МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное агентство по образованию
Курганский государственный университет
Кафедра «Автомобили»

ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ АВТОМОБИЛЯ С ГИДРОТРАНСФОРМАТОРОМ

Методические указания к выполнению индивидуальных заданий, курсовых работ, курсовых и дипломных проектов студентами специальности 190201 «Автомобиле- и тракторостроение»

Курган 2006

Кафедра «Автомобили»

Дисциплина «Теория автомобиля и тракторы»

Составили канд. техн. наук, доц. Б.М. Тверсков, канд. техн. наук, доц. А.Л. Сергеев

Составлены на основе дополненных и переработанных методических указаний авт. Б.М.Тверсков ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ АВТОМОБИЛЯ С ГИДРОТРАНСФОРМАТОРОМ. Методические указания к выполнению курсовых работ, курсовых и дипломных проектов для студентов специальности 150100 . – Курган: Изд – во КГУ, 1992. – 23 с. и авт. Сергеев А.Л. БЕСТУПЕНЧАТЫЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ И ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ. Методических указаний к выполнению практических и лабораторных работ.для студентов специальности 150100. – Курган: Изд.- во КГУ, 1976. – 24 с.

Утверждено на заседании кафедры “ 23 “____марта_____2006 г.

Рекомендовано методическим советом

университета “ “_____2006 г.

Введение

Тяговый расчет автомобиля выполняется с целью определения его тягово-скоростных качеств [1]. Тяговый расчет может быть проектировочный, когда автомобиль создается вновь, или проверочный, служащим для оценки существующего автомобиля. Проектировочный тяговый расчет выполняется в следующем порядке:

1. Составляется мощностной баланс и определяется необходимая максимальная мощность двигателя для движения полностью груженного автомобиля на горизонтальной асфальтированной дороге с максимальной постоянной скоростью.
2. По максимальной мощности рассчитывается и строится внешняя скоростная характеристика двигателя (методика расчета излагается в учебниках по теории автомобиля).
3. Проводится согласование работы двигателя и гидротрансформатора, для чего строится входная характеристика гидротрансформатора.
4. Строится выходная характеристика гидротрансформатора.
5. Исходя из максимальной скорости, приняв радиус качения колеса и максимальные числа оборотов коленчатого вала двигателя, рассчитывается передаточное число главной передачи.
6. Рассчитываются передаточные числа коробки передач (методика расчета излагается в учебниках по теории автомобиля).
7.. Строятся характеристики автомобиля:

- тяговая;
- динамическая;
- график ускорений;
- графики времени и пути разгона;
- график мощностного баланса автомобиля.

При выполнении проверочного тягового расчета для построения тягово-скоростных характеристик используют данные проверяемого автомобиля.

Мощностной баланс автомобиля есть равенство мощности двигателя и мощностей сопротивления движению автомобиля. В общем виде мощностной баланс можно записать:

$$N_e = (N_f + N_h + N_w + N_j) \cdot \frac{1}{\eta_{тр}},$$

где N_e - мощность двигателя; N_f - мощность сопротивления качению колес; N_w - мощность сопротивления воздуха; N_j - мощность сопротивления инерции автомобиля; $\eta_{тр}$ – к.п.д. трансмиссии.

В развернутом виде мощностной баланс для определения необходимой максимальной мощности двигателя (кВт), записывается

$$\frac{P_T \cdot V}{1000} = \frac{G_a \cdot f \cdot V}{1000} + \frac{K \cdot F \cdot V^3}{1000},$$

где P_T – сила тяги на ведущих колесах; V – максимальная скорость автомобиля; G_a – полная сила тяжести автомобиля, Н; f - коэффициент сопротивления дороги; K – коэффициент сопротивления воздуха; F – лобовая площадь автомобиля

Максимальная мощность определяется для движения автомобиля с максимальной постоянной скоростью на горизонтальной дороге:

Сила тяги на колесах автомобиля при движении с постоянной скоростью на горизонтальной дороге равна

$$P_т = P_f + P_w,$$

где P_f - сила сопротивления качению колес автомобиля; P_w - сила сопротивления воздуха.

В развернутом виде выражение для определения силы тяги

$$P_т = G_a \cdot f + \frac{K \cdot F \cdot V^2}{3{,}6^2},$$

Тяговый расчет автомобиля с гидротрансформатором отличается от тягового расчета автомобиля без гидротрансформатора дополнительным построением графиков входной и выходной характеристик гидротрансформатора. Остальные этапы те же, что и для автомобиля без гидротрансформатора. Свойства гидротрансформатора выражаются его безразмерной характеристикой. Геометрически подобные гидротрансформаторы имеют одинаковую безразмерную характеристику.

ВХОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОТРАНСФОРМАТОРА

Расчет входной характеристики гидротрансформатора ведется с использованием безразмерной характеристикой гидротрансформато-

ра и внешней скоростной характеристики двигателя. Примеры таких характеристик даны в приложении.

Передать крутящий момент двигателя, обеспечив автомобилю высокие динамические качества, может лишь гидротрансформатор определенных размеров. Если его размеры меньше, передается лишь часть крутящего момента двигателя, если больше - двигатель не развивает достаточные обороты, отчего его мощность будет низкой. В том и другом случаях движение затруднено либо невозможно [2].

