

УДК 631.33; 631.982; 631.3.06

## **ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ РОБОЧИХ ЦИКЛІВ ПОЛЬОВИХ МАШИН НА ПРОТЯЗІ ЗМІНИ, ЩО ФУНКЦІОНУЮТЬ ІЗ ВИТРАТАМИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Ю. Г. Вожик**, канд.техн.наук; **П. О. Косик**, ст.наук.співр.; **І.П. Прокоп'єв**,  
наук.співр. — ННЦ «ІМЕСГ»

*Розроблено методику визначення кількості робочих циклів польових машин протягом зміни, що функціонують із витратами технологічних матеріалів при різних їх параметрах і режимах роботи.*

**Ключові слова:** польові машини, технологічний матеріал, робочий цикл, змінний час, робоча ширина захвату, місткість бункера, доза внесення, робота швидкість, продуктивність завантажувача, відстань від складу до поля, довжина гону.

**Проблема:** При аналізі роботи польових машин, що функціонують із витратами технологічних матеріалів (добрив, насіння, отрутохімікатів тощо), може виникнути необхідність знаходження кількості їх робочих циклів на протягом зміни, які необхідно урахувати при визначенні витрат пального на доставку цих матеріалів у поле, продуктивності завантажувачів, час їх роботи тощо.

Кількість робочих циклів польових машин залежить від багатьох факторів: робочої ширини захвату машини, її робочої і транспортної швидкості, місткості бункера, дози внесення, продуктивності завантажувача, відстані від машдвору до складу і від останнього до поля, довжини гону тощо. Тому необхідно вивчити взаємозв'язок між кількістю робочих циклів машини і вищеназваними факторами.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботах [1], [2] було проаналізовано складові балансу змінного часу роботи польових машин з урахуванням вищеназваних факторів, проте завданням цих досліджень

було визначення змінної продуктивності польових машин при їх прямо-точній і перевантажувальній технологічних схемах (далі схемах). Проте залишається не визначеним питання знаходження кількості робочих циклів польових машин протягом зміни, що функціонують із витратами технологічних матеріалів, які необхідно знати для вирішення транспортної задачі.

**Мета досліджень.** Розробити методику розрахунку кількості робочих циклів польових машин протягом зміни, що функціонують із витратами технологічних матеріалів.

**Результати досліджень.** Розкладемо баланс змінного часу роботи польової машини, яка функціонує із витратами технологічних матеріалів, на складові частини, що не залежать від технологічних параметрів машини і залежать від них:

$$T_3 = T + t_1 + t_2, \quad (1)$$

де  $T_3$ ,  $T$  — тривалість відповідно змінної і основної роботи, с;  $t_1$ ,  $t_2$  — витрати часу відповідно, що не залежать від технологічних параметрів машини (час на позмінне технічне обслуговування, підготовку машини до роботи, усунення технологічних несправностей, на відпочинок тощо) і залежать від них, с.

Згідно з нормативних даних [3], з деякими припущеннями можна прийняти:  $t_1 = 0,15T_3$ .

Витрати часу  $t_2$  містять ряд складових частин, що порізному залежать від параметрів агрегату:

$$t_2 = t_3 + t_4 + t_5, \quad (2)$$

де  $t_3$  — час переїзду від машдвору до поля і назад, с;  $t_4$ ,  $t_5$  — час, що витрачається відповідно на завантаження машини матеріалом під час зміни і на її повороти на краю гону, с.

Витрати часу  $t_3$  становлять:

$$t_3 = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{v_T}, \quad (3)$$

де  $L_1, L_2, L_3$  — відстань відповідно від машдвору до складу технологічних матеріалів (далі складу), від складу до поля та від поля до машдвору, м;  $v_T$  — транспортна швидкість машини, м/с.

Зважаючи, що перше завантажування машини матеріалом буде здійснюватися на складі під час її руху від машдвору до поля, витрати часу  $t_4$  визначаються залежністю:

$$t_4 = (n_1 - 1)(t_6 + t_7 + t_8), \quad (4)$$

де  $n_1$  — кількість завантажувальних машини матеріалом під час зміни;  $t_6$  — час, що витрачається на підготовлювальні-заключні операції при одному завантажуванні машини матеріалом, с;  $t_7$  — тривалість одного завантажування, с;  $t_8 = 2L_2/v_T$  — тривалість однієї їзди машини за технологічним матеріалом від поля до складу і назад при прямокутній схемі.

