



Михайловський В.Я.

**Михайловський В.Я., Максимук М.В.**

Інститут термоелектрики НАН і МОН України,  
вул. Науки, 1, Чернівці, 58029, Україна



Максимук М.В.

## **РАЦІОНАЛЬНІ ПОТУЖНОСТІ ТЕРМОГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ ПЕРЕДПУСКОВИХ НАГРІВАЧІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

*Наведено основні технічні характеристики передпускових нагрівачів для різних видів транспортних засобів. Визначено електричні параметри термогенераторів, необхідні для автономної роботи таких нагрівачів та можливості живлення іншого автомобільного обладнання, в тому числі і підзарядки акумуляторної батареї.*

**Ключові слова:** передпусковий нагрівач, термоелектричний генератор.

*The main technical characteristics of starting pre-heaters for different kinds of vehicles are given. The electric parameters of thermal generators necessary for the autonomous operation of such pre-heaters and the opportunities of power supply to other automobile equipment, including battery recharge, are defined.*

**Key words:** starting pre-heater, thermoelectric generator.

### **Вступ**

На сьогодні проблема запуску двигунів транспортних засобів в умовах понижених температур навколишнього середовища вирішується використанням передпускових нагрівачів, які серійно виробляються низкою фірм: Eberspacher, Webasto, Truma (Німеччина), Ateso (Чехія), Теплостар (Росія), Mikuni (Японія). Такі нагрівачі працюють на різних видах палива і використовуються в легкових, вантажних автомобілях, автобусах, яхтах і катерах [1 – 6].

Залежно від призначення нагрівачі поділяють на повітряні (для обігріву кабін і салонів транспортних засобів) та рідинні, які, крім обігріву, забезпечують попередній прогрів двигуна (ДВЗ). Більш ефективними є рідинні нагрівачі, оскільки передпусковий прогрів ДВЗ забезпечує його надійний запуск і суттєве зменшення витрати палива в перші кілометри пробігу автомобіля. Важливим є і зменшення шкідливих викидів у навколишнє середовище при запуску двигуна автомобіля. На даний час стандарти Євросоюзу, окрім сумарної норми викидів для прогрітого двигуна, уже регламентують величину викидів під час його запуску. Встановлено, що використання передпускового підігріву дає можливість збільшити моторесурс двигуна на 50 – 60 тис. км за рік та зменшити викиди токсичних речовин в 5 разів, економлячи при цьому 90 – 150 л палива за один зимовий сезон. Крім того, комфортні умови, які забезпечуються передпусковим підігрівом автомобіля, повністю виключають можливість виникнення аварій через вплив холоду на водія [7].

Проте, незважаючи на широкі можливості, передпускові нагрівачі все ще не знайшли

масового використання, зокрема, на легкових автомобілях і мікроавтобусах. Наприклад, навіть в країнах Скандинавського півострова автономні передпускові нагрівачі встановлені лише на одному із тисячі автомобілів. Однією з основних причин цього є необхідність у електричній енергії для живлення компонентів обігрівача: паливного насоса, вентилятора для подачі повітря у камеру згоряння, циркуляційного насоса для прокачування рідкого теплоносія. Попередні дослідження показали, що при роботі рідинного обігрівача тепловою потужністю 4 кВт і споживаної електричною потужністю 60 Вт акумулятор ємністю 60 А·год за 4.5 години втрачає 50% ємності. Це призводить до розрядки акумулятора і створює суттєві труднощі при запуску двигуна [8].

Означену проблему можна вирішити використанням термоелектричного генератора, який працює від тепла нагрівача і забезпечує живлення його компонентів. Крім того, надлишок електричної енергії термогенератора може бути використаний для підзарядки акумуляторної батареї та живлення іншого автомобільного обладнання (штатного вентилятора опалення, сигнальних систем і т.п.) [8–10]. У цих умовах актуальною задачею є створення універсальних термоелектричних перетворювачів, які б не тільки забезпечували автономну роботу кожного типу нагрівача, а й знайшли широке практичне використання як додаткове джерело електроенергії в різних видах транспортних засобів.

Тому мета пропонованої роботи полягає у визначенні електричних характеристик термоелектричних генераторів (ТЕГ) для передпускового підігріву двигуна транспортних засобів в умовах понижених температур навколишнього середовища.

### ТЕГ для рідинних передпускових нагрівачів

У табл. 1 наведено технічні характеристики рідинних передпускових нагрівачів, які використовуються для попереднього прогріву двигуна транспортних засобів.

