

УДК 629.144.2.004.5

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИННО –ТРАНСПОРТНИХ КОМПЛЕКСІВ З УРАХУВАННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ**Д. П. Домуці, О.С. Яворський, А. П. Ліпін***Одеський державний аграрний університет,*

Збирання й транспортування зерна - фінішні операції по виробництву зернових культур. Вони підбивають підсумок усьому комплексу попередніх робіт з оптимального вибору районованих сортів, підготовці насіння, обробці ґрунту, посіву, догляду за рослинами. Разом із тим це найресурсномісткі операції. Метою досліджень є підвищення ефективності використання машинно-транспортних комплексів при збиранні зернових колосових сільськогосподарських культур та зниження матеріально-енергетичних витрат і собівартості виробленої продукції. Експлуатаційні витрати на збирання врожаю з поля і його транспортування на господарський пункт післязбиральної обробки зерна становлять більше половини всіх витрат на його виробництво. Це обґрунтовує необхідність постійного вдосконалювання технологій збирання й технічних засобів для їхньої реалізації. При дослідженні технологічних процесів збирання зернових культур в якості основного критерія оптимізації структури та складу машинно-транспортних комплексів використовувалися мінімальні сумарні енерговитрати на збирання зернових з одиниці площі. Реалізація запропонованої моделі енергозбереження дозволить збільшити ефективність процесу збирання зернових колосових культур з енергетичних витрат технічних засобів на 24%, живої праці - 46%, паливо-мастільних матеріалів - 7%, а загальну ефективність на 26,0%, при цьому економія енергії досягає до 1233,8 МДж/т. Розроблена модель оптимізації енергетичних витрат збиральних машинно-транспортних комплексів, дозволяє оптимізувати структуру та склад збиральних машин та транспортних засобів з урахуванням ймовірного характеру їх взаємодії. Впровадження результатів досліджень - енергозберігаючих і ресурсозберігаючих технологій, можливо вирішити проблеми технічного переозброєння сільськогосподарських виробників і отримання конкурентоздатної продукції рослинництва.

Ключові слова: машинно-транспортний комплекс, енергетичні витрати, зернові культури, технологія збирання, структура та склад, критерій оптимізації, енергозбереження, модель, комбайн, транспортний засіб, ймовірний стан, рослинництво.

Вступ. Технології виробництва продукції рослинництва, які дісталися нам в спадок від минулого, є витратними. Для досягнення найбільшої ефективності сільськогосподарського виробництва необхідно впроваджувати

енергозберігаючі технології. На дворі ринкова економіка з її жорсткою конкуренцією. Якщо просувати далі традиційні витратні технології, то дуже скоро виявиться, що очікуваного результату (підвищення продуктивності, обсягів валового виробництва, якості і зниження собівартості виробленої продукції) ми так і не отримаємо. Рослинництво один з найприбутковіших видів сільськогосподарського бізнесу — 110% рентабельності можуть бути нормою для рослинництва. Нормою, але не межею. При традиційній моделі рослинництва значну частину прибутку «з'їдають» виробничі витрати. Успішний виробник той, хто збирає оптимальний урожай з найменшими витратами [1].

