

Л.М. Дацюк, С.Ф. Юхимчук, Т.Л. Дацюк
Луцький національний технічний університет
**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОМПОНУВАННЯ КОЛІСНИХ ЛІСОВИХ
ХАРВЕСТЕРІВ**

Подано аналіз технічних характеристик колісних лісових харвестерів провідних світових фірм-виробників і апроксимовано залежності взаємозв'язку їх параметрів. Обґрунтовано параметри загального компоновання харвестерів для роботи у лісових умовах експлуатації, а також сформовано експлуатаційні вимоги до них.

Ключові слова: лісовий харвестер, компоновання, харвестер, ліс, технологічний процес, сортимент

Л.Н. Дацюк, С.Ф. Юхимчук, Т.Л. Дацюк
ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМПОНОВКИ КОЛЕСНЫХ ЛЕСНЫХ ХАРВЕСТЕРОВ

Подан анализ технических характеристик колесных лесных харвестеров ведущих мировых фирм-производителей и аппроксимированы зависимости взаимосвязи их параметров. Обоснованно параметры общей компоновки харвестеров для работы в лесных условиях эксплуатации, а также сформированы эксплуатационные требования к ним.

Ключевые слова: лесной харвестер, компоновки, Харвестер, лес, технологический процесс, сортимент

L. Datsiuk, S. Yuhymchuk, T. Datsiuk
**THE SUBSTANTIATION OF OPTIONS OF REASONABLY WHEELED FOREST
HARVESTER**

The analyzed of technical descriptions is given wheeled forest harvester of leading world firms-producers and dependences of intercommunication of their parameters are approximated. The substantiation of options general of reasonably harvester for work in forest external environments, and also operating requirements are formed to them.

The harvester is used in the first stage of timber harvesting. It provides tree felling, cutting branches and bucking barrel cut-to-length required length, the formation of the assortment of timber.

At the stage of conceptual layout selection options projected forest machine it is advisable to carry out on the basis of weight and geometric analogies.

To perform this task, it is advisable on the basis of the technical data sheets of harvesters, to be a supporting table on which to build the relationship between the weight and the geometric parameters of similar machines. Built according to table graphic dependences are approximated functions or linear expressions will allow with sufficient accuracy to determine the parameters of harvesters.

On the basis of the research dependences characterizing the mode of operation of the harvester: the length of the moving distance of movement of the harvester; the length of cut of the volume of the trunk; duration pruning of the volume of the trunk. Dependencies are installed for different configurations of harvesters.

Unstable production and natural conditions are forced to adopt new methods and ways to respond appropriately and to ensure the implementation of timber harvesting in difficult conditions. Therefore, harvester with a combined wheeled chassis in combination with other mechanisms are promising vehicles to create so-called combined technologies.

Keywords: forest harvesters, layout, havester, timber, process, assortment

Постановка проблеми. Важливим завданням лісових підприємств України є забезпечення безперервного і невиснажливого використання лісових ресурсів та задоволення потреб народного господарства у деревині за умови розширеного відтворення і поліпшення породного складу та якості лісів, а також підвищення їх продуктивності. Поряд із комплексом лісівничих заходів, одним із визначальних чинників вирішення цієї складної і надзвичайно актуальної проблеми є широке запровадження прогресивних екологоощадних технологічних процесів з використанням сучасних систем лісових машин [1-3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З літературного огляду встановлено проблеми, які впливають на ефективність ведення лісогосподарських і лісозаготівельних робіт [3, 5-7]: відсутність або дуже низька густина лісових доріг; традиційну стовбурну технологію витісняє сортиментна; на застосування технологічних процесів лісозаготівлі із застосуванням харвестерів впливає їх компоновання. Тому дослідження, пов'язані із аналізом параметрів компоновання колісних лісових харвестерів для застосування їх у технологічному процесі лісозаготівлі є актуальними.

Мета дослідження є встановлення на підставі аналізу технічних характеристик однотипних машин раціональних параметрів харвестера, здатного працювати у складних лісових умовах.