*Таблиця 1*

Технічні характеристики рідинних передпускових нагрівачів для транспортних засобів

Виробник	Модель	Паливо	Максимальна теплова потужність, кВт	Споживана електрична потужність, Вт	Тип транспортного засобу
Webasto [1]	Thermo Top Evo 4	дизель	4	35	З об'ємом двигуна до 2.5 л. (автомобілі компакт та середнього класу)
		бензин			
	Thermo Top E	дизель	4	36	
		бензин			
Eberspacher [2]	Hydronic 4W S FL	дизель	4.3	35	
		бензин			
	Hydronic 4W SC	дизель	4.3	48	
		бензин			
Webasto [1]	Thermo Top Evo 5	дизель	5	47	З об'ємом двигуна 2.5 – 4 л. (автомобілі середнього і представницького класу, позашляховики, мікроавтобуси)
		бензин			
	Thermo Top C/P/Z	дизель	5.2	40	
		бензин			
	Thermo Pro 50	дизель	5.2	46	
		бензин			

продовження таблиці 1

Eberspa-cher [2]	Hydronic 5W S	дизель	5	53		
		бензин				
	Hydronic 5W SC	дизель	5	50		
		бензин				
Теплос-тар [5]	Бінар 5	дизель	5.5	70		
		бензин				
	Бінар 5-СВ	дизель	5	45		
		бензин				
Webasto [1]	Thermo Pro 90	дизель	9,1	90		3 об'ємом двигуна 4 – 10 л. (автобуси, вантажний транспорт, кемпери, спецтехніка)
		бензин				
	Thermo Pro 90 ST	дизель				
		бензин				
Eberspa-cher [2]	Hydronic D 8 W	бiodизель	8	80	3 об'ємом двигуна 4 – 10 л. (автобуси, вантажний транспорт, кемпери, спецтехніка)	
	Hydronic D 10 W	дизель	9.5	86		
			12	120		
Теплостар [5]	14ТС-10-12	дизель	12	100		
	14ТС-10		15	132		
	15ТСГ	природ-ний газ	12	128		
Webasto [1]	DBW 160	дизель	16	204		3 об'ємом двигуна більше 10 л. (вантажний транспорт з вантажопідйомністю більше 10 т, поїзда, локомотиви)
	DBW 230		23	214		
	DBW 300		30	204		
	DBW 350		35	195		
	NGW 300	природ-ний газ	30	214		
	LGW 300	пропан-бутан		204		
	Thermo 230	дизель	23	169		
	Thermo 300		30	214		
	Thermo 350		35	244		
Eberspa-cher [2]	Hydronic L 16	дизель	16	164		
	Hydronic L 24		24	184		
	Hydronic L 30		30	209		
	Hydronic L 35		35	224		
Теплостар [5]	20 ТС	дизель	20	200		
	20 ТС-Д38		20	210		

З наведених у табл. 1 даних випливає, що для забезпечення автономної роботи передпускових нагрівачів тепловою потужністю 4 кВт для транспортних засобів з об'ємом двигуна до 2.5 л необхідно в середньому 40 Вт електричної енергії (живлення вентилятора повітря, паливного і циркуляційного насосів, електроніки відповідно 13.0; 12 – 14; 16; 0.5 – 1.0 Вт); ~50 Вт електрики для нагрівачів транспортних засобів з об'ємом двигуна 2.5 – 4 л. Для рідинних передпускових нагрівачів, що використовуються в транспортних засобах з об'ємом двигуна 4–10 і більше 10 літрів, електрична потужність термогенератора повинна становили близько 100 Вт і 200 Вт відповідно.

Крім живлення, компонент передпускового нагрівача термоелектричний генератор може використовуватись і як додаткове джерело електричної енергії для самого транспортного засобу, у першу чергу для живлення штатного вентилятора системи опалення. Наприклад, для обігріву салону легкових і вантажних автомобілів, джипів та мікроавтобусів необхідне підключення штатного вентилятора системи опалення потужністю 15 – 30 Вт. Якщо передбачити частину електричної енергії (15 – 20 Вт) на підзарядку акумулятора, то загальна вихідна електрична потужність термогенератора для транспортних засобів з об'ємом двигуна до 4 л має становити 70 – 90 Вт і відповідно 130 – 150 Вт, 230 – 250 Вт для транспортних засобів з об'ємом двигуна 4 – 10 л і більше 10 л.

