

К ВОПРОСУ РАЗБИВКИ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ БОРТОВЫХ ПЛАНЕТАРНЫХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

Д. О. Волонцевич

Доктор технических наук, доцент, заведующий
кафедрой*

Контактный тел.: 050-902-73-80

Е. А. Веретенников

Аспирант*

Контактный тел.: 057-707-63-55

*Кафедра колесных и гусеничных машин
им. А.А. Морозова

Национальный технический университет "Харьковский
политехнический институт"
ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002

У статті запропоновано методика підбору передавальних чисел бортових планетарних коробок передач гусеничних машин, яка дозволяє наблизити фіксовані радіуси повороту до критичних для ґрунтів з гарними зчипними властивостями

Ключові слова: гусенична машина, бортова планетарна коробка передач, передаточне число, фіксований радіус повороту

В статье предложена методика подбора передаточных чисел бортовых планетарных коробок передач гусеничных машин, которая позволяет приблизить фиксированные радиусы поворота к критическим для грунтов с хорошими сцепными свойствами

Ключевые слова: гусеничная машина, бортовая планетарная коробка передач, передаточное число, фиксированный радиус поворота

The article proposed a method of selection of gear ratios to-side planetary gear timid, which allows you to bring a fixed radius of rotation to critically for soils with good traction

Key words: tracked vehicles, to-side planetary gear boxes, gear ratios, fixed radius of turn

1. Введение

В данный момент при проектировании трансмиссий военных гусеничных машин (ВГМ) с бортовыми планетарными коробками передач (БПКП) основное внимание уделяется обеспечению необходимой динамики машины и компактности самих БПКП. При этом вопросы поворота машины на разных грунтах остаются в стороне. Так, на основном танке Т-84, принятом на вооружение украинской армии, установлены по сути БПКП с танка Т-64, разработанные около 50 лет назад. И если в современные требования по разгонным характеристикам они еще позволяют вкладываться, то в вопросах управляемости без специальной автоматической системы управления движением (АСУД) – нет. Танки Т-64, Т-72 и Т-80УД (без АСУД) способны поворачивать на фиксированных радиусах поворота без заноса только до четвертой передачи, то есть приблизительно до 25 км/ч, на грунтах с самым высоким коэффициентом сцепления. Для машин без АСУД это значительно снижает среднюю скорость движения на марше и требует большей квалификации механика-водителя, а для машин с

АСУД – приводит к интенсивному изнашиванию управляющих фрикционов БПКП, вынужденных работать в поворотах с постоянной пробуксовкой.

2. Анализ последних достижений и публикаций

Как в классической литературе [1, 2], так и в современных исследованиях [3], по теории движения гусеничных машин достаточно подробно и фундаментально рассмотрены вопросы определения критических радиусов поворота для различных грунтов, однако они не увязаны с рекомендациями по проектированию БПКП, в которых фиксированные радиусы поворота получаются переходом по отстающему борту на низшую передачу.

3. Цель и постановка задачи

Целью данной работы является предложение методики подбора передаточных чисел БПКП, которые

бы обеспечивали поворот машины с радиусами, совпадающими или близкими к радиусам, при которых начинается частичный занос машины, во всем диапазоне скоростей движения на грунтах с высоким коэффициентом сцепления и сопротивления повороту. А также определение изменения динамики разгона машины при указанных передаточных числах на примере основного танка Т-84.

4. Основная часть

Перед определением передаточных чисел бортовой коробки передач, обеспечивающих поворот машины на границе начала заноса, необходимо построить области поворота с заносом и без него.

Для этого воспользуемся формулой, определяющей пары значений скорости и радиуса поворота, соответствующие началу заноса [1]:

$$V = \sqrt{\mu g R},$$

откуда

$$R = \frac{V^2}{\mu g},$$

где R – радиус поворота центра масс машины, соответствующий началу заноса; V – скорость движения центра масс машины; $\mu = 0,7$ – принятый коэффициент сопротивления повороту; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

По результатам расчета строим области поворота машины с заносом и без него (рис. 1).