Результати дослідження. Обґрунтування параметрів компоновання харвестерів [4-6], аналіз умов експлуатації, особливості конструкції, технічні характеристики та класифікація (рис. 1) уже

існуючих харвестерів провідних світових фірм-виробників: Швеції, Фінляндії, США, Словаччини, Словенії, Німеччини, Чехії, Польщі, Білорусі та України системно проаналізовано. В процесі аналізу з'ясовано, що базою понад 50% розглянутих машин є модифіковані колісні трактори потужністю 60-200 кВт. Харвестери оснащені гідроманіпуляторами з вантажним моментом 300-1300 кН·м; виліт стріли коливається в межах 6-10 м і обумовлюється технологічними особливостями роботи машини та довжиною сортиментів.

Харвестер використовується на першій стадії заготівлі деревини. Він забезпечує звалювання (зрізування) дерева, обрізування гілок і розкрязування стовбура на сортименти потрібної довжини, формування (пакування) сортиментного лісоматеріалу. Зараз на ринку переважають однозахоплювальні харвестери: головка кріпиться до гідроманіпулятора. Кожен харвестер оснащено системою вимірювання та управління, що базується на сучасному комп'ютері, який стежить, щоб дерево розпилювалося на потрібні довжини, а також може визначати об'єми заготівлі. Усю інформацію в режимі реального часу можна відправляти на підприємство. Завдяки вартісній та розділювальній оцінці, GPS і т.п. можна отримати повну інформацію про продуктивність харвестера та його місцезнаходження. Відмінними особливостями харвестерів є достатній запас потужності, хороша прохідність і стійкість, відмінний огляд з кабіни оператора, висока міцність та витривалість.

Сьогодні у світі домінують дві тенденції у створенні лісових машин: енергетичним модулем для них використовується наявна модель сільськогосподарського чи промислового трактора або розробляється конструкція спеціальної машини, пристосованої до конкретних умов роботи в лісі. Перший напрям відрізняється нижчою собівартістю створених лісових машин, але й вищими витратами на їх експлуатацію. Спеціально спроектовані лісові машини є надійнішими і економічнішими в експлуатації, хоч їх початкова вартість є вищою.

