

МЕХАНІЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

УДК 631.3.004
© 2010

В.Ю. ІЛЬЧЕНКО,
професор

В.О. КОЛБАСІН,
кандидат технічних наук

Д.О. МАКАРЕНКО,
здобувач

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ОПЕРАЦІЇ, ВИКОНАНОЇ ІМПОРТНИМИ ТА ВІТЧИЗНЯНИМИ ЛЕГКОВИМИ АВТОМОБІЛЯМИ

Викладено методику і результати енергетичної оцінки транспортної операції, виконаної легковими автомобілями у міській і заміській зонах, за енергоємністю паливно-мастильних матеріалів, праці водія та транспортних засобів. Встановлено залежність енергоємності від вантажопідйомності для різних класів автомобілів. Визначено енергетичну структуру витрати енергії на задані ресурси.

Енергетична оцінка транспортних операцій виникла в умовах ринкових відносин у сільськогосподарському виробництві, оскільки цінова політика виробництва сільськогосподарської продукції й транспортного забезпечення характеризується нестабільністю.

Сутність енергетичної оцінки технологічних процесів і операцій визначається відношенням кількості одержаної енергії до кількості витраченої [1–4]. Отже, є можливість оцінити ефективність тієї чи іншої технології, що застосовується.

Досліджень енергоємності транспортної операції, виконаної легковими автомобілями в міській і заміській зонах, у науковій літературі немає. Тому метою роботи було вивчення енергоємності транспортної операції, яку виконано легковим автомобілем.

1. Характеристика класів легкових автомобілів

Клас	Параметри		
	кількість місць	довжина, мм	ширина, мм
A	4 та 5	до 3700	до 1600
B	5	3700–4300	до 1700
C	5	3700–4500	до 1800
D	5	4500–4800	1700–1800
E	5	4800–5000	понад 1800
F	5	понад 5000	понад 1800

Як об'єкт дослідження взято легкові автомобілі класів A, B, C, D, E, F, які працюють у міському і заміському режимах (табл. 1).

Облік витрати палива легковим автомобілем проводиться за лінійною нормою ($H_{км}$) і питомою витратою палива ($H_{м-км}$). Лінійна норма є основою для розрахунку питомої витрати, і у свою чергу дозволяє враховувати експлуатаційні показники легкового автомобіля і оцінювати організацію транспортного процесу [5, 6].

Енергоємність транспортної операції (МДж/т-км) легкового автомобіля дорівнює

$$E_{м-км} = \left(10 \cdot \rho \cdot \frac{H_{км} + H_{д} \cdot g \cdot (2\gamma\beta - 1)}{g \cdot \beta \cdot \gamma} \right) \times \left(\frac{\alpha_{нал}}{1000} + \frac{1}{g \cdot V} \cdot \alpha_{пл} + \alpha_{нмз} \cdot M_{мз} \cdot Z_{пл} \right) \quad (1)$$

де ρ – густина палива, г/см³; для бензину $\rho = 0,72–0,75$; для дизельного палива $\rho = 0,82–0,85$; $H_{км}$ – лінійна норма витрати палива, л/100 км; g – вантажопідйомність автомобіля, т; одне посадочне місце – 75 кг; $H_{д}$ – додаткова норма витрати палива, л/100 т-км; для автомобілів з бензиновими двигунами – 2, дизельними – 1,3; γ, β – коефіцієнти використання відповідно вантажопідйомності та пробігу; $\alpha_{нал}$ – енергетичний еквівалент палива, МДж/кг. Для автотранспортних підприємств України $\alpha_{нал} = 79,5$ МДж/кг;

2. Енергоємність транспортної операції автомобілів різних класів у міському режимі експлуатації