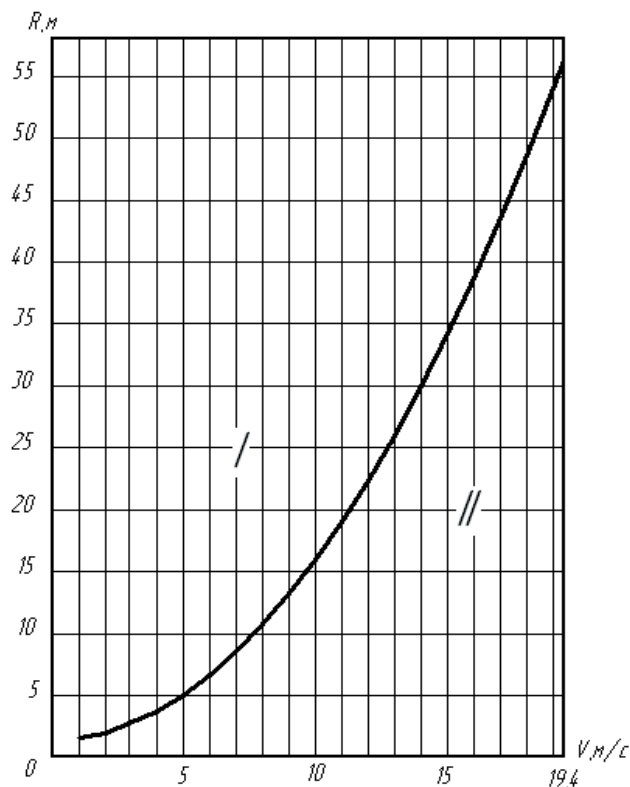


Рис. 1. Граница между движением ВГМ без заноса и с заносом

На рис. 1 приняты следующие обозначения: I – зона движения машины без заноса; II – зона движения машины с заносом.

С помощью построенной границы определим набор передаточных чисел, которые должны быть в бортовых коробках передач для обеспечения поворота машины на границе начала заноса.

Воспользуемся формулой [1]:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1} = q,$$

где V_2, R_2 – скорость и радиус поворота забегающей гусеницы соответственно; V_1, R_1 – то же для отстающей гусеницы соответственно; q – отношение двух соседних передаточных чисел.

Для расчета q будем пользоваться соотношением:

$$V_1 = \frac{V_2 R_1}{R_2},$$

причем $V_2 = V_{\text{max}}$ для первого расчета, для всех последующих расчетов V_1 из предыдущего расчета равно V_2 для последующего.

$$R_2 = R + \frac{B}{2},$$

где B = 2,4 м – ширина колеи машины.

Значение R берется из рис. 1 для соответствующего значения скорости V. $R_1 = R_2 - B$.

Результаты расчетов заносим в табл. 1.

Таблица 1

Значения передаточных отношений, обеспечивающих поворот машины на границе начала заноса

№ п/п	V_2	R_2	R_1	V_1	q	i
13	–	–	–	–	–	1
12	19,4	56,21	53,41	18,42	1,053	1,053
11	18,42	51	48,2	17,41	1,058	1,114
10	17,41	43,5	40,7	16,29	1,069	1,191
9	16,29	40,6	37,8	15,17	1,074	1,279
8	15,17	36,4	33,6	14	1,083	1,385
7	14	30	27,2	12,73	1,1	1,524
6	12,73	25,2	22,4	11,31	1,125	1,714
5	11,31	19,6	16,8	9,96	1,167	2
4	9,96	16	13,2	8,23	1,21	2,421
3	8,23	11,2	8,4	6,17	1,333	3,227
2	6,17	7	4,2	3,7	1,667	5,379
1	3,7	3,4	0,6	0,65	5,667	30,482

Мы имеем тринадцать передаточных чисел, которые должны быть в бортовых коробках передач для обеспечения поворота на грани заноса. Однако при передаточном отношении первой передачи 30,482 расчетный динамический фактор превосходит 1, а для ВГМ это не нужно. Поэтому ограничим передаточное отношение трансмиссии на первой передаче 9,87, при котором динамический фактор равен 1.

Устанавливать на машину коробки передач, обеспечивающие движение и поворот на 13 передачах нецеле-

Таблица 5

сообразно. Поэтому необходимо из предложенного ряда передаточных чисел выбрать только некоторые, например 6, 7 или 8 (табл. 2 – 4), как в большинстве существующих коробок передач. При этом отсутствие некоторых передаточных чисел должно компенсироваться с помощью АСУД, позволяющей приблизить поворот машины к границе заноса за счет меньшей, чем при другом выборе, пробуксовки фрикционных элементов в БПКП.

