

ВЕКТОРНО-АНАЛІТИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЙНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

В.М. БУЛГАКОВ, доктор технічних наук,
Б.А.ШЕЛУДЧЕНКО, кандидат технічних наук,
В.І. КОТКОВ, інженер,
А.М. КЛИМЧУК, інженер

Розглянута можливість оптимізації конструктивно-експлуатаційних параметрів ґрунтообробної техніки на стадії її проектування методами векторного аналізу (на прикладі глибокорозпушувача ГРП - 2,4).

Система показників силової характеристики ґрунтообробної машини у поєднанні з технологічними показниками дає досить повне уявлення про її експлуатаційні властивості. Ці показники залежать від всієї сукупності експлуатаційних факторів, які можуть бути об'єднані у три групи.

До першої групи належать фактори, які визначають конструкційні особливості ґрунтообробної машини (маса, координати центрів мас елементів машини, конструкційні параметри робочих органів, схеми з'єднання із мобільним засобом, тощо). Під час роботи визначеної машини в різних умовах більшість факторів першої групи залишаються незмінними.

До другої групи належать фактори, які визначають режим роботи ґрунтообробної машини (встановлена глибина обробітку, швидкість руху, швидкісний режим активних робочих органів, тиск підпору в гідроциліндрі механізму навіски трактора, тощо). Для різних типів ґрунтообробних машин перелік факторів цієї групи різний.

До третьої групи належать фактори, які визначають зовнішні умови роботи машини (стан ґрунту та поверхні поля, його рельєф, характеристика рослинного покриву, щільність або пористість структури ґрунту, граничні руйнуючі напруження та напруження релаксації, кут внутрішнього тертя ґрунту, кут нахилу поверхні поля, його мікрорельєф, тощо).

Сукупність всіх факторів цих трьох груп являє собою необхідну та достатню інформацію для однозначного та повного кількісного описання умов і режиму роботи даної ґрунтообробної машини. Залежно від умови задачі оптимізації та типу ґрунтообробної машини, перелік цих факторів буде різним. Однак, для його формування належить дотримати умову їх (факторів) повної взаємної незалежності, яка витікає з вимог системного підходу до описання функціонування розглянутих об'єктів.

Якщо фактори другої та третьої груп визначаються умовами експлуатації машини, то фактори першої групи є властивостями її виключно конструкційних особливостей. Таким чином, будь-яка конструкційна модернізація ґрунтообробної машини призводить до зміни її експлуатаційних показників, зпрогнозувати які досить важко, дивлячись на відсутність чітко визначених функціонально-аналітичних зв'язків. Отже, створення алгоритму для оцінки запроєктованої машини, який забезпечив би можливість такого прогнозу, дозволило б уникнути багатьох конструкційних помилок на стадії розробки чи корегування технічної документації на машину.

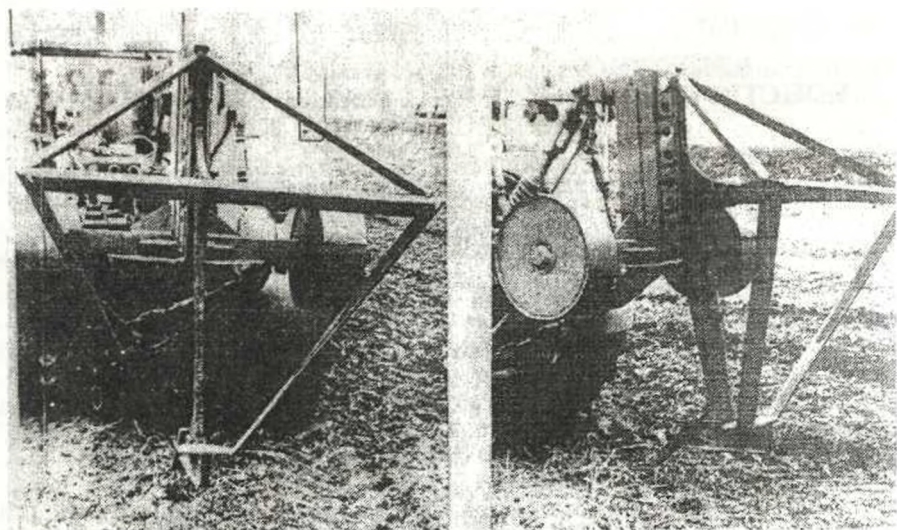


Рис. 1. Глибокорозпушувач ГПП – 2,4М.

