

Кобець А.С., Дирда В.І., Охмат П.К., Кухаренко П.М.,  
Улексін В.О., Мельниченко В.І., Яцук В.М.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ДИЗЕЛЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БІОПАЛИВА**

Определены показатели работы дизеля на смеси дизтоплива и биотоплива.

### **DEFINITION OF PARAMETERS OF OPERATION OF A DIESEL ENGINE AT UTILIZATION OF A BIOFUEL**

Parameters of operation of the diesel engine on a blend of a diesel fuel and a biofuel are determined.

#### **Вступ**

Одним із способів поліпшення показників роботи дизеля і зменшення витрати палива нафтового походження є застосування біопалива (БП) в суміші з дизельним паливом (ДП) [1, 2].

При проведенні огляду літературних джерел [1, 3] встановлено, що застосування сумішей з різним процентним вмістом компонентів забезпечує неоднаковий вплив на показники роботи дизелів. Причому показники роботи залежать як від складу суміші, так і від марки дизеля. Інколи результати досліджень дають протилежні результати.

Метою даної роботи є визначення показників роботи дизеля Д-65Н на суміші у співвідношенні 30 % БП і 70 % ДП.

Дослідження виконувались в лабораторії Дніпропетровського державного аграрного університету по розробленій методиці [3]. В якості БП використовувалась соєва олія (СО), виготовлена на власному виробництві агрофірмою ТОВ «Приват-Альянс» (м. Дніпропетровськ).

**Характеристики холостого ходу.** На рис. 1 приведена характеристика холостого ходу при роботі на біопаливі на суміші палив у співвідношенні 30 % СО і 70 % ДП, а на рис. 2 – суміщені характеристики холостого ходу при роботі на 100 % ДП і суміші 30 % СО і 70 % ДП, які побудовані за даними табл. 1, табл. 2.

На рисунках позначено:  $P_m$  – тиск масла в системі мащення дизеля;  $N$  – оптична щільність (димність) відпрацьованих газів (ВГ);  $t_{nc}$  – температура навколишнього середовища;  $t_{вг}$  – температура ВГ у випускному колекторі;  $t_{op}$  – температура охолодної рідини в системі охолодження дизеля;  $G_{п}$  – годинна витрата палива дизеля;  $n_d$  – кількість обертів колінчастого вала дизеля;  $n_{ном}$  – номінальна кількість обертів колінчастого вала дизеля;  $n_{max.x.x.}$  – максимальна кількість обертів колінчастого вала дизеля;  $t_{орн}$ ,  $t_{вгн}$ ,  $t_{нсн}$ ,  $N_n$ ,  $G_{пн}$ ,  $P_{мн}$  – значення відповідних параметрів при номінальній кількості обертів колінчастого вала дизеля (на номінальному режимі).

Таблиця 1 – Характеристика холостого ходу дизеля Д-65Н на суміші палив 70 % ДП і 30 % СО

$n_d, \text{хв}^{-1}$	$G_{п}, \text{кг/ГОД}$	$t_{op}, \text{°C}$	$t_{вг}, \text{°C}$	$t_{нс}, \text{°C}$	$P_m, \text{МПа}$	$N, \%$
1. 800	1,35	51	91	24	0,32	8,8
2. 1000	1,70	52	100	24	0,32	9,0
3. 1200	2,22	55	115	25	0,32	9,4
4. 1400	2,60	57	130	25	0,32	9,8
5. 1600	3,05	58	145	26	0,32	10,1
6. 1845	3,60	61	185	27	0,32	10,5

