

## ЗМІНИ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ МЕЗ ПІД ВПЛИВОМ НА НИХ НАДІЙНОСТІ

Болтянська Н.І. к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38 (0619) 42-05-70

**Анотація** – в статті представлено результати щодо аналітичного опису оцінення техніко-експлуатаційних показників МЕЗ з урахуванням показників надійності та перспектив їх розвитку.

**Ключові слова** – надійність, МЕЗ, показник, модель, наробіток, ефективність.

*Постановка проблеми.* Оцінку і визначення перспективності нових МЕЗ, що розроблені і рекомендуються сільськогосподарському виробництву необхідно проводити у відповідності до галузевого сприйняття методики оцінки їх технічного рівня. Загальна математична модель для визначення техніко-економічних показників МЕЗ потрібна з метою розробки пропозицій по застосуванню в господарствах ефективних МЕЗ.

*Аналіз останніх досліджень.* Однією з фундаментальних робіт з цього питання є результати досліджень академіка АІНУ В.Т. Надикта [1], однак в ній не враховується технічний стан самого МЕЗ.

Професор К.М. Кавалерчик встановив, що наробіток МЕЗ змінюється за залежністю [2]

$$W = a \cdot t^b \cdot e^{c \cdot t}, \quad (1)$$

де  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – емпіричні коефіцієнти, встановлені для гусеничних і колісних тракторів;

$t$  – вік трактора, років.

Також встановлено [2], що в середньому на 6 % зменшується продуктивність агрегатів з гусеничними тракторами і на 5 % – з колісними.

Професор С.С. Некрасов [3] вказує, що витрати палива на одиницю потужності тракторами в межах строку експлуатації постійні, продуктивність за перші 4 роки зменшується на 15 %, а потім залишається стабільною до 10 років. Проте, такий висновок не підтверджується дослідженнями інших авторів [4], а також нашими дослідженнями за

даними, що одержані машинно-випробувальними станціями Російської Федерації і УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.

*Формулювання цілей статті.* Оцінити техніко-експлуатаційні показники МЕЗ з урахуванням показників надійності та виконати аналіз перспектив їх розвитку.

*Основна частина.* Для визначення залежностей зміни продуктивності і витрат палива застосували байесовський підхід і об'єднали дані ННЦ "ІМЕСГ" [5] і методу К.М. Кавалерчика [2].

За даними з 117 протоколів випробування тракторів одержано інформацію про зміну продуктивності МЕЗ і витрати палива в залежності від віку тракторів. Побудовано часові ряди залежності наробітку тракторів і витрати палива в процентах від другого року використання трактора. Всі трактори згруповано по їх виду: гусеничні і колісні, при цьому визначено ймовірність об'єднання всіх тракторів одного виду в одну сукупність.

Результати показують, що з ймовірністю 0,95 дані про трактори одного виду можна об'єднати в одну групу.

Вхідні дані оброблено методом регресійного аналізу і одержано емпіричні залежності зміни продуктивності і витрати палива від віку трактора. При цьому функцію виражено в відсотках відносно другого року експлуатації. Одержані емпіричні залежності наведені в таблиці 1, а розраховані показники наведено в таблиці 2.

Таблиця 1 - Емпіричні залежності зміни техніко-експлуатаційних показників МЕЗ від віку техніки, в % відносно другого року експлуатації

Показник	Залежність
1	2
Гусеничні трактори	
До першого ремонту	
Продуктивність	$W=27,6438 + 259,6738/t - 199,4801/t^2$
Витрати палива	$q=99,0793 + 0,7963 t + 0,0579 t^2$
Після першого ремонту	
Продуктивність	$W=133,6606 - 9,7681 t + 0,3901 t^2$
Витрати палива	$q=93,0844 + 1,6206 t + 0,0229 t^2$
Після другого ремонту	
Продуктивність	$W=150,4179 - 8,0586 t + 0,1416 t^2$
Витрати палива	$q=89,1376 + 1,3388 t + 0,0293 t^2$
Після третього ремонту	
Продуктивність	$W=174,2187 - 8,8750 t + 0,1416 t^2$
Витрати палива	$q=75,9414 + 1,5117 t + 0,0507 t^2$
Колісні трактори	
До першого ремонту	
Продуктивність	$W=53,9528 + 164,3118/t - 130,1990/t^2$
Витрати палива	$q=99,3925 + 0,3493 t + 0,0769 t^2$

## Продовження таблиці 1

1	2
Після першого ремонту	
Продуктивність	$W=118,137 - 4,5427 t - 0,0115 t^2$
Витрати палива	$q=91,1474 + 2,2978 t - 0,0468 t^2$
Після другого ремонту	
Продуктивність	$W=146,4462 - 7,5635 t + 0,14648 t^2$
Витрати палива	$q=91,26953 + 1,0117 t + 0,03320 t^2$
Після третього ремонту	
Продуктивність	$W=160,0176 - 7,4472 t + 0,1269 t^2$
Витрати палива	$q=135,9941 - 6,4863 t + 0,3125 t^2$