Проблема створення такого алгоритму виникла у зв'язку із необхідністю модернізації глибокорозпушувача з просторовою орієнтацією різальних кромко-стовб ГПП-2,4 (рис.1), який призначений для глибокого розушільнюючого обробітку міжрядь хмільників, розташованих у ґрунтових умовах Полісся України (як знаряддя із складною просторовою будовою силової навантаженості вузлів). Метою зазначеної модернізації, окрім задоволення специфічних агротехнічних вимог вирощування культури хмелю, було передбачено зменшення енергомосткості технологічної операції (рис.1).

Основним параметром оптимізації енергонасиченості технологічного переходу було обрано тяговий опір $R_{тн}$ використовуваного агрегату (Т-150 + ГПП-2,4), визначений експериментально. З огляду на специфічність робочого процесу ГПП-2,4 (просторове розташування різальних кромко-стовб зумовлює наявність п'яти просторово орієнтованих розподілених векторних складових сумарної реакції корисного опору ґрунту), складові повної векторної суми $R_{пн}$, R_d , $2R_{6н}$, $R_{пд}$ (рис.1) визначались аналітично за допомогою експериментально визначених граничних напружень зсуву структури ґрунту τ . Аналітично були визначені також значення інерційних сил P_i та сил тертя P_f робочих поверхонь об ґрунт. Величини зазначених складових наведено в табл. 1.

Відповідно наведеній схемі силового навантаження конструкції глибокорозпушувача ГПП-2,4 (рис. 2), за допомогою спеціально розробленої машинної програми, блок-схему якої наведено на рис. 3. Побудовано повний векторний план сил, які діють на конструкцію (рис. 4). Векторний аналіз дозволив визначити величину вектора $R_{пн}$, який характеризує величину непродуктивних втрат глибокорозпушувача, та складові цього вектора $R_{пн}$ (радіальна реакція підшипника опори несучої конструкції ГПП-2,4) та $F_{нр}$ (опір холостого ходу).

1. Складові тягового опору глибокорозпушувача ГРП-2.4

Складова тягового опору	Позначення вектора	Величина вектора, кН	Кутова координата напрямку відповідної складової, °
Питомий опір агрегату в тому числі:	$R_{тгг}$	36,10	180
- передньої стовби-ножа	$R_{п.н}$	8,84	10
- долота	R_d	10,95	315
- бокових стовб-ножів	$2P_{б.н}$	9,02	330
- підрізаючої площинки	R_p	1,98	280
- інерційні сили	R_i	0,72	0
- сили тертя робочих поверхонь об ґрунт	R_T	1,08	0
- вага знаряддя	G	4,00	270
- радіальна сила в опорі	$R_{р.п}$	8,40	90
- холостий опір	$F_{пер}$	9,80	0
- $R_{р.п} + F_{пер}$	R_{xy}	13,00	

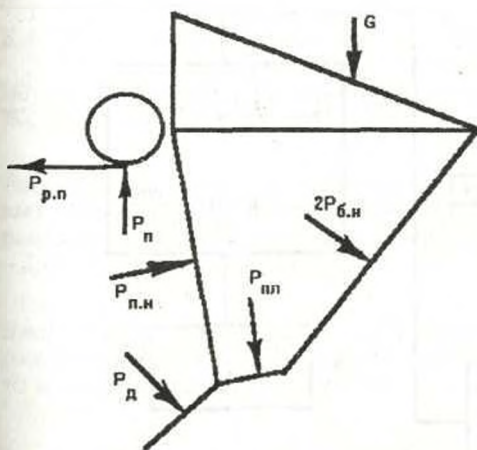


Рис.2. Схема силового навантаження конструкції глибокорозпушувача ГРП-2.4.

Конструкційна модернізація підшипникових вузлів опор несучої конструкції глибокорозпушувача ГРП-2.4М дозволила знизити величину радіального навантаження тіл кочення підшипників на 38,7% (проведено заміну радіально-упорних кулькових підшипників кочення на радіальні роликові з короткими роликами

- $R'_{р.п}/R_{р.п} = 0,631$). Зазначений захід, проаналізований пропонуванням методом плану сил, визначив зміну величини і напрямку вектора R_{xy} на $R'_{xy} = R''_{xy}$, що і зумовлює нове положення полюса p' , як наслідок зменшення тягового опору глибокорозпушувача на величину вектора pp' (рис. 4 і табл. 2).

Таким чином, запропонований метод аналізу очікуваного результату конструкційної модернізації дозволяє на стадії розробки конструкторської документації спрогнозувати характер та величину змін експлуатаційних властивостей ґрунтообробної машини.

