

УДК 629.3.053

Зимин Д.Б., Галушка Ю.В.

**СРАВНЕНИЕ ТАНКА «ОПЛОТ» И ТАНКОВ,
НАХОДЯЩИХСЯ НА ВООРУЖЕНИИ АРМИИ УКРАИНЫ,
ПО ЧАСТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ПОВОРОТЛИВОСТИ**

1. Постановка задачи. Механогидравлические приводы управления поворотом танков Т-64, Т-72 и Т-80УД с бортовыми коробками передач (БКП), находящихся на вооружении армии Украины, функционируют таким образом, что по мере отклонения органа управления поворотом (ОУП) происходит включение фрикционных элементов (ФЭ) пониженной передачи БКП отстающего борта, а управление поворотом происходит благодаря управлению режимом буксования ФЭ. Управление режимом буксования обеспечивается регулированием давления трансмиссионного масла в бустерах ФЭ. Порядок включения ФЭ при повороте и регулирование давления в них в зависимости от отклонения ОУП определяются кинематикой привода управления поворотом.

Существуют факторы, не позволяющие реализовать пропорциональную зависимость между отклонением ОУП и радиусом поворота танка. Значительной разницей в величинах коэффициентов трения покоя и буксования ФЭ обусловлен неуправляемый режим буксования сразу за их выключением и переходом в режим буксования. Это проявляется во внезапном резком повороте машины, несмотря на плавное перемещение ОУП. Разница в коэффициентах запаса переключаемых ФЭ, условий и режима движения машины вызывают включение и выключение ФЭ даже на одной передаче при разных давлениях масла в бустерах, а одним и тем же уровням давления соответствуют разные режимы буксования ФЭ. Это проявляется в том, что одним и тем же положениям ОУП отвечают разные отклики машины.

В результате требуется выработка специальных навыков управления, доступных лишь водителям с большим опытом и достаточной тренировкой.

Система автоматизированного управления поворотом танка ОПЛОТ, в которой вместо рычагов управления применён штурвал с датчиком положения, использует тот же способ поворота (включение пониженной передачи в БКП отстающего борта), но при этом за счёт аппаратуры управления и электрогидравлических исполнительных органов обеспечивается поддержание заданных водителем радиусов поворотов.

Таким образом, анализ показателей поворотливости танков, позволяющий определить их узкие места и, следовательно, направления дальнейших работ и исследований, является актуальной и перспективной задачей.

2. Цель и задачи исследования

Целью работы является численная оценка и анализ частных показателей поворотливости танков, находящихся на вооружении армии Украины на основе экспериментальных данных, полученных в процессе их испытаний.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ полученных результатов;
- определить направления дальнейших исследований в части улучшения поворотливости танков.

3. Объект исследования – ручные механогидравлические и автоматизированная электрогидравлическая системы управления движением танков.

4. Предмет исследования – частные параметры поворотливости танков с механогиdraulicкими и автоматизированной электрогидравлической системой управления движением.

5. Методы исследования. В процессе исследований использовался системный подход при изучении и решении проблемы улучшения характеристик подвижности и управляемости ВГМ за счёт оптимизации параметров поворотливости танков на базе научных положений теоретической механики, теории танка и транспортных гусеничных машин, теории планетарных передач, теории поворота гусеничных машин.

6. Научная новизна полученных результатов заключается в следующем. Получила дальнейшее развитие теория управления подвижностью ВГМ в части решения проблемы улучшения характеристик подвижности и управляемости за счёт оптимизации частных параметров поворотливости.

7. Анализ характеристик поворотливости танков Т-64А, Т-72, Т-80УД с ручными механогиdraulicкими и танка «ОПЛОТ» с автоматизированной электрогидравлической системами управления поворотом

7.1. Коэффициент использования величины перемещения органа управления поворотом танка

Зависимость радиусов поворотов танков от величины перемещения ОУП отображается на диаграмме поворотливости. Диаграмма поворотливости строится на экспериментальных данных и позволяет оценить характер следящих свойств системы управления поворотом и величину перемещения ОУП, где имеется возможность регулирования радиуса поворота. На диаграмме поворотливости (рисунок 1) изображены, для удобства восприятия, зависимости радиусов поворотов от перемещения ОУП для первых и четвертых передач. На остальных передачах характер указанных зависимостей аналогичен четвертым передачам.

Количественным критерием оценки диаграммы поворотливости является коэффициент использования величины перемещения ОУП, обеспечивающего регулирование радиуса поворота – K_{oy} :

$$K_{oy} = \frac{S_p}{S_{max}}, \quad (1)$$

где S_p – величина перемещения ОУП, обеспечивающая регулирование радиуса поворота; S_{max} – максимальная величина перемещения ОУП.