З урахуванням рівнянь (2-4) залежність (1) набуде вигляду:

$$T_3 = T + 0,15T_3 + t_3 + (n_1 - 1)(t_6 + t_7 + t_8) + t_5. \quad (5)$$

Беручи до уваги, що складові рівняння (5) дорівнюють:

$$n_1 = \frac{T}{t_9}; \quad t_9 = \frac{Q}{B_p v_p H} \quad \text{і} \quad n_1 = \frac{TB_p v_p H}{Q}, \quad (6)$$

де  $t_9$  — час спорожнення бункера, при роботі машини, с;  $Q$  — масова місткість (далі місткість) бункера, кг;  $B_p$  — робоча ширина захвату машини, м;  $v_p$  — робоча швидкість машини, м/с;  $H$  — доза внесення матеріалу (далі доза внесення), кг/м<sup>2</sup>;

$$t_7 = \frac{Q}{W_{36}}, \quad (7)$$

де  $t_7$  — тривалість завантажування бункера машини матеріалом, с;  $W_{36}$  — продуктивність завантажувача за одиницю основного часу, кг/с;

$$t_5 = n_2 t_{10} = \frac{1,5 B_p v_p T}{L_4 v_{II}}, \quad (8)$$

$$n_2 = \frac{T}{t_{11}}, \quad (9)$$

де  $n_2$  — кількість поворотів агрегату на краю гону під час зміни;

$$t_{11} = \frac{L_4}{v_p}, \quad (10)$$

де  $t_{11}$  — час проходження одного гону, с;  $L_4$  — довжина гону, м;

$$t_{10} = \frac{L_5}{v_{II}}, \quad (11)$$

де  $t_{10}$  — час одного повороту, с;  $L_5$  — довжина одного повороту (при човниковому способі руху і грушоподібному повороту [4], що при великих значеннях  $B_p$  переходить до повороту по колу) з деяким наближенням можна прийняти  $L_5 \approx 3R = 1,5B_p$ , м;  $R$  — радіус повороту, м;  $v_{II}$  — швидкість машини при повороті, м/с, отримаємо:

$$T_3 = T + 0,15T_3 + \frac{L_1 + L_2 + L_3}{v_T} + \left( \frac{TB_p v_p H}{Q} - 1 \right) \left( t_6 + \frac{Q}{W_{зв}} + \frac{2L_2}{v_T} \right) + \frac{1,5B_p v_p T}{L_4 v_{II}}; \quad (12)$$

Звідки після спрощення і, приймаючи  $L_3 = L_1 + L_2$ :

$$T = \frac{0,85T_3 - \frac{2L_1}{v_T} + t_6 + \frac{Q}{W_{зв}}}{1 + \frac{B_p v_p H t_6}{Q} + \frac{B_p v_p H}{W_{зв}} + \frac{2B_p v_p H L_2}{Q v_T} + \frac{1,5B_p v_p}{L_4 v_{II}}}; \quad (13)$$

і з урахуванням залежності (6):

$$n_1 = \frac{\left( 0,85T_3 - \frac{2L_1}{v_T} + t_6 + \frac{Q}{W_{зв}} \right) B_p v_p H}{\left( 1 + \frac{B_p v_p H t_6}{Q} + \frac{B_p v_p H}{W_{зв}} + \frac{2B_p v_p H L_2}{Q v_T} + \frac{1,5B_p v_p}{L_4 v_{II}} \right) Q} \quad (14)$$

або остаточно після спрощення для прямої схеми:

$$n_1 = \frac{\left( 0,85T_3 - \frac{2L_1}{v_T} + t_6 + \frac{Q}{W_{3B}} \right) H}{\left( \frac{1}{B_p v_p} + \frac{Ht_6}{Q} + \frac{H}{W_{3B}} + \frac{2L_2 H}{Q v_T} + \frac{1,5}{L_4 v_{II}} \right) Q} \quad (15)$$

При перевантажувальній схемі, коли машину завантажують матеріалом у полі, складові змінного часу ті ж самі, за винятком того, що у залежності (5)  $t_8 = 0$ , тобто

$$T_3 = T + 0,85T_3 + t_3 + (n_1 - 1)(t_6 + t_7) + t_5; \quad (16)$$

і далі

$$n_1 = \frac{\left( 0,85T_3 - \frac{2(L_1 + L_2)}{v_T} + t_6 + \frac{Q}{W_{3B}} \right) H}{\left( \frac{1}{B_p v_p} + \frac{Ht_6}{Q} + \frac{H}{W_{3B}} + \frac{1,5}{L_4 v_{II}} \right) Q} \quad (17)$$

