

УДК.623.438.32.

Борисюк М.Д., Климов В.Ф., Анипко О.Б., Магерамов Л.К.-А.,
Колбасов А.Н., Кудреватых Д.Н.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ДЛЯ ВОЕННЫХ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

Одной из основных проблем, стоящих перед создателями современных танков, является разработка системы воздухопитания, обеспечивающей высокую степень очистки воздуха при минимальных энергетических затратах. Учитывая разнообразие задач, решаемых танком и условия его эксплуатации в различных почвенно-климатических зонах, в том числе возможность движения в условиях радиоактивного заражения местности, необходимо решить сложный комплекс научно-технических проблем по обеспечению надежной очистки воздуха для всего диапазона режимов работы двигателя.

Сложность задачи заключается в ограничении массо-габаритных показателей, что связано с ограничением массы танка и размещением системы очистки воздуха в бронированных объемах. Как правило, приходится решать и задачу достаточной защиты системы воздухопитания от засорения растительным покровом местности, хвойными иглами, листьями и другими элементами слабо закрепленного растительного покрова.

Особую значимость имеют проблемы, связанные с зимней эксплуатацией при низких температурах и снежном покрове, в том числе при сублимации в проточной части газодинамического тракта.

В ранний период развития танков и другой гусеничной техники наиболее распространенным являлся многоступенчатый воздухоочиститель, в котором очистка воздуха осуществлялась в циклонном аппарате и далее на абсолютных фильтрах. Степень очистки воздуха в циклонных аппаратах, как правило, была не очень высока, поэтому большое количество пыли приходилось осаждать на кассетах. Исходя из этого, необходимо было устанавливать несколько кассет, работающих последовательно. Отсутствие какой-либо диагностической аппаратуры для контроля состояния кассет могло приводить, в случае предельного накопления пыли кассетами, к резкому увеличению пропуска пыли кассетами и выходу из строя двигателя из-за износа цилиндро-поршневой группы. Другим существенным недостатком являлась необходимость частой замены либо обслуживания кассет при эксплуатации изделий в условиях повышенной запыленности воздуха, особенно с увеличением средних скоростей движения, что является одним из главных факторов, влияющих на величину запыленности воздуха.

Авария на Чернобыльской АЭС поставила новые задачи перед создателями гусеничной военной техники. Как правило, тягачи, используемые в народном хозяйстве, являются продуктом общего направления развития силовых установок военных гусеничных машин и в первую очередь танков. Повышенный уровень радиации не позволяет проводить обслуживание кассет в этих условиях, а эксплуатация такой техники без кассет вообще невозможна, что является еще одним существенным недостатком ранее разработанных систем воздухопитания.

Более поздние этапы развития танкостроения за рубежом характеризовались неизменностью многоступенчатого способа очистки воздуха с постоянным совершенствованием каждой из ступеней. В США, Германии, Франции, Англии основное направление заключалось в разработке фильтрующих элементов, как правило устанавли-

ливаемых отдельно от циклонного аппарата (танки «Шерман», «Центурион» и позднее «Леопард», «Леклерк». Создание фильтрующих элементов, работающих с малой удельной воздушной нагрузкой, позволяло увеличить время движения танка до очередного обслуживания или замены кассет.

Появление принципиально новых высокопористых ячеистых материалов и разработка оригинальных способов их очистки в процессе эксплуатации танка, позволило повысить эффективность систем воздухопитания, однако это далеко не решает проблемы создания эффективной системы воздухопитания.

Отличительной особенностью воздухоочистителя танка Т-72 является циклонный аппарат низкой эффективности. На режиме максимального крутящего момента двигателя коэффициент пропуска, составляет всего 0,7 %. Значительный объем занимают кассеты – две из которых, пропитанные топливом – накопительные и одна, обращенная к входному патрубку двигателя – предохранительная. Низкая эффективность циклонного аппарата и большой объем кассет как недостатки, компенсируются такими существенными преимуществами как низкое аэродинамическое сопротивление – на уровне 700 кгс/м^2 и возможностью работы до предельного сопротивления $1300^{+50} \text{ кгс/м}^2$.