Крутящий момент, которым насосное колесо гидротрансформатора нагружает двигатель, определяется по следующей зависимости:

$$M_н = \lambda \cdot \rho \cdot n_н^2 \cdot D^5, \qquad (1)$$

где $M_н$ - крутящий момент на насосном колесе гидротрансформатора, кгс·м; λ - коэффициент входного момента; ρ - плотность жидкости (850...870 кг/м^3 для масел, используемых в гидротрансформаторах);.$n_н$ - частота вращения насосного колеса гидротрансформатора, об/мин; D-активный (наибольший внутренний) диаметр гидротрансформатора, м.

Коэффициент входного момента λ имеет очень небольшое численное значение. Поэтому на графике безразмерной характеристики он записывается как $\lambda \cdot 10^6$ и изменяется в пределах (0… 3) $\cdot 10^6$ [3]. Может также записываться как $\lambda_н \cdot 10^4$, где $\lambda_н = \lambda \cdot \rho$.

Указанная на графике безразмерной характеристики $\lambda \cdot 10^6$, имеет размерность λ - мин^2/(м·об^2). Здесь: мин – минута, м - метр, об - обороты насосного колеса в минуту. Размерность крутящего момента $M_н$, рассчитанного по формуле (1), – кгс·м. Подставленное при расчете в формулу (1) значение $\lambda \cdot 10^6$ нужно разделить на $10^{6.}$ или разделить на 10^4, если подставляется $\lambda_н$.

График, показывающий изменение крутящего момента двигателя M_e и крутящего момента на насосном колесе $M_н$ гидротрансформатора в зависимости от частоты их вращения n_e, называется в х о д н о й характеристикой гидротрансформатора (рис. 1). Кривых, показывающих изменение $M_н$, может быть несколько, они образуют пучок (веер). Каждая из этих кривых строится для своего значения λ, взятого из безразмерной характеристике для различных передаточных отношений, начиная от 0 до перехода на режим гидромуфты.

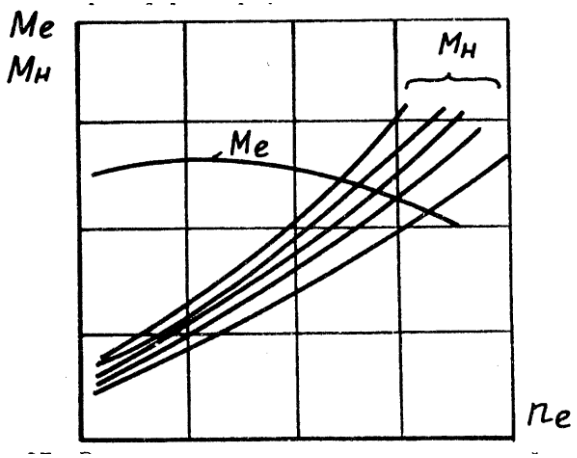


Рис.1. Входная характеристика гидротрансформатора

Точки пересечения кривых M_e и $M_н$ на входной характеристике должны быть при определенной частоте вращения коленчатого вала, т.к. от этого зависит мощность двигателя. Если пересечение указанных кривых произошло при низкой частоте, мощность окажется значительно меньше максимальной и разгон автомобиля будет затруднен. Поэтому пересечение кривых при средней частоте вращения коленчатого вала допускается на автомобилях с высокой удельной мощностью, например, легковые. При этом шум двигателя, создаваемый при разгоне, небольшой, что важно для легковых автомобилей.

На входных графиках грузовых автомобилей с дизельными двигателями, развивающих достаточную мощность лишь при большой частоте вращения коленчатого вала, пересечение кривых M_e и $M_н$ должно происходить при такой частоте. Двигатель сразу развивает максимальную мощность, автомобиль хорошо разгоняется..

Точка пересечения кривых M_e и $M_н$, показывающая совмещение характеристик двигателя и гидротрансформатора, определяется при заторможенном автомобиле и полной подаче топлива. Такой режим называется стоповым, передаточное отношение на безразмерной характеристике для него $i_0 = 0$. Обороты двигателя (насосного колеса), соответствующие этой точке, называются оборотами входа n_{BX}. Для оптимального совмещения характеристик двигателя и гидротрансформатора рекомендуются следующие значения n_{BX} в зависимости от оборотов двигателя при максимальной мощности:

$$n_{BX} = (0{,}3 - 0{,}45) \times n_N$$ - для легковых автомобилей;

$$n_{BX} = (0{,}5 - 0{,}75) \times n_N$$ - для грузовых автомобилей;

$n_{BX} = (0{,}7 - 0{,}85) \times n_N$ - для автомобилей с дизельными двигателями.

Таким образом, совмещением характеристик гидротрансфоматора и двигателя решаются задачи получения наилучших эксплуатационных качеств автомобиля (тягово-динамических или топливно-экономических).