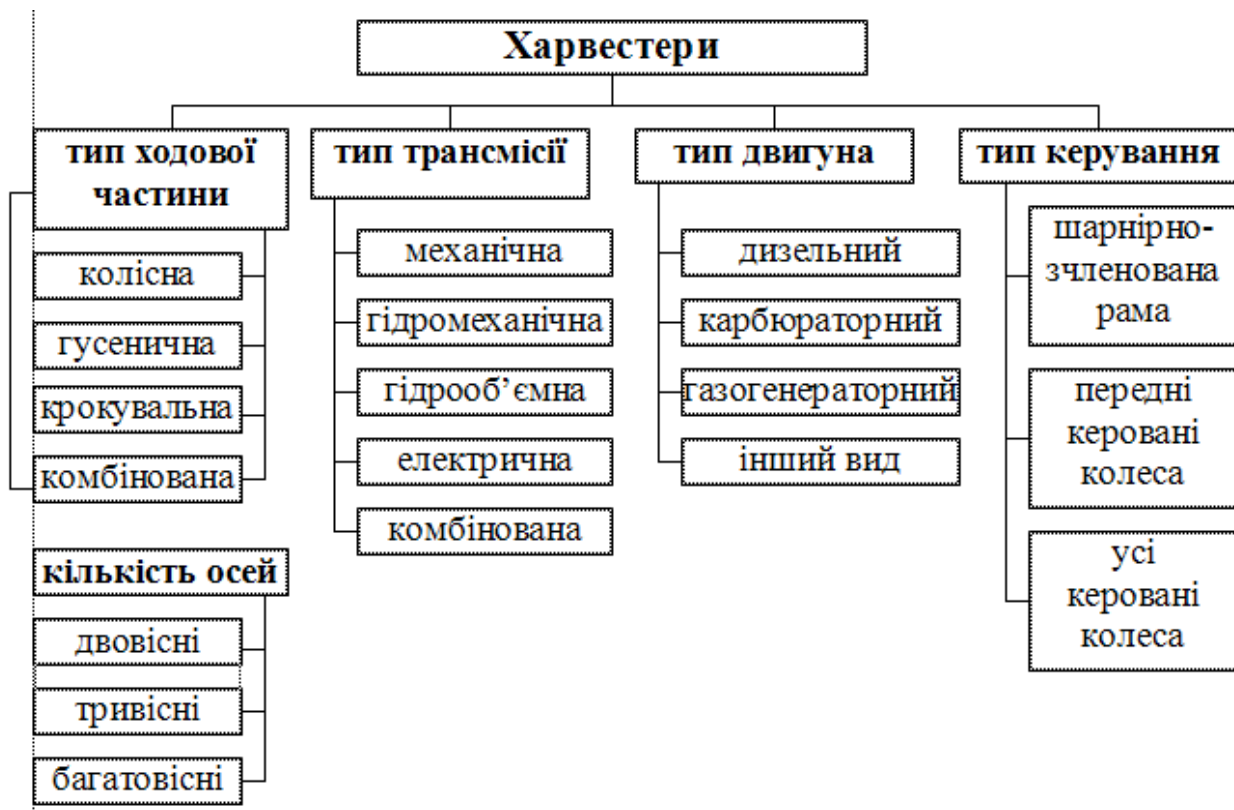


Рис. 1 - Класифікація харвестерів

Для оцінки експлуатаційних властивостей машин-аналогів та прийняття відповідних рішень щодо проектованої машини проводять розрахунок окремих відносних показників, зокрема питомої потужності $N_{i\epsilon\delta}$, максимальної тягової сили $D_{0\max}$, максимального динамічного фактора $D_{0\max}$ тощо.

На стадії ескізного компоновання вибір параметрів проектованої лісової машини доцільно здійснювати на підставі вагових і геометричних аналогій [7, 8]. З використанням запропонованого

методу побудовано кореляційні залежності між головними енергетичними, геометричними і ваговими параметрами лісових машин. Для однотипних за конструкцією і призначенням машин спостерігаються досить чіткі залежності між власною масою машин та їх геометричними та енергетичними параметрами.

Для виконання цього завдання доцільно на підставі таблиць із технічними параметрами харвестерів, скласти допоміжну таблицю, за якою побудувати залежності між ваговими та геометричними параметрами однотипних машин. Побудовані за даними таблиць графічні залежності апроксимуються степеневими або лінійними виразами, які дозволять із достатньою точністю визначати геометричні параметри харвестерів.

Дослідження вирубки вибіркової хвойної посадки комбайном John Deere 770D (рис. 2), показало таку структуру робочих операцій: обрізування гілок – 36%, переходи – 11%, перерви – 11%, спилування – 6%. Відмінності можуть з'явитися в структурі робочих операцій за рахунок відмінності технологій і умов, в яких машина працює.

Взаємним встановленням кореляційних залежностей між тривалістю окремих робочих операцій і дендрометричними величинами, виявлено статистично важливу залежність між часом зрізування і часом обрізування гілок дерева до його об'єму.

Для встановлення максимального об'єму стовбурів, які може зрізати харвестер відповідного класу і комплектації:

$$Q_{\text{до}} = \frac{l \cdot \pi \cdot d_{\text{max}}^2}{4} \quad (1)$$

де l – довжина (середньостатистична) зрізаних дерев; d_{max} – максимальний діаметр стовбура.

