

УДК 629.03

*С.А. Алёхин, канд. техн. наук, Г.К. Попов, инж., В.В. Салтовский, инж.***ПЕРСПЕКТИВНАЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

За последние годы мощность и цена силовых установок наземных транспортных средств возросла в 2,5...3 раза [1 - 3]. Однако большая часть ресурса основного двигателя связана с так называемым «стояночным режимом», во время которого производится зарядка аккумуляторных батарей и энергоснабжение систем объекта. При этом основной двигатель работает в режиме низких частот вращения и малых нагрузок, что вызывает коксование выпускного тракта, заброс масла в выпускной ресивер и, как следствие, появление дыма на выпуске. Кроме того, двигатель при работе на режимах малых нагрузок имеет большие значения удельного эффективного расхода топлива [4, 5]. Данные по расходу топлива на этих режимах для некоторых двигателей приведены в таблице 1.

Таблица 1. Данные по расходу топлива на «стояночном режиме»

Двигатель	В-46	В92С2	5ТДФ	6ТД-1	6ТД-2
Расход топлива, кг/ч	19	23	17	19	25

С целью экономии ресурса основного двигателя и расхода топлива, а также обеспечения потребителей электроэнергией при неработающем основном двигателе на современных наземных транспортных средствах используются вспомогательные силовые установки – энергоагрегаты.

Мощность современных вспомогательных силовых установок находится в довольно широких пределах - от 3 до 18 кВт. Характеристики вспомогательных силовых установок некоторых транспортных средств приведены в таблице 2.

Уровень мощности вспомогательной силовой

установки зависит от количества одновременно работающих потребителей в транспортном средстве и количества потребляемой ими энергии.

В качестве источника привода генератора электрической энергии используются малолитражные четырёхтактные дизели или малоразмерные газотурбинные двигатели. Газотурбинные двигатели имеют гораздо худшую экономичность по сравнению с поршневыми двигателями.

Вспомогательные силовые установки монтируются на наземные транспортные средства как в моторно-трансмиссионном отделении (МТО), так и вне отделения – в отдельном герметичном отсеке. Установка в отсеке, вне МТО, является более перспективной, поскольку дает возможность использования вспомогательной установки в широких пределах без жесткой привязки к конкретному транспортному средству.

Казённым предприятием "Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению" разработан и внедрен в серийное производство ряд вспомогательных силовых установок для наземных транспортных средств - ЭА8, ЭА8А и ЭА8АИ мощностью на клеммах генератора 8 кВт [6]. Все вышеуказанные вспомогательные установки выполнены в виде силового модуля.

В состав вспомогательных силовых установок входят: малолитражный четырехтактный дизель 468А мощностью 11,4 кВт, стартер-генератор СГ-18-1С или СГ-10-1С и системы, обеспечивающие работоспособность дизеля: система смазки, охлаждения, воздухоснабжения, управления и аварийно-предупредительной сигнализации.

Таблица 2. Характеристики вспомогательных силовых установок

Страна	Транспортное средство	Источник энергии	Электрическая мощность на клеммах генератора, кВт	Габариты (L×B×H), мм	Масса, кг	Расход топлива, кг/ч	Занимаемый объём, м <sup>3</sup>	Габаритная мощность, кВт/м <sup>3</sup>	Удельная мощность, кВт/кг
США	М-1	ГТД	10	1460×600×375	53	25	0,32	31,2	0,19
		дизель	5	720×660×645	50	4,0	0,3	16,7	0,10
Англия	Челенджер	дизель	16	1100×460×830	286	6,6	0,42	38	0,056
Германия	Леопард-2	ГТД	10		58	25	0,35	28,6	0,17
		дизель	10			4,4			
Россия	Т-80У	ГТД	18	930×410×290	82	27	0,11	163,6	0,22
	Т-90	ГТД	18	1795×572×272	110	27	0,28	64,3	0,16
	САУ "Мста"	ГТД	18	867×550×580	110	27	0,28	64,3	0,16
Китай	МВТ-2000	дизель	3		120	1,5	0,11	27,3	0,025
Украина	Т-84	дизель	8	1450×450×310	276	3,4	0,2	40	0,03
	"Оплот"	дизель	10	1300×495×315	250	3,8	0,2	50	0,04
	Т-72, Т-55	дизель	10	1300×550×260	250	3,8	0,19	53	0,04

Дизель и все системы установлены на раме, которая крепится к отсеку транспортного средства. Вспомогательная силовая установка имеет общие с транспортным средством топливную и электрическую системы, а системы охлаждения и смазки - автономные. Управление пуском и режимами работы осуществляется дистанционно с места механика-водителя транспортного средства.