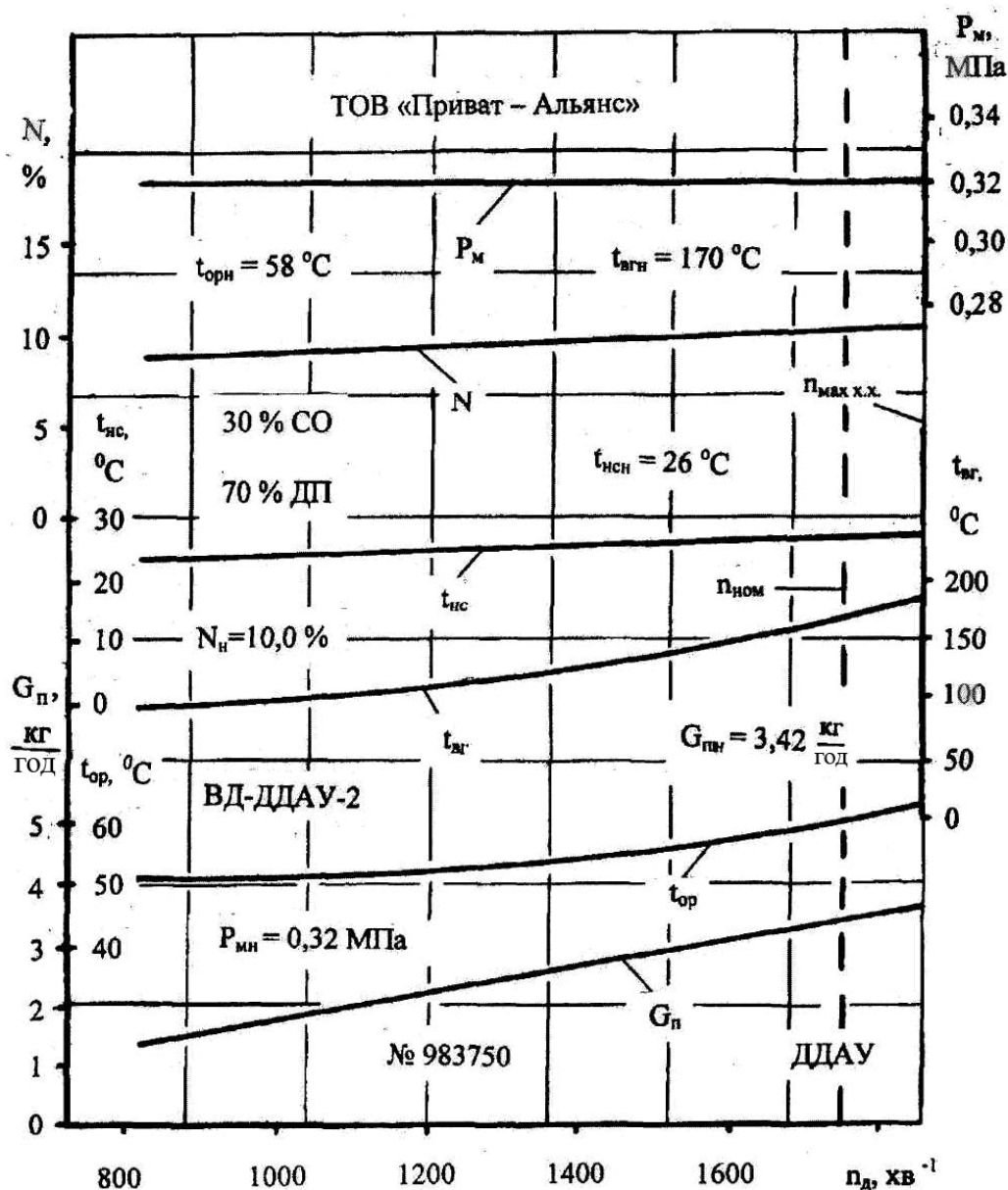


Рис. 1 – Характеристика холостого ходу дизеля Д-65Н при роботі на суміші палив у співвідношенні 30 % БП і 70 % ДП

Встановлено, що тиск масла в системі мащення дизеля від кількості обертів колінчастого вала і виду палива не залежить і залишається постійним. За час зняття характеристик температури навколишнього середовища і охолодної рідини в системі охолодження збільшуються. Отримані зна-

чення для дослідних палив відрізняються несуттєво і є практично ідентичними.