Марка автомобіля	Вантажопідйомність, кг	Питома витрата палива, г/т-км	Енергоємність, МДж/т-км			
			палива	праці людини	транспортного засобу	транспортної операції
1	2	3	4	5	6	7
Клас А						
Fiat 500	500	397,44	31,6	1,74	0,49	33,8
Kia Picanto	500	734,17	58,37	1,74	0,49	60,6
Citroën C1	370	737,55	58,64	2,35	0,62	61,6
Daewoo Matiz	475	752,83	59,85	1,83	0,48	62,2
Fiat Panda	475	782,68	62,22	1,95	0,53	64,7
<i>Середнє значення</i>		680,94	54,13	1,92	0,52	56,6
Клас В						
ЗА3-1103	485	747,29	59,41	1,79	0,6	61,8
Skoda Fabia	515	833,19	66,24	1,69	0,58	68,5
Lada-2118	475	1038,25	82,54	1,83	0,65	85
Kia Rio	500	838,46	66,66	1,74	0,62	69
Hyundai Getz	390	1058,79	84,17	2,23	0,77	87,2
Dacia Sandero	490	1026,6	81,61	1,77	0,57	84
Chevrolet Aveo	410	1056,19	83,97	2,12	0,73	86,8
<i>Середнє значення</i>		942,68	74,94	1,88	0,64	77,5
Клас С						
Skoda Octavia A5	660	736,7	58,57	1,32	0,55	60,4
Opel Astra	550	796,74	63,34	1,58	0,62	65,5
Ford Fokus	540	802,54	63,8	1,61	0,61	66
Skoda Octavia Tour	600	805,43	64,03	1,45	0,57	66
Volkswagen Golf-V	590	837,4	66,57	1,47	0,59	68,6
Dacia Logan	560	837,71	66,6	1,55	0,5	68,6
Lada-2109	425	907,16	72,12	2,04	0,65	74,8
Daewoo Lanos	570	913,84	72,65	1,52	0,51	74,7
Lada-2110	475	994,34	79,05	1,83	0,63	81,5
Lada-2170	490	1005,31	79,92	1,77	0,64	82,3
Daewoo Nexia	465	1050,17	83,49	1,87	0,67	86
Lada-2107	400	1187,81	94,43	2,17	0,76	97,4
Chery Amulet	375	1213,89	96,5	2,31	0,84	99,7
Geely CK	325	1679,16	133,49	2,67	0,92	137,1
Chevrolet Lacetti	360	1772,97	140,95	2,41	1,03	144,4
<i>Середнє значення</i>		1036,08	82,37	1,84	0,67	84,9
Клас D						
Mercedes C klas	560	716,67	56,97	1,55	0,72	59,2
Toyota Avensis	575	814,88	64,78	1,51	0,62	66,9
Brilliance M-2	595	908,92	72,26	1,46	0,68	74,4

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Kia Magentis	570	922,98	73,38	1,52	0,71	75,6
Volkswagen Passat 6	610	928,38	73,81	1,42	0,65	75,9
Peugeot-407	580	951,37	75,63	1,5	0,7	77,8
BMW-3	520	1035,4	82,31	1,67	0,75	84,7
<i>Середнє значення</i>		896,94	71,31	1,52	0,69	73,5
Клас E						
Skoda Super B	620	837,11	66,55	1,4	0,67	68,6
Audi A6	580	933,39	74,2	1,5	0,75	76,5
Mercedes E klas	600	1126,98	89,59	1,45	0,76	91,8
BMW-5	580	1135,67	90,29	1,55	0,81	92,6
Hyundai Sonata new	505	1180,84	93,88	1,72	0,91	96,5
Toyota Camry	485	1252,59	99,58	1,79	0,88	102,3
Nissan Tiana	490	1292,63	102,76	1,77	0,88	105,4
Peugeot 607	495	1331,87	105,88	1,75	0,86	108,5
GAZ-31105	490	1399,05	111,22	1,77	0,82	113,8
Chevrolet Epica	485	1446,11	114,97	1,79	0,88	117,6
Lexus EB	505	1449,3	115,22	1,72	0,92	117,9
<i>Середнє значення</i>		1216,87	96,74	1,66	0,83	99,2
Клас F						
Mercedes S klas	635	1380,09	109,72	1,36	0,89	112
BMW-7	580	1472,8	117,09	1,5	0,97	119,6
Audi A8	580	1535,73	122,09	1,5	0,89	124,5
Jaquar-XJ	470	1926,13	153,13	1,85	1,05	156
Maserati	420	2221,98	176,65	2,07	1,34	180,1
<i>Середнє значення</i>		1707,35	135,73	1,65	1,03	138,4

