

теля передбачено автоматичне зменшення шага винта при превращенні допустимого моменту на головному двигателі.

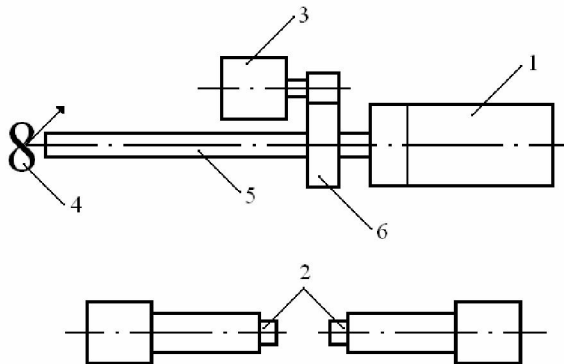


Рис. 6. Схема енергетичної установки з валогенератором

1 – головний двигачель; 2 – дизель-генератори; 3 – валогенератор; 4 – винт регульованого кроку (ВРШ); 5 – гребний вал; 6 – редуктор

Перегрузки головного двигачеля мають місце, коли буксирні суда виконують лоцманські та ледокольні функції в складних зимніх умовах на Керченському судородному каналі.

УДК 629.03

С.О. Альохін, канд. техн. наук, О.В. Грицюк, канд. техн. наук,  
О.М. Дороженко, інж., В.Г. Кондратенко, інж.

### ТЕРМОСТАБІЛІЗОВАНІ КЕРАМІЧНІ НАГРІВАЧІ ДЛЯ ПОЛПШЕННЯ ХОЛОДНОГО ПУСКУ МАЛОЛІТРАЖНИХ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ЕНЕРГОАГРЕГАТІВ

Для підвищення техніко-експлуатаційних параметрів дизелів, особливо в холодний час року, необхідно підтримувати їх у нагрітому стані з метою постійної готовності до пуску. Для вказаної мети найбільш ефективним може бути локальний підігрів окремих вузлів дизеля, так і масла в маслобачі чи на вході в маслонасос перед пуском.

Складність технічного вирішення проблеми електропідігріву зв'язана з тим, що: по-перше, бажано, щоб джерелом енергії для нагріваних елементів

Експлуатація СЗУ судів портового флоту характеризується більш важкими, ніж у звичайних транспортних судів, умовами та режимами роботи – великим числом змінних ходів, частими реверсами, зупинками та пусками. Для більшості транспортних судів середньорічне число реверсів, віднесені до однієї доби, становить 2-4 і рідко досягає 10. На лоцманських та буксирних судах на одні доби приходить по декількох сот пусків та реверсів головного двигачеля.

#### Заклучение

Виконано аналіз особливостей умов експлуатації енергетичних установок судів портового флоту.

#### Список литературы:

1. Ваншейдт В.А. Судовые двигатели внутреннего сгорания. -Л.: Судостроение. -1977.

був тільки акумулятор, енергетична ємність якого обмежена і, звичайно, недостатня для підігріву вузлів та масла; по-друге, розробити енергозберігаючі нагрівні елементи, які б споживали лише необхідний мінімум енергії, але дозволяли б чітко підтримувати потрібну температуру і могли б знаходитись в рідкому середовищі, в тому числі моторному маслі.

Одним із можливих шляхів вирішення проблем, пов'язаних із запуском дизельних двигунів в холодний період часу, є розробка саморегулюючих (тобто

таких, що автоматично підтримують певну температуру) керамічних нагрівних елементів. При цьому необхідно, щоб нагрівні елементи споживали незначну енергію акумулятора і забезпечували необхідний тепловий режим.

Такі нагрівні елементи були розроблені на основі сегнетоелектричної-напівпровідникової кераміки (позисторної кераміки) Інститутом загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України (ІЗНХ НАНУ), у співпраці з Казенним підприємством «Харківське конструкторське бюро з двигунобудування» (КП ХКБД) [1].

Характерною особливістю сегнетоелектриків-напівпровідників є різке збільшення електричного опору (на три-чотири порядки) у робочому інтервалі температур (-40÷160°C). За доли секунди такий елемент при прикладанні до нього електричної напруги нагрівається до своєї робочої температури. Кераміка збільшує опір на декілька порядків і елемент, так би мовити, "відключає" себе від живлення. Споживання енергії зменшується до мінімуму, необхідного для підтримання досягнутої температури. Елемент підтримує цю температуру не перегріваючись, що край необхідно у випадку нагрівання масла.