Таблиця 2 – Суміщені характеристики холостого ходу дизеля Д-65Н на дослідних паливах

$n_{дл}, \text{хв}^{-1}$	$t_{вг}$				N				$G_{п}$			
	100 % ДП		70 % ДП + 30 % СО		100 % ДП		70 % ДП + 30 % СО		100 % ДП		70 % ДП + 30 % СО	
	°С	%	°С	%	%	рази	%	рази	кг/год	%	кг/год	%
1. 800	88	100,0	91	103,41	8,0	1,00	8,8	1,10	1,19	100,0	1,35	113,45
2. 1000	100	100,0	100	100,0	8,2	1,00	9,0	1,10	1,50	100,0	1,70	113,33
3. 1200	118	100,0	115	97,46	8,4	1,00	9,4	1,12	1,83	100,0	2,22	121,31
4. 1400	126	100,0	130	103,18	8,9	1,00	9,8	1,10	2,25	100,0	2,60	115,56
5. 1600	144	100,0	145	100,69	9,6	1,00	10,1	1,05	2,74	100,0	3,05	111,31
6. 1845	170	100,0	185	108,82	10,5	1,00	10,5	1,00	3,35	100,0	3,60	107,46

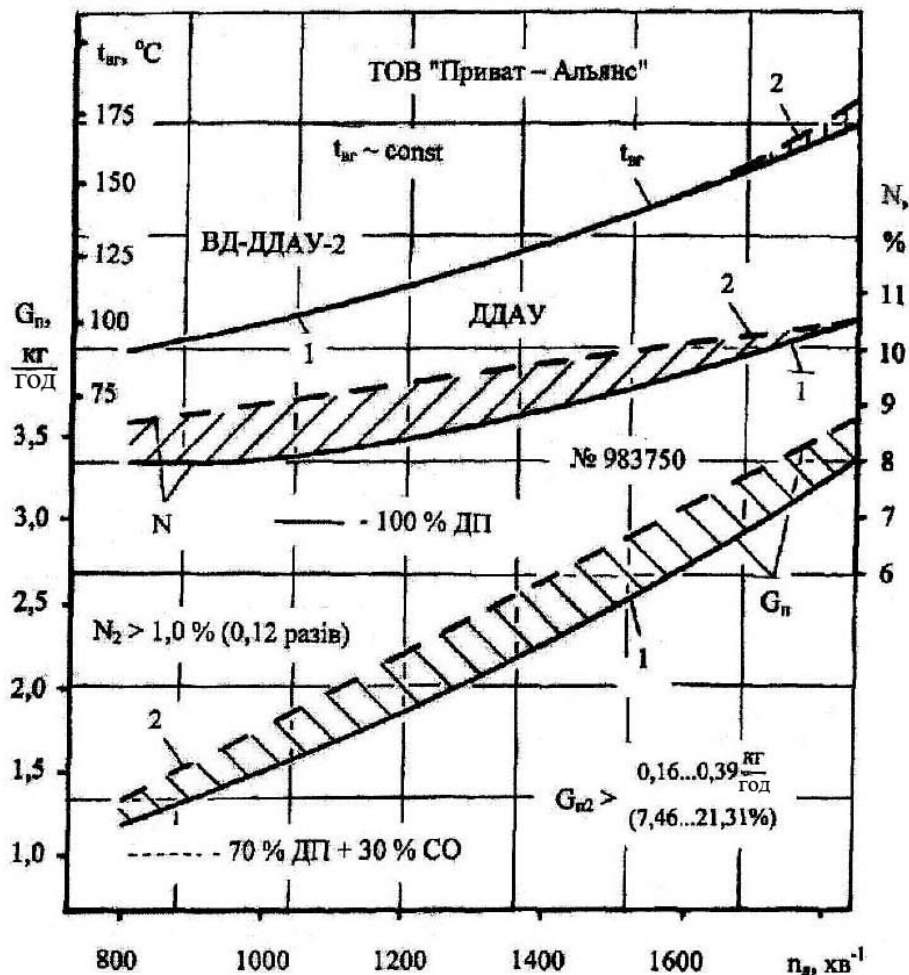


Рис. 2 – Суміщені характеристики холостого ходу дизеля Д-65Н при роботі на 100 % ДП і суміші палив у співвідношенні 30 % БП і 70 % ДП