Z_{nl} – витрати праці, люд.-год/т-км; α_{nl} – енергетичний еквівалент праці людини, МДж/люд.-год; V – швидкість руху легкового автомобіля, км/год; робота в місті $V = 50$, за містом – 90 км/год; α_{mz} – питомий енергетичний еквівалент легкового автомобіля становить 0,0143 МДж/кг·год; M_{mz} – маса автомобіля, кг.

Розрахунок енергоємності транспортної операції (1), виконаної легковим автомобілем класів А, В, С, D, E, F у місті та за містом, дозволив побудувати графіки зміни середнього значення енергоємності транспортної операції в міському і заміському режимах роботи автомобіля (табл. 2, 3, рис. 1).

Аналіз розрахунків енергоємності транспортної операції автомобілів різних класів у міському режимі експлуатації показав, що

середнє значення енергоємності найнижче у класу А. Енергоємність операції залежно від класу зростає на 29,9–75,3 %. Найбільша енергоємність транспортної операції підвищується в автомобілів класу F (144,5 %).

Що стосується розрахунків енергоємності транспортної операції автомобілів різних класів у заміському режимі експлуатації (табл. 3), то середнє значення енергоємності найменше у класу А. На 12,2 % вона зростає в автомобілів класу D, у класу В – на 24,1, класу С – на 34,7, класу E – на 41,2 %. Найбільше енергоємність транспортної операції підвищується в автомобілів класу F (69,7 %).

Найвища енергоємність транспортної операції у легкових автомобілів класу F Maserati, найвища середня – у класу F. Найнижча енергоємність транспортної операції

3. Енергоємність транспортної операції автомобілів різних класів у замському режимі експлуатації

Марка автомобіля	Вантажопідйомність, кг	Питома витрата палива, г/т-км	Енергоємність, МДж/т-км			
			палива	праці людини	транспортного засобу	транспортної операції
1	2	3	4	5	6	7
Клас А						
Fiat 500	500	261,18	20,76	0,96	0,27	22
Kia Picanto	500	463,03	36,81	0,96	0,27	38
Daewoo Matiz	370	478,4	38,03	1,02	0,27	39,3
Fiat Panda	475	501,46	39,87	1,08	0,31	41,3
Citroën C1	475	638,91	50,79	1,3	0,35	52,4
<i>Середнє значення</i>		468,59	37,25	1,07	0,29	38,6
Клас В						
Skoda Fabia	485	499,75	39,73	0,94	0,32	41
Kia Rio	515	525,6	41,79	0,96	0,34	43,1
ЗА3-1103	475	531,5	42,25	0,99	0,33	43,6
Lada-2118	500	548,38	43,6	1,02	0,36	45
Dacia Sandero	390	555,12	44,13	0,98	0,32	45,4
Hyundai Getz	490	692,7	55,07	1,24	0,43	56,7
Chevrolet Aveo	410	738,24	58,69	1,18	0,4	60,3
<i>Середнє значення</i>		584,47	46,47	1,04	0,36	47,9
Клас С						
Skoda Octavia A5	660	412,78	32,82	0,73	0,31	33,9
Daewoo Lanos	550	438,15	34,83	0,85	0,29	36
Skoda Octavia Tour	540	440,43	35,01	0,8	0,32	36,1
Opel Astra	600	464,92	36,96	0,88	0,33	38,2
Dacia Logan	590	474,57	37,73	0,86	0,28	38,9
Volkswagen Golf-V	560	501,56	39,87	0,82	0,33	41
Daewoo Nexia	425	545,56	43,37	1,04	0,37	44,8
Lada-2170	570	558,38	44,39	0,98	0,35	45,7
Ford Fokus	475	580,45	46,15	0,89	0,34	47,4
Lada-2110	490	610,13	48,51	1,02	0,35	49,9
Lada-2109	465	649,52	51,64	1,13	0,36	53,1
Lada-2107	400	848,89	67,49	1,21	0,42	69,1
Chevrolet Lacetti	375	990,83	78,77	1,34	0,57	80,7
Chery Amulet	325	1005,31	79,92	1,29	0,47	81,7
Geely CK	360	1005,31	79,92	1,48	0,51	81,9
<i>Середнє значення</i>		635,12	50,49	1,02	0,37	52
Клас D						
Toyota Avensis	560	488,42	38,83	0,839	0,34	40
Volkswagen Passat 6	575	509,53	40,51	0,791	0,36	41,7
BMW-3	595	524	41,66	0,927	0,42	43