Використовуючи вказані вище напрацювання по створенню нагрівних елементів на основі напівпровідникової кераміки, КП ХКБД розробило і вже впровадило в виробництво малолітражних автотранспортних дизельних двигунів типу 2ДТ 3ДТ та 4ДТ, ряд пристроїв для полегшення пуску двигунів при низьких температурах (-5÷-20°C) навколишнього середовища [1, 2, 3, 4].

Цілком зрозуміло, що коли виникла потреба в поліпшенні пускових якостей, розробленого в КП ХКБД енергоагрегату ЕА-10М, було прийняте аналогічне рішення використати для підігріву масла в його маслобаці термостабілізованих керамічних нагрівачів.

Для проведення необхідних досліджень був ви-

готовлений по розробленій документації дослідний зразок підігрівача масла, який складається із восьми секцій (рисунок 1).

В кожну секцію входить корпус, виготовлений із електроізолюючого матеріалу, двох тарільчатих пружин, негативного і позитивного електродів та керамічного нагрівача (рисунок 2).



Рис. 1. Підігрівач масла в маслобаці енергоагрегата ЕА-10М з керамічними нагрівачами

Зібраний пристрій був вмонтований в маслобак енергоагрегату. Для контролю за температурою при прогріві масла бак був оснащений термопарами. Схема закріплення термопар приведена на рисунку 3.

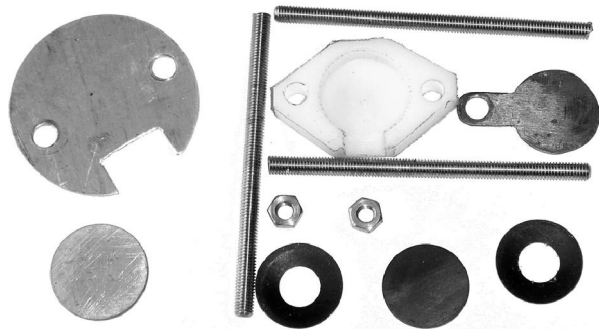


Рис. 2. Елементи секції підігрівача масла

Випробування підігрівача проводились в різних температурних умовах як окремо від енергоагрегату,

так і в складі енергоагрегату з використанням високов'язкого моторного масла «Галол» М4042ГД (М16).

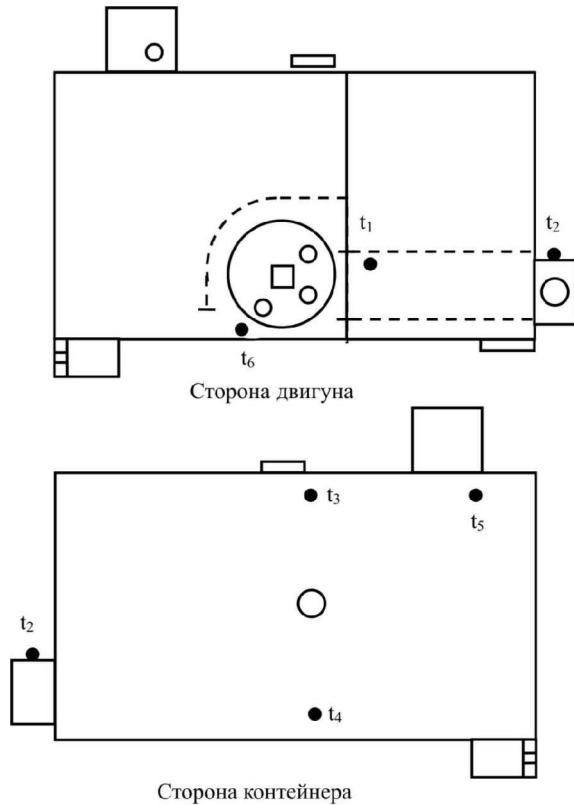


Рис. 3. Схема закріплення термонпар

Результати випробувань показані в таблицях 1, 2 і 3 та на графіках (рисунки 4, 5).