Видно, що температура ВГ при роботі на суміші палив в діапазоні кількості обертів колінчастого вала 800...1600  $\text{хв}^{-1}$  є ідентичною показникам при роботі на дизельному паливі, а при подальшому збільшенні кількості обертів – збільшується. На режимі максимальної кількості обертів холостого ходу  $t_{вг}$  збільшується на  $15^\circ\text{C}$  (8,82 %).

В залежності від швидкісного режиму дизеля димність ВГ при роботі на суміші збільшується у прямопропорційній залежності і майже у всьому робочому діапазоні є більшою від димності при роботі на дизельному паливі. На режимі  $n_{\text{макс.х.х.}}$  димність ВГ при роботі на дослідних паливах є однаковою.

Найбільше збільшення  $N$  є при кількості обертів  $1200 \text{ хв}^{-1}$  і становить  $1,0 \%$  ( $0,12$  разів).

Годинна витрата палива при роботі на суміші палив також збільшується у прямопропорційній залежності і у всьому робочому діапазоні є більшою від показників при роботі на дизельному паливі. Збільшення витрати палива знаходиться в межах  $0,16 \dots 0,39 \text{ кг/год}$  ( $7,46 \dots 21,31 \%$ ). На режимі  $n_{\text{макс.х.х.}}$  різниця по витраті палива мінімальна, а на режимі  $1200 \text{ хв}^{-1}$  – максимальна.

**Зовнішні швидкісні характеристики.** На рис. 3 приведена зовнішня швидкісна характеристика при роботі на біопаливі на суміші палив у співвідношенні  $30 \%$  СО і  $70 \%$  ДП, а на рис. 4 – суміщені характеристики при роботі на  $100 \%$  ДП і суміші  $30 \%$  СО і  $70 \%$  ДП, які побудовані за даними табл. 3, табл. 4.

Таблиця 3 – Зовнішня швидкісна характеристика дизеля Д-65Н на суміші палив  $70 \%$  ДП і  $30 \%$  СО

$n_d, \text{ хв}^{-1}$	$M_e, \text{ Н}\cdot\text{м}$	$N_e, \text{ кВт}$	$G_p, \text{ кг/год}$	$g_e, \text{ г/(кВт}\cdot\text{год)}$	$t_{op}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{вг}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{hc}, \text{ }^\circ\text{C}$	$P_m, \text{ МПа}$	$N, \%$
1. 1253	281	36,8	10,08	274	80	972	37,3	0,28	81
2. 1310	281	38,5	9,79	254	78	860	35,0	0,25	60
3. 1400	279	40,8	10,92	268	82	975	38,3	0,28	79
4. 1470	269	41,4	10,90	264	80	955	36,7	0,29	74
5. 1590	257	42,7	10,70	252	78	863	33,4	0,30	66
6. 1702	242	43,0	12,45	290	77	833	31,2	0,30	56
7. 1752	236	43,3	11,75	272	72	771	29,2	0,30	50
8. 1800	135	25,4	7,65	302	66	374	27,0	0,31	19
9. 1845	0	0	3,43	$\infty$	75	207	26,0	0,31	18

На рисунках прийняті ті ж позначення, що і на рис. 1, рис. 2. Додатково позначено:  $M_e$  – ефективний крутний момент дизеля;  $N_e$  – ефективна потужність дизеля;  $g_e$  – ефективна питома витрата палива;  $n_{M_{\text{емакс}}}$  – кількість обертів, що відповідає максимальному значенню ефективного крутного момента дизеля (режим максимального значення  $M_e$ ).