Проблема. Для сільського господарства України є проблема підвищення ефективності використання енергоносіїв. Всі технології сільськогосподарського виробництва оцінюють за економічними показниками (приведені витрати, рентабельність тощо) і затратами праці. Проте в сучасних умовах цього замало, оскільки ці показники мають істотні коливання і визначаються політикою ціноутворення. Тому технологічні процеси і комплекси машин оцінюють враховуючи енергетичні затрати на виробництво кожного виду сільськогосподарської продукції. Це дає змогу оцінювати технології як ті, що застосовуються, так і нові, а також і їх перспективність з погляду питомих енерговитрат на одиницю вирощуваної продукції [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз сучасного стану механізації збирання зернових культур в Україні виявляє її низьку ефективність. Статистичні дані свідчать про постійну тенденцію скорочення загального числа комбайнів у парку, зростання частки несправних машин, старіння парку, збільшення середнього навантаження на комбайн, збільшення строків збирання й втрат зерна від само опадання [3]. По технічному забезпеченню збиральних робіт Україна відстає від провідних країн миру в 3-6 разів, а по забезпеченню зерном на душу населення ми перебуваємо на рівні початку минулого століття. Поголів'я худоби значно скоротилося майже вдвічі, що різко зменшило потребу у фуражному зерні й грубих кормах (соломі). Замовлення на нову техніку впали нижче очікуваного рівня, що привело до скорочення її промислового виробництва. Ще більше ослабнула роль державних механізмів керування сільським господарством, змінилася форма лізингу техніки, обсяги застосування різних технологій збирання деформувалися вбік малоопераційних, менш ресурсномістких і результативних по валовим зборам зерна. Практично припинило існування промислове насінництво. Однак небагато зросла роль МТС у проведенні збиральної кампанії, і збільшився імпорт закордонної техніки [4]. У багатьох документах і матеріалах державного й регіонального рівня положення з виробництвом зерна й технічним забезпеченням АПК (у тому числі й збирання зернових) в Україні оцінюється як критичне [4]. Розробка перспективної стратегії розвитку механізації збирання зернових культур ставиться до класу проблем прогнозування розвитку макросистем, функціонування яких залежить від взаємодії безлічі зовнішніх і внутрішніх

факторів. Модернізацію або створення нової ресурсомісткої по своєму призначенню й масштабам виробництва зернозбиральної техніки не можна розглядати ізольовано від загального стану АПК, дієвості механізмів державної політики й соціального замовлення на сільськогосподарську продукцію [5]. Порівняльна техніко-економічна оцінка сучасних комбайнів показує, що вітчизняна техніка, яка є набагато дешевшою ніж інша закордонна техніка, по комплексних питомих показниках технічного рівня мало чим їй уступає. Значне відставання спостерігається поки по надійності, дизайну й комфортності [6].

Мета досліджень. Підвищення ефективності використання машинно-транспортних комплексів (МТК) при збиранні зернових колосових сільськогосподарських культур зниження матеріально-енергетичних витрат і собівартості вирощуваної продукції.

Результати досліджень. Основним показником, що характеризує ефективність роботи машинно-транспортних комплексів і враховує значною мірою агротехнічні і конструктивні чинники, являються енергетичні витрати на одиницю виконаної роботи. Енергетичний аналіз дозволяє оцінювати існуючі і плановані системи, їх перспективність з точки зору енергетичної ефективності і відкриває можливість цілеспрямовано вести розробку нових і вдосконалення існуючих систем. При дослідженні роботи техніки збиральних машинно-транспортних комплексів основним критерієм оцінки ефективності їхньої роботи з врахуванням результатів досліджень прийнятий мінімум сумарних енерговитрат на збирання зернових культур з одиниці площі ΣE , Мдж/га -це функція мети даного завдання [2]:

$$\sum E = \frac{[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l X_{ijk} E_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^l X_{ijk} E_{ж} + \sum_{i=1}^l X_{ijk} Q_H E_{кп}]}{\Omega} \rightarrow \min \quad (1)$$

де X_{ijk} - обсяг роботи, виконуємий усіма засобами і-го типу на j-му виробничому процесі в k-й період, га; E_{ij} - сукупні витрати енергії засобами і-го типу на j-му процесі, Мдж/га; $E_{ж}$ - витрати живої праці, Мдж/га; Q_H – норма витрати палива на одиницю площі, кг/га; $E_{кп}$ – енергетичний еквівалент комплексного палива, МДж/кг; Ω - обсяг виконуємих робіт, га.

За мінімумом цільової функції (1) при допустимих втратах урожаю визначено оптимальну структуру та склад збиральних машинно-транспортних комплексів, спосіб організації ремонтно-технічного обслуговування та резервування в різних умовах. При мінімізації функції мети необхідно дотриматися ряду обмежень:

1. Усі розрахункові невідомі величини мають бути плюсовими:

$$X_{ijk} > 0; \quad i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n; \quad k=1,2,\dots,l. \quad (2)$$

2. Об'єм робіт по кожному з виробничих процесів Ω_i має бути виконаний повністю у встановлені агротехнічні терміни, тобто:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l x_{ijk} = \Omega_i; \quad (3)$$

Підсумовування по «К» тут йде в межах тих періодів від l_1 до l_2 , упродовж яких агротехніка передбачає виконання i -го процесу.

