

ТРАНСПОРТНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

УДК 629.1.032.1

Вакуленко В.В., Кузьминский В.А., Жменько Р.В., Бобер А.В., Лазурко А.В.,
Золотуха В.Н.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЯЕМЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА НА МОЩНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ДЫМНОСТЬ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК ТАНКОВ С МНОГОТОПЛИВНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ 5ТДФ, 6ТД-1 И 6ТД-2

Существующая возможность применения различных видов топлива для питания силовых установок танков Т-64, Т-64БМ1, Т-80УД, Т-84, разработанных в КП ХКБМ им. А.А. Морозова, при проведении боевых действий в современных условиях создаёт оперативные преимущества, связанные с использованием случайных источников для заправки при вероятных сбоях в централизованной армейской поставке горючесмазочных материалов.

По утверждённому нормативам для установленных на данных танках двигателей 5ТДФ, 5ТДФМ, 6ТД-1 и 6ТД-2 кроме основного, дизельного топлива, могут применяться следующие резервные виды топлива [1]:

- топливо для реактивных двигателей Т-1, ТС-1 и РТ;
- бензин автомобильный А-72 и А-76;
- смеси вышеперечисленных видов топлива с дизтопливом в любых пропорциях;
- смеси бензина автомобильного АИ-93 с дизтопливом (не менее 25% дизтоплива по объёму в составе смеси);

а также аналогичные виды топлива зарубежного производства.

Актуальность проблемы

Разное содержание углеродистых соединений и других составляющих в перечисленных видах топлива, несомненно, влияет на мощностные характеристики дизелей и силовых установок танков в целом, что приводит к изменению их тактико-технических характеристик (например, максимальной и средней скоростей движения, возможности преодоления различных препятствий и т.д.), а также сказывается на таком демаскирующем факторе, как дымность выпускных газов. Учёт изменения данных параметров может оказаться полезным при планировании и проведении спецопераций с использованием бронетехники.

Целью статьи является обобщение и анализ полученных в разное время экспериментальных материалов по определению мощностных характеристик и дымности силовых установок танков Т-64Б, Т-80УД и Т-84 при их работе на различных видах топлива в ходе проведения стационарных нагрузочных испытаний на комплексном стенде испытаний моторно-трансмиссионных отделений в КП ХКБМ при плюсовых температурах окружающего воздуха [2].

Основная часть.

Танк т-64Б с двигателем 5ТДФ мощностью 700 л.с.

При проведении работ по определению мощностных характеристик и дымности на данном танке использовались следующие виды топлива: дизтопливо, керосин ТС-1, бензин А-76, смесь 50% бензина А-76 с 50% керосина ТС-1, смесь 75% бензина А-76 с 25% дизтоплива. В ходе исследований при эксплуатации двигателя на бензине А-76 рычаг многотопливности переводился согласно руководству по эксплуатации в положение для работы на бензине, а также, в опытных целях, возвращался в положение, соответствующее использованию дизель-реактивных видов топлива. При переходе на другой вид топлива производилась выработка остатков предыдущего топлива из топливных трасс танка.

В табл. 1 приведены результаты измерений мощности на ведущих колёсах $N_{вк}$ и дымности D_2 на выходе из диффузора эжекторной системы охлаждения при работе двигателя на внешней характеристике при частотах вращения коленвалов $n_{дв}=2000$ и 2600 мин^{-1} и включённой 6-ой передаче трансмиссии с использованием трёх видов топлива и двух видов смесей. Как видно из результатов, в положении рычага многотопливности “дизель-реактивные смеси” наибольшая величина мощности 372...429 л.с. получена при работе двигателя на дизтопливе, при работе на керосине мощность на ведущих колёсах меньше на 61...84 л.с. (в среднем на 18 %), на бензинах и смесях меньше на 98...181 л.с. (в среднем на 35%), чем на дизтопливе.