Встановлено, що при зменшенні кількості обертів колінчастого вала дизеля від номінального режиму ( $1750 \text{ хв}^{-1}$ ) до мінімальної кількості обертів під навантаженням  $n_{\text{мін.ст.}}$  ( $1200 \text{ хв}^{-1}$ ) тиск масла в системі мащення зменшується, а температура навколишнього середовища і температура охолодної рідини – збільшуються. Для обох дослідних палив аналогічні показники практично ідентичні. Значення  $P_m$  зменшується на  $0,06 \text{ МПа}$  ( $19,30 \%$ ),  $t_{hc}$  – збільшується на  $9,1^\circ\text{C}$  ( $31,17 \%$ ), а  $t_{op}$  – на  $10^\circ\text{C}$  ( $13,89 \%$ ).

Причому, така зміна показників має місце до режиму  $1400 \text{ хв}^{-1}$ . В діапазоні  $1400 \dots 1200 \text{ хв}^{-1}$  значення  $P_m$  залишається незмінним, а температури  $t_{nc}$  і  $t_{op}$  дещо зменшуються (на  $1,0^\circ\text{C}$  (2,61 %) і  $2^\circ\text{C}$  (2,44 %)) відповідно.

Таблиця 4 – Суміщені зовнішні характеристики дизеля Д-65Н на дослідних паливах

$n_d, \text{ хв}^{-1}$	$G_n$			$g_e$			$M_e$			$N_e$			$t_{br}$		$N$			
	100 % ДП, кг/год	70 % + 30 % ДП СО		100 % ДП, г/(кВт·год)	70 % + 30 % ДП СО		100 % ДП, Н·м	70 % + 30 % ДП СО		100 % ДП, кВт	70 % + 30 % ДП СО		100 % ДП, кВт	70 % + 30 % ДП СО		100 % ДП	70 % + 30 % ДП СО	
		кг/год	%		г/(кВт·год)	%		Н·м	%		кВт	%		°C	%		%	рази
1200	9,38	10,25	109,28	250	272	108,80	295	280	94,92	36,8	33,5	91,03	735	960	130,61	57	72	1,26
1300	9,39	10,38	110,54	243	266	109,47	293	282	96,25	39,0	38,4	98,46	772	970	125,65	57	78	1,37
1400	9,78	10,50	107,36	240	263	109,58	282	278	98,58	41,5	40,7	98,07	785	960	122,29	55	76	1,38
1500	10,10	10,93	108,22	240	260	108,33	271	266	98,16	42,5	42,0	98,82	760	920	121,05	53	70	1,32
1600	10,60	11,38	107,36	243	260	107,00	257	254	98,83	43,5	43,0	98,85	757	820	108,32	47	62	1,32
1700	10,99	11,83	107,64	247	265	107,29	248	242	97,58	44,7	44,0	98,43	750	800	106,67	39	54	1,39
1750	11,10	11,83	106,58	250	273	109,20	242	240	99,17	44,5	44,2	99,33	730	780	106,85	33	50	1,52
1800	7,15	7,50	104,90	300	298	99,33	124	128	103,23	24,1	24,5	101,66	306	395	129,09	23	33	1,44
1845	3,53	3,43	97,17	$\infty$	$\infty$	-	0	0	-	0	0	-	170	207	121,77	11	18	1,64

Видно, що значення температури і димності ВГ, годинної і ефективної витрат палива при роботі на суміші палив збільшуються, а ефективного крутного момента і ефективної потужності – зменшуються у порівнянні з аналогічними показниками при роботі на дизельному паливі.

Температура ВГ при роботі на суміші палив збільшується на режимі  $n_{\text{мін.ст.}}$  на  $190^\circ\text{C}$  (24,36 %) у порівнянні з номінальним режимом, і на  $50 \dots 225^\circ\text{C}$  (6,67...30,61 %) – у порівнянні з аналогічними режимами при роботі на ДП. При роботі на ДП збільшення температури на режимі  $n_{\text{мін.ст.}}$  у порівнянні з  $n_{\text{ном}}$  становить  $55^\circ\text{C}$  (7,53 %). Тобто, дослідне паливо забезпечує зростання  $t_{br}$  на понижених швидкісних режимах до  $135^\circ\text{C}$  (345,46 %).

