

Капица М.И., Минчук В.П., Коренюк Р.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ПРИ ИСПЫТАНИИ ТЕПЛОВОЗНОЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ В РЕЖИМЕ «ВЫБЕГА»

Kapytsa M.Y., Mynchuk V.P., Koreniuk R.A.

DETERMINATION OF THE HEAT LOSS TEST DIESEL TURBO GEAR IN THE "COASTING"

При нагружении дизеля пусковым гидротрансформатором в режиме "выбега" к.п.д. последнего равен нулю и эффективная мощность дизеля полностью расходуется на нагревание масла гидропередачи, которое охлаждается во внешнем стационарном охлаждающем устройстве.

Количество тепла, эквивалентное мощности реализуемой насосным колесом определяется по формуле:

$$P_H = Q + \sum Q_{\Pi}, \quad (1)$$

где Q - количество тепла, отводимое стационарным охлаждающим устройством;

$\sum Q_{\Pi}$ - потери тепла в окружающую среду.

Зная расход теплоносителей и разность температур, по уравнению теплового баланса [1] определяется количество тепла отводимое водой

$$Q = G_g \cdot C_g \cdot (t_g^{6x} - t_g^{6bx}), \quad (2)$$

где G_g - расход воды через теплообменник;

C_g - теплоемкость воды;

t_g^{6x}, t_g^{6bx} - температура воды на входе и выходе теплообменника

Исходные данные и результаты расчета P_H приведены в табл.1

Таблица 1

Исходные данные и результаты расчета мощности насосного колеса ГТР1

Параметры	Условное обозначение	Позиция контроллера			
		1	3	5	7
1. Температура воды на входе в теплообменник	$t_g^{6x}, ^\circ C$	13,00	16,00	23,00	27,00
2. Температура воды на выходе из теплообменника	$t_g^{6bx}, ^\circ C$	13,98	18,85	29,10	39,80
3. Температурный напор	$\Delta t_g, ^\circ C$	0,98	2,85	6,10	12,80
4. Расход воды через теплообменник	$G_g, л / с$	13,64	13,64	13,64	13,64

5. Теплоемкость воды	$C_e, \text{кДж} / \text{кг}^\circ\text{C}$	4,18	4,18	4,18	4,18
6. Количество тепла, уносимое водой	$Q_e, \text{кДж} / \text{с}$	56	162	348	730
7. Потери тепла в окружающую среду	$\sum Q_{\text{п}}, \text{кДж} / \text{с}$	2	6	8	11
8. Мощность, реализуемая насосным колесом	$P_H, \text{к}$	58	168	356	741