Таблица 1

Мощностные характеристики и дымность силовой установки танка Т-64Б при работе дизеля 5ТДФ на дизтопливе, керосине ТС-1, бензине А-76 и их смесях

Топливо	$n_{дв}=2600 \text{ мин}^{-1}$		$n_{дв}=2000 \text{ мин}^{-1}$	
	$N_{вк}$	Дымность	$N_{вк}$	Дымность
	л.с	%	л.с	%
Дизельное	429	50	372	50
Керосин ТС-1	345	25	311	24
Бензин А-76	248	20	245	23
Смесь 50% бензин А-76 с 50% керосина ТС-1	273	12	274	16
Смесь 75% бензин А-76 с 25% дизтоплива	257	26	254	22
Бензин А-76“Б”	310	26	307	46

При использовании бензина А-76 перевод рычага многотопливности в положение для работы на бензинах (в таблице 1 и на рис. 1 обозначение – Бензин А-76 “Б”) обеспечил повышение мощности $N_{вк}$ на 62 л.с. (на 20%) по сравнению с работой в положении “Дизель-реактивное топливо”, но при этом уровень дымности при $n_{дв}=2000 \text{ мин}^{-1}$ увеличился вдвое и составил 46%.

Табличное и диаграммное отображение результатов измерений дымности D_2 при работе двигателя с частотой вращения коленвалов 2000 и 2600 мин^{-1} на внешней характеристике, на режимах частичного нагружения и на холостом ходу приведено на рис. 1. При анализе экспериментального материала можно сделать вывод, что в объёме проведенных испытаний двигателя 5ТДФ на разных уровнях нагружений наименьшие величины дымности до 25% и до 16% получены соответственно при работе на керосине ТС-1 и на смеси 50% бензина А-76 с 50% керосина ТС-1, а наибольшая – до 50%, при использовании дизтоплива. Следует отметить, что данные опыты по определению мощности на ведущих колёсах силовой установки танка Т-64Б и оптической плотности дыма на выходе из диффузора производились на двигателе 5ТДФ, имеющем значительный ресурс экс-

плуатации 365 моточасов, что в целом могло сказаться на некотором ухудшении мощностных характеристик и увеличении дымности.

Танк т-80УД с двигателем 6ТД-1 мощностью 1000 л.с.

Испытания силовой установки данного танка по определению мощностных характеристик и дымности производились только с использованием дизельного топлива. Эксплуатационная наработка двигателя была сравнительно с предыдущим случаем небольшой и составляла 103 моточаса.

При функционировании эжекционных систем охлаждения силовых установок танков Т-64Б, Т-80УД и Т-84 в камеру смешения эжектора поступают двумя разными потоками эжектирующие выпускные газы двигателя, обладающие высокой энергией на выходе из соплового аппарата ресивера, и эжектируемый воздух из подрадиаторного пространства (см. рис. 2).

Соотношение расхода воздуха G_2 через радиаторы и расхода газов G_1 через сопловой аппарат определяется величиной коэффициента эжекции

$$q_{эж} = \frac{G_2}{G_1},$$

оптимальное значение которого подбирается опытным путём с помощью сложного объектового макетирования с применением математических моделей [3]