Димність ВГ при роботі на суміші палив збільшується на 15...21 % оптичної щільності (1,26...1,52 разів). Потрібно відзначити, що при роботі на обох паливах в діапазоні коректорної ділянки характеристики значення  $N$  більше від вимог [4]. Лише у дизеля при роботі на ДП на регуляторній ділянці характеристики димність відповідає вимогам.

Значення годинної витрати на номінальному режимі при роботі на ДП відповідає вимогам [5], а значення питомої ефективної витрати палива – менше від вимог. При роботі на суміші палив значення  $G_n$  збільшується на  $0,72 \dots 0,99$  кг/год (6,58...10,54 %), а значення  $g_e$  – на  $17 \dots 23$  г/(кВт·год) (7,00...9,58 %).

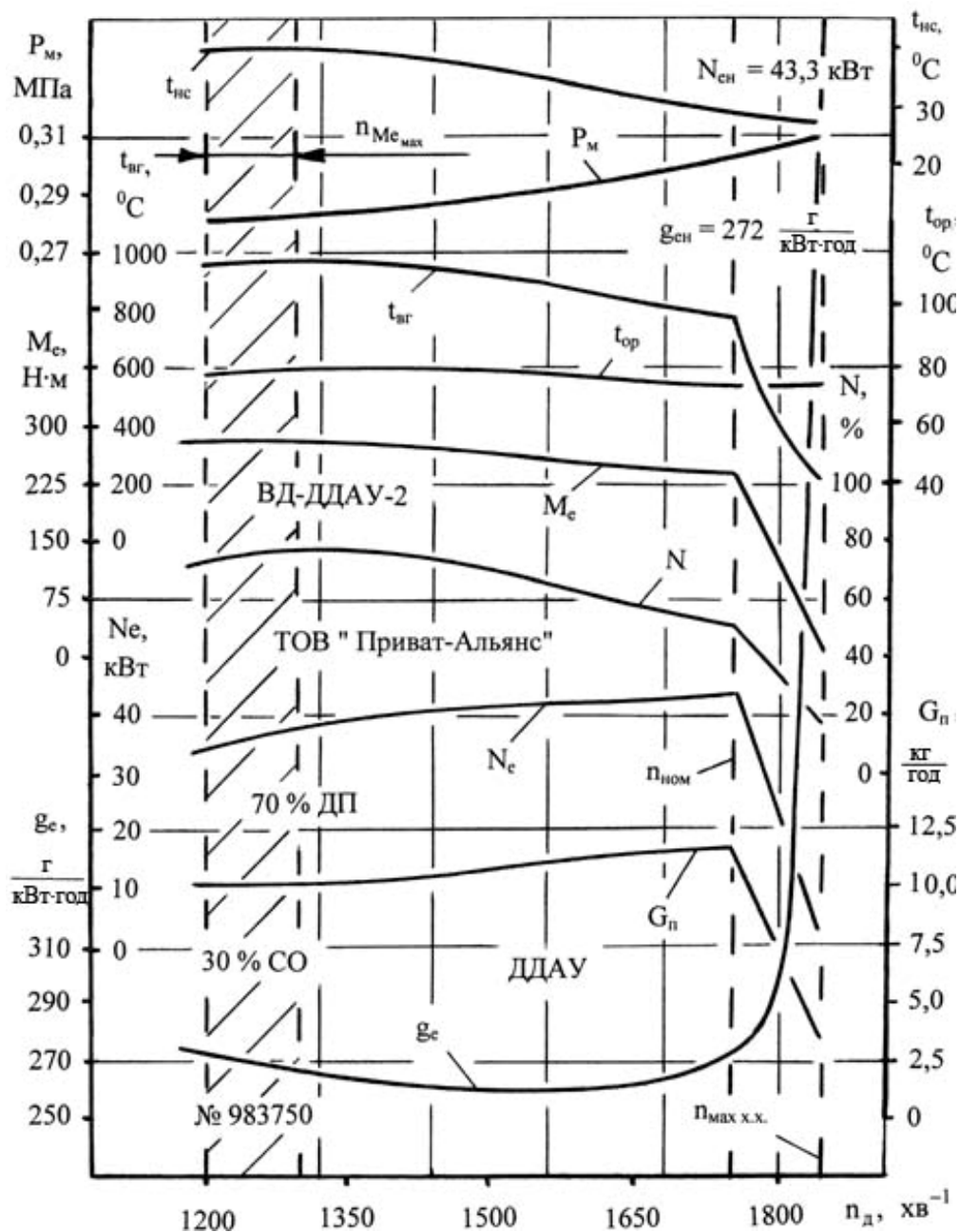


Рис. 3 – Зовнішня швидкісна характеристика дизеля Д-65Н при роботі на суміші палив у співвідношенні 30 % БП і 70 % ДП

При роботі на ДП на номінальному режимі значення ефективної потужності і ефективного крутного моменту відповідає вимогам. В діапазоні кількості обертів від  $n_{ном}$  до  $n_{Метмах}$  при роботі на суміші палив значення  $N_e$  зменшується на 0,3...0,8 кВт (0,67...1,93 %), а  $M_e$  – на 2...5 Н·м (0,83...1,84 %). Зменшення показників на такі величини практично не впливає на роботу дизеля і показники машино-тракторного агрегата (МТА). Зменшення показників на режимі  $n_{мін.ст.}$  відповідно становить 3,3 кВт (8,97 %) і 15 Н·м (5,08 %). Зміна показників на такі величини також суттєво не може вплинути на показники МТА так, як в умовах експлуатації дизель на цьому режимі працює лише при розгонах (дизеля, агрегата). В основному, трактор ЮМЗ-6 працює під навантаженням в діапазоні кількостей обертів колінчастого вала 1800...1500  $xv^{-1}$ .