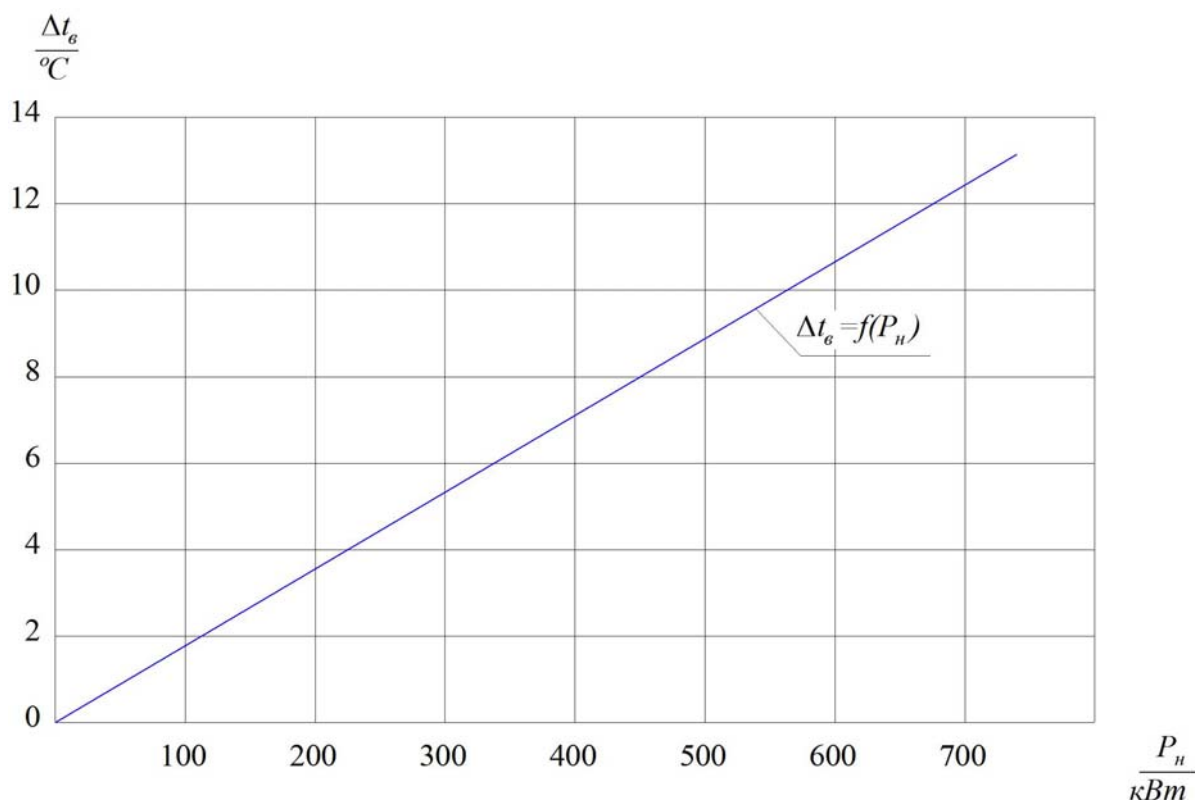


Рис. 1 Зависимость перепада температуры воды на входе и выходе охлаждающего устройства от мощности насосного колеса

В процессе проведения испытаний, при работе гидропередачи в режиме "выбега", механическая работа дизеля расходуется на нагревание масла в круге циркуляции ГТР1, которое охлаждается в стационарном охлаждающем устройстве. Но при этом часть тепловой энергии рассеивается в окружающую среду поверхностью гидропередачи и стационарного охлаждающего устройства. При определении мощности насосного колеса P_H для снижения систематических погрешностей возникла необходимость в определении величины тепловых потерь.

Искомую потерю тепла поверхностью, представленного на рис. 2 представим как [2]

$$Q_i = \bar{\alpha}_i F_i (t_{c_i} - t_{b_i}), \quad (3)$$

или

$$Q_i = \bar{\alpha}_i F_i \Delta t_i \quad (4)$$

Суммарные потери всей системы составят

$$\sum Q_{\Pi}^{сист} = Q_{\Pi}^{угп} + Q_{\Pi}^{труб} + Q_{\Pi}^{теплооб} \quad (5)$$