Для непрозрачного гидротрансформатора (коэффициент прозрачности П = 1), получается лишь одна нагрузочная парабола изменения крутящего момента на насосном колесе. Для прозрачного гидротрансформатор (П>1) можно построить веер таких парабол, начиная от $i_0 = 0$ и заканчивая $i_{ГМ} = 0{,}8 \div 0{,}85$, где гидротрансформатор переходит на режим гидромуфты. Чем больше прозрачность гидротрансформатора (П ≈ 1,6÷2,3), тем шире область нагружения двигателя. В зависимости от типа автомобиля и двигателя для прозрачного гидротрансформатора в стоповом режиме ($i_0 = 0$) предпочтительно совмещение характеристик от 0,95 Me_{max} до перехода на режим гидромуфты ($i = i_{ГМ}$), где должна пересекаться последняя кривая $M_н$ с кривой M_e.

Активный диаметр гидротрансформатора определяется по формуле:

$$D_{ГТ} = \sqrt[5]{\frac{M_{НО}}{\rho \times n_{BX}^2 \times \lambda_0}},$$

где $M_{НО}$ – крутящий момент, соответствующий пересечению кривых M_e и $M_н$ в стоповом режиме; n_{BX} – обороты входа в стоповом режиме; λ_0 – коэффициент входного момента в стоповом режиме

Если имеющийся гидротрансформатор мал и пучок (веер) нагрузочных кривых на графике входной характеристики располагается ниже кривой M_e, между двигателем и гидротрансформатором ставится шестеренчатый согласующий редуктор для увеличения частоты вращения насосного колеса и обеспечения пересечения кривых M_e и $M_н$ в нужном месте кривой M_e. На тягачах КЗКТ, например, применяются согласующие редукторы (повышающие передачи) с передаточными числами 0,833 - на четырехосном тягаче КЗКТ-7428 и 0,734 - на двухосном тягаче КЗКТ-538Д. Значение передаточного числа согласующего редуктора $u_{ср}$ рассчитывается с помощью зависимости

$$M_e \cdot u_{ср} \cdot \eta_{ср} = M_н ,$$

где $\eta_{ср}$ – кпд согласующего редуктора.

ВЫХОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОТРАНСФОРМАТОРА

Зависимость между величиной крутящего момента на турбинном колесе - $M_т$, частотой вращения насосного колеса - $n_н$ и частотой вращения турбинного колеса – $n_т$ называется выходной характеристикой гидротрансформатора (рис. 2) . Указанная зависимость используется для определения тяговых и скоростных параметров автомобиля с гидротрансформатором. Крутящий момент на турбинном колесе (валу) гидротрансформатора на выходной характеристике находится по выражению:

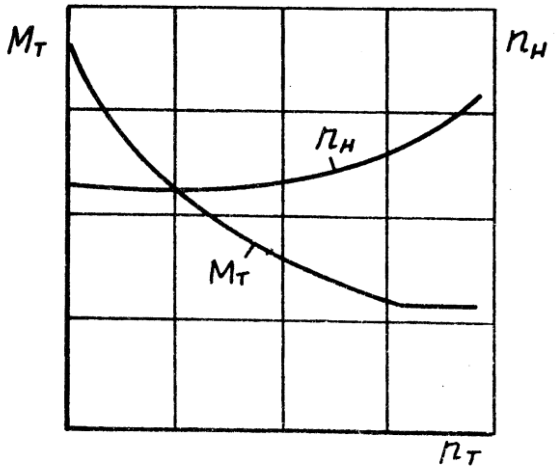


Рис. 2. Выходная характеристика гидротрансформатора

$$M_т = M_н \cdot K,$$

где $M_т$ - крутящий момент на турбинном колесе; $M_н$ - крутящий момент на насосном колесе (берется в точке пересечения кривых M_e и $M_н$ на графике входной характеристики); К - коэффициент трансформации в точке пересечения кривых $M_н$ и M_e.

Частота вращения турбинного вала в точках пересечения кривых M_e и $M_н$ на графике входной характеристики определяется как

$$n_т = n_н \cdot i ,$$

где $n_т$ - частота вращения турбинного вала; $n_н$ - частота вращения насосного вала в точке пересечения кривых M_e и $M_н$ на графике входной характеристики; i - передаточное отношение гидротрансформатора для рассматриваемой кривой $M_н$ на графике входной характеристики.

ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБИЛЯ

Построив выходную характеристику гидротрансформатора, строим тягово-динамические характеристики автомобиля. На следующих рисунках показаны образцы графиков: тяговая характеристика автомобиля с гидротрансформатором (рис. 3), динамическая характеристика – рис. 4.

