

УДК:633.853.32

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ З ВРОЖАЕМ ОВОЧІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗМІННИХ АВТОМОБІЛЬНИХ КУЗОВІВ

А. А. Тесленко, здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня,

В. Г. Загорянський, доц., д-р техн. наук

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук

Одним із шляхів підвищення рівня механізації транспортно-вантажних робіт в овочівництві є застосування транспортних агрегатів зі змінними кузовами, які забезпечують реалізацію комбінованого транспортування за різними технологічними схемами на різних відстанях перевезень та врожайності [1].

Робота присвячена розробці математичної моделі функціонування агрегатів і збирально-транспортного комплексу для збирання і транспортування врожаю овочів, на прикладі цибулі та капусти.

Для розробки математичної моделі розглянуто три технологічні схеми збирання та транспортування врожаю овочів (капусти і цибулі) [2]:

1) прямоточна (схема 1). При цій технології транспортування та вивантаження цибульного вороху на сортувально-фасувальний пункт проводиться самоскидним автомобілем;

2) перевалочна (схема 2). За цією схемою транспортування цибулі від комбайна до розвантажувального майданчика на краю поля виконується трактором типу Т-150К з причепом МАС-102 та змінним кузовом НБ-13. Заповнений цибулею змінний кузов встановлюється на платформу автомобіля типу КамАЗ, обладнаного системою Вімліфт, і транспортується на сортувально-фасувальний пункт;

3) перевалочна (схема 3). У цій схемі транспортування цибулі від комбайна до розвантажувального майданчика на краю поля здійснюється, як і в другій схемі. У цій технології транспортування цибульного вороху від краю поля проводиться автопоїздом, що складається з автомобіля типу МАЗ, причепа МАС-102 та змінних кузовів.

Розглянуто базові передумови моделі:

– застосування найпоширеніших варіантів збиральних та транспортних агрегатів та облік зональних умов їх використання;

– побудова моделі функціонування ЗТК збирання та транспортування цибулі;

– прийняття як критеріїв вибору оптимального збирально-транспортного процесу техніко-економічних показників їх роботи за різними технологічними схемами.

Характеристика збирального поля включала інформацію щодо ґрунтових, кліматичних та інших особливостей збирання цибулі. До основних вихідних даних віднесено: врожайність, густина цибульного вороху, що надходить у бункер комбайна, зміна відстаней і швидкостей транспортування цибулі для зони, що розглядається [3].

Для оцінки ефективності використання самоскидних змінних кузовів у складі тракторної та автомобільної комплектації насамперед здійснено розрахунок складових часу циклу роботи збирального комбайна.

Моделювання процесу ведеться від початку його роботи до повного заповнення бункера цибулею, з визначенням пройденого у своїй шляху, кількості поворотів. На основі цих даних проводиться розрахунок циклу роботи комбайна, його продуктивності та інших експлуатаційних показників. Ці дані використовуються щодо експлуатаційно-технічних показників транспорту на відвезенні врожаю цибулі та капусти.

У розгорнутому вигляді формула для розрахунку часу циклу роботи комбайна виглядає так:

$$T_{\text{цикл}K} = \frac{L_n}{v_k} + \frac{1}{2v_{\text{пов}}} \left[7,42R_n + 4l_{\text{мта}} - B_m + \frac{S_3}{D_3} \right] + \frac{V_b \cdot \gamma_v \cdot K_{\text{зап}}}{Q_{\text{тр}}} \quad (1)$$

де v_k – робоча швидкість комбайна, м/с; $v_{\text{пов}}$ – робоча швидкість комбайна на поворотах, м/с; L_n – пройдений шлях комбайна до заповнення бункера, м; R_n – радіус повороту збирального агрегату, м; B_m – ширина захоплення, м; $l_{\text{мта}}$ – габаритна довжина збирального агрегату, м; V_b – місткість бункера комбайна, м³; S_3 – площа загінки, м²; D_3 – довжина загонки, м; γ_v – щільність цибульного вороху, $\gamma_v = 850 \text{ кг/м}^3$; $K_{\text{зап}}$ – коефіцієнт заповнення бункера цибулею, $K_{\text{зап}} = 0,85$; $Q_{\text{тр}}$ – продуктивність вивантажувального транспортера, т/хвил.

Для виконання розрахунку за цією формулою попередньо необхідно обчислити v_k і L_n – робочу швидкість комбайна та пройдений ним шлях до заповнення бункера.