Маслобак енергоагрегата виконаний таким чином, що підігрівач розміщено в районі фільтра забірника та відгороджено екраном від основної ємкості бака. Це дозволяє швидше прогріти масло в локальному районі фільтрозабірника ( $t_2$ ). У порожнині розміщення підігрівача ( $t_6$ ) масло нагрівається від температури мінус  $20^{\circ}\text{C}$  до  $60^{\circ}\text{C}$  за 6...7 хв. (рисунок 4). В подальшому, завдяки саморегулюванню, струм споживаний керамічними нагрівачами, і як слідство, їх потужність, значно зменшуються. Це запобігає від місцевого перегріву масла в районі підігрівача і приводить до поступового нагріву масла в районі забірника фільтра. Так через 30 с з початкового розрахункового току 160 А він падає до 30...40 А, а в продовж основного часу нагрівання масла (30 хв.) його значення знижується до 8...12 А. Середня споживана потужність нагрівача знаходиться в межах 300 Вт. Із аналізу температур у маслобачі при проведенні випробувань в морозильній камері по точкам заміру найбільш інтенсивно масло прогривається в районі забірника фільтра на виході з бака (рисунок 5).

Таблиця 1. Температура і значення потужності електроструму при підігріві масла в маслобачі енергоагрегата ЕА-10М в морозильній камері

$\tau$ , с	0	10	20	30	40	50	60	90
I, А		40	25	20	17,5	15,8	14,4	12,6

$\tau$ , хв.	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30
I, А	-	11,6	9,6	9,4	9,4	9,3	9,2	9	8,9	8,6	8,4	8,0	7,8
$t_6$ , $^{\circ}\text{C}$	-23	-21	-19,5	-15	-10	-7	-5	-3,5	-1,5	0	1	2	3
$t_1$ , $^{\circ}\text{C}$	-20	-20	-16	-13	-8	-3	0	+3	6,5	11	14	22	26
$t_2$ , $^{\circ}\text{C}$	-21	-20	-20	-20	-13	-2	2	22	31	35	40	49	52
$t_3$ , $^{\circ}\text{C}$	-18	-18	-16	-14	-11	-10	-8	-5	-3	0	2	4	8
$t_4$ , $^{\circ}\text{C}$	-18	-18	-16	-12	-8	-5	-3	-1	0	1	2	3	5
$t_5$ , $^{\circ}\text{C}$	-18	-18	-16	-15	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-3	1

Таблиця 2. Температура і значення потужності електроструму при підігріві масла в маслобаці енергоагрегата ЕА-10М і прокачці м/насосом на стенді після охолодження в морозильній камері до мінус 20°С

τ, с	0	10	20	30	40	50	60	90
I, А		28	20,6	17,6	15,6	14,2	13,6	11,8

τ, с	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30
I, А	-	10,8	9,2	9,2	9	9	8,8	8,4	8,2	8,0	7,6	7,5	7,2
t <sub>6</sub> , °С	-20	-16	20	55	62	66	68	69	70,5	73	75	76	77,5
t <sub>2</sub> , °С	-13	-12	-10	-6,5	5	14	20,5	29	36,5	43	49	55	59
t <sub>3</sub> , °С	-10	-10	-6	-3,5	-1	0	0,5	1	2	4	8	11	15
t <sub>4</sub> , °С	-12	-11	-6	-3,5	-1	0	1	1,5	3	4,5	7	8	11

В інших точках нагрів менш інтенсивний і мінімальний в самій віддаленій точці маслобаку (t<sub>5</sub>). Це пояснюється тим, що порожнина установки фільтра і підігрівача відгороджена екраном від основного баку, а також малою теплопровідністю масла. Але незважаючи на це в морозильній камері масло в баці прогрілось з мінус 20°С до позитивної температури (таблиця 1).

При проведенні безмоторного експерименту бак з маслом охолоджувався в морозильній камері до температури мінус 20°С. Далі підігрівач підключався до електроструму і через 30 хв. виконувалася прокачка масла насосом. При цьому відмічалось підвищення температури трубопроводів по всій трасі, а повертаєме в бак масло після прокачки мало температуру до

плюс 10°С. Випробування підігрівача масла в енергоагрегаті проводилось при температурі навколишнього середовища мінус 1°С.

Підігрів масла виконувався на протязі 14 хв. При цьому масло на виході з баку прогрілось до 56°С (t<sub>2</sub>), а на вході в масло насос – до 10°С.

При прокатці масла через двигун тиск в масляній системі досяг 0,5 кгс/см<sup>2</sup> через 6 с, після чого двигун миттєво запусився. Таким чином, проведені випробування показали ефективність запропонованого підігрівача з керамічними нагрівачами. Застосування такого підігрівача дозволило застосувати для дизеля енергоагрегату ЕА-10М масло в'язкістю 16 сСт при температурі навколишнього середовища до мінус 20°С.