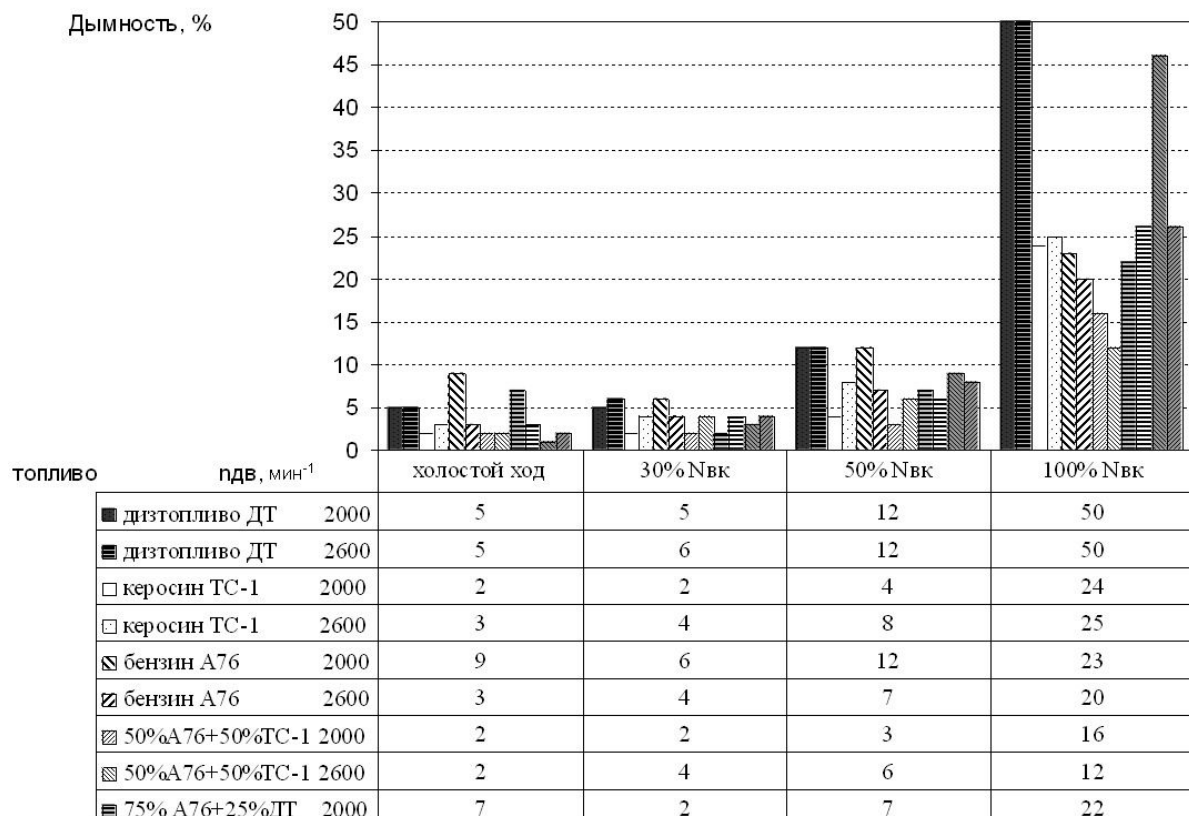


Рисунок 1 - Дымность силовой установки танка Т-64Б при работе дизеля 5ТДФ на разных уровнях нагружения с использованием дизтоплива, керосина ТС-1, бензина А-76 и их смесей

В данных экспериментах для более тщательного изучения процесса смешения в эжекторной системе охлаждения выпускных газов двигателя с потоком чистого возду-

ха, охлаждающего радиаторы, кроме дымности D_2 на выходе из диффузора измерялась также оптическая плотность дыма D_1 в газоходе на выходе из турбины двигателя 6ТД-1.

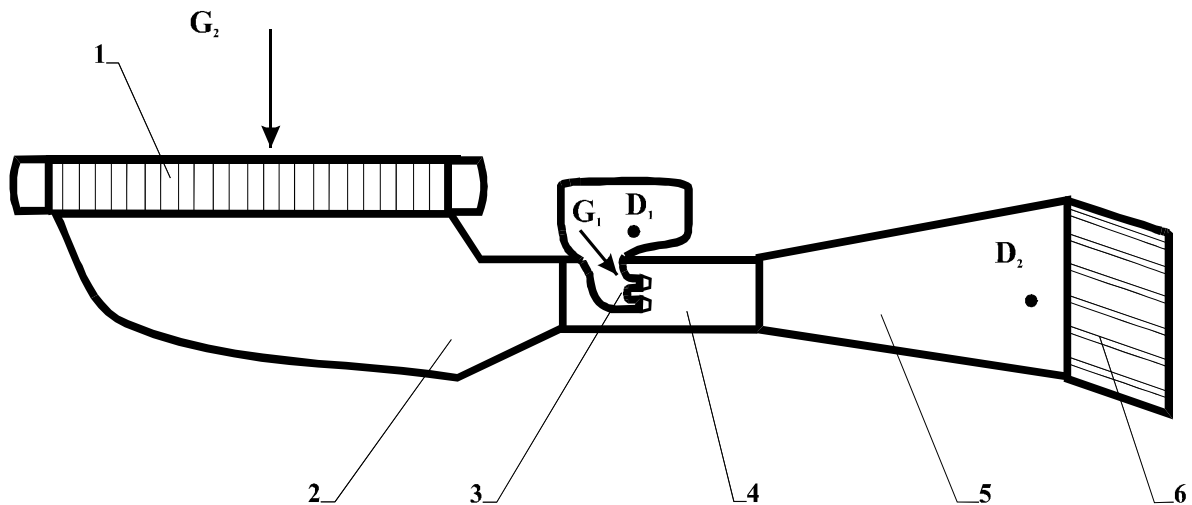


Рисунок 2 - Схема эжекционной системы охлаждения

1- радиаторы системы охлаждения, 2- подрадиаторное пространство, 3- сопловой аппарат ресивера, 4-камера смешения, 5- диффузор, 6-выходные жалюзи, G_1 - расход выпускных газов, G_2 - расход воздуха через радиаторы, D_1 и D_2 -точки замера оптической плотности дыма.