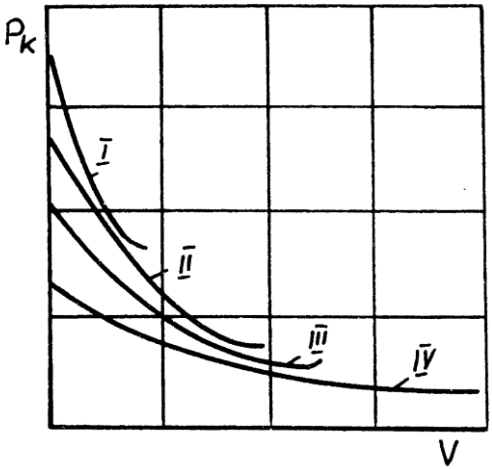


Рис. 3. Тяговая характеристика автомобиля

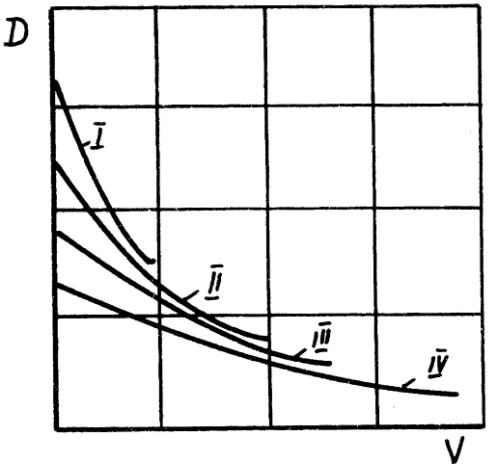


Рис. 4. Динамическая характеристика автомобиля

График ускорений автомобиля. Ускорение автомобиля может быть найдено по следующей зависимости для горизонтальной дороги:

$$j = (D - f) \cdot \frac{g}{\delta},$$

где j - ускорение автомобиля; D – динамический фактор автомобиля; f – коэффициент сопротивления дороги; g – ускорение свободного падения; δ - коэффициент учета вращающихся масс.

Коэффициент учета вращающихся масс определяется по следующей зависимости:

$$\delta = 1 + J_н \cdot \frac{K\, i_{тр}^2\, \eta_м\, g}{G_a\, r_к^2} \cdot \frac{dn_н}{dn_т} + J_т \frac{i_{тр}^2\, \eta_м}{G_a\, r_к^2} + J_к \cdot \frac{Z_к\, g}{G_a\, r_к^2}, \qquad (2)$$

где $J_н$ - момент инерции насосного колеса гидротрансформатора; $J_т$ - момент инерции турбинного колеса; $J_к$ - момент инерции колеса автомобиля; $Z_к$ - число колес на автомобиле; $i_{тр}$ - передаточное число трансмиссии автомобиля; $\eta_м$ – кпд механической части трансмиссии; $r_к$ – радиус качения колеса; g - ускорение свободного падения.

Моментов инерции вращающихся узлов и автомобилей даны в табл. 1

Таблица 1

Моменты инерции вращающихся узлов и автомобилей, кг·м^2

Марка автомобиля	Насосное колесо и вращ. детали двигателя	Турб. колесо	Колесо автомоб.	Автомобиль
ГАЗ-13	0,49*	0,04*	2,7	324,1
ГАЗ-14	0,461	0,04	4,8	515,0
ЗИЛ-114	0,40	0,05	4,8	588,8
ЗИЛ-117	0,40	0,05	4,8	530,9
КАВЗ-3100	1,08	0,069	7,3	3326,0
ЛИАЗ-677	1,09	0,069	7,3	3980,0
ЛИАЗ-5256	0,99	0,09	7,3	4300,0
КЗКТ-7428	5	2,5	90	-

*) – также ГАЗ-21; момент инерции колеса ГАЗ-21 $J_к$ = 1,7 кг·м^2 .

Графики зависимости моментов инерции от размеров активного диаметра гидротрансформатора и статического радиуса колеса даны на рис.5 и 6.

.

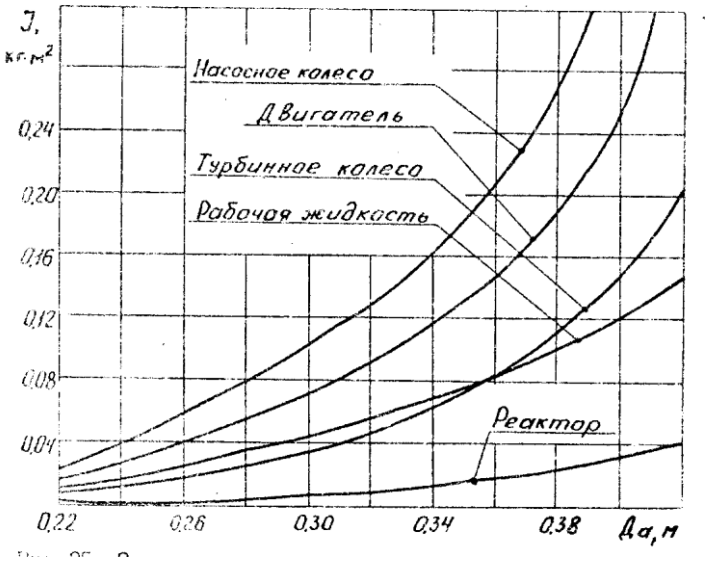


Рис. 5 Зависимость моментов инерции от размеров активного диаметра гидротрансформатора

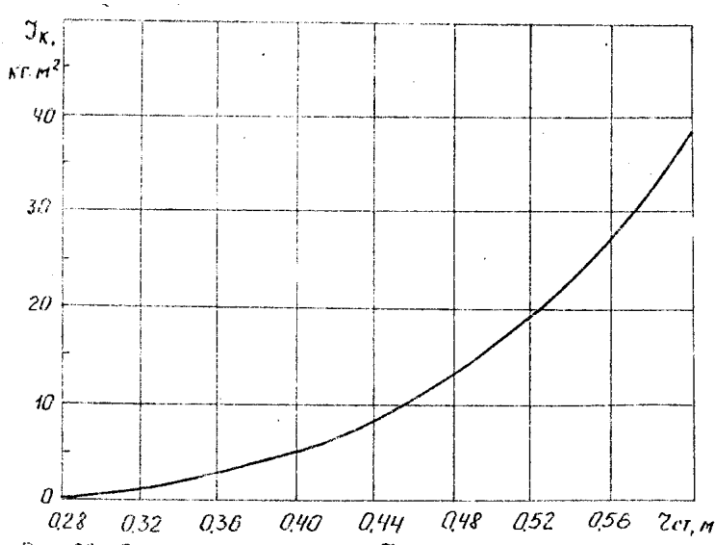


Рис. 6. Зависимость момента инерции колеса автомобиля от размера статического радиуса