Закінчення табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Kia Magentis	570	529,63	42,11	0,846	0,39	43,3
Paugeot-407	610	537,83	42,76	0,831	0,39	44
Mercedes C klas	580	679,42	54,01	0,861	0,4	55,3
Brilliance M-2	520	698,59	55,54	0,81	0,38	56,7
<i>Середнє значення</i>		566,77	45,06	0,844	0,38	46,3
Клас E						
Audi A6	620	519,85	41,33	0,83	0,42	42,6
Skoda Super B	580	542,76	43,15	0,78	0,37	44,3
Mercedes E klas	600	562,1	44,69	0,8	0,42	45,9
BMW-5	580	577	45,87	0,86	0,45	47,2
Hyundai Sonata new	505	633,6	50,37	0,95	0,5	51,8
Chevrolet Epica	485	672,03	53,43	0,99	0,49	54,9
Peugeot 607	490	699,83	55,64	0,97	0,48	57,1
Lexus EB	495	705,88	56,12	0,95	0,51	57,6
Toyota Camry	490	715,03	56,85	0,99	0,49	58,3
Nissan Tiana	485	824,41	65,54	0,98	0,49	67
GAZ-31105	505	898,9	71,46	0,98	0,45	72,9
<i>Середнє значення</i>		668,31	53,13	0,92	0,46	54,5
Клас F						
Mercedes S klas	635	654,98	52,07	0,75	0,49	53,3
BMW-7	580	708,64	56,34	0,83	0,52	57,7
Audi A8	580	744,6	59,2	0,83	0,49	60,5
Jaquar-XJ	470	872,18	69,34	1,03	0,58	70,9
Maserati	420	1042,56	82,88	1,15	0,75	84,8
<i>Середнє значення</i>		804,59	63,97	0,92	0,57	65,5

у легкових автомобілів класу A Fiat 500, найнижча середня – у класу A.

Енергетична структура витрат енергії транспортної операції автомобілів різних класів у міському режимі експлуатації показала, що найменші витрати енергії, яка припадає на паливо, у класу A. Далі вони підвищуються: D, B, C, E. Найбільші витрати енергії в автомобілів класу F.

На працю людини витрати енергії коливаються по класах від 1,52 до 1,92 МДж/т-км, а на транспортний засіб у межах 0,52–1,03 МДж/т-км.

У замському режимі найвищі витрати енергії також припадають на паливо – 96,5 %, працю людини 2,7, а на транспортний засіб – 0,8 %.

Енергетична структура витрат енергії

транспортної операції автомобілів різних класів у замському режимі експлуатації показала, що найменші витрати енергії, яка припадає на паливо, у класу A; далі вони підвищуються по класах у такому порядку: D, B, C, E, F.

На працю людини витрати енергії коливаються для різних класів від 0,844 до 1,07 МДж/т-км, а на транспортний засіб в межах 0,29–0,57 МДж/т-км.

Найвища питома витрата палива транспортної операції в автомобілів класу F, найнижча – в автомобілів класу A. За рахунок вибору класу автомобіля питому витрату палива можна зменшити на 60 % у міській зоні і на 42 % в замській.