На начальном участке камеры смешения эжектирующий поток газов увлекает эжектируемый воздух, после чего начинается перемешивание двух потоков, отличающихся химическим составом и температурой. Истечение газов при смешении носит турбулентный характер, в конце диффузора происходит постепенное выравнивание энергии двух потоков. Таким образом, на формирование оптической плотности газозвушной смеси D_2 на выходе из диффузора (на входе в выходные жалюзи), значительное влияние оказывает температура, давление и дымность D_1 потока выпускных газов после турбины двигателя, что было подтверждено последующими опытами.

При включённой 6-ой передаче трансмиссии стендовыми нагружающими устройствами двигатель был выведен на внешнюю характеристику, и в диапазоне частот вращения коленвалов $1800 \dots 2800 \text{ мин}^{-1}$ произведены замеры мощности на ведущих колёсах Нвк, составившей $460 \dots 687 \text{ л.с.}$, дымностей D_1 и D_2 (см. рис.3).

Из приведенных результатов следует, что при максимальной дымности после турбины $D_1 = 72\%$, измеренной на частоте максимального крутящего момента $n_{дв} = 2050 \text{ мин}^{-1}$, дымность D_2 на выходе из диффузора составила всего 21% за счёт смешивания выпускных газов с эжектируемым через радиаторы чистым воздухом. С повышением частоты вращения коленвалов происходит снижение дымности выпускных газов за счёт качественного улучшения рабочего процесса в цилиндрах двигателя и при $n_{дв} = 2800 \text{ мин}^{-1}$ D_1 соответствует 52% , дымность D_2 газозвушной смеси на выходе из диффузора тоже уменьшается и при той же частоте составляет всего 8% . Последнее также свидетельствует об увеличении содержания эжектируемого воздуха в газозвушной смеси на входе в выходные жалюзи вследствие более эффективного функционирования эжектора при возросшей интенсивности потока газов после турбины.

ТАНК Т-84 С ДВИГАТЕЛЕМ 6ТД-2 МОЩНОСТЬЮ 1200 Л.С.

Испытания силовой установки данного танка производились с использованием

дизтоплива и керосина ТС-1 с присадками 2-ЕНН и Галад-40 при включённой 6-ой передаче трансмиссии на разных режимах нагружения двигателя, эксплуатационная наработка которого составляла 208 моточасов.