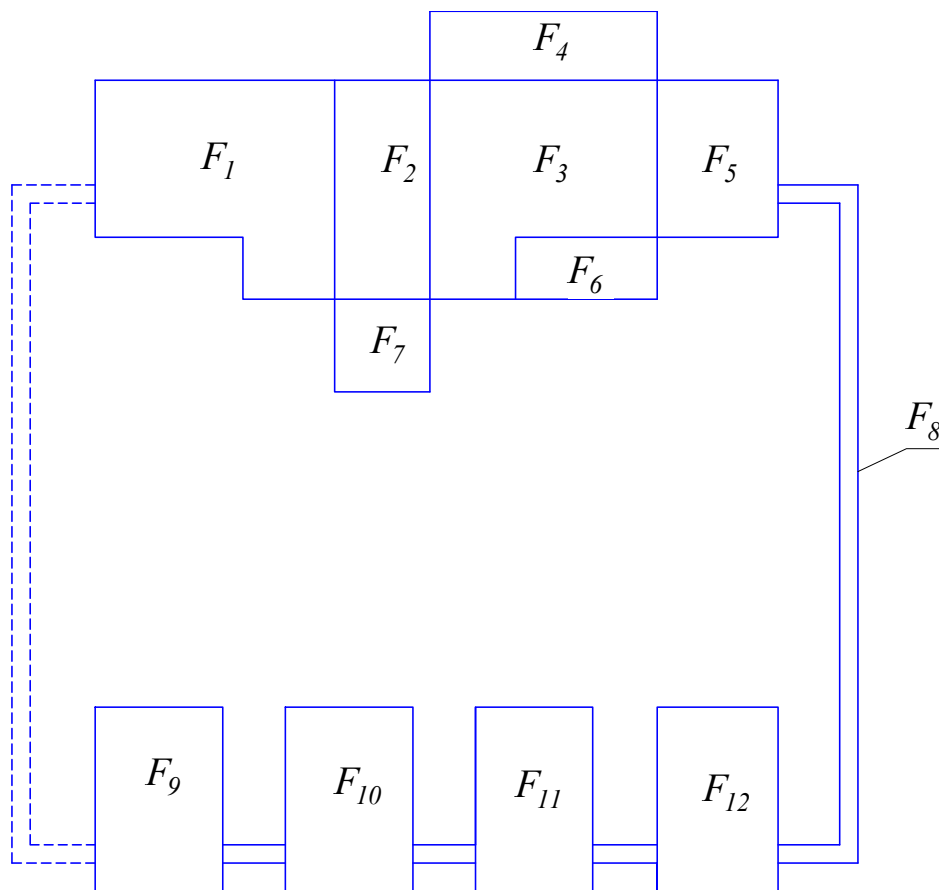


Рис. 2 Схема поверхности рассеивания тепла выделяемого маслом гидропередачи при работе ее в режиме "выбега"

Результаты расчета потерь тепловой энергии приведены в табл.2.

В связи с тем, что поэлементный расчет тепловых потерь поверхностью гидропередачи и теплообменников трудоемок, произведены расчеты по общей площади гидропередачи $\sum F_{угп}$ и теплообменников $\sum F_{теплооб}$, при средних температурах их поверхностей теплоотвода $t_{угп}$ и $t_{тепл}$.

Результаты расчета показали хорошую сходимость величин теплового потока, полученных поэлементным расчетом и по общим площадям. Потери тепла от трубопроводов, соединяющих гидропередачу и теплообменник незначительные, поэтому в дальнейших расчетах не учитывались.

Для быстрого определения тепловых потерь при решении практических задач выполнен расчет теплового потока при разных значениях температуры поверхности нагрева t_c и разных значениях температуры окружающего воздуха t_g табл. 3. После

обработки расчетных значения теплового потока $\sum Q_{II}^{сисм}$ и Δt на ЭВМ, установлена их функциональная зависимость, выражаемая следующей формулой:

$$\Delta t = -a + b \log \sum Q_{II}^{сисм} \quad (6)$$

Зная характер изменения $\sum Q_{II}^{сисм}$ от Δt , представляется возможным построить графические зависимости этих величин (рис. 4)

При анализе графиков рис. 3 установлено, что тепловые потери при температуре окружающего воздуха t_g выше $^{\circ}\text{C}$ незначительные и составляют 0,5% от мощности развиваемой гидропередачей, а при низких температурах окружающего воздуха t_g тепловые потери составляют 2% и более от мощности развиваемой гидропередачей на номинальном режиме.