Таблиця 2 - Зміна техніко-експлуатаційних показників МЕЗ в залежності від віку тракторів, в % відносно другого року експлуатації

Вік трактора, років	Продуктивність		Витрати палива	
	Гусеничні	Колісні	Гусеничні	Колісні
ДО ПЕРШОГО РЕМОНТУ				
1	87,84	88,07	99,93	99,82
2	100,00	100,00	100,00	100,00
3	99,54	94,26	101,99	101,13
4	88,83	86,89	103,19	102,02
ПІСЛЯ ПЕРШОГО РЕМОНТУ				
5	94,57	95,13	101,76	101,46
6	89,10	90,47	103,64	103,25
7	84,40	85,78	105,55	104,94
8	80,48	81,06	107,52	106,53
ПІСЛЯ ДРУГОГО РЕМОНТУ				
9	89,36	90,24	103,56	10,06
10	83,99	85,46	105,46	104,71
11	78,91	80,97	107,41	106,42
12	74,11	76,79	109,42	108,19
ПІСЛЯ ТРЕТЬОГО РЕМОНТУ				
13	82,77	84,66	104,18	104,48
14	77,72	80,64	107,06	106,44
15	72,95	76,87	110,04	109,01
16	68,47	73,36	113,13	112,21

Результати досліджень показують, що зміна техніко-експлуатаційних показників тракторів (наробіток і витрати палива) проходить стрибкоподібно: спочатку в середньому за рік на 6 % зменшується продуктивність агрегатів з гусеничними тракторами і на 5 % - з колісними. Витрати палива збільшуються на 1-2 % за рік. Причому така зміна спостерігається на протязі перших 4-х років, тобто до першого

капітального ремонту. Потім після капітального ремонту показники покращуються до значень близьких до показників другого року експлуатації і знову зменшуються такими ж темпами до 8-го року експлуатації, тобто до другого капітального ремонту. Після ремонту знову показники покращуються до близьких до номінальних значень (із зменшенням на 5 відсотків) і далі змінюються такими ж темпами. Як правило, третього капітального ремонту не проводять і після 10 років експлуатації трактор списують. Проте є багато випадків, коли трактори ремонтують після 12-го року експлуатації (тобто виконують третій капітальний ремонт), тоді стрибок у зміні показників спостерігається знову.

При цьому помітна така тенденція: після капітального ремонту показники не досягають тих значень, якими вони були під час другого року експлуатації, а на 4-5 % гірші.

Одержані результати використані при удосконаленні раніше розробленого програмного комплексу і бази даних для визначення продуктивності і витрати палива польовими машинно-тракторними агрегатами. Використання цих результатів досліджень може бути як самостійне при визначенні коректуючих значень продуктивності і витрат палива машинно-тракторними агрегатами в залежності від віку тракторів, а також в автоматизованій системі.

Якщо розрахунки проводять для конкретного агрегату, то використовують залежності з таблиці 1 або за даними таблиці 2. Якщо потрібно визначати продуктивність і витрати палива для зони, області, району, господарства в цілому, то використовують залежності за таблицею 2 і вік тракторів приймають середній для даних умов.

Крім того, варто відмітити основні напрямки розвитку технологій і техніки в розвинених країнах. Досягнутий рівень енергозабезпеченості та енергоозброєності, забезпеченості необхідною технікою, добривами, засобами захисту рослин в розвинених країнах дає їм змогу переключити увагу на якісну сторону цих показників:

а) покращення структури енергетичних потужностей шляхом збільшення потужностей МЕЗ;

б) оптимізація складу МЕЗ (співвідношення тракторів і сільгоспмашин складає 1:3, а в Україні - 1:2);

в) оновлення парку на базі нових поколінь МЕЗ, де використовують найновіші досягнення в мікроелектроніці, робототехніці, лазерній і мікрохвильовій техніці;

г) створення МЕЗ не лише для окремих технологій, але й для певних типів господарств (великі спеціалізовані, багатогалузеві, дрібні фермерські та ін.).

Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві, перш за все, залежить від енергетичних засобів. Сільськогосподарський МЕЗ - це, в

основному, повноприводна машина, яка оснащена шинами збільшеного профілю, що мало пошкоджують ґрунт. Кабіна є автоматизованим "командним пунктом" не тільки керування, але й управління. МЕЗ оснащується економічним двигуном, передньою і задньою навіскою з швидкодіючою зчіпкою, багатодіпазонною коробкою зміни передач з автоматичним перемиканням передач без розриву потоку потужності, що забезпечує швидкість від 95 м/год до транспортної - до 40 км/год. Потужність двигунів коливається в межах від 10 до 400 к.с. Удосконалюється дизайн МЕЗ. Для порівняння: Україна виробляє трактори потужністю 30, 60, 135 і 160 к.с., що будуть базою МЕЗ. Поки ведуться розробки на 55, 70 і 200-220 к.с. В розвинених країнах поки що йде неспинне зростання потужності МЕЗ. З 1980 р. їх середня потужність у Франції піднялась з 49 до 62 кВт, а в Англії - з 78 до 90 кВт. І така тенденція помітна по всьому світу і навіть там, де основним сільськогосподарським виробником є фермер. Найбільш популярний на Заході діапазон потужностей складає 65-100 к. с. Помітне зниження питомих витрат палива - до 145 г/(е.к.с.-год) і масла на угар - до 0,2 - 0,3 % від палива. Для порівняння: вітчизняні двигуни витрачають 175 - 184 г/(е.к.с.-год).