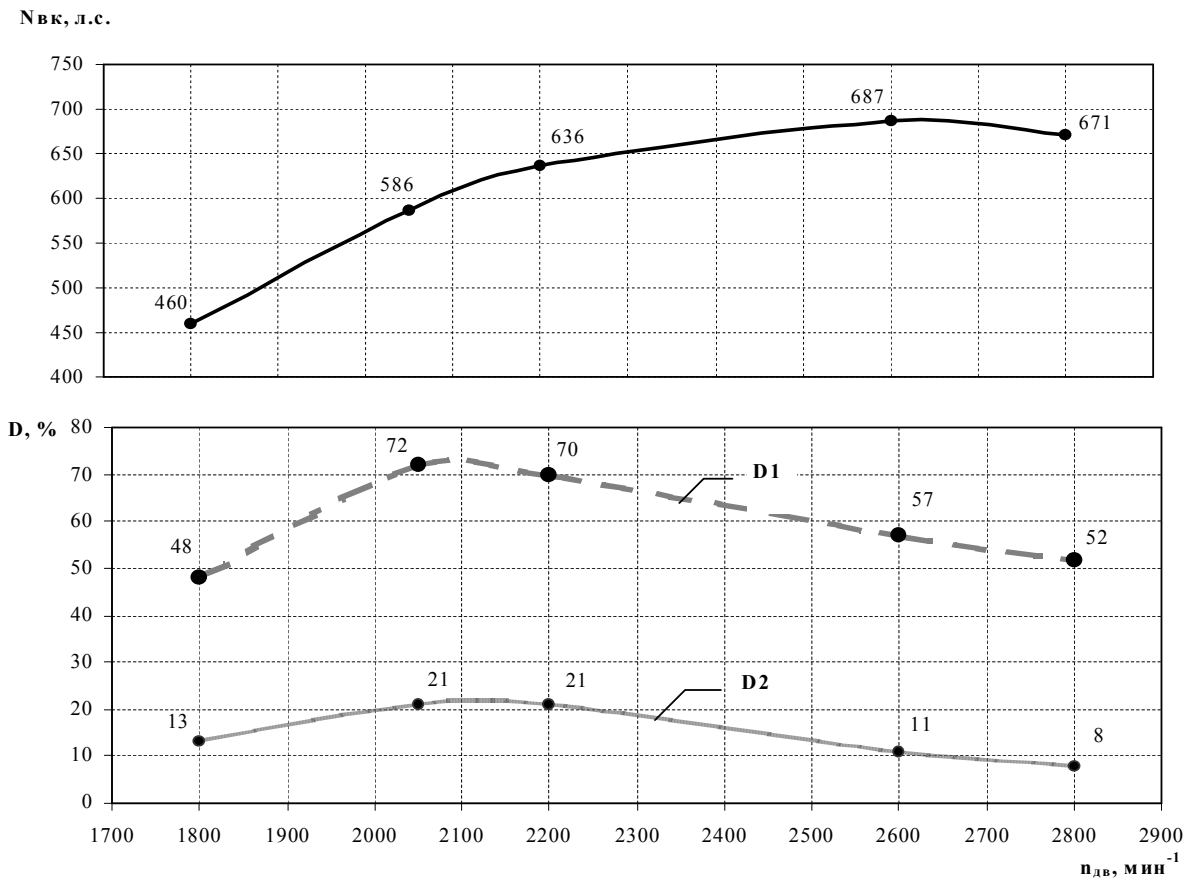


Рисунок 3 - Мощностная характеристика и дымность силовой установки танка Т-80УД при работе дизеля 6ТД-1 на дизтопливе

При работе на дизтопливе во всём диапазоне внешней характеристики (см. рис. 4) мощность на ведущих колёсах составляла 687...807 л.с.; при использовании керосина ТС-1 была на 61...87 л.с. меньше (в среднем на 10%), что согласуется с вышеприведенными аналогичными испытаниями силовой установки танка Т-64Б. Характер изменения оптической плотности дыма оставался таким, как и в предыдущих двух экспериментах – уменьшался с увеличением частоты вращения коленвалов двигателя, однако, при использовании дизтоплива уровень дымности D_2 составлял 20...35%, что в два раза выше, чем для дизеля 6ТД-1, хотя величина дымности после турбины D_1 незначительно превышала значения D_1 для 6ТД-1 и соответствовала 55...85%. Применение в качестве топлива для двигателя 6ТД-2 керосина ТС-1 с присадками примерно наполовину понижает уровень дымности D_1 и D_2 до значений 25...50% и 8...20% соответственно по сравнению с дизтопливом.

Результаты измерений дымности D_2 при работе двигателя на внешней, частичных характеристиках и на холостом ходу при $n_{дв}=2050, 2400$ и 2600 $мин^{-1}$ с использованием дизтоплива и керосина ТС-1 с присадками приведены на рис. 5.

Анализ данного графического и табличного отображения экспериментального материала позволяет сделать вывод, что использование керосина снижает уровень дымности D_2 на выходе из диффузора на треть, либо даже вполностью на определенных режимах по сравнению с работой двигателя 6ТД-2 на дизтопливе.