У циклі за врожайністю в першу чергу розраховується L_n – пройдений шлях комбайна до заповнення бункера:

$$L_n = \frac{10V_b \cdot \gamma_v \cdot K_{\text{зап}}}{B_m \cdot B_{\text{ц}}} \quad (2)$$

де $B_{\text{ц}}$ – врожайність цибулі, т/га;

і робоча швидкість:

$$v_k = \frac{3,6q_k}{k_{\text{гр}} \cdot h(\beta + \delta) \cdot B_m \cdot \gamma_v}, \quad (3)$$

де q_k - пропускна здатність комбайна, кг/с; $k_{\text{гр}}$ - коефіцієнт гребеністості (для цибулі 0,3-0,5); h – глибина підкопування, см; β – коефіцієнт використання ширини захвату, 0,9; δ – збільшення щільності ґрунтового-цибулевого вороху від збільшення врожайності цибулі, кг/м³.

Моделювання функціонування транспортних засобів у взаємодії з збиральною технікою в циклі зі зміни відстані та швидкості перевезення врожаю починається з визначення обсягу цибульного вороху $Q_{\text{тр}}$ у тоннах за годину, при кількості комбайнів K_k , що працюють одночасно на одному полі:

$$Q_{\text{мз}} = W_k^{\text{л}} \cdot K_k, \quad (4)$$

де $W_k^{\text{л}}$ – продуктивність комбайна протягом години змінного часу, т/год.

Кількість $K_{\text{тз}}$ транспортних засобів, необхідних для безперебійної роботи ланки з K_k комбайнів, визначається за формулою:

$$K_{\text{мз}} = \frac{Q_{\text{мз}}}{W_a}, \quad (5)$$

де W_a – експлуатаційна продуктивність автомобіля, т/год.

В загальному вигляді синхронізацію пов'язаних між собою збирально-транспортних робіт можна записати в наступному вигляді:

$$W_k \cdot K_k \leq W_{m3} K_{m3} \leq W_a K_a, \quad (6)$$

де $W_{т3}$ – продуктивність транспортних засобів, т/год.; K_k - кількість збиральних агрегатів, од.; $K_{т3}$ – кількість тракторних перевантажувачів, од.; K_a – кількість автомобілів, од.

Цей вираз визначає, що сумарна годинна продуктивність збиральної техніки повинна бути меншою або дорівнює сумарній продуктивності тракторного перевантажувача, продуктивність якого, у свою чергу, повинна бути меншою або дорівнює сумарній продуктивності автомобільного транспорту в тих самих одиницях вимірювання.

Грунтуючись на вищевикладених математичних викладках розрахунку функціонування кожного з учасників збирально-транспортного комплексу та обраних для дослідження схемах перевезення врожаю, було сформульовано математичну модель технологічного процесу.

Функція цілі – мінімум прямих експлуатаційних витрат на весь обсяг робіт:

$$C = \sum_{s=1}^n C_{sk} B_i + \sum_{j=1}^m C_{jт3} B_i \rightarrow \min, \quad (7)$$

де C_{sk} – прямі витрати s-го збирального агрегату, грн./т; $C_{jт3}$ – прямі витрати j-го транспортного засобу, грн/т; B_i – плановий об'єм робіт, т.

Плановий обсяг робіт – B_i має бути виконаний кожним із учасників збирально-транспортного комплексу у відведений агротехнічний термін – T :

$$B_i = W_{is} \cdot T \cdot t \cdot K_s, \quad (8)$$

де W_{is} – продуктивність s-го технічного засобу на i-й роботі збирально-транспортного комплексу, т; t – тривалість зміни, годин; K_s – кількість збиральних та транспортних засобів, од.; T – тривалість агротехнічного терміну збирання цибулі, днів.

Висновки. Раціональне кількісне поєднання збиральних та транспортних засобів та ефективних режимів їх функціонування у вибраних технологіях для конкретних господарських умов може бути визначено на основі комп'ютерного моделювання.

Розроблено математичну модель технологічних процесів збирання та транспортування врожаю овочів (на прикладі цибулі та капусти) на сортувально-фасувальний пункт.

Список використаних джерел

1. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А. С. Кобець та ін. Дніпро: Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 2017. 285 с.
2. Сидорчук О.В., Дуганець В. І., Днесь В. І. Метод узгодження збиральних і транспортних робіт у процесі оперативного їх планування. *Східноєвропейський журнал передових технологій*. 2012. №1/10. С. 35-38.
3. Вергун М. Г. Транспортний процес в АПК: навч. посібник. Житомир: Вид-во «Житомирський нац. агрокоол. ун-т», 2009. 192 с.