На основании диаграммы поворотливости определяются по формуле (1) коэффициенты использования величины перемещения ОУП танков K_{oy} (представлены в таблице 1).

Таблица 1

	Т-64А	Т-72	Т-80УД	«ОПЛОТ»
Коэффициент использования величины перемещения ОУП, K_{oy}	0,39	0,34	0,40	0,85

Анализируя диаграмму поворотливости, можно сделать вывод, что коэффициенты использования величины перемещения ОУП у танков с механогиdraulicкими

приводами управління трансміссіями – Т-64А, Т-72, Т-80УД приблизно однакові. Ісключення складає танк «ОПЛОТ», у якого коефіцієнт використання величини переміщення ОУП більше, ніж вдвоє перевищує K_{ou} порівнюваних танків. Для визначення причин склалася ситуація розглянемо статичні характеристики систем управління поворотом порівнюваних танків.

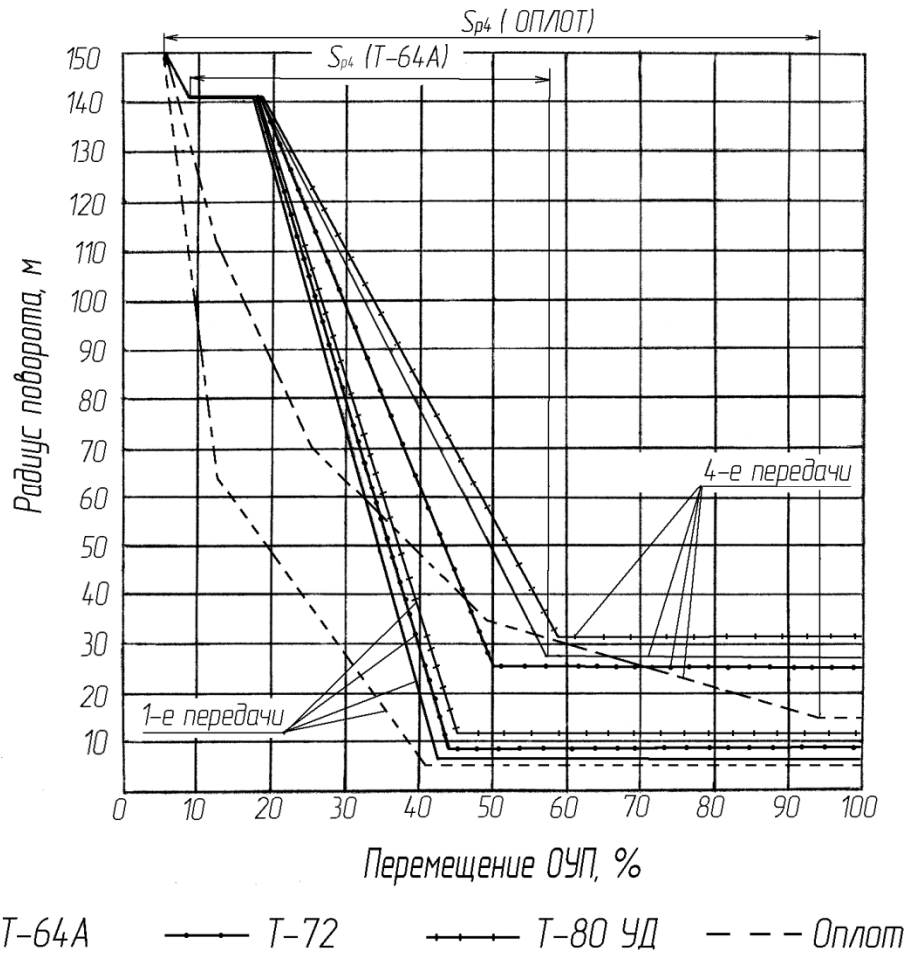


Рисунок 1 – Диаграмма поворотливости

Статическая характеристика, показывающая зависимость давления масла в бустерах БКП от положения ОУП, при очень медленном перемещении последнего (отсюда название), приведена на рисунке 2.

Как видно из рисунка 2, статические характеристики танков Т-64А, Т-72, Т-80УД мало отличаются друг от друга. Участку S_0 соответствует снижение давления масла, подаваемого на управление коробки передач отстающего борта от максимального до нуля. Участку S_0 соответствует прямолинейное движение танков. На участке S_p происходит включение пониженной передачи на отстающем борту (в зоне нулевого давления) и рост давления масла, подаваемого на управление коробки передач отстающего борта от нуля до $\approx 3 \dots 5 \text{ кг/см}^2$ (в большинстве случаев). Участку S_p соответствует регулирование радиуса поворота танков. Причём зоне нулевого давления соответствуют свободные радиусы поворотов.