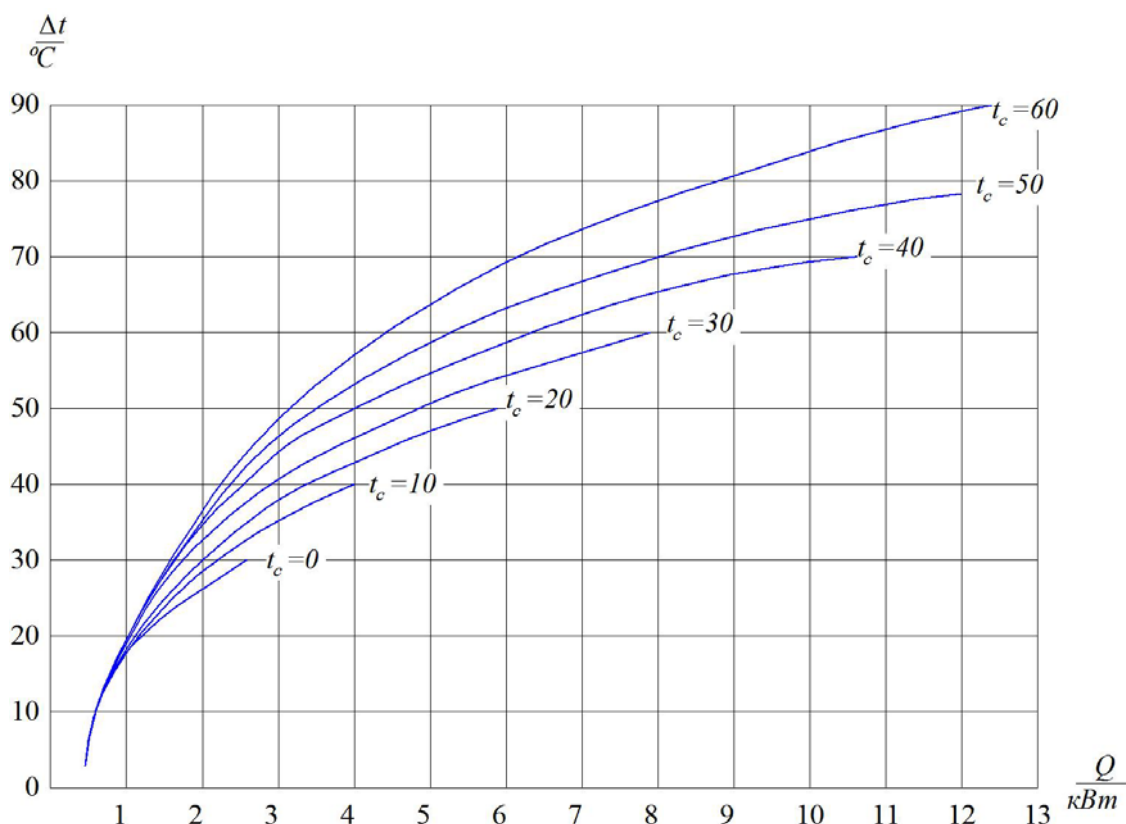


Рис. 3. Суммарные потери тепла Q системой гидропередача - внешнее охлаждающее устройство в зависимости от разности температур Δt

Таблица 2

Результаты расчета величины теплового потока Q_{II}
элементов системы, представленной на рис. 2

Обозначение	Величина теплового потока Q_{II} -го элемента в Вт на позиции
-------------	---

площади F_i -го элемента	контроллера			
	VII	V	III	I
F_1	650	420	280	260
F_2	720	510	400	370
F_3	650	420	280	260
F_4	530	410	310	140
F_5	270	220	170	80
F_6	280	230	170	80
F_7	170	140	120	50
$\sum F_{\text{УГП}}$	3270	2650	1730	1000
$\sum F_{\text{ТР.}} = F_8$	5	2	1	0
F_9	480	360	115	70
F_{10}	480	360	115	70
F_{11}	480	360	115	70
F_{12}	480	360	115	70
$\sum F_{\text{ТЕПЛ}}$	1920	1440	460	280
$\sum F_{\text{СИСТ}}$	5190	4092	2191	1280

Таблица 3

Значение перепада температуры Δt в зависимости от температуры поверхности нагрева t_c и окружающего воздуха $t_a, ^\circ\text{C}$.

Температура поверхности нагрева $t_c, ^\circ\text{C}$	Значение перепада температуры Δt при температуре окружающего воздуха $t_a, ^\circ\text{C}$							
	40	30	20	10	0	-10	-20	-30
60	20	30	40	50	60	70	80	90
50	10	20	30	40	50	60	70	80
40	-	10	20	30	40	50	60	70
30	-	-	10	20	30	40	50	60
20	-	-	-	10	20	30	40	50
10	-	-	-	-	10	20	30	40