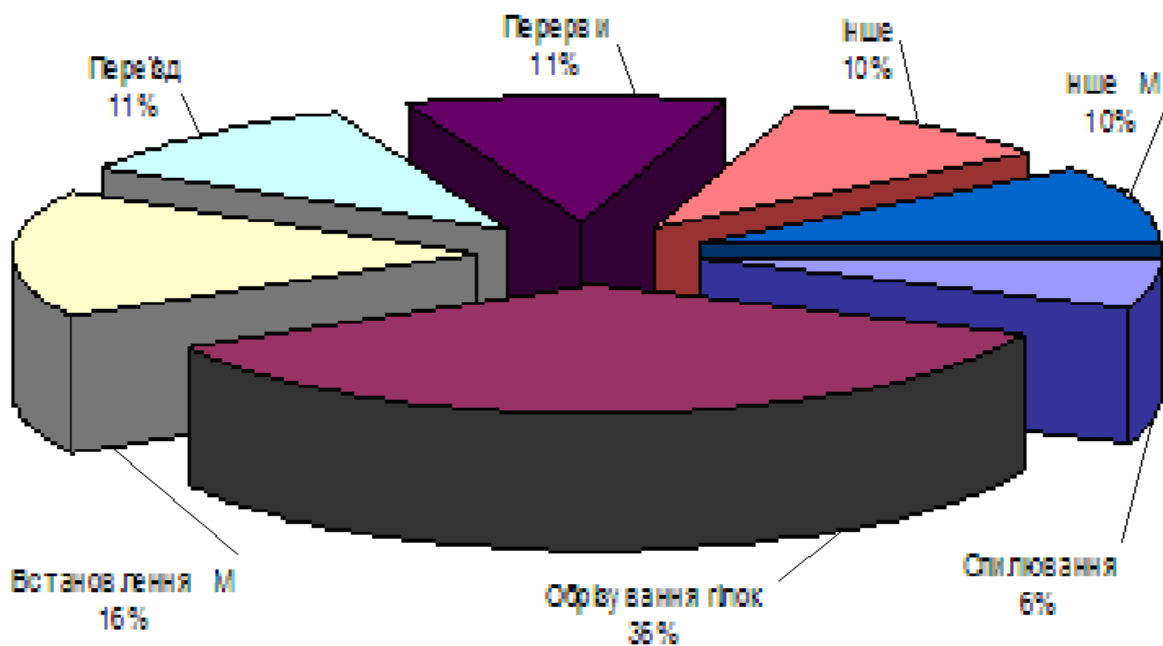


Рис. 2 - Структура робочих операцій харвестера: підготовка – 16%, перехіди – 11%, перерви – 11%, інше в сумі – 20%, спилування – 6%, обрізування гілок – 36%

З графіка (рис. 3) видно, що значення коефіцієнта кореляції коливається на рівні $R = 0,8861$, що свідчить про тісну залежність. На діапазон значень в значній мірі впливає об'єм стовбура. Коефіцієнт детермінації коливається на рівні $R_2 = 0,79$, з чого випливає, що 79% залежного значення (тобто час спилування) є під впливом незалежного значення (тобто об'єм стовбура). Діапазон значень має логічну послідовність, це означає, що зі збільшенням об'єму збільшується значення часу спилування. Між часом обрізування гілок і об'ємом стовбурів існує певна залежність, що відчутна для значення коефіцієнта кореляції $R = 0,6886$. Вона трохи нижча, що

пов'язано насамперед з тим, що зі зростанням об'єму стовбурів, зростає проблема з обрізуванням їх гілок та обробкою.

Річна продуктивність харвестера розраховується за формулою:

$$\dot{I}_{\delta} = \dot{I}_{\zeta} \cdot \ddot{A}_{\delta} \cdot k_{\zeta} \cdot k_m \cdot k_p \quad (2)$$

де \dot{I}_{ζ} – змінна продуктивність машини, $\text{л}^3/\text{год}$; \ddot{A}_{δ} – кількість робочих днів у році; k_{ζ} – коефіцієнт змінності; k_m – коефіцієнт технічної готовності; k_p – коефіцієнт, який враховує резерв справних машин.