### ТЕГ для повітряних передпускових нагрівачів

У деяких випадках застосування рідинних передпускових нагрівачів неможливе (автомобілі з повітряним охолодженням двигуна) або недоцільним (наприклад для обігріву салонів автобусів, кают яхт, кабін вантажних автомобілів під час стоянок, автокемпінгів). Для таких випадків створено автономні повітряні обігрівачі салонів, технічні характеристики яких наведено в табл. 2.

*Таблиця 2*

Технічні характеристики повітряних передпускових нагрівачів для транспортних засобів

Виробник	Модель	Паливо	Максимальна теплова потужність, кВт	Споживана електрична потужність, Вт	Тип транспортного засобу
Webasto [1]	Air Top 2000 ST	дизель	2	29	3 об'ємом салону (кабіни) до 5 м <sup>3</sup> (мікроавтобуси, спецтехніка, легковий і вантажний транспорт, трейлери, невеликі катери).
		бензин			
Eberspacher [2]	AIRTRONIC	дизель	2.2	34	
			3	24	
Теплостар [5]	ПЛАНАР-4ДМ	дизель	3	42	
Truma [4]	Trumatic E2400	пропан-бутан	2.4	20	
	Trumatic E4400	пропан-бутан	3.7	30	
Ateso [6]	Breeze III	дизель	2	35	
		біодизель			
Webasto [1]	Air Top Evo 3900	дизель	3.9	40	
		бензин			
	Air Top Evo 40	дизель	4	40	
		бензин			
Eberspacher [2]	AIRTRONIC M	дизель	3.8	40	
		бензин	4	40	
Теплостар [5]	ПЛАНАР-44Д	дизель	4	62	
Прамотронік [11]	Прамотронік-4Д	дизель	4	40	
Ateso [6]	Wind III	дизель	3.8	40	

продовження таблиці 2

Webasto [1]	Air Top Evo 5500	дизель	5.5	95	З об'ємом салону (кабіни) більше 8 м <sup>3</sup> (контейнери, вантажні відсіки, причепи, автобуси, кораблі, спецтехніка).
	Air Top Evo 55	бензин			
	HL9	дизель	9	110	
Eberspacher [2]	AIRTRONIC L	дизель	5.5	80	
		бензин			
	AIRTRONIC D8LC	дизель	8	115	
Теплостар [5]	ПЛАНАР-8ДМ	дизель	7.5	90	
Ateso [6]	X-7	дизель	8.2	100	

Як видно з наведених в табл. 2 даних, для транспортних засобів з об'ємом салону (кабіни) до 5 м<sup>3</sup> здебільшого використовують повітряні обігрівачі тепловою потужністю 2–3 кВт. При цьому для їхньої автономної роботи необхідно в середньому 35 Вт електрики. Повітряні обігрівачі, що використовуються в транспортних засобах з об'ємом салону (кабіни) 5–8 м<sup>3</sup> і більше 8 м<sup>3</sup> споживають відповідно ~ 40 Вт і 100 Вт електричної енергії. Якщо передбачити ще 20–30 Вт на підзарядку акумуляторної батареї та інші потреби (наприклад, живлення бортової панелі керування, сигнальних систем), загальна вихідна електрична потужність термогенератора для повітряних передпускових опалювачів складатиме близько 50–70 Вт для об'ємів до 8 м<sup>3</sup> і 130–150 Вт для транспортних засобів з об'ємом салонів (кабін) більше 8 м<sup>3</sup>. Варто зазначити, що у випадку повітряних передпускових нагрівачів немає потреби в живленні штатного вентилятора опалення автомобіля, оскільки гаряче повітря подається в салон «власним» вентилятором нагрівача.

### ТЕГ для передпускового підігріву автомобілів «швидкої допомоги»

Серед класу транспортних засобів спеціального призначення особливу увагу заслуговують автомобілі «швидкої медичної допомоги». Це пов'язано з тим, що передпусковим підігрівом в першу чергу забезпечується необхідний для транспортування пацієнта температурний режим в салоні автомобіля.

Згідно з міжнародним EN1789 та державним ДСТУ 7032: 2009 автомобілі «швидкої медичної допомоги» поділяються на три основні класи [12, 13].

Клас «А» – призначені виключно для транспортування пацієнтів, які не потребують екстреної допомоги під час перевезення. Тому а таких автомобілях набір медичного обладнання мінімальний: ліки, перев'язочні матеріали, кисневий інгалятор і бронхіальний аспіратор.