Такой вариант исполнения воздухоочистителя имеет существенные недостатки, главные из которых – резкое увеличение пропуска пыли при достижении предельно допустимого сопротивления при частотах двигателя ниже максимальных. Причем, в этом случае резко уменьшается величина аэродинамического сопротивления и система сигнализации предельного сопротивления не отслеживающая частоту двигателя, не может фиксировать подобные явления. Другим недостатком данной системы является невозможность работы воздухоочистителя со снятыми кассетами, при эксплуатации танка в районах с повышенной радиацией.

На танке 478 устанавливался бескассетный воздухоочиститель с высокоэффективными циклонами, обеспечивающими очистку воздуха с коэффициентом пропуска, не менее 0,2 % на режиме 80 % от $N_e \text{ max}$.

При кажущейся простоте такого воздухоочистителя, разработанного для двухтактного двигателя с турбонаддувом, сложность его заключается в том, что необходимо конструктивно обеспечить высокую степень защиты самого воздухоочистителя и циклонный аппарат от засорения посторонними предметами, во все периоды эксплуатации танка, что само по себе является непростой задачей. Высокое аэродинамическое сопротивление либо частичное перекрытие входных патрубков одного или нескольких циклонов приводит к повышенному пропуску пыли, что является причиной абразивного износа цилиндно-поршневой группы двигателя. Исходя из этого, оба варианта воздухоочистителей требуют серьезной доработки. Одно из главных направлений в совершенствовании систем воздухоочистки современных танков является комплексное решение задачи, удовлетворяя всем требованиям, предъявляемым к танку. Такое решение может быть найдено только при создании высокоэффективного циклона при низком аэродинамическом сопротивлении, что само по себе является противоречивым явлением, с надежной защитой двигателя при любых аномальных явлениях, связанных с ухудшением степени очистки воздуха воздухоочистителем.

С учетом реальных характеристик существующих систем воздухоочистки современных танков, Харьковским конструкторским бюро по машиностроению имени А.А. Морозова проведены исследования новых разработок применительно к украинским танкам Т-80УД и «Оплот».

Основные технические характеристики танков Т-72, «Оплот» и Т-80У приведены в таблице.

Таблица – Сравнительные характеристики систем очистки воздуха танков Т-72, Т-80УД, «Оплот»

Тип танка (странапроизвод.)	Тип двигателя	Мощность двигателя, л.с.	Производ. компр. наддув кг/с	Хар-ка воздухоочистите- ля	Аэродинам. сопротивл., кгс/м ²		Степень очистки воздуха кэф. пропуска, %	Межпромывочный срок при эксплуат. в пустыне, км
					начальное	конечное		
Т-72 (Россия)	4-х тактный дизель	840	1,02	2-х ступенч. цикл.аппарат 3-х слойн.кассет	700	1300 ⁺⁵⁰	0,2	400
«Оплот» (Украина)	2-х тактный дизель	1200	1,85	3-х ступенч. инерц.решетки цикл.аппарат 2-х слойная кассета	1000	1500 ⁺¹⁰⁰	0,15...0,2	1000
Т-80У (Россия)	газотур- бинный	1250	4,5	одноступенчатый на базе прямо- точн.циклонов	700		0,4...0,6	без об- служив.

На графиках рис. 1 и 2 для танка Т-80УД показаны характеристики изменения аэродинамического сопротивления и коэффициента пропуска пыли при длительных стендовых испытаниях, имитирующих движение танка в пустыне при постоянной запыленности воздуха на входе в воздухоочиститель, равной 2 г/кг.

С увеличением времени работы коэффициент пропуска пыли уменьшается и возрастает аэродинамическое сопротивление.