Змінна продуктивність розраховується за формулою:

$$\dot{I}_{\zeta} = \frac{(t_{\zeta} \cdot t_{i\zeta} \cdot t_{i\delta\bar{a}}) \cdot Q_{\bar{n}\delta}}{t_{\delta}} \quad (3)$$

де t_{ζ} – тривалість зміни ($t_{\zeta} = 480$ хв.); $t_{i\zeta}$ – час підготівельно-заклучних робіт; $t_{i\delta\bar{a}}$ – час організаційних та технологічних простоїв; $Q_{\bar{n}\delta}$ – об'єм зрізаного стовбура, л^3 ; t_{δ} – тривалість циклу, хв.

Нестабільні виробничі та природні умови змушують застосовувати нові методи і способи, як ефективно реагувати і забезпечувати реалізацію заготівлі деревини в складних умовах. Тому харвестери з комбінованим колісним шасі в комбінації з іншими механізмами є перспективними машинами для створення так званих комбінованих технологій.

Робочі операції з обрізування гілок дерева завжди будуть займати найбільшу частку робочого часу зі всіх робочих операцій під час лісозаготівельних робіт, але порівняно з класичною моноручною технологією, вони, як і раніше, займають незначний відсоток. Частки інших робочих операцій будуть залежати від умов конкретних лісових посадок та інших чинників (технічний стан машини, оператор, економічний спосіб, тип заготівлі, інтенсивність втручання, пора року, погодні умови тощо), які впливають на виробничий процес.

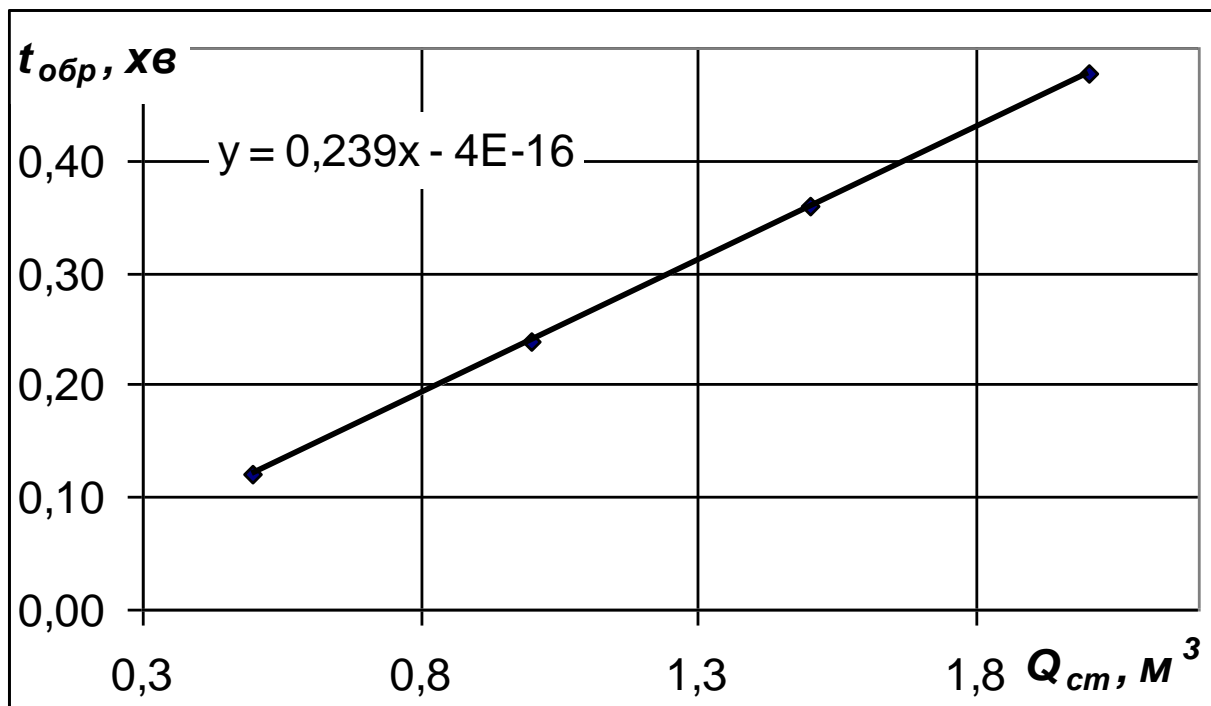


Рис. 3 - Залежність тривалості обрізування гілок крони харвестером від об'єму стовбура