Для повышения конкурентоспособности на рынке энергоагрегатов в КП ХКБД разработана вспомогательная силовая установка ЭА10УМ.

Вспомогательная силовая установка (ВСУ) ЭА10УМ предназначена для использования в качестве автономной энергетической установки для обеспечения военных гусеничных машин и других транспортных средств электроэнергией постоянного тока на стоянках при остановленном основном двигателе.

В состав ВСУ входят следующие составные части: энергоагрегат ЭА10У, который комплектуется комплектом электрооборудования и бронированным отсеком.

Энергоагрегат состоит из следующих составных частей и систем:

- четырёхтактного двухцилиндрового дизеля жидкостного охлаждения 468А-1;
- стартер-генератора СГ-10-1;
- системы смазки;
- системы охлаждения;
- системы воздухообеспечения;
- системы питания топливом;
- системы выпуска отработавших газов.

Все составные части и системы энергоагрегата ЭА10У смонтированы на раме и конструкция представляет собой единый модуль.

Энергоагрегат ЭА10У имеет следующие характеристики:

Мощность на клеммах генератора, кВт	- 10
Расход топлива на режиме максимальной мощности, кг/час	- 3,8
Расход масла на угар, кг/час	- 0,09
Напряжение, В	- 28,5
Род тока	- пост.
Масса, кг	- 250
Габаритные размеры, мм	
- длина	- 1300
- ширина	- 550
- высота	- 260

Отсек представляет собой герметическую конструкцию коробчатого типа, изготовленную из бронзового листа. Оснащён герметичными люками для функционирования и обслуживания.

Электрооборудование агрегата состоит из блока пуско-регулирующей аппаратуры (ПРА) со встроенным пультом управления, пульта управления режимами работы, расположенными у оператора (механика-водителя) и комплекта соединительных кабелей.

ВСУ ЭА10УМ в полном комплекте устанавливается в объект и подключается к бортовой сети и топливной системе. Управление всеми режимами работы производится с пультов, установленных в отсеке ВСУ или в отделении управления внутри танка. При разработке решены следующие задачи:

- повышение энерговооруженности транспортного средства, ВСУ ЭА10УМ имеет по сравнению с базовым вариантом типа ЭА8 увеличенную на 25 % мощность;

- уменьшена на 10 % длина;

- уменьшена на 14 % масса;

- уменьшен в 5 раз уровень шума за счет установки глушителя выхлопа;

- применение механического привода вентилятора системы охлаждения и совершенствование системы смазки позволило значительно снизить стоимость силовой установки;

- исключены из комплектования дорогостоящие электрические агрегаты - электродвигатель привода вентилятора и маслозакачивающей насосной станции.

Общий вид ВСУ ЭА10УМ представлен на рис. 1.

Основным при разработке ВСУ ЭА10УМ была доработка двигателя 468А. Новая модификация 468А-1 имеет мощность 14,4 кВт, при этом прирост мощности обеспечен в основном за счёт улучшения топливной экономичности.

Удельный расход топлива составляет 268 г/кВт·ч у двигателя 468А-1, против 313 г/кВт·ч у двигателя 468А.

Такие результаты обеспечены применением открытой камеры сгорания в сочетании с распылителем 5×0,22.

Двигатель 468А с камерой типа "ЦНИДИ", при повышении нагрузки ухудшал показатели из-за интенсивного коксования распыливающих отверстий распылителя.