Отношение $\frac{dn_н}{dn_т}$ в выражении (2) для определения δ называется кинематической характеристикой гидротрансформатора. Оно равно tg α, где α - угол между касательной к кривой $n_н = f(n_т)$ и осью абсцисс на выходной характеристике гидротрансформатора на рис. 2.

Активные диаметры гидротрансформаторов $D_{ГТ}$:
ГАЗ-21 - 0,280 и 0,317 м, ГАЗ-13 – 0,317 м, ЗИЛ-114 - 0,328 м, ЛИАЗ-677 – 0,340 м, ЛИАЗ-5256 – 0,37, КЗКТ- 7428 и БЛАЗ-540 – 0,470 м).

Моменты инерции жидкости в гидротрансформаторах легковых автомобилей ГАЗ-13, ЗИЛ-114 - 0,05…0,06 кг·м^2, автобуса ЛИАЗ-677 – 0,069 кг·м^2, автобуса ЛИАЗ-5256. – 0,09 кг·м^2 (рис. 5).

Приближенно коэффициент учета вращающихся масс можно определить по эмпирической формуле

$$\delta_{ВР} = 1 + \sigma_1 \times U^2_{КПП} \times k_T \times \frac{dn_H}{dn_T} - \sigma_2 ,$$

где σ_1 и σ_2 – эмпирические коэффициенты, значения этих коэффициентов равны $\sigma_1 = \sigma_2 = 0{,}03 - 0{,}06$ (меньшие значения относятся к более тяжелым автомобилям);

$k_T \times \frac{dn_H}{dn_T} = 0$ - для непрозрачного гидротрансформатора (П=1);

$k_T \times \frac{dn_H}{dn_T} = 0{,}6$ - для гидротрансформатора при 2,5> П>1,5;

$k_T \times \frac{dn_H}{dn_T} = 0{,}9$ - для гидротрансформатора при 1,4> П >1,2 и режима гидромуфты;

$k_T \times \frac{dn_H}{dn_T} = 1$ - для заблокированного гидротрансформатора.

Образец графика ускорений автомобиля при разгоне на различных передачах в коробке передач приведен на рис. 7.

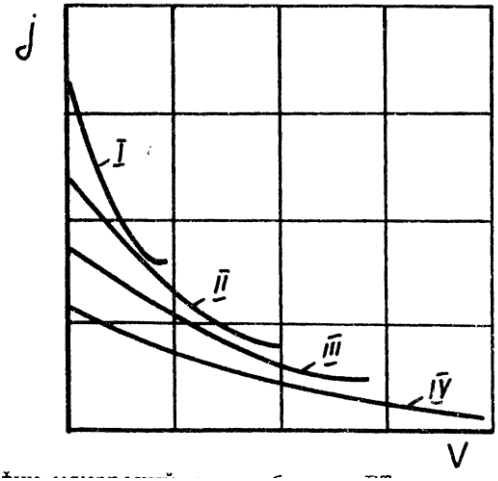


Рис. 7. График ускорений автомобиля

Для характеристики динамических качеств легковых автомобилей обычно используется время разгона в секундах до скорости 100 км/ч. Перечисленные ниже автомобили до этой скорости разгоняются за:

ВАЗ-2105 - 20,0 с; ВАЗ-2106 - 17,5 с; ВАЗ-2108 - 16,0 с; ВАЗ-1099- 13,5 с; ВАЗ-2110 – 14 с; ВАЗ-2121 – 25,0 с; М-2140 - 18,8 с; М-2141 - 17,0 с; ГАЗ-24 - 22,0 с; ГАЗ-3102 - 19,0 с; ГАЗ-3110 - 18,0 с; ЗиЛ-4104 - 13,0 с. Спортивные автомобили разгоняются до 100 км/ч за 6...7 с. Время переключения передач при расчетах берется 0,2...0,5 с для коробки передач с синхронизаторами и 1...3 с без синхронизаторов.

Время разгона. Так как время T = V/j, то элементарное время разгона равно элементарному изменению скорости, деленному на среднее ускорение

$$\Delta t = \Delta V / j_{ср} .$$

Если показанное на графике рис. значение скорости разделить на отдельные участки по 10...15 км/ч и найти для этих участков средние величины ускорений, то можно определить время разгона автомобиля. Оно будет равно сумме значений времени разгона для каждого из этих участков, т.е.

$$T = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \ldots + \Delta t_n ,$$

На рис. 8 показан образец графика времени разгона автомобиля в зависимости от скорости.