Висновок. На підставі аналізу літературних та електронних джерел інформації подано технічні характеристики харвестерів провідних зарубіжних виробників, встановлено типи, класифікацію та вимоги до них, а також вибрано методику розрахунку геометричних і вагових характеристик. Це дозволило виконати розрахунки і обґрунтувати основні параметри харвестерів з колісною формулою 4×4, 6×6, 8×8.

Завдяки розробленій комп'ютерній програмі, виконано обчислювальний експеримент. Аналізуючи результати отриманих даних запропоновано такі параметри для харвестерів:

з колісною формою 4×4: потужність двигуна $N_{e\max} = 100$ кВт, власна маса $m = 12$ т, тягова сила $P = 100$ кН, довжина $L = 5,0$ м, ширина $B = 2,62$ м, висота $H = 3,9$ м, дорожній просвіт (кліренс) $h = 0,61$ м;

колісною формою 6×6: потужність двигуна $N_{e\max} = 160$ кВт, власна маса $m = 18$ т, тягова сила $P = 160$ кН, довжина $L = 8,5$ м, ширина $B = 3,0$ м, висота $H = 3,9$ м, дорожній просвіт (кліренс) $h = 0,60$ м;

з колісною формою 8×8: потужність двигуна $N_{e\max} = 200$ кВт, власна маса $m = 20$ т, тягова сила $P = 190$ кН, довжина $L = 8,5$ м, ширина $B = 3,0$ м, висота $H = 3,8$ м, дорожній просвіт (кліренс) $h = 0,65$ м;

Виконано аналіз структури робочих операцій харвестерів, встановлено залежності тривалості переїзду від відстані переїзду, тривалість зрізування від об'єму стовбура та тривалість обрізування гілок від об'єму стовбура для харвестерів різних комплектацій (4×4, 6×6, 8×8).

Для означених харвестерів встановлено залежності змінних та річних значень продуктивності від об'єму зрізаного стовбура залежно від їх параметрів.

Запропоновані параметри харвестера можуть бути використані для конструкторсько-технологічного обґрунтування під час розроблення перспективних моделей.

Література:

1. Анисимов Г.М. и др. Лесные машины. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 512 с.
2. Система машин в лесном хозяйстве: Учебник для вузов / В.Н. Винокуров, Н.В. Еремин; Под ред. В.Н. Винокурова. – М.: Издательский центр Академия, 2004. – 320 с.
3. І. М. Зима, Т. Т. Малюгін. Механізація лісгосподарських робіт.: Підручник. – 4-е вид., перероб. і доп. – Київ: Фірма "ІНКОС", 2006. – 488 с.
4. Жуков А.В. Теория лесных машин. – Мн.: БГТУ, 2001. – 640 с.
5. Білик Б.В. Проектування самохідних лісових машин. – К.: ІЗМН, 1998. – 140 с.
6. Білик Б.В., Адамовський М.Г. Проектування самохідних лісових машин: Вибір параметрів, компоновання і тяговий розрахунок. – Львів: ЗУКЦ, 2004. – 160 с.
7. Библюк Н.І., Стиранівський О.А., Борис М.М., Герис М.І. Аналіз динамічних процесів і обґрунтування параметрів загальної компоновки колісних тракторних агрегатів// Науковий вісник: Збірн. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 1994. – Вип. 1. – 39-42. с.
8. Орлов С.Ф. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 271 с.
9. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.
10. Немцов В.П., Шестаков Б.А. Справочник механика лесозаготовительного предприятия. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 480 с.

Рецензент д.т.н., проф. М.П. Ярошевич.

Стаття надійшла до редакції 05.11.2016.