Одновременно были внедрены ряд других мероприятий для повышения надёжности и ресурса двигателя 468А-1:

- заменен материал седла клапанов;

- направляющие клапанов изготовлены из спец. чугуна вместо бронзы;

- увеличена жёсткость пружин клапанов;

- улучшена смазка и дренаж внутренней полости толкателей клапанов;

- доработана система смазки для устранения перетекания масла в картер на стоянке и условия откачки масла из картера;

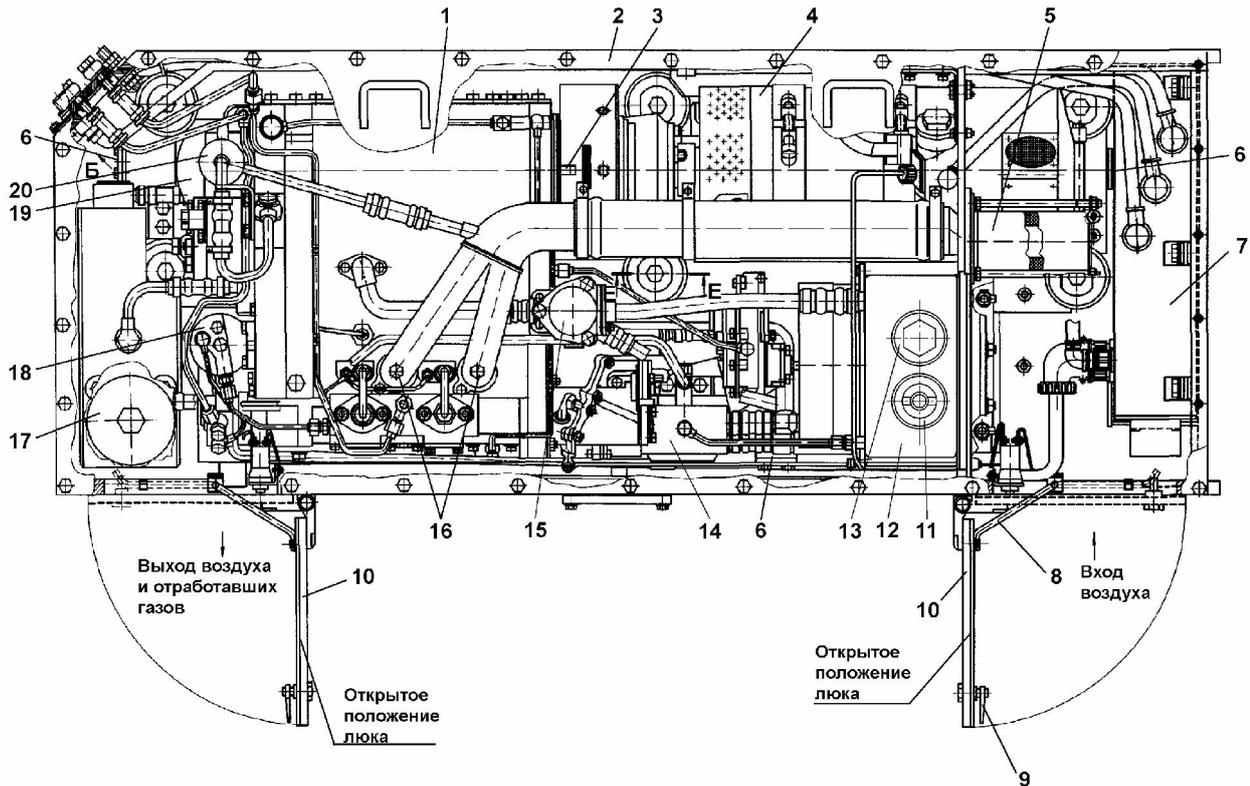


Рис. 1. ВСУ ЭА10УМ (вид сверху):

1 - дизель; 2 - отсек; 3 - пазы в маховике для ручной прокрутки дизеля; 4 - стартер-генератор СГ-10-1С; 5 - фильтр воздушный; 6 - серьга; 7 - БПРА; 8 - фиксатор люка; 9 - запоры; 10 - люки; 11 - паровоздушный клапан; 12 - радиатор; 13 - заправочная горловина ОЖ; 14 - теплообменник жидкостно-масляный; 15 - термостат; 16 - пробки; 17 - пробка над заправочной горловиной маслобака; 18 - фильтр тонкой очистки топлива; 19 - фильтр масляный; 20 - сапун

- оптимизирована система вентиляции картера для исключения попадания масла на всасывание;

- воздушный фильтр двигателя вынесен в зону минимальной температуры отсека.