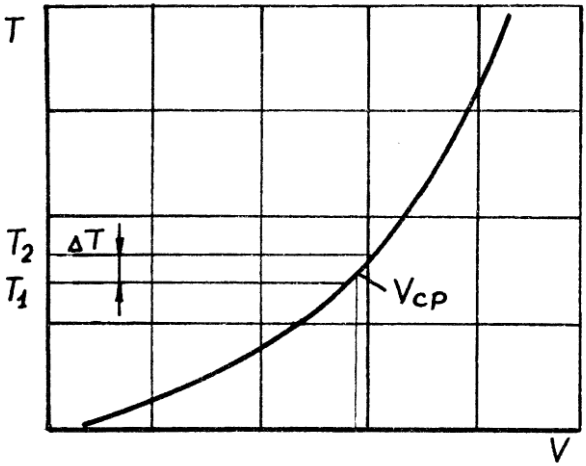
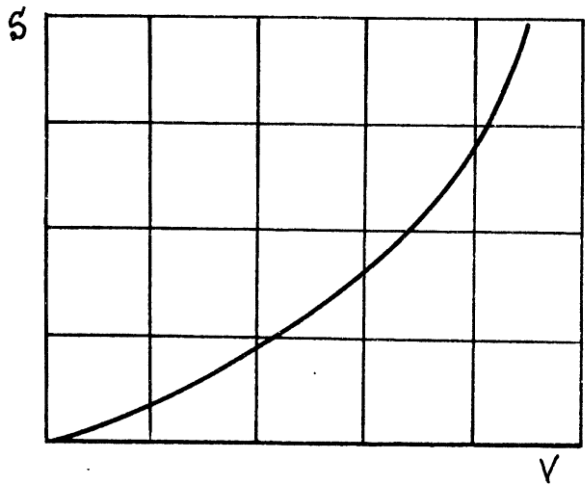


Рис. 8. Время разгона автомобиля

Путь разгона. Используя график времени разгона автомобиля, можно определить путь разгона. Для этого время разгона T на графике делится приблизительно на десять участков, для каждого из которых находится среднее значение скорости $V_{ср}$. Путь, пройденный автомобилем за приходящееся на один участок время, равен

$$\Delta s = V_{ср} \cdot \Delta t .$$



Весь путь разгона автомобиля равен сумме путей на всех участках: $S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 + \ldots + \Delta S_n$.

Рис.9 . Путь разгона автомобиля

На рис.9 показан образец графика зависимости пути разгона автомобиля от скорости. Кривые времени и пути разгона допускается строить на одном графике.

.**Мощностной баланс.** Заключительным этапом тягового расчета является построение графика мощностного баланса, показанного на рис.10.

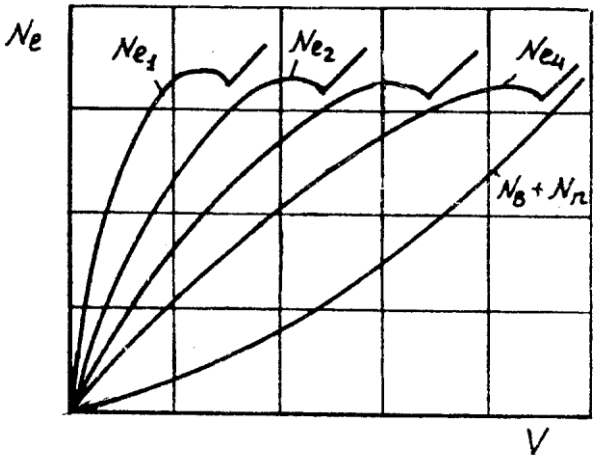


Рис. 10. Мощностной баланс автомобиля с ГТ

ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ АВТОМОБИЛЯ НА ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ

Для выполнения тягового расчета автомобиля с гидротрансформатором на персональном компьютере на кафедре «Автомобили» разработана программа “GMP” - Гидромеханическая передача. Программа позволяет рассчитать и построить:

1. Входную характеристику двигателя и гидротрансформатора.
2. Выходную характеристику гидромеханической передачи.
3. Тяговую характеристику автомобиля.
4. Динамическую характеристику автомобиля.
5. Мощностной баланс автомобиля.
6. Время и путь разгона.
7. Ускорения автомобиля.
8. Силы и мощность сопротивления движению.

Для выполнения тягового расчета необходимо:

1. Ввести исходные данные или выбрать их из базы данных.
2. Согласовать характеристики двигателя.
3. Напечатать таблицы и графики рассчитанных тягово-динамических характеристик автомобиля.

Исходными данными для расчета являются:

а) внешняя скоростная характеристика двигателя;

б) безразмерная характеристика гидротрансформатора;

в) основные параметры автомобиля и трансмиссии.

Порядок выполнения работы. Включить ПК и вывести на экран программу “GMP”. На экране монитора появляется таблица, показанная на рис. 11. Таблицу нужно заполнить, введя исходные данные.

Основное поле таблицы содержит **пять** функциональных полей и строку-подсказку в нижней части экрана – поле 6. Номера “полей-кнопок” обведены кружками. Первые три поля имеют функцию «поля-кнопки», операция с ними выполняется по указанию в строке-подсказке 6 после нажатия клавиши Enter.