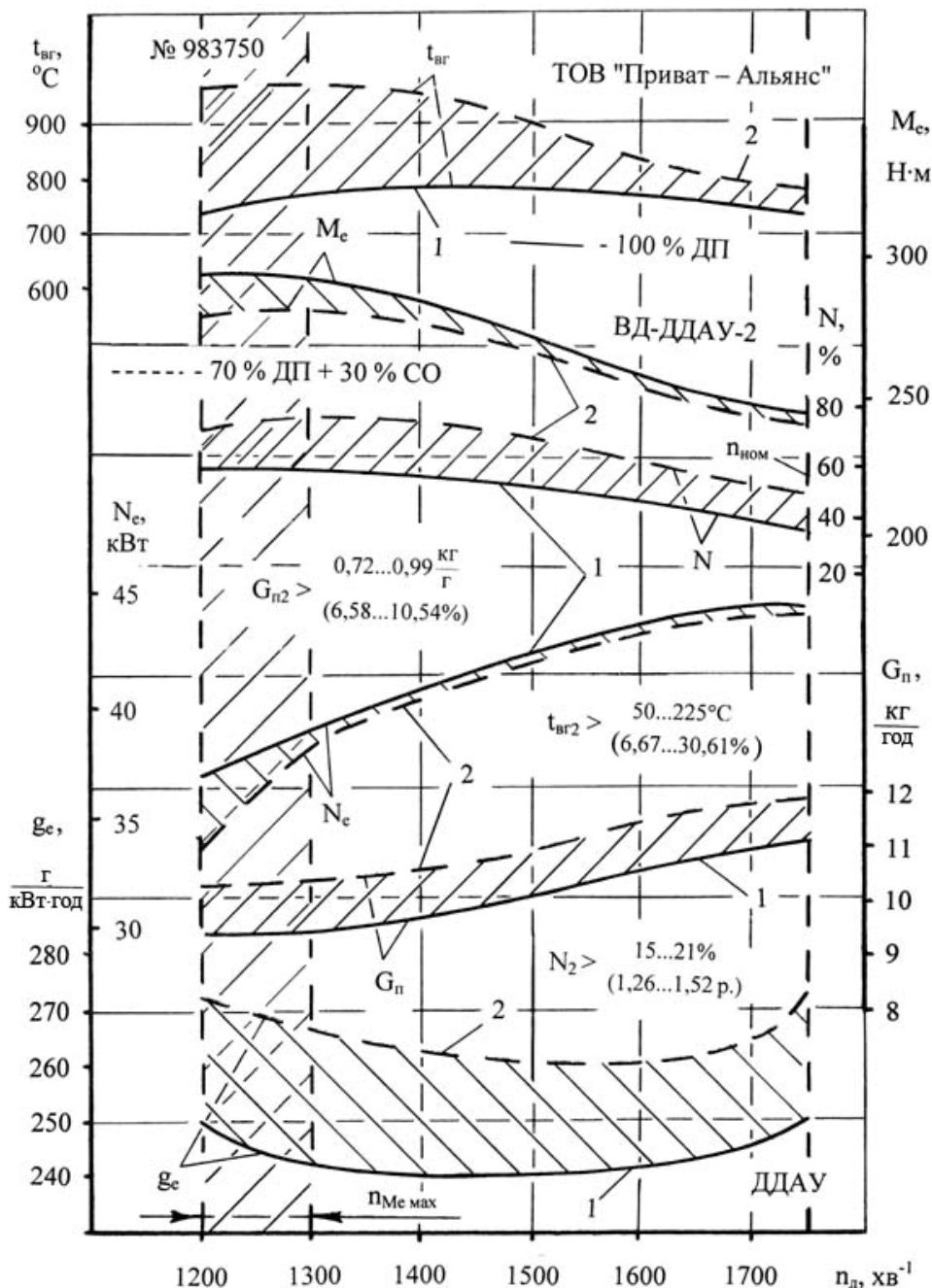


Рис. 4 – Суміщені зовнішні швидкісні характеристики дизеля Д-65Н при роботі на 100 % ДП і суміші палив у співвідношенні 30 % БП і 70 % ДП

**Висновки.** 1. При роботі дизеля без навантаження застосування суміші палив у співвідношенні 30 %СО і 70 %ДП при кількостях обертів колінчастого вала більших номінального значення збільшує температуру відпрацьованих газів до 8,82 % у порівнянні з роботою на 100 % ДП. При роботі від мінімальної кількості обертів холостого ходу до максимальної димність ВГ при роботі на суміші до 1,0 % (0,12 разів), а годинна витрата палива на 0,16...0,39 кг/год (7,46...21,31 %) більша. На режимі максимальної кількості обертів холостого ходу димність дизеля на дослідних паливах однакова;

2. При роботі дизеля на суміші з навантаженням в робочому діапазоні кількостей обертів колінчастого вала ефективна потужність і ефективний

крутний момент дизеля зменшуються на 0,67...1,93 %, годинна і питома ефективна витрата палива збільшуються на 6,58...10,54 %, а димність відпрацьованих газів збільшується на 15...21 % (1,26...1,52 разів).

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Деякі аспекти використання біологічного палива на основі метилового ефіру рослинного походження/ Кобець А.С., Бутенко В.Г., Дирда В.І., Кухаренко П.М., Улексін В.О., Мельниченко В.І., Яцук В.М.// Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 70. – С. 155-160.
2. Мельниченко В.І. Способи поліпшення екологічних, паливних та потужнісних показників трактора Т-150К в умовах рядової експлуатації // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць/ Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2005. – Вип. 60. – С. 183-186.
3. Визначення показників роботи дизеля при використанні біопалива/ Кобець А.С., Бутенко В.Г., Дирда В.І., Кухаренко П.М., Улексін В.О., Мельниченко В.І., Яцук В.М.// Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць/ Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 70. – С. 160-165.
4. ГОСТ 17.2.2.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения дымности отработавших газов тракторных и комбайновых дизелей. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 17 с.
5. Тракторы «Беларусь» ЮМЗ-6АЛ и ЮМЗ-6АМ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 45-3902050 ТО. – М.: Машиностроение, 1984. – 255 с.