Отметим, что существенно улучшены пусковые свойства за счёт повышения степени сжатия с 15 до 19, что стало возможным при открытой камере сгорания.

ВСУ ЭА10М полностью обеспечивает функционирование всех электрических систем транспортного средства, что дает возможность функционирование его в стационарном режиме при выходе из строя основного двигателя.

ВСУ может применяться в качестве дополнительного средства для запуска основного двигателя.

В процессе эксплуатации основной двигатель

наработывает до капитального ремонта ориентировочно 1000 моточасов, при этом работа в стационарном режиме занимает более 50% указанного времени.

Применение ВСУ даёт возможность увеличить пробег танка в 2 раза без замены основного двигателя.

Кроме того, имеется экономическая целесообразность. Цена вспомогательной силовой установки не превышает стоимости капитального ремонта основного двигателя танка.

Исходя из вышеизложенного, окупаемость вспомогательной силовой установки происходит при наработке основного двигателя в объёме 500 часов.

При работе основного двигателя в стационарном режиме танка расход ГСМ в среднем составляет:

### Общие проблемы двигателестроения

- дизельного топлива - 19 кг/ч;
- масла на угар - 3 кг/ч.

Расход ГСМ вспомогательной силовой установки на полной мощности составляет:

- дизельного топлива - 3,8 кг/ч;
- масла на угар - 0,09 кг/ч.

Экономия ГСМ за 1 час эксплуатации в стационарном режиме составляет:

- топлива -  $\Delta G_T = 15,2$  кг/ч
- масла -  $\Delta G_M = 2,9$  кг/ч.

При цене за 1 кг: топлива - 0,85\$ и масла - 2,5\$ экономический эффект в час составляет

$$15,2 \times 0,85 + 2,9 \times 2,4 = 20,1\$$$

При наработке в объеме 1000 моточасов экономический эффект за счет сокращения расходов на ГСМ составляет:

$$20,1\$ \times 1000 = 20\ 100\$$$

Суммарный экономический эффект от применения ВСУ в танке за каждые 1000 часов работы с учетом сокращения затрат на ремонт и ГСМ составит 95 100\$

Применение ВСУ обеспечивает в стационарном режиме танка значительное уменьшение шума и площади теплового пятна.

На расстоянии 100 м от танка уровень шума от

ВСУ, работающей на полной мощности, составляет не более 58 дБА, площадь теплового пятна составляет менее 5% площади проекции танка.

Малые габариты и масса ВСУ позволяет ее использовать как на танках, так и на боевых машинах средней и легкой весовой категории (боевых машинах пехоты, бронетранспортерах).

ВСУ может использоваться как автономная электростанция для обеспечения электроэнергией ремонтных мастерских, проведении инженерных работ и может устанавливаться стационарно или на транспортном средстве. Разработанная установка ЭА10УМ может служить единой унифицированной ВСУ для всех видов наземной военной техники.

#### Список литературы:

1. ГОСТ 23162-78. Электроагрегаты и передвижные электростанции с двигателями внутреннего сгорания. Система условных обозначений. Госкомитет СССР по стандартам. - М.; 1978.
2. Полная энциклопедия танков мира 1915...2000 - Мн.; ООО "Харвест", 2000 - 576 с.
3. Танки и самоходные установки. - М.; ООО "Издательство АСТ", 2000 - 336 с.
4. Объект 434. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. - М.; Военное издательство, 1986 - 768 с.
5. Руководство по материальной части и эксплуатации танка Т-62. - М.; Военное издательство, 1968 - 752 с.
6. Заявка на изобретение Украины "Вспомогательный энергоагрегат", регистрационный № а 200512245 от 19.12.2005 г.