Автомобиль	Зап Считт
Имя ГТ ***1***	Очист ***2*** Вых
Имя ДВС	Печать
МАССА АВТОМОБИЛЯ ***5*** ЛОБОВАЯ ПЛОЩАДЬ АВТОМОБИЛЯ КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗДУХА КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ ЧИСЛО КСЛЕС АВТОМОБИЛЯ РАДИУС КАЧЕНИЯ КОЛЕСА ПЕРЕДАТОЧНОЕ ЧИСЛО ГЛАВНОЙ ПЕРЕДАЧИ ПЕРЕДАТОЧНОЕ ЧИСЛО РАЗДАТОЧНОЙ КОРОБКИ МОМЕНТ ИНЕРЦИИ ТУРБИННОГО КОЛЕСА МОМЕНТ ИНЕРЦИИ НАСОСНОГО КОЛЕСА МОМЕНТ ИНЕРЦИИ КОЛЕСА АВТОМОБИЛЯ ПЕРЕДАТОЧІЫЕ ЧИСЛА: 1 2 3 4 5 6 КПД ПЕРЕДАЧ:	СОГЛАСОВАНИЕ ***3*** ПОВЫШАЮЩАЯ ПЕРЕДАЧА КПД ПОВЫШАЮЩЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДИАМЕТР ГТ ОБОРОТЫ В СТОПОВОМ РЕЖИМЕ ПЛОТНОСТЬ ЖИДКОСТИ В ГТ ***4*** ПЕРЕДАТОЧНЫЕ ОТНОШЕНИЯ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ИМЯ ЗАПИСИ ДАННЫХ АВТОМОБИЛЯ

6

Рис. 11. Основные “поля-кнопки” на экране монитора

Первая «поле-кнопка» имеет три длинных строки и позволяет обращаться к одной из трех баз данных: по автомобилю – строка «Автомобиль», к гидротрансформатору – строка «Имя ГТ» или двигателю - строка «Имя

ДВС». Основной является база «Автомобиль», которая содержит все необходимые параметры, включая параметры двигателя и гидротрансформатора, установленные на автомобиле. Однако программа позволяет использовать любые существующие данные из баз «Имя ГТ» и «Имя ДВС» или заносить новые данные для расчета тягово-динамических качеств одного и того же автомобиля с различными гидротрансформаторами или двигателями.

Вторая «поле-кнопка» управляет меню и имеет пять составляющих: «Зап», «Счит», «Очис», «Вых», «Печать», позволяющих произвести запись в базу данных или считывать с базы, очистить экран или распечатать данные, имеющиеся на экране, а также выйти из программы.

Третья «поле-кнопка» имеет одну строку «Согласование» и выполняет согласование характеристик двигателя и гидротрансформатора, если в этом есть необходимость. Согласование можно провести по одному из параметров: диаметру гидротрансформатора «Диаметр ГТ»: передаточному числу согласующего редуктора «Повышающая передача» или по входным оборотам двигателя «Обороты в стоповом режиме». Выбрав тот или иной способ согласования, необходимо в поле данных 4 оставить соответствующую клетку свободной без цифр и нулей, перевести курсор в «Поле-кнопку» «Согласование» и нажать Enter. На экране появится характеристика совместной работы двигателя и гидротрансформатора, дающая наглядное представление полученного согласования. При нажатии клавиши **ESC** на экране опять будут исходные данные, а в свободной клетке – расчетное значение.

Четвертое и пятое поля имеют функцию полей-данных, куда вносятся данные по автомобилю – поле 5 и по гидропередаче – поле 4 из базы данных или набором по желанию оператора. Для исправления внесенных чисел их необходимо сначала удалить и в чистом квадрате набрать нужное число.

Шестое «поле-кнопка» содержит строку-подсказку и служит для выдачи рекомендаций по выполнению программы, дает возможность быстро определить единицы измерения вводимых параметров в «поле данных». Строка-подсказка помогает ориентироваться в действиях над программой, выбирая рекомендуемые строкой клавиши, быстро определять единицы измерения вносимых параметров в «поля-данных».

В оформленном тяговом расчете должна быть характеристика рассчитываемого автомобиля, описание процесса расчета (обоснования, формулы), а также таблицы с результатами расчетов, графики, отражающие тягово-динамические свойства автомобиля, заключение.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Характеристики двигателей и гидротрансформаторов