Критическое значение сопротивления, равное 1300⁺⁵⁰ кгс/м² достигается за 35 часов работы. По результатам испытаний танков Т-80УД в пустыне Кара-Кум определены межпромывочные сроки кассет, которые являются функцией запыленности воздуха при движении по разбитым такырам. При средней запыленности воздуха 2,5 г/кг танк может двигаться ~1000 км (20 час работы двигателя) до очередного обслуживания кассет. С уменьшением запыленности воздуха межпромывочный срок уменьшается и может быть 3000 км.

Существовавшее представление о нецелесообразности высокой степени очистки воздуха для газотурбинных двигателей полностью не оправдало себя и появились дополнительные проблемы, связанные с налипанием на рабочие лопатки турбины мелкодисперсной лессовой пыли. Крупным достижением стала разработка прямоточных циклонов с принудительным завихрением на входе, что при невысоком аэродинамическом сопротивлении позволило обеспечить очистку воздуха с коэффициентом пропуска на уровне 0,4...0,6 % при сравнительно небольших габаритах.

Примером создания нового типа воздухоочистителя явились работы для танка Т-80УД и «Оплот» с двигателями мощностью 1000 и 1200 л.с. Отличительной особенностью выбранной схемы стала разработка циклона высокой эффективности с низким аэродинамическим сопротивлением, с коэффициентом пропуска не хуже 0,2+0,02 %, что находится на уровне очистки чистого бескассетного воздухоочистителя, работающего в комплексе с кассетами сравнительно небольшого объема. Такой воздухоочи-

тель не имеет аналога в мировом танкостроении, т.к. может работать в любых почвенно-климатических зонах с кассетами и без них.

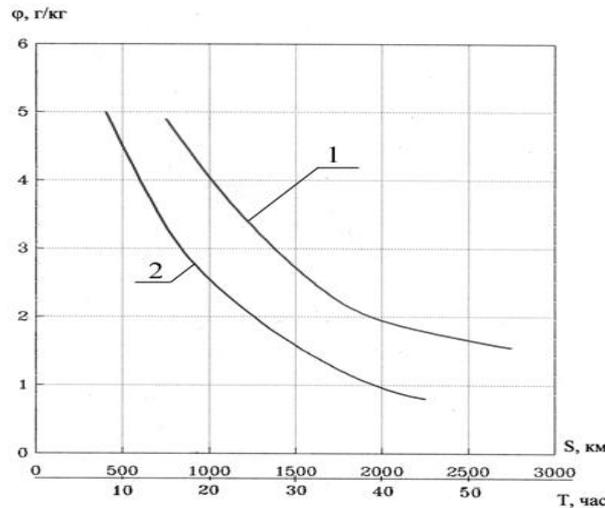


Рисунок 1 – Обобщенные зависимости периодичности обслуживания кассет ВО от средних значений запыленности воздуха по результатам испытаний танков в пустыне Кара-Кум (1 – Т, 2 – S)

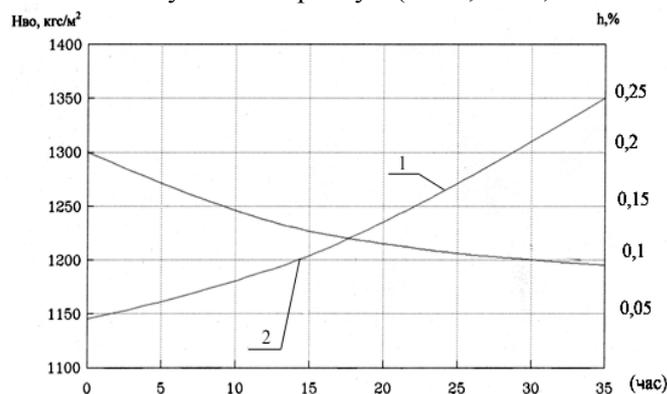


Рисунок 2 – Изменение характеристики кассетного воздухоочистителя при стендовых испытаниях на пыли по ГОСТ В18185-72
1 – H_{BO} , 2 – $h_{проп}$

Создание высокоэффективного циклона с низким сопротивлением было выполнено на основе моделирования циклона танка 476 путем его масштабирования с сохранением условий подобия. Разработанные подходы по созданию воздухоочистителя нового поколения легли в основу системы воздухопитания для перспективного изделия, разрабатываемого ХКБМ им. А.А. Морозова.