0	-	-	-	-	-	10	20	30
---	---	---	---	---	---	----	----	----

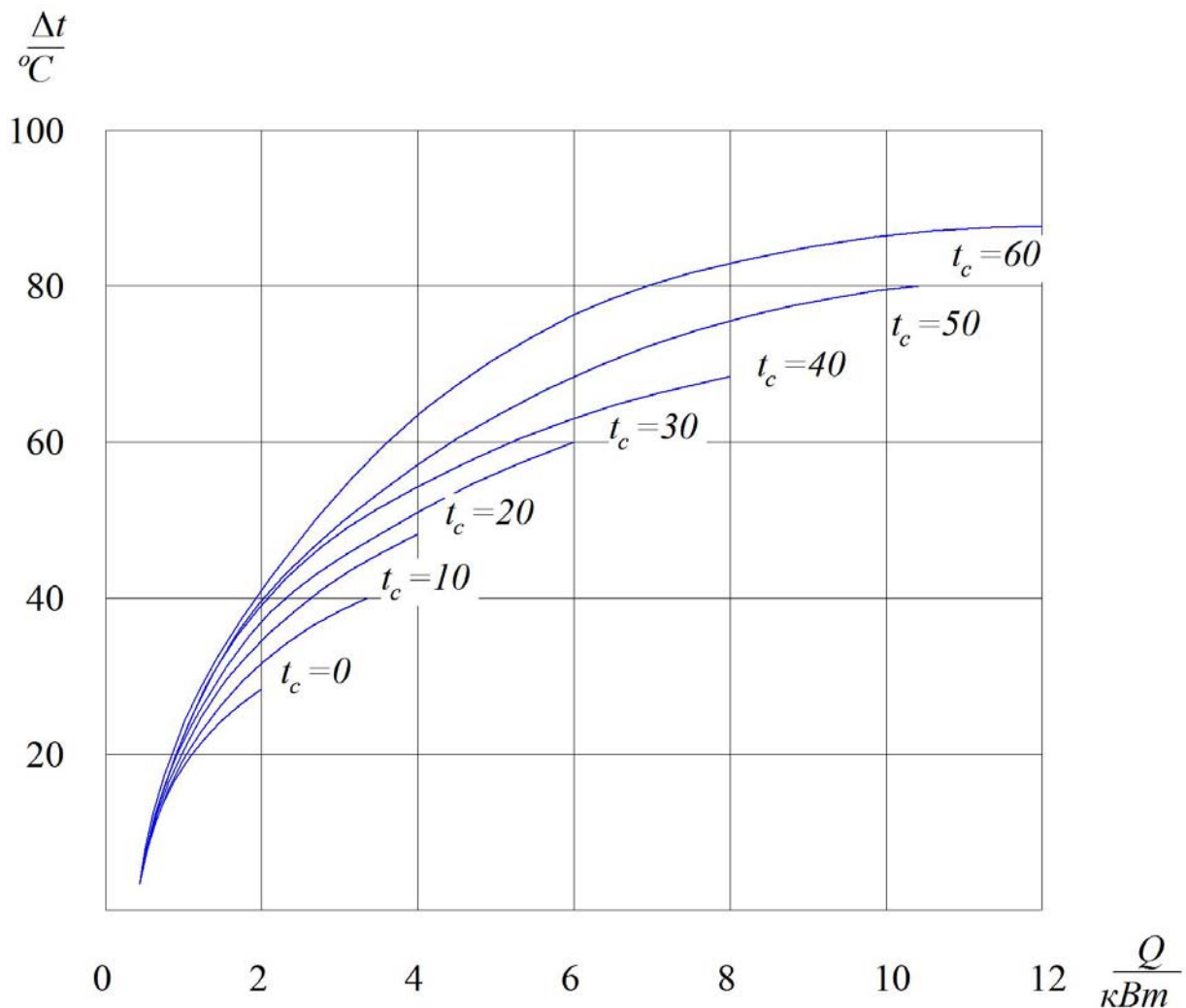


Рис. 4 Рассеивание тепла Q поверхностью гидропередачи в зависимости от Δt

Выводы

Полученные расчетно-экспериментальным путем зависимости потерь тепловой энергии гидропередачей в окружающую среду, от разности температур поверхности нагрева и окружающего воздуха, позволяют определять потери мощности, которые даже при низких температурах составляют около 2% от мощности гидропередачи.

Литература

1. Конструкция, расчет и проектирование локомотивов / Под ред. А.А. Камаева. – М.: Машиностроение, 1984. – 351 с.
2. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – Энергия, 1977. – 344 с.