3. Витрати живої праці повинні забезпечувати виконання об'єму i -го виробничого процесу а K -й період у встановлені агротехнічні терміни:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l E_{жк} < n_i \quad (4)$$

де n_i - кількість працівників, які має в розпорядженні господарство для цього виду роботи, люд..

4. Витрата палива Q_j не повинна перевищувати нормативні значення Q_n :

$Q_j < Q_n$. Сумарні (сукупні) витрати енергії засобами j -го типу визначаються по формулі:

$$E_{ij} = \left[\frac{\alpha_{тм} B_T}{100} \right] \frac{A_T + P_T}{T_T} + \left[\frac{\alpha_{рм} B_P}{100} \right] \frac{A_P + P_P}{T_P} \quad (5)$$

де $\alpha_{тм}$, $\alpha_{рм}$ - енергоємність одиниці ваги відповідно до тягової і робочої машини, Мдж/кг; B_T , B_P - вага тягової і робочої машин, кг; A_T , A_P - норми амортизаційних відрахувань для тягової і робочої машин, відсотки; P_T , P_P - норми відрахувань на ремонт і ТО відповідно до тягової і робочої машин, відсотки; T_T , T_P - річні завантаження тягової і робочої машин, год.

Витрати енергії живої праці $E_{ж}$, Мдж/га:

$$E_{ж} = \frac{(n_o \alpha_o + n_d \alpha_d)}{W_e} \quad (6)$$

де n_o , n_d - число основних і допоміжних робітників, що беруть участь в МТК, люд.; α_o , α_d - відповідні енергетичні еквіваленти витрат живої праці, Мдж/люд. год.; W_e - експлуатаційна продуктивність МТК, га/год.

Прямі витрати енергії палива $E_{п}$, Мдж/га:

$$E_{п} = \alpha_{п} Q_{п}, \quad (7)$$

де $\alpha_{п}$ - енергетичний еквівалент витрат палива, Мдж/кг; $Q_{п}$ - витрати палива на одиницю площі, кг/га.

Порівнюючи МТК на збиранні зернових, необхідно диференційовано визначити коефіцієнти енергетичної ефективності витрат:

- коефіцієнт енергетичної ефективності витрат на технологічні засоби $K_{ет}$:

$$K_{ет} = E_{ij}^п / E_{ij}^б \quad (8)$$

- коефіцієнт енергетичної ефективності витрат живої праці $K_{еж}$:

$$K_{еж} = E_{ж}^п / E_{ж}^б \quad (9)$$

коефіцієнт енергетичної ефективності прямих витрат енергії $K_{е пмм}$:

$$K_{е пмм} = E_{кп}^п / E_{кп}^б \quad (10)$$

- коефіцієнт енергетичної ефективності витрат при застосуванні пропонованого комплексу в порівнянні з базовим $K_{еб}$:

$$K_{еб} = \frac{E_{ij}^п + E_{ij}^п + E_{ij}^п}{E_{ij}^б + E_{ij}^б + E_{ij}^б} \quad (11)$$

Розрахунок порівняльного економічного ефекту від впровадження рекомендованого МТК на одиницю площі визначається за формулою:

$$E_{га} = \sum E_B - \sum E_{п}, \quad (12)$$

На основні засоби: Комбайн, МДж/кг	СК-5М «Нива»		Дон-1500Б		86,4	1600,6	1002,2
Жатка, МДж/кг	СК-5М «Нива»	ЖВН-5	Дон-1500Б	ЖВН-6А	75,4	113,1	74,0
Платформа-підбирач, МДж/кг	СК-5М Нива	Підбирач – ПЛ-150	Дон-1500Б	Підбирач – ПЛ-150	75,4	33,5	21,0
Транспортні засоби, МДж/кг	ГАЗ-53Б	-	КамАЗ-55102	ГКБ-8527	86,4	756,0	593,2
Трактори	МТЗ-80	2ПТС-4-887	Т-150К-05-09	ВТУ-10	86,4	680,4	419,3
	ЮМЗ-6Л	ПФ-05	МТЗ-800	ПФ-0,5	75,4	593,8	453,2
На оборотні засоби: Паливо-мастильні матеріали, МДж/кг	-	-	-	-	52,8	274,6	256,0
Живої праці, МДж/люд-год комбайнера	-	-	-	-	1,90	1,23	0,67
тракториста	-	-	-	-	1,26	0,41	0,22
водія	-	-	-	-	1,50	0,54	0,30
допоміжного персоналу	-	-	-	-	0,60	0,10	0,10
Всього:						4054,3	2820,5

Порівняння варіантів за кінцевим результатом показує, що рекомендований варіант ефективніше базового. Величина ефекту дорівнює $4054,3 - 2820,5 = 1233,8$ МДж / т. Диференційована оцінка порівнюваних збиральних машинно-транспортних комплексів за питомими витратами праці і матеріально-енергетичних ресурсів наведена в таблиці 2.

Таблиця 2 Диференційована оцінка машинно-транспортних комплексів

Найменування показників	Одиниця виміру	Позначення	Варіанти	
			базові	проектне мі
Коефіцієнт енергетичної ефективності, в тому числі по затратам:	-	Ke	1,00	0,74
-на технічні засоби	-	Кет	1,00	0,76
-живої праці	-	Кеж	1,00	0,54
-прямой енергії	-	Кеппм	1,00	0,93
Продуктивність комбайна	га/год	Wтех	1,76	2,20

Висновки. 1.Розроблена модель оцінки енергетичних витрат техніки збиральних машинно-транспортних комплексів, яка дозволяє оптимізувати структуру та склад збиральних машин та транспортних засобів з урахуванням ймовірного характеру їх взаємодії. 2.Диференційований розгляд матеріально-енергетичних витрат дає можливість масштабне оцінити потребу в матеріально-енергетичних ресурсах на збирання всього обсягу планової продукції і порівняти цю потребу з фактичною наявністю, так рекомендований варіант складу МТК ефективніше базового на 1233,8 МДж/т. 3.Рекомендований склад техніки машинно-транспортних комплексів

дозволить збільшити ефективність процесу збирання зернових колосових культур з енергетичних витрат технічних засобів на 24%, живої праці - 46%, паливо-мастильних матеріалів - 7%, а загальну ефективність на 26,0%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Домуці Д.П. Особливості організації технологічного процесу збирання зернових культур/Д.П. Домуці, М.А. Новаковський //Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. – Одеса: 2013. – № 65. – С.157–161.
- 2.Домуці Д.П. Енергозбереження при забезпеченні робото здатності та обґрунтуванні складу збиральних машинно-транспортних комплексів /Д.П. Домуці, О.С Яворський, Ю.І. Єнакієв, А.В. Остапенко//Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. – Одеса: ОДАУ, 2017- №85 . – С.73-78.
- 3.Думенко К.М. Вплив ефективності сфери технічного обслуговування на встановлення функцій готовності та відновлення зернозбиральної техніки/ К.М. Думенко, А.І. Бойко //Техніка і технології АПК. – Вип.1(16).- 2011. – С. 11–14.
- 4.Думенко К.Н. Анализ перспектив развития высоконадежной зерноуборочной техники в Украине / К.Н. Думенко // Энергосберегающие технологии и технические средства для их обеспечения в сельскохозяйственном производстве: Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, 25-26 авг. 2010 г.: материалы.- Минск:2010.-С.69-76.
- 5.Машини для збирання зернових та технічних культур/За ред.. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника. –Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілова, 2009. – 296 с.
6. Думенко К.М. Дослідження надійності зернозбиральних комбайнів/ К.М. Думенко// Сільськогосподарські машини.- Луцьк: ЛНТУ, 2010. – Вип.20. – С. 68-78.
7. Нормативи витрат живої та уречевленої праці на виробництво зернових культур/В.В. Вітвицький, П.М. Музика, М.Ф. Кисляченко, І.В. Лобастов. – К.: НДІ "Украгропромпродуктивність", 2010. –352 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ С УЧЕТОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

Домуци Д.А., Яворський О.С, Липин А.П.