Анализ наиболее распространенных систем воздухоочистки украинских и зарубежных гусеничных машин специального назначения показывает необходимость постоянной творческой работы по поиску новых технических решений в области систем воздухоочистки, что связано с целым рядом факторов – главные из которых следующие:

- обеспечение надежной и длительной работы двигателя на всех режимах;
- возможность эксплуатации танков в различных почвенно-климатических зонах;
- обеспечение достаточной степени очистки воздуха в особых режимах «брод», подводное движение, движение по зараженной местности;
- длительная работа системы воздухоочистки без обслуживания;

- надежная работа в случае появления аварийных ситуаций и сигнализация их появления;
- минимальные затраты мощности двигателя на систему воздухоочистки;
- надежный комплекс защитных мероприятий, исключающий засорение всего газозадушного тракта;
- сигнализация технического состояния отдельных элементов системы воздухопитания и воздухоочистителя в целом.

Выводы

1. Поставленные задачи повышения эффективности системы очистки воздуха решаются путем создания и разработки отдельных элементов:

- предварительной ступени очистки воздуха с автономным отсосом отсепарированной пыли;
- циклона с высокой степенью очистки воздуха на номинальном режиме, обеспечивающим степень очистки воздуха с коэффициентом пропускания не ниже 0,2+0,02 % при минимальном аэродинамическом сопротивлении;
- эжектора отсоса пыли из пылесборника воздухоочистителя с достаточной эффективностью работы на всех режимах двигателя в т.ч. особых, характерных для гусеничных машин;
- кассеты – с достаточной пылеемкостью и надежной защитой двигателя от абразивного износа при аварийных ситуациях по циклонному аппарату;
- системы сигнализации предельного состояния элементов системы воздухопитания, обеспечивающая надежную работу при любых аварийных ситуациях.

2. Наиболее перспективной является комбинированная система очистки воздуха танка Т-80УД и «Оплот», обеспечивающая пробег в пустыне без обслуживания кассет до 1000 км с достаточной эффективностью очистки воздуха в любых режимах эксплуатации.

3. Дальнейшее совершенствование танковых систем очистки воздуха должно проводиться в направлении разработки более эффективных циклонов и кассет с автоматической сигнализацией предельно допустимых характеристик.

Литература

1. Технические отчеты КП ХКБМ им. А.А. Морозова по результатам испытаний танков в ТУРКВО.
2. Двигатель 6ТД. Техническое описание – М.Военное издательство.– 1982– 140 с.
3. Балдин В.А. Теория и конструирование танков.– М.Военное издательство 1975.– 442 с.
4. Климов В.Ф., Кудров В.М. и др. к вопросу повышения эффективности системы очистки воздуха для объектов бронетанковой техники Механіка та машинобудування. НТУ “ХПІ” 11, 2004 р.

УДК.623.438.32.

Борисюк М.Д., Клімов В.Ф., Аніпко О.Б., Магерамов Л.К.-А., Колбасов О.М.,
Кудреватих Д.М.

ВИСОКОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ОЧИСТКИ ПОВІТРЯ ДЛЯ ВІЙСЬКОВИХ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН

У статті показано необхідність створення для військових гусеничних машин надійної системи очистки повітря.

Приведені дані систем очистки повітря дизельних двигунів та газотурбінних, та розроблені основні напрямки удосконалення систем очистки повітря.