Таблиця 3. Температура і значення потужності електроструму при прогріві масла в маслобаці енергоагрегата ЕА-10М при пускових випробуваннях в автономному режимі

τ, с	0	10	20	30	40	50	60	90
I, А	-	27,6	21,6	18	16,4	15,4	14,6	13,6

τ, хв.	0	2	4	6	8	10	12	14
I, А	-	12,6	11,4	11	10,4	10,0	9,6	9,4
t <sub>2</sub> , °С	-1	-1	5	16	32	41	50	56
t <sub>3</sub> , °С	-1	-1	0	1	2	4	6,5	9
t <sub>4</sub> , °С	-1	-1	1	2	3	4	7	9

При прокрутці t<sub>2</sub> = 63 °С

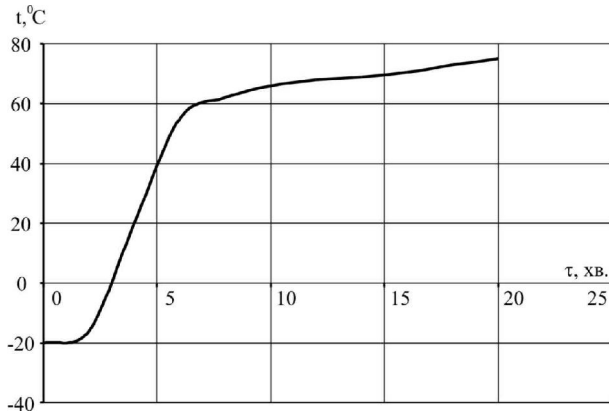


Рис. 4. Температура масла в відсіку підігрівача масла в маслобаці енергоагрегата ЕА-10М

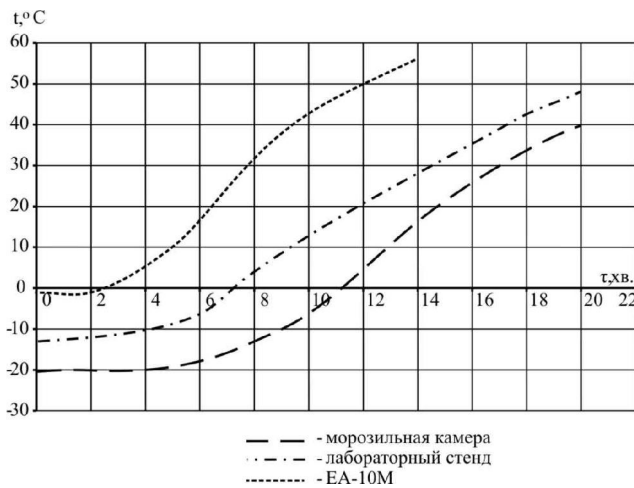


Рис. 5. Температура масла на виході із маслобаку при використанні нагрівачів ( $t_2$ )

**Список літератури:**

1. Патент 79244 України на винахід, МКІ F01M 5/00. Пристрій для прискореного пуску двигуна внутрішнього згорання / Грицюк О.В., Мотора О.А., Щербаков Г.О., Білоус А.Г., Ступін Ю.Д., - № 2004042685, Заявл. 09.04.2004; Опубл. 11.06.2007, Бюл. № 8. - 4 с.
2. Бородин Ю.С., Грицюк А.В., Дороженко А.Н., Демиденко Д.В., Кондратенко В.Г. Устройство локального предпускового подогрева коренных подшипников коленчатого вала дизеля на основе позисторной керамики. //Двигатели внутреннего сгорания.- 2003. - № 1-2. -с. 15-19.
3. Грицюк О.В., Демиденко Д.В., Білоус О.Г., Ступін Ю.Д. Досвід застосування позисторної кераміки в пристроях локального передпускового підігріву вузлів і систем автотракторного дизеля. //Авіаційно-космічна техніка і технологія. - 2006. - № 7(33). с.109-113.
4. Грицюк А.В., Кондратенко В.Г., Щербаков Г.А. Совершенствование конструкции топливной системы автотракторного дизеля для улучшения её работы в условиях зимней эксплуатации. //Двигатели внутреннего сгорания.- 2006. -№ 1. -с. 109-114.