Основні шляхи досягнення таких показників:

- удосконалення камер згоряння, доведення тиску вприску до 100 МПа, впровадження розпилювачів з 5-7 отворами;
- застосування удосконалених турбокомпресорів з проміжним охолодженням повітря, що в цілому дає 1,5-кратне підвищення потужності двигуна;
- поліпшення теплового режиму двигунів за рахунок автоматизованого відключення вентилятора;
- використання пластмас і інших нових матеріалів і технологій;
- значне підвищення надійності МЕЗ - у деяких фірм моторесурс досягає 12 - 15 тис. мотогодин і наробіток на відмову - до 1000 годин при строках гарантії два роки, тобто 5000 мотогодин. Звичайно, це непорівнянно краще показників вітчизняної техніки.

Нові закордонні МЕЗ помітно покращені в екологічному плані шляхом удосконалення процесів згоряння палива, застосування каталізаторів, зменшення тиску на ґрунт і герметизації. В силових передачах використовують косозубі шестерні. Трактори и комбайни оснащені гідротрансмісією, а робочі органи сільгоспмашин - гідроприводом. Найбільше розповсюджений робочий тиск 20 – 22 МПа. Вантажопідйомність гідроначіпних пристосувань доведена до 7 - 8,6 т. Практично всі МЕЗ виготовляють з переднім ведучим мостом. Вантажопідйомність передніх начіпних засобів досягає вже 6 т, проте, це менше, ніж задніх. Широке застосування знаходять дискові гальма, що охолоджуються маслом, це сприяє різкому підвищенню їх довговічності.

Сучасні закордонні МЕЗ оснащуються комп'ютерами. Всі провідні тракторобудівельні компанії працюють над створенням багатофункціональних бортових комп'ютерів.

В конструкціях МЕЗ все ширше використовують нові матеріали: пластмаси (паливні баки, крила коліс, окремі елементи облицювання), кераміка (випускні тракти двигунів), поліамідні ущільнення, композити, а також нові технології оздоблення і покраски. Впроваджуються керамічні накладки веденого диску, безасбестові накладки гальмівних дисків, фрикціонів та ін.

Покращується оглядність і комфортність кабін. Рівень шуму знижено до 72 дБА. Сидіння обладнують пневматичною підвіскою, системами автоматичного регулювання за масою водія-оператора і з кутом нахилу на 20 градусів. Випробування МЕЗ регулюється більше ніж 30 директивами ЄЕС. Їх успішне проходження дає право фірмі реалізувати МЕЗ у всіх країнах ЄЕС.

*Висновки.* Наведенне в статі рішення дозволяє з урахуванням кінцевих результатів сільськогосподарського виробництва не тільки вести облік витрат на експлуатацію системи машин, але й втрат продукції виробництва внаслідок нераціонального використання сільськогосподарських машин. Приведені розрахункові вирази дозволяють визначити фактичну ефективність використання системи машин на підставі лише даних про фактичні терміни і якість виконаних робіт.

#### Література

1. *Надикто В.Т.* Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві // В.Т. Надикто, М.Л. Крижачківський, В.М. Кюрчев, С.Л. Абдула. –К., 2005.– 338
2. *Кавалерчик К.М.* О закономерностях изменения производительности стареющих машин / К.М. Кавалерчик // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1976. – № 10. – С. 36–38.
3. *Некрасов С.С.* О сроках службы сельскохозяйственной техники / С.С. Некрасов, И.Ф. Байчук // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1983. – № 3. – С. 4–8.
4. Программа и методика разработки прогноза основных направлений развития комплексной механизации и автоматизации растениеводства на период до 2010 года. – М.: ВИМ. – 1986. – 80 с.
5. Удосконалити методи, обґрунтувати структуру машинно-тракторного парку і нормативи потреби в матеріально-технічних ресурсах на виробництво продукції рослинництва за ресурсозберігаючими технологіями / Звіт про НДР // ННЦ “ІМЕСГ”. – №ДР0102U000208. – Глеваха, 2003. – 59 с.

**ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕЗ ПОД ВЛИЯНИЕМ НА НИХ НАДЕЖНОСТИ**

Болтянская Н.И.

*Аннотация*

**В статье представлены результаты аналитического описания оценки технико-эксплуатационных показателей МЕЗ с учетом показателей надежности и перспектив их развития.**

**CHANGE OF TEHNIKO-EXPLOITATION PARAMETRES MEZ UNDER  
AFFECTING ON THEM RELIABILITY**

N. Boltyanska

*Summary*

**Results of the analytical description of an estimation of tehniko-exploitation parameters MEZ under affecting on them of parameters of reliability and prospects of their development are presented in paper.**