2. Складові тягового опору модернізованого глибокорозпушувача ГРП-2,4М

Складова тягового опору	Позначення вектора	Величина вектора, кН	Кутова координата напрямку відповідної складової, °
Питомий опір агрегату в тому числі:	$R_{тяг-пп'}$	33,40	180
- передньої стовби-ножа	$P_{п.н}$	8,84	10
- долота	P_d	10,95	315
- бокових стовб-ножів	$2P_{б.н}$	9,02	330
- підрізаючої площинки	P_n	1,98	280
- інерційні сили	P_i	0,72	0
- сили тертя робочих поверхонь об ґрунт	P_T	1,08	0
- вага знаряддя	G	4,00	270
- радіальна сила в опорі	$P'_{р.п}$	5,00	90
- холостий опір	$F'_{пер}$	7,20	0
- $P'_{р.п} + F'_{пер}$	$R'_{xy}=R''_y$	11,00	

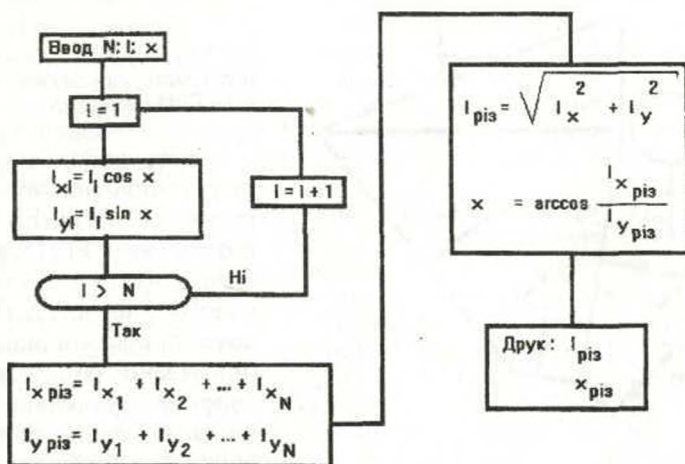


Рис. 3. Блок-схема програмного забезпечення для векторного аналізу складових тягового опору ґрунтообробної машини

У нашому випадку зменшення тягового опору глибокорозпушувача ГРП-2,4 на 7,3 % призводить до підвищення ККД агрегату з 0,728 до 0,784, що забезпечує зниження рівня енергомосткості технологічного процесу на 7,14 %.

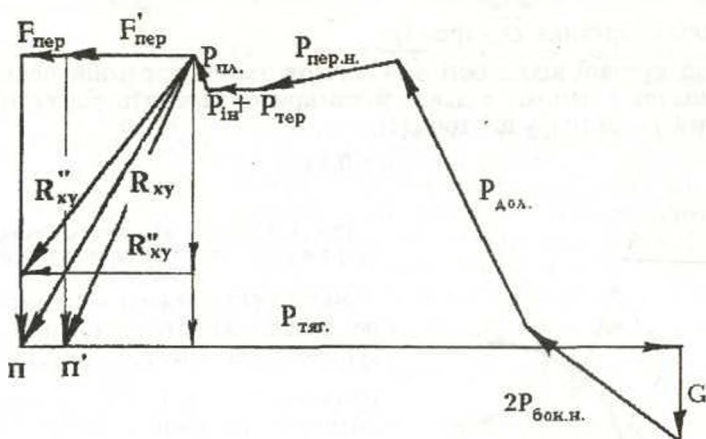


Рис. 4. План сил для оптимізованої конструкції опор глибокорозпушувача ГРП-2,4М у порівнянні з базовою конструкцією

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. А.с. 1395154 СССР, А 01 В 13 / 16. Рыхлитель почвы / А.Д.Гарькавий, Б.А.Шелудченко, И.П.Масло и др. - Опубл. 1989, бюл. № 18. - 3 с.
2. Шелудченко Б.А., Забродський П.М. Використання критеріальних методів в проектуванні агротехнічних ґрунтообробних систем. - Житомир: ЖСГІ, 1993. - 45 с.

Одержано 23.08.98.

Рассмотрена возможность оптимизации конструктивно-эксплуатационных параметров почвообрабатывающей техники на стадии её проектирования методами векторного анализа (на примере глубокорыхлителя ГРП - 2,4).

Analytic possibility to find optimal design and maintenance parameters of soil-cultivation machinery in the process of its designing with methods of the vector analysis is considered. (Machine "ГРП-4,2" is used for example).