Клас «В» – призначені для транспортування пацієнтів на невеликій відстані з одночасним наданням їм екстреної медичної допомоги. Автомобілі даного класу комплектуються необхідним обладнанням для проведення інтенсивної терапії та реанімації: киснево-дихальна апаратура, дифібрилятор, обов'язкова наявність кардіографа.

Клас «С» – реанімобілі – призначені для надання допомоги пацієнтам у край важкому стані: проведення інтенсивної терапії та реанімації силами лікарської бригади. Медичне обладнання аналогічне обладнанню в автомобілях «швидкої» допомоги класу «В».

У табл. 3 наведено електричні потужності деяких моделей медичного устаткування, якими комплектуються автомобілі «швидкої медичної допомоги» класу «В», «С» згідно з вимогами ДСТУ 7032: 2009.

Таким чином, споживана електрична потужність обов'язкового мінімуму медичного обладнання, яким комплектуються автомобілі «швидкої медичної допомоги» становить 45 – 55 Вт.

Крім того, вказані стандарти встановлюють вимоги до температурного режиму в салоні і енергетичного забезпечення медичного обладнання для всіх класів автомобілів «швидкої допомоги» [3, 4]:

Температурний режим:

- Температура в салоні має бути не менше 20°C. Час досягнення температури в салоні не повинен перевищувати 30 хвилин за температури навколишнього середовища -25°C і 60 хв. за -40°C.

- Медичні салони автомобілів класів «В» і «С» мають бути обладнані системою кондиціонування повітря, яка має забезпечувати зниження температури повітря на 10°C, за час не більший 30 хвилин за температури навколишнього середовища 40 °C.

- Термостатичне регулювання опалювальної системи має забезпечувати коливання температури не більше  $\pm 5^\circ\text{C}$ .

Енергозабезпечення:

- автомобілі класу «В» і «С» повинні оснащуватися стартерною батареєю (12В, 80А·год) і додатковою батареєю (12В, 63 А·год) для живлення медичних приладів;

- обов'язкова наявність системи, що дозволяє здійснювати електроживлення від зовнішньої мережі 220 В для медичного устаткування відповідної напруги і підзарядки акумуляторів під час стоянки;

- класи «В» і «С» мають комплектуватися перетворювачем напруги 12/220 В для живлення медичного обладнання напругою 220 В та потужністю від 250 до 500 Вт;

- електрична система автомобіля має бути пристосована для збереження запасу електроенергії, необхідної для поновлення роботи двигуна.

Таблиця 3

Електрична потужність медичного обладнання автомобілів «швидкої допомоги» класів «В», «С»

Медичне обладнання	Модель	Електрична потужність, Вт
Дифібрилятор	PRIMEDIC DEFI-B [14]	20
	PRIMEDIC XD [14]	18
	MASTER IC-9000A [15]	24
	ДКИ-Н-04 [16]	22
	Cardio-Aid 200 [17]	21
Кардіограф	Heart Screen 80 GL [18]	18
	ECG-101 G [19]	22
	Cardipia 800 [20]	15
	Юкард 100 [21]	15
	ЕК 12Т-01 «Р-Д» [22]	10
	Heaco 300 G [23]	27
Апарат штучної вентиляції легень	А-ИВЛ/ВВЛ-ТМТ [24]	12
	ДАР-200 [24]	10
	Sirio S2T [25]	5
	Фаза-5-01 [26]	9.5

В цілому загальна споживана електрична потужність обладнання, що використовується для автомобіля «швидкої допомоги», з урахуванням освітлення (20 – 30 Вт), вентиляції (3 – 5 Вт) та автомобільного обігрівача (30 – 40 Вт), становить 140 – 150 Вт.

За інтенсивної роботи «швидкої допомоги» упродовж 4 – 5 годин ємність стартерної та додаткової батарей зменшується приблизно на 40 – 50%. Це призводить не тільки до труднощів під час запуску двигуна, а й до порушення ефективної роботи автомобілів «швидкої допомоги» в цілому.

Тому використання термоелектричного генератора для автономного передпускового підігріву автомобілів «швидкої допомоги» та додаткового живлення медичного обладнання є особливо перспективним й актуальним. Крім того, застосування таких джерел тепла і електрики забезпечить опалення салону автомобіля і підзарядку акумуляторів, навіть при непрацюючому двигуні або на стоянці, що необхідно для виконання функцій автомобілів «швидкої допомоги» та підвищення їх надійності.