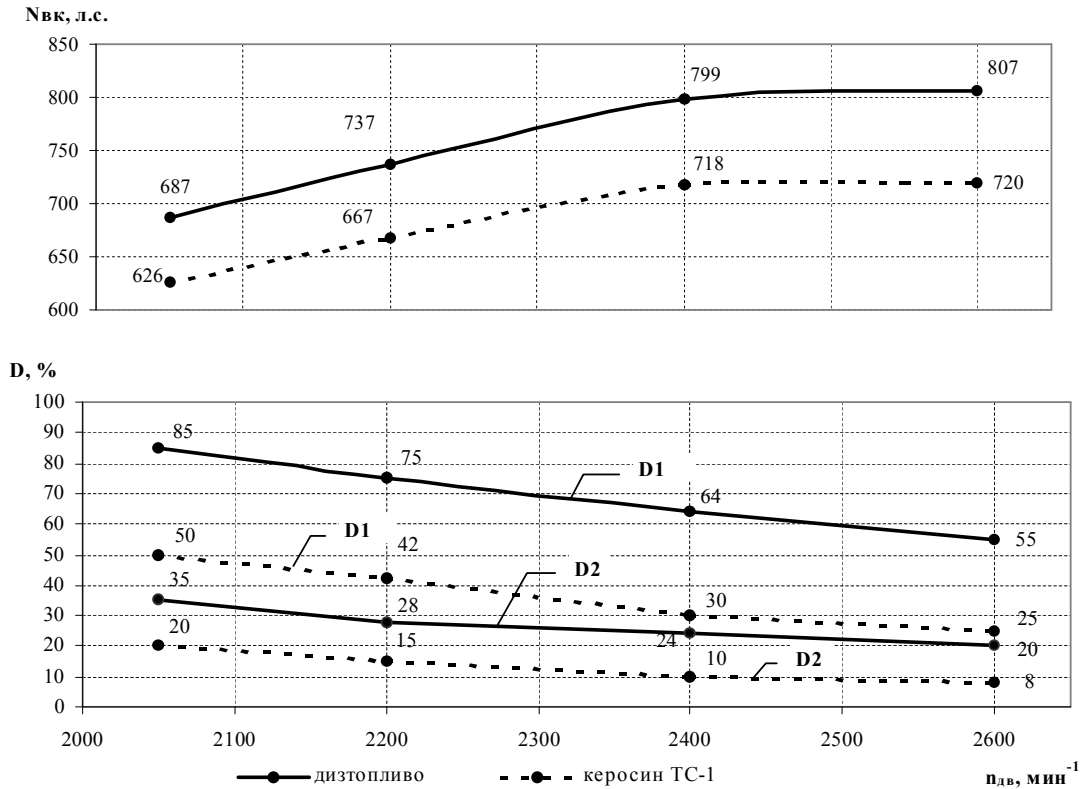


Рисунок 4 - Мощностные характеристики и дымность силовой установки танка Т-84 при работе дизеля 6ТД-2 на дизтопливе и керосине ТС-1 с присадками

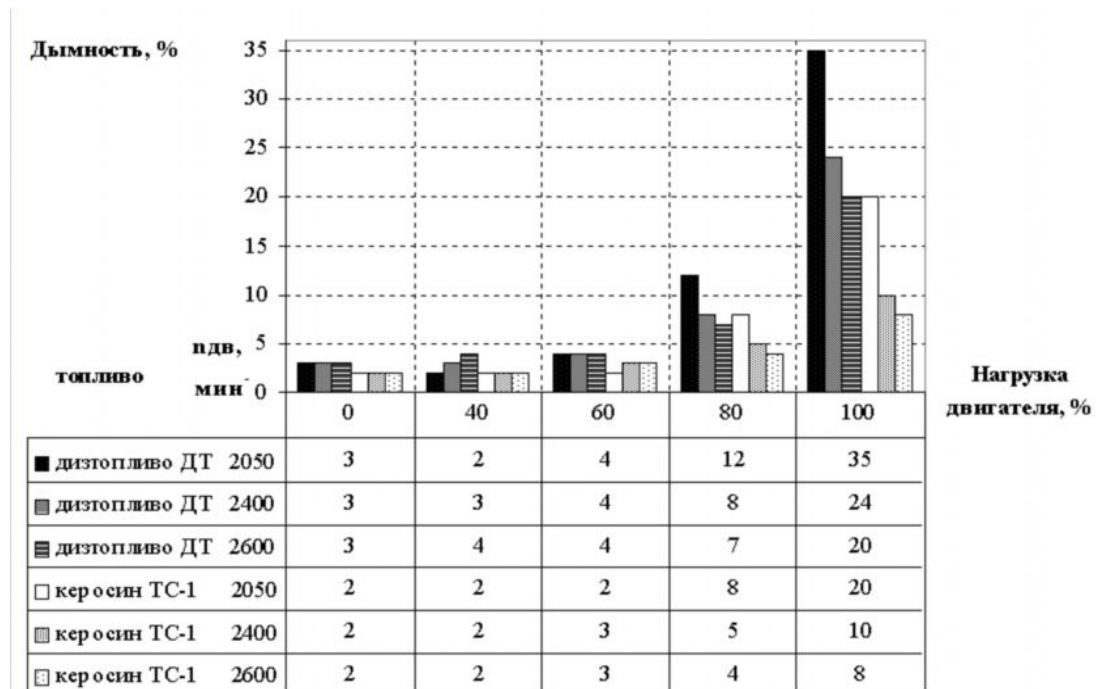


Рисунок 5 – Дымность силовой установки танка Т-84 при работе дизеля 6ТД-2 на разных уровнях нагружения с использованием дизтоплива и керосина ТС-1 с присадками