Предлагается выбрать передаточные числа путем разбивки всего интервала передач на равные 5, 6 и 7 отрезков и спроецировать их на кривую передаточных отношений. При этом считаем, что при любой разбивке передаточное отношение на первой передаче равно 9,87, а на высшей – 1.

На рис. 2 на горизонтальной оси отложены передачи, а на вертикальной – передаточные отношения на соответствующих передачах. Буквами А, Б, В обозначены разбивки передаточных отношений для 8, 7 и 6 передач соответственно.

Таблица 2

Передаточные отношения для шестиступенчатой коробки передач

Передача	1	2	3	4	5	6
i	9,87	2,31	1,63	1,32	1,12	1
q	4,27		1,42	1,23	1,18	1,12
i-1	0,1	0,43	0,61	0,76	0,89	1
$\Delta(i-1)$	0,33		0,18	0,15	0,13	0,11

Таблица 3

Передаточные отношения для семиступенчатой коробки передач

Передача	1	2	3	4	5	6	7
i	9,87	2,52	1,79	1,45	1,25	1,1	1
q	3,92		1,41	1,23	1,16	1,14	1,1
i-1	0,1	0,4	0,56	0,69	0,8	0,9	1
$\Delta(i-1)$	0,3	0,16	0,13	0,11	0,1	0,1	0,1

Таблица 4

Передаточные отношения для восьмиступенчатой коробки передач

Передача	1	2	3	4	5	6	7	8
i	9,87	2,7	1,95	1,57	1,35	1,2	1,09	1
q	3,66	1,38	1,24	1,16	1,13	1,1	1,09	
i-1	0,1	0,37	0,51	0,64	0,74	0,83	0,92	1
$\Delta(i-1)$	0,27	0,14	0,13	0,1	0,09	0,09	0,08	

Теперь, имея значения передаточных отношений, обеспечивающих поворот машины, близкий к границе заноса, посмотрим, как такое изменение передаточных отношений влияет на динамику разгона машины на шоссе по сравнению с серийным танком Т-84.

Время и путь разгона будем считать по классическому алгоритму [1].

По результатам расчета разгонных характеристик составим сравнительную табл. 5.

Разгонные характеристики

	Время разгона, с	Путь разгона, м
БПКП танка Т-84	61,353	863,955
Восьмиступенчатая коробка передач	55,523	793,317
Семиступенчатая коробка передач	55,264	789,761
Шестиступенчатая коробка передач	55,178	788,501

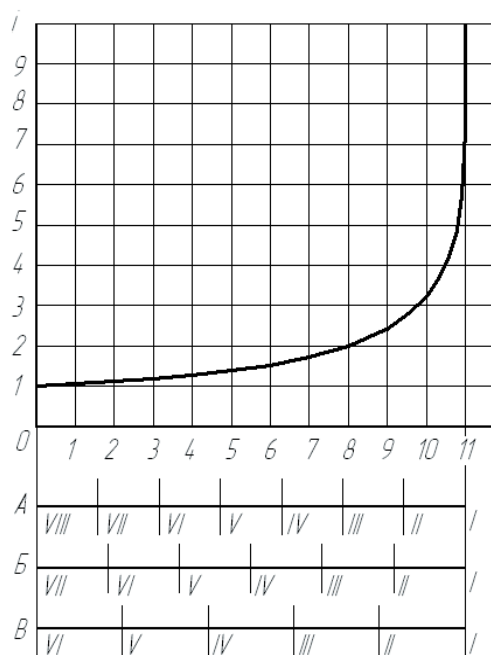


Рис. 2. Передаточные числа при разном количестве передач

5. Выводы

Использование предложенной методики при проектировании БПКП ВГМ позволит приблизить фиксированные радиусы поворота к критическим для грунтов с хорошими сцепными свойствами, что без АСУД существенно облегчит управление машиной, а с АСУД – уменьшит работу буксования фрикционов и продлит их срок службы и при этом положительно скажется на общей динамике машины.

Литература

1. Забавников Н.А. Основы теории транспортных гусеничных машин [Текст] / Н.А.Забавников. – М.: Машиностроение, 1975. – 448с.
2. Гуськов В.В. Теория поворота гусеничных машин [Текст] / А.Ф. Опейко. – М.: Машиностроение, 1984. – 168с.
3. Кондаков С.В. Повышение подвижности быстроходной гусеничной машины путем автоматизации системы управления криволинейным движением [Текст] : автореферат. / С.В. Кондаков. – М., 2009. – 34с.