Ключевые слова: машинно-транспортный комплекс, энергетические расходы, зерновые культуры, технология сбора, структура и состав, критерий оптимизации, энергосбережения, модель, комбайн, транспортное средство, вероятное состояние, растениеводство.

Резюме

Сбор и транспортировка зерна - финишные операции по производству зерновых культур. Они подбивают итог всему комплексу предыдущих работ из оптимального выбора районированных сортов, подготовке семян, обработке почвы, посева, ухода за растениями. Вместе с тем это наиболее

ресурсоёмкие операции. Целью исследований является повышение эффективности использования машинно-транспортных комплексов при сборе зерновых колосовых сельскохозяйственных культур, снижения материально-энергетических расходов и себестоимости выращиваемой продукции. Эксплуатационные расходы на сборе урожая с поля и его транспортировке на хозяйственный пункт послеуборочной обработки зерна представляют больше половины всех расходов на его выращивание. Это обосновывает необходимость постоянного усовершенствования технологий сбора урожая и технических средств для их реализации. При исследовании технологических процессов сбора зерновых культур в качестве основного критерия оптимизации структуры и состава машинно-транспортных комплексов использовались минимальные суммарные энергетические затраты на сбор зерновых с единицы площади. Реализация предложенной модели энергосбережения позволит увеличить эффективность процесса сбора зерновых колосовых культур по энергетическим затратам технических средств на 24%, живого труда - 46%, топлива и смазочных материалов-7%, а общую эффективность на 26,0%, при этом экономия энергии достигает до 1233,8 МДж/т. Разработанная модель оптимизации энергетических расходов уборочных машинно-транспортных комплексов, позволяет оптимизировать структуру и состав уборочных машин и транспортных средств с учетом вероятного характера их взаимодействия. Внедрение результатов исследований – энергосохраняющих и ресурсосберегающих технологий, позволяет решить проблемы технического перевооружения сельскохозяйственных производителей и получения конкурентоспособной продукции растениеводства.

ESTIMATION OF EFFICIENCY OF WORK OF MACHINE-TRANSPORT COMPLEXES TAKING INTO ACCOUNT POWER EXPENSES

Domuschy D.P., Yvorskyi O.S., Lipin A.P.

Keywords: a machine-transport complex, power charges, grain-crops, technology of collection, structure and composition, criterion of optimization, energy-savings, a model, is a combine, transport vehicle, credible state, plant-grower.

Summary

Collection and transporting of grain are finish operations on the production of grain-crops. They line a result to all complexes of previous works from the optimal choice of the best sorts, to preparation of seed, treatment of soil, sowing, care of plants. At the same time it is the most expense on resources operations. The aim of researches is an increase of efficiency of drawing on machine-transport complexes at collection of grain-growing cereals of agricultural cultures, materially-power cost and grown unit cost cutting. Running expenses on a harvest from the field and his transporting to the economic point of treatment of grain present the more than half of all charges on his growing. It grounds the necessity of permanent improvement of technologies of harvest and technical equipment's for their realization. At research of technological processes of collection of grain-

crops as a basic criterion of optimization of structure and composition of machine-transport complexes minimum total power expenses were used on collection grain-growing from unit of area. Realization of an offer model of energy-savings will allow increasing efficiency of process of collection of ear grain-crops on power charges. Namely: technical equipment's on 24%, direct-lab our - 46%, fuel and lubricating materials-7%, and general efficiency on 26,0%, here the economy of energy arrives at to 1233,8 MDz/t. Worked out model of optimization of power charges of harvest machine-transport complexes, allows optimizing a structure and composition of harvesters and transporting vehicles taking into account credible character of their cooperation. Introduction of results of researches - power saving and saving resources technologies, allows working out the problems of technical rearmament of agricultural producers and receipt of competitive products of plant-grower.