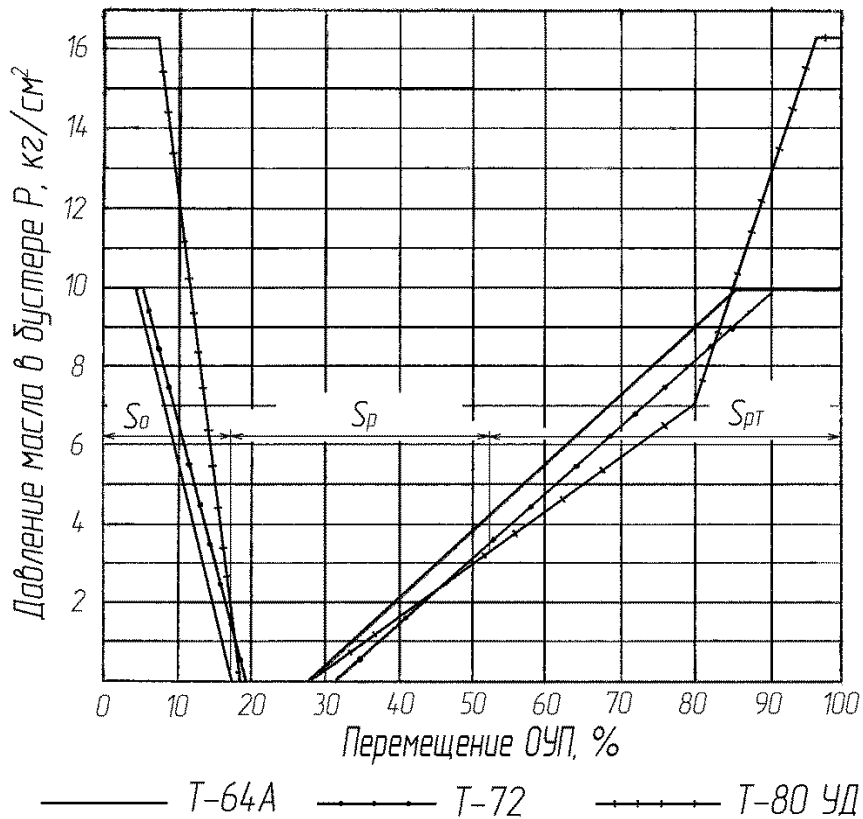


Рисунок 2 – Статическая характеристика давления в бустерах КП

Участку S_{pT} соответствует рост давления масла подаваемого на управление коробки передач отстающего борта от $\approx 3 \dots 5$ кг/см² до максимального. Участку S_{pT} соответствует регулирование радиуса поворота танков на первой передаче на тяжелых грунтах (песок, болото). Движение на участке S_{pT} на высших передачах приводит к заносу танка или остановке двигателя.

Статическая характеристика показывает основные недостатки, присущие механо-гидравлическим приводам управления трансмиссиями – большой мёртвый ход (участок S_0), большой участок S_{pT} , используемый редко, и в результате ход ОУП, используемый для регулирования радиуса поворота, составляет всего 34...40 %.

Указанных недостатков лишена автоматизированная система управления трансмиссией танка «ОПЛОТ». Статической характеристики у танка «ОПЛОТ» не существует. Система гидроуправления трансмиссией работает в динамическом режиме. Конкретному углу поворота штурвала, в зависимости от времени, может соответствовать любое давление управления – от нуля до максимального. Зона нечувствительности не превышает 5 % хода ОУП, после чего релейно включается N-1 передача на отстающем борту. Зона нечувствительности необходима в целях безопасности движения, чтобы исключить поворот танка при случайном повороте штурвала. Регулирование давления масла, подаваемого на управление коробки передач отстающего борта, осуществляется аппаратурой управления при помощи электрогидравлических исполнительных органов по программе.

В результате ход ОУП, используемый для регулирования радиуса поворота, достигает 85 %.

7.2. Коэффициент предельной скорости маневрирования танка

Предельная скорость маневрирования это численное значение средней скорости прохождения стандартной змейки без сбивания створов. Это экспериментальные данные, которые позволяют оценить скорость танков при изменении рядности движения. Проверка выполняется на твёрдом грунте, расстояние между створами – 40 метров. При таком расстоянии между створами, максимальные радиусы поворотов теоретической траектории движения, достигают 80-ти метров. При указанных радиусах поворотов, ограничение скорости по заносам 60 км/ч.