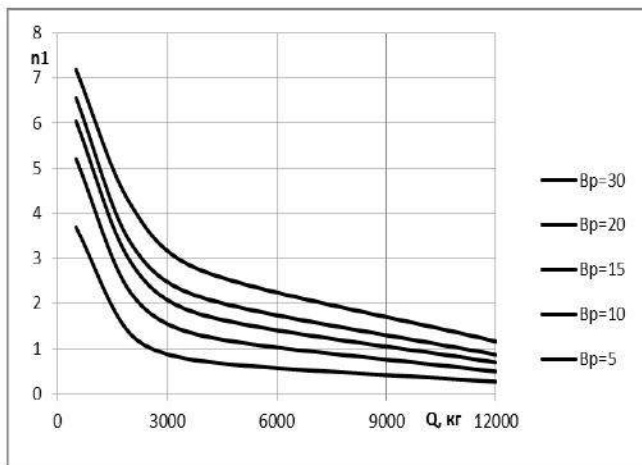
При подальших розрахунках було прийнято  $L_1 = 1500$  м:  $v_T = 4,16$  м/с:  $v_{II} = 0,75$  м/с:  $t_6 = 300$  [5]  $T_3 = 25200$  с [5].

Графічну інтерпретацію рівнянь (15) і (17) наведено на рис. 1-2.

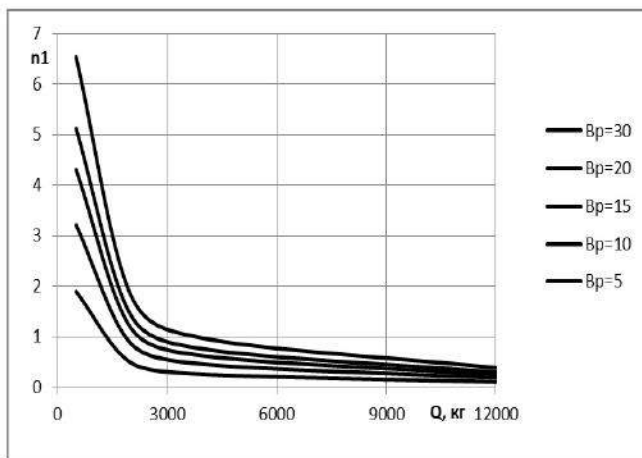
Як видно з рис. 1, при прямої і перевантажувальній схемах найбільш стрімко кількість робочих циклів, а разом з ними і витрати на транспортні та завантажувальні операції зростають із місткістю бункера польової машини від 2000 до 500 кг.

Найбільш помітно кількість робочих циклів зростає при дозах внесення до 0,1-0,2 кг/м<sup>2</sup> (1000-2000 кг/га) (рис.2).

Крім цих залежностей було проаналізовано також вплив на кількість робочих циклів робочої ширини захвату (від 5 до 30 м), відстані від складу до поля (від 500 до 15000 м), робочої швидкості польової машини (від 1 до 6 м/с), продуктивності завантажувача (від 2 до 16 кг/с) і довжини гону (від 100 до 1000 м). Аналіз цих залежностей виявив прогнозовані дані на збільшення робочих циклів при зростанні  $B_p, v_p, W_{3B}, L_4$  або зменшенні  $L_2$ .

