заряду акумулятора на виконання заданої місії (max. 12-13 хв) [2].

Тривалість холостого ходу (зміщення його ліворуч (рис. 1) протягом циклу) визначають за наступною формулою:

$$t_x = \frac{10^{-3} \cdot l_x \cdot n_x}{V_x} = \frac{10^{-3} \cdot 6,5 \cdot 10}{5} = 0,013, \text{ год.} \quad (5)$$

де  $l_x$  - довжина одного холостого зміщення дрона, м. Вона рівна його ширині захвату  $l_x = 6,5$  м;

$n_x$  - кількість холостих зміщень дрона за час спорожнення його бака.  
 $n_x = 4500/450 = 10$  проходів;

$V_x$  - швидкість дрона при зміщенні його ліворуч на заданій загинці, км/год. Приймають  $V_x \approx 5$  км/год.

Тривалість перевірки оператором основних налаштувань польоту  $t_{nep}$  приймаємо рівними нулю ( $t_{nep} = 0$  год), оскільки він їх перевіряє одночасно

із обслуговуванням дрона (заміна акумуляторної батареї, заливка бака тощо). Отже, тривалість циклу, а в даному випадку це час повного спорожнення бака дрона (16 л) становитиме

$$t_{\text{ц}} = 0,015 + 0,035 + 0,0216 + 0,18 + 0,013 = 0,265 \text{ год.}$$

Тоді кількість циклів дрона за зміну дорівнюватиме

$$n_{\text{ц}} = \frac{6 - (0,5 + 0,2 + 0,6)}{0,265} \approx 18 \text{ циклів.}$$

Враховуючи, що час основної роботи дрона за зміну складає  $T_o = 0,18 \cdot 18 = 3,24, \text{ год.}$ , коефіцієнт використання часу зміни становитиме  $\tau = 3,24/6 = 0,54$ .

Отже, продуктивність роботи Agras T16 за годину змінного часу становитиме [1]

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 6,5 \cdot 25 \cdot 0,54 = 8,8, \text{ га / год.}$$

Саме таку продуктивність роботи дрона 8-9 га/год і одержують на полях неправильної конфігурації та ті, що містять значну кількість перешкод, наприклад лінії електропередач. З практичного досвіду можна додати, що своєчасне виконання усіх заходів, а саме: надійна робота дрона, наявність заряджених акумуляторних батарей, підготовлений робочий розчин, ефективна організація праці дозволяють обробити 10 га площі та більше за одну годину роботи. Припустивши, наприклад, що ніч роботи екіпажу в складі 2-х операторів (два дрона) і 1-го помічника з 19 год вечора до 7 год ранку за сприятливих погодних умов двома безпілотниками Agras T16, дозволить покрити площу від 170 га до 240 га. Звісно, щоб одержати такі показники роботи, необхідно операторам і помічнику бути у чудовій фізичній формі й мати неабияку витримку. Щодо можливих заходів підвищення продуктивності обприскування БПЛА необхідно зменшувати час заправки місткості бака, використовуючи автоматизовані заправні станції на 100 л і більше. Працюючи з Agras T16 бажано мати дві місткості бака для швидкої заміни. Також необхідно зменшувати непродуктивні витрати часу на підготовчо-заклучні роботи, технологічне обслуговування дрона та особисті потреби оператора й помічника. Таким чином, використання БПЛА, зокрема Agras T16, створюють передумови зменшення витрат палива, підвищення урожайності культур та рівня еколого-гігієнічної безпеки.

Список використаних джерел

1. Ластівка М. М. Експлуатація машин і обладнання: уавчальний посібник. Ладижин, 2019. 374 с.
2. User Manual Agras T16. [Electronic resource]. Retrieved from: [http://dl.djicdn.com/downloads/t16/20191009/Agras\\_T16\\_User\\_Manual\\_v1.0\\_EN.pdf](http://dl.djicdn.com/downloads/t16/20191009/Agras_T16_User_Manual_v1.0_EN.pdf) (дата звернення 04.10.2021).



АНАЛІЗ ГРАВІТАЦІЙНОЇ ПОДАЧІ ДИСПЕРСНОЇ БІОМАСИ НА ТЕХНОЛОГІЧНУ ОБРОБКУ <i>Єременко О. І., Руденко Д. Т.</i> .....	49
ТРАЄКТОРІЯ РУХУ ХЛІБНОЇ МАСИ В АКсіАЛЬНО-РОТОРНМУ МОЛОТИЛЬНОМУ-СЕПАРУВАЛЬНОМУ ПРИСТРОЇ <i>Доценко М. І., Мартишко В. М.</i> .....	51
АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ ПІД СІВБУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ <i>Кобзар О. М., Мартишко В. М.</i> .....	52
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВІДЦЕНТРОВОГО РОЗПОДІЛЬНИКА МАШИН ДЛЯ ВНУТРІШНЬОҐРУНТОВОГО ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ <i>Онищенко В. Б., Девятко О. С., Назаренко К. Ю., Ратушний В. В.</i> ....	53
МЕХАНІЗОВАНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН <i>Прилуцький І. О., Губенко А. С., Токовчук О. М.</i> .....	56
АНАЛІЗ ЗАДАЧІ АДАПТАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН <i>Смолінський С. В.</i> .....	57
ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АҐРЕГАТУ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ <i>Смолінський С. В.</i> .....	59
КЛАСИФІКАЦІЯ ПОВІТРЯНИХ СЕПАРАТОРІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКА <i>Колодій О. С., Черкун В. В.</i> .....	62
ПРОДУКТИВНІСТЬ РОБОТИ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ AGRAS T16 <i>Холодюк О. В.</i> .....	64

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
XXII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
"Сучасні проблеми  
землеробської механіки"  
(16–18 жовтня 2021 року)  
присвячену 121-річчю з дня народження академіка  
Петра Мефодійовича Василенка

*Відповідальні за випуск:*

*І.Л. Rogovskiy* – професор кафедри технічного сервісу та  
інженерного менеджменту імені  
М. П. Момотенка НУБіП України.

*Редактор – І. Л. Rogovskiy.*

*Дизайн і верстка – кафедра технічного сервісу та інженерного  
менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України.*

*Адреса – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12<sup>б</sup>, НУБіП  
України, навч. корп. 11, кімн. 208.*

---

Підписано до друку 15.10.2021. Формат 60×84 1/16.  
Папір Maestro Print. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman  
та Arial. Ум.-друк. арк. 14,42. Наклад 150 прим.  
Зам. № 18-10 від 12.10.2021.  
Видавець ПП Лисенко М.М.  
16600, м. Ніжин Чернігівської області,  
вул. Шевченка, 26в. Тел.: (067) 441 21 24  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців,  
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції  
серія ДК № 2776 від 26.02.2007 р.

---

© НУБіП України, 2021  
© ВП НУБіП України «НАТІ», 2021

---