Количественным критерием оценки манёвренности танка является коэффициент предельной скорости маневрирования – $K_{пм}$:

$$K_{пм} = \frac{V_{пм}}{V_{max}}, \tag{2}$$

где $V_{пм}$ – предельная скорость маневрирования; V_{max} – максимальная скорость движения.

В таблице 2 приведены предельные скорости маневрирования танков. [1]

Таблица 2

	Т-64А	Т-72	Т-80УД	«ОПЛОТ»
Масса танка, т	38,5	41,0	46,0	52,5
Мощность двигателя, л.с.	700	780	1000	1200
Удельная мощность, л.с./т	18,2	19,0	21,7	22,9
Максимальная расчётная скорость, V_{max} , км/ч	60,5	60,5	65,0	68,8
Предельная скорость маневрирования, $V_{пм}$, км/ч	26	26	Нет данных	32
Коэффициент предельной скорости маневрирования, $K_{пм}$	0,43	0,43	Нет данных	0,47

Из таблицы 2 видно, что предельная скорость маневрирования танка «ОПЛОТ» выше, чем у танков Т-64А и Т-72, но ниже, чем теоретическая. Полученный результат объясняется запаздыванием реакции танка на управляющее воздействие - около 1-й секунды. [1] Водитель вынужден выполнять змейку с меньшими радиусами поворотов, для чего снижает скорость, чтобы избежать заносов. [2, 3]

8. Выводы

Анализируя полученные значения частных характеристик поворотливости, можно сделать следующие выводы:

– система управления поворотом танка «ОПЛОТ» имеет значительное преимущество по коэффициенту использования величины перемещения органа управления поворотом, обеспечивающего регулирование радиуса поворота (см. коэффициент K_{oy} таблица 1), который в два раза больше, чем у сравниваемых танков. Повышается точность и уверенность управления поворотом.

– преимущество танка «ОПЛОТ» по коэффициенту предельной скорости маневрирования, (таблица 2) в сравнении с танками Т-64 и Т-72 выросло незначительно.

Для увеличения предельной скорости маневрирования необходимо повышение быстродействия системы управления движением танка.

Дальнейшие работы и исследования по улучшению характеристик поворотливости танка «ОПЛОТ» должны быть направлены на применение более быстродействующих электрогидравлических исполнительных механизмов БКП и бортовых вычислительных средств.

Литература

1. Отчёт №123 от 16.07.2007 г. «О проведении предварительных испытаний комплексной системы управления движением (КСУД)». Харьков, ХКБМ – 17 с.
2. Акт №157 от 03.07.2002 г. «О результатах испытаний системы управления движением танка 478ДУ5 в автоматическом и ручном режиме» Харьков, ХКБМ – 6 с.
3. Техническая записка №147 от 12.04.2000 г. «Об отработке режима выполнения теста «змейка». Харьков, ХКБМ – 2 с.

Bibliography (transliterated)

1. Otchjot #123 ot 16.07.2007 g. «O provedenii predvaritel'nyh ispytanij kompleksnoj sistemy upravlenija dvizheniem (KSUD)». Har'kov, HKBM – 17 p.
2. Akt #157 ot 03.07.2002 g. «O rezul'tatah ispytanij sistemy upravlenija dvizheniem tanka 478DU5 v avtomaticheskom i ruchnom rezhime» Har'kov, HKBM – 6 p.
3. Tehnicheskaja zapiska #147 ot 12.04.2000 g. «Ob otrabotke rezhima vypolnenija testa «zmejka». Har'kov, HKBM – 2 p.

УДК 629.3.053

Зімін Д.Б., Галушка Ю.В.

ПОРІВНЯННЯ ТАНКА «ОПЛОТ» І ТАНКІВ, ЯКІ ЗНАХОДЯТЬСЯ НА ОЗБРОЄННІ УКРАЇНСЬКОЇ АРМІЇ ПО ЧАСТКОВИМ ПОКАЗНИКАМ КЕРУВАННЯ ПОВОРОТОМ

Проведена чисельна оцінка та аналіз часткових показників керування поворотом танків з ручними механогідравлічними і автоматизованої електрогідравлічної системами керування поворотом.

Zimin D.B., Galushka J.V.

COMPARISON OF TANK “OPLOT” AND THE TANKS BEING IN OPERATIONAL SERVICE OF UKRAINIAN ARMY ON THE BASIS OF PARTICULAR CHARACTERISTICS OF TURNABILITY

Numerical evaluation of particular characteristics of tank turnability with hand-operated mechanical-hydraulic and automatized electrohydraulic control systems has been carried out.