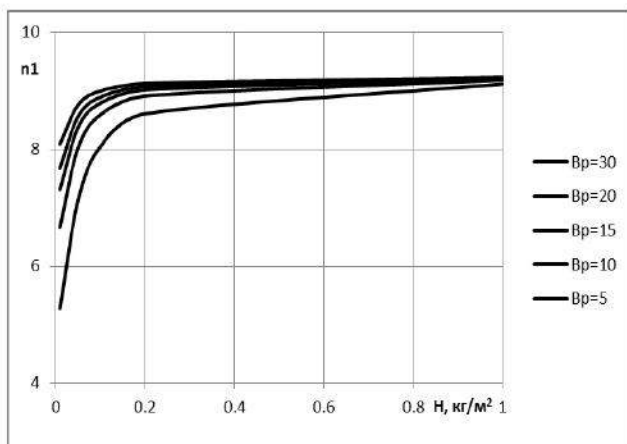


а

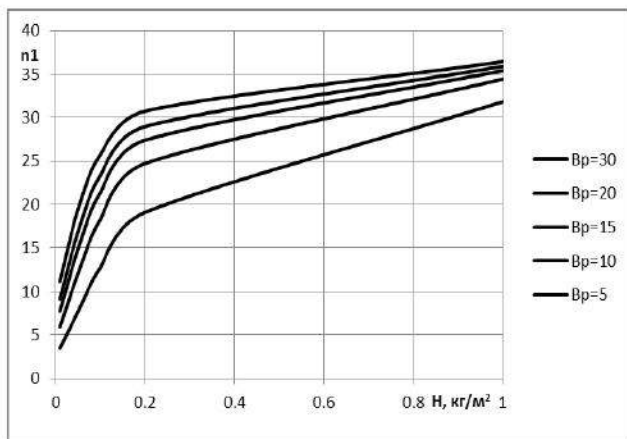


б

**Рис. 1.** Залежність кількості робочих циклів від місткості бункера при прямооточній (а) і перевантажувальній (б) схемах ( $L_2 = 4000$  м,  $L_4 = 1000$  м,  $v_p = 3$  м/с,  $W_{зв} = 9$  кг/с,  $H = 0,01$  кг/м<sup>2</sup>)



а



б

**Рис. 2.** Залежність кількості робочих циклів від дози внесення при прямоочній (а) і перевантажувальній (б) схемах ( $L_2 = 4000$  м,  $L_4 = 1000$  м,  $v_p = 3$  м/с,  $W_{\text{зо}} = 9$  кг/с,  $Q = 500$  кг)

**Висновки.** Розроблено методику аналітичного визначення кількості робочих циклів польових машин протягом зміни, що функціонують із витратами технологічних матеріалів (добрив, насіння, отрутохімікатів тощо) в залежності від їх параметрів і режимів роботи. Найбільш помітно кількість робочих циклів зростає із місткістю бункера польової машини менше 2000 кг і дозах внесення до 1000–2000 кг/га.

## **Бібліографія**

1. *Адамчук, В. В.* Механіко-технологічні і технічні основи підвищення ефективності внесення твердих мінеральних добрив та хіммеліорантів [Текст]: автореф. дис.... докт.техн.наук: 05.05.11 / В. В. Адамчук: ННЦ «ІМЕСГ». — Глеваха, 2006. — 40 с.
2. *Вожик, Ю. Г.* Шляхи підвищення продуктивності машин для внесення мінеральних добрив [Текст] / Ю. Г. Вожик // Механізація та електрифікація сільського господарства: республіканський міжвідомчий тематичний науково-технічний збірник. УНДІМЕСГ. — К.: Урожай, 1991. — Вип. № 73. — С. 20-24.
3. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве [Текст]. — М.: ГОСНИТИ, 1985. — 143 с.
4. Индустриальная технология применения минеральных удобрений [Текст] / Составитель Н. М. Марченко. — М.: Россельхозиздат, 1987. — 239 с.
5. Типовой технологический процесс применения минеральных удобрений в зоне Полесья УССР [Текст]. — К.: Урожай, 1973. — 30 с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА РАБОЧИХ ЦИКЛОВ ПОЛЕВЫХ МАШИН НА ПРОТЯЖЕНИИ СМЕНЫ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ С РАСХОДОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

*Разработана методика определения количества рабочих циклов полевых машин на протяжении смены, функционирующих с расходом технологических материалов при различных параметрах и режимах их работы.*



***Ключевые слова:** полевые машины, технологический материал, рабочий цикл, сменное время, рабочая ширина захвата, емкость бункера, доза внесения, рабочая скорость, производительность загрузчика, расстояние от склада до поля, длина гона.*

### **DETERMINATION OF NUMBER OF WORKING CYCLES OVER SHIFT WORK TIME OF FIELD MACHINES FOR DISTRIBUTING TECHNOLOGICAL MATERIALS**

*Developed is a method of determination of number of working cycles over shift work time of field machines for distributing technological materials under various parameters and regimes of work.*

***Key words:** field machines, technological material, working cycle, shift work time, working width, tank capacity, application dosage, operating speed, loader productivity, distance from storehouse to field, field length.*