Що стосується питомої витрати палива транспортної операції, то вона найвища в ав-

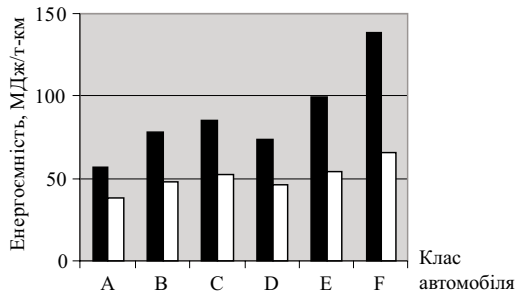


Рис. 1. Залежність середнього значення енергоємності транспортної операції, виконаної легковими автомобілями, від класу: ■ – у місті; □ – за містом

томобіля Maserati, найнижча – в автомобіля Fiat 500. За рахунок вибору типу автомобіля питому витрату палива можна зменшити на 82 % в міській зоні і на 75 % в заміській.

Обробка одержаних даних за допомогою ПК показала, що залежність енергоємності транспортної операції від класу автомобіля та режиму експлуатації можна подати у вигляді поверхні відгуку (рис. 2). За цією діаграмою під час проектування раціонального вико-

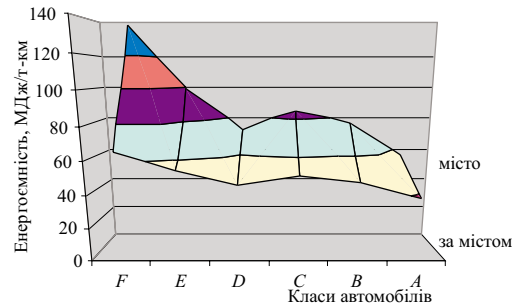


Рис. 2. Залежність енергоємності транспортної операції у міській та заміській зонах від класу автомобіля й режиму експлуатації

ристання автомобілів визначаємо мінімальну енергоємність операції, враховуючи задану вантажопідйомність та клас автомобіля.

Застосування прикладної програми Microsoft Excel для обробки даних залежностей енергоємності транспортних операцій від вантажопідйомності і класу автомобіля дозволить створити базу даних для проектування транспортних засобів та їх раціонального використання.

Висновки

Найнижча середня енергоємність транспортної операції і в міському, і в заміському режимах роботи в автомобілів класу А. Далі вона однаково для режимів підвищується по класах: D, B, C, E, F.

За рахунок вибору типу легкового автомобіля енергоємність транспортної операції можна

зменшити на 81 % у міській зоні та на 74 % в заміській, з огляду на клас відповідно на 59 та 41 %.

Енергетична структура витрат енергії легкових автомобілів показала, що найвищі витрати енергії припадають на паливо. Енергоємність транспортного засобу і праці людини є незначною.

Бібліографія

1. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. – К. : Урожай, 1991. – 217 с.

2. Пастухов В.І. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва / В.І. Пастухов // Методи і результати. – Харків : “Ранок НТ”, 2003. – 100 с.

3. Практикум з використання машин у рослинництві / [Ільченко В.Ю., Кобець А.С., Мельник В.П. та ін.]. – Дніпропетровськ : РВВ ДДАУ, 2002. – 212 с.

4. Ільченко В.Ю. Проектування сервіс-

них підприємств технічного обслуговування / В.Ю. Ільченко, С.В. Боцуляк. – Дніпропетровськ : РВВ ДДАУ, 2004. – 148 с.

5. Рубцов В.А. Ускоренный метод определения удельного расхода автомобильного топлива / В.А. Рубцов, К.И. Луковин, В.А. Черныш // Автотранспортник Украины. – 1984. – № 4. – С. 19.

6. Ільченко В.Ю. Дослідження енергоємності транспортної операції / В.Ю. Ільченко, О.Д. Деркач, В.О. Колбасін // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2008. – № 2. – С. 63–69.