Выводы

Проведенные стационарные нагрузочные испытания разработанных в КП ХКБМ им. А.А.Морозова силовых установок танков с многотопливными двигателями

підтвердили значительное влияние применяемых видов топлива на изменение мощностных характеристик и дымности изделий. Так, например, при испытаниях танков Т-64Б и Т-84 с дизелями 5ТДФ и 6ТД-2 установлено, что дизтопливо обеспечивает наибольшую мощность на ведущих колёсах изделий, но, тем не менее, оптическая плотность \square азовоз душной смеси на выходе также достигает сравнительно больших величин. При использовании керосина ТС-1 величина мощности на ведущих колёсах уменьшается в среднем на 18% для Т-64Б и на 10% для Т-84, но при этом на треть, а на некоторых режимах работы двигателя и в два раза снижается дымность на выпуске по сравнению с дизтопливом. Использование бензина А-76 для двигателя 5ТДФ на танке Т-64Б оказалось равноценным с керосином ТС-1 по мощностным характеристикам, но менее эффективным в плане уменьшения дымности.

Эжекционная система охлаждения, входящая в состав данных танков, способствует значительному снижению дымности \square азовоз душной смеси на выходных жалюзи, поскольку функционально в эжекторе происходит перемешивание выпускных газов двигателя с потоком чистого воздуха после радиаторов.

Наиболее эффективна для уменьшения дымности смесь 50% бензина А-76 с 50% керосина ТС-1, которая по сравнению с дизтопливом уменьшает оптическую плотность газоздушной смеси на выпуске в три - четыре раза, но в этих опытах мощность на выходных валах силовой установки танка Т-64Б также существенно снижалась в среднем на 31%.

Приведенные данные по изменению мощностных характеристик и дымности при применении разных видов топлива целесообразно использовать при оперативном планировании перемещения бронетехники с повышенными требованиями к маскировке, а также при проведении таких ответственных мероприятий, как парады и демонстрационные показы.

Литература: 1. Двигатель 6ТД. Техническое описание. - М.: Военное издательство, 1988-144с. 2. Кудров В.М., Кузьминский В.А., Жменько Р.В., Чучмарь И.Д., Зарянов В.А., Золотуха В.Н. Стенд для испытаний силовых установок колёсных и гусеничных машин. Вестник НТУ "ХПИ". Тем. вып. "Транспортное машиностроение" - Харьков:НТУ "ХПИ", 2007-№33.-с.83-94.7 3. Техническая термодинамика и теплопередача в компактных теплообменниках транспортных машин: Монография / О.Б.Анипко, М.Д.Борисюк, В.Ф.Климов. -Харьков: НТУ "ХПИ", 2006-244с.

Вакуленко В.В., Кузьмінський В.А., Жменько Р.В., Бобер А.В., Лазурко О.В., Золотуха В.М.

**ВПЛИВ ВИКОРИСТОВУЄМИХ ВИДІВ ПАЛИВА НА ПОТУЖНІСТНІ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ДИМНІСТЬ СИЛОВИХ УСТАНОВОК ТАНКІВ З
БАГАТОПАЛИВНИМИ ДВИГУНАМИ 5ТДФ, 6ТД-1 ТА 6ТД-2**

В статті наведено аналіз впливу використовуваних видів палива на потужнісні характеристики та димність силових установок танків з багатопаливними двигунами 5ТДФ, 6ТД-1 та 6ТД-2.

Vakulenko V.V., Kuzminsky V.A., Zhmenko R.V., Bober A.V., Lazurko A.V., Zolotukha V.N.

**FUEL IMPACT ON POWER CHARACTERISTICS AND SMOKE EMISSION OF TANK
POWER PACK UNITS WITH MULTI-FUEL ENGINES 5TDF, 6TD-1 AND 6TD-2**

The article presents analysis of fuel impact on power characteristics and smoke emission of tank power pack units with multi-fuel engines 5TDF, 6TD-1 and 6TD-2.