## **Висновки**

1. Показано, що загальна електрична потужність термогенератора для передпускових нагрівачів транспортних засобів з об'ємом двигуна до 4 л має становити 70 – 90 Вт, для транспортних засобів з об'ємом двигуна 4 – 10 л і більше 10 л – 130 – 150 Вт, 230 – 250 Вт, відповідно. Такі електричні потужності термогенератора забезпечать не тільки автономну роботу передпускових нагрівачів, але й дають можливість здійснювати живлення штатного вентилятора опалення транспортних засобів та підзарядку акумуляторної батареї.
2. Встановлено, що загальна вихідна електрична потужність термогенератора для повітряних передпускових опалювачів, що використовуються в транспортних засобах з об'ємом салону (кабіни) до 8 м<sup>3</sup>, має бути у межах 50 – 70 Вт і 130 – 150 Вт для транспортних засобів з об'ємом більше 8 м<sup>3</sup>. Крім автономної роботи компонент повітряних обігрівачів, надлишок електричної енергії термогенератора дає можливість здійснювати підзарядку акумулятора та живлення іншого автомобільного обладнання (бортової панелі керування, сигнальних систем).
3. Для автомобілів «швидкої медичної допомоги» застосування передпускового обігрівача дає можливість створити необхідний температурний режим у салоні. Використання термоелектричного генератора потужністю 60 – 90 Вт забезпечить автономну роботу таких обігрівачів та додаткове живлення необхідного мінімуму медичного обладнання, яким комплектуються автомобілі (кардіограф, дефібрилятор, апарат штучної вентиляції легень). Крім того, застосування таких комбінованих джерел тепла і електрики забезпечить опалення салону автомобіля та зробить можливим здійснювати підзарядку додаткової та стартерної батарей при непрацюючому двигуні або на стоянці.

## **Література**

1. <http://www.webasto.com/ua/>
2. <http://www.eberspaecher.ua>
3. <http://www.mikuni.co.jp/e/>
4. <http://www.trumatic.ru>
5. [www.teplostar.com.ua/](http://www.teplostar.com.ua/)
6. [www.brano.eu/](http://www.brano.eu/)

7. Найман В.С. Все о предпусковых обогревателях и отопителях. – В.С. Найман // Москва: АСТ, 2007. – 213 с.
8. Михайловський В.Я. Режими роботи автомобілів при понижених температурах. Необхідність використання нагрівачів та раціональність застосування термогенераторів для їх роботи / В.Я. Михайловський, М.В. Максимук // Термоелектрика.-2014.- №3.-С.
9. Патент (UA) № 72304. МПК: F01N 5/00; H01L35/00. Автомобільний обігрівач з термоелектричним джерелом живлення / Анатичук Л.І., Михайловський В.Я. – Опубл. 10.08.2012, бюл. № 15, Заявка u2012 02055 від 23.02.2012.
10. Патент (UA) на винахід № 102303 МПК F01N 5/00 H01L 35/00. Термоелектричне джерело живлення для автомобіля / Анатичук Л.І., Михайловський В.Я. – Опубл. 25.06.2013, бюл. № 12, Заявка u2011 13957 від 28.11.2011.
11. [www.pramotronic.ru](http://www.pramotronic.ru)
12. CEN/TC 239 N 354 «Medical vehicles and their equipment - Road ambulances»
13. ДСТУ 7032:2009 «Автомобілі швидкої медичної допомоги та їхнє устаткування. Технічні вимоги та метод».
14. [www.primedic.com/](http://www.primedic.com/)
15. [http://www.smsstayer.ru/products/?ELEMENT\\_ID=445](http://www.smsstayer.ru/products/?ELEMENT_ID=445)
16. [www.axion-med.ru/](http://www.axion-med.ru/)
17. <http://cardiomc.com.ua>
18. [www.innomed.hu/](http://www.innomed.hu/)
19. [www.biomed.ua/](http://www.biomed.ua/)
20. [www.trismed.com/](http://www.trismed.com/)
21. [www.medion.com.ua/](http://www.medion.com.ua/)
22. [www.medrk.ru/](http://www.medrk.ru/)
23. [www.heaco.ua/](http://www.heaco.ua/)
24. [www.medplant.ru/](http://www.medplant.ru/)
25. <http://www.siare.it/it/index.php>
26. <http://www.meds000.ru>

Надійшла до редакції 2.09.2015