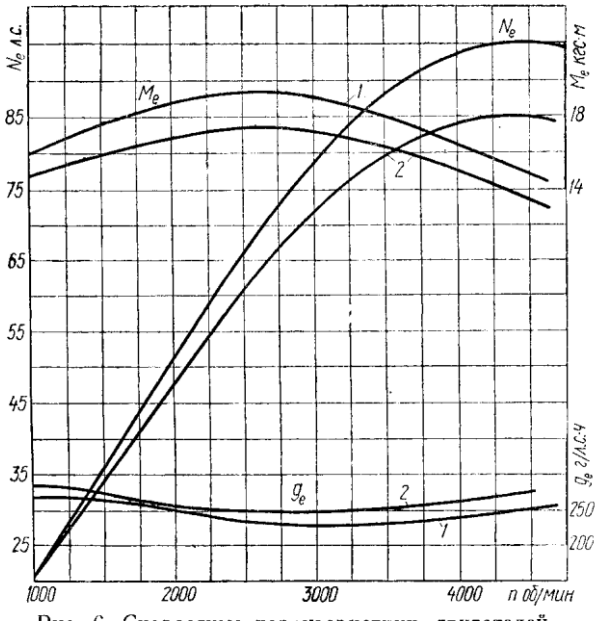
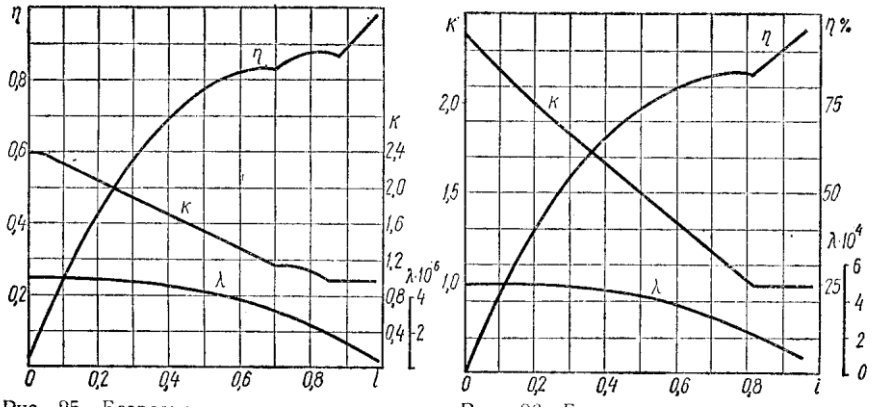


Рис. 12 . Внешняя скоростная характеристика двигателя автомобиля «Волга» ГАЗ-21



а) б)

Рис.13. Безразмерные характеристики гидротрансформаторов автомобилей: а - ЗИЛ-114 - 115; б - «Волга» ГАЗ-21, «Чайка» ГАЗ -13 и ГАЗ-14

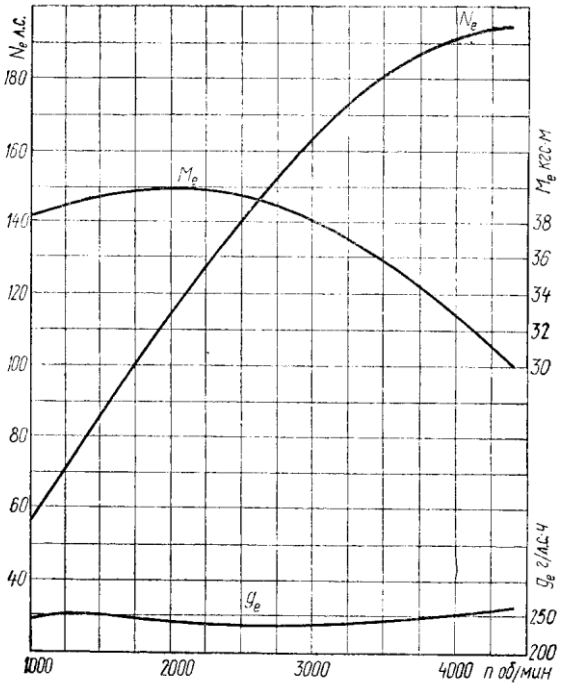


Рис. 14 . Внешняя скоростная характеристика двигателя автомобиля «Чайка» ГАЗ-13. Максимальная мощность – 143,4 кВт (195 л.с.) при 4200 об/мин

Такой же двигатель на автомобиле «Чайка» ГАЗ-14 при оборотах коленчатого вала 4400 об/мин развивает мощность 161,76 кВт (220 л.с.).

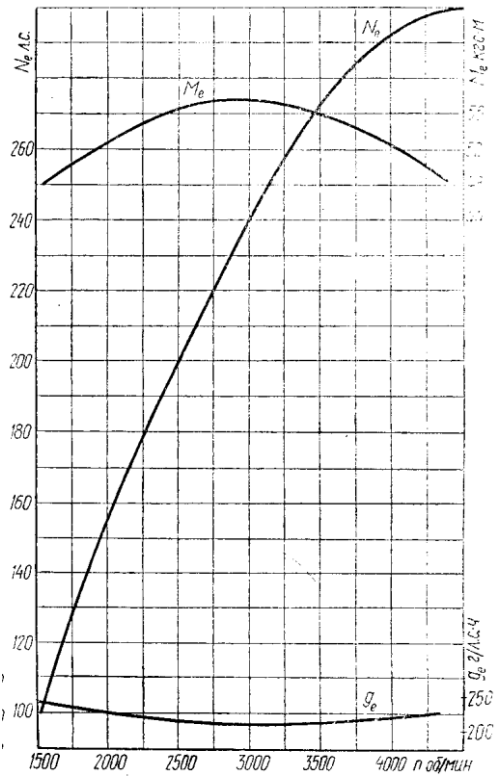


Рис. 15 . Внешняя скоростная характеристика двигателя легкового автомобилей ЗИЛ-114. Максимальная мощность – 220,6 кВт (300 л.с.) при 4400 об/мин

Такой же двигатель на автомобиле ЗИЛ-115 при оборотах коленчатого вала 4600 об/мин развивает мощность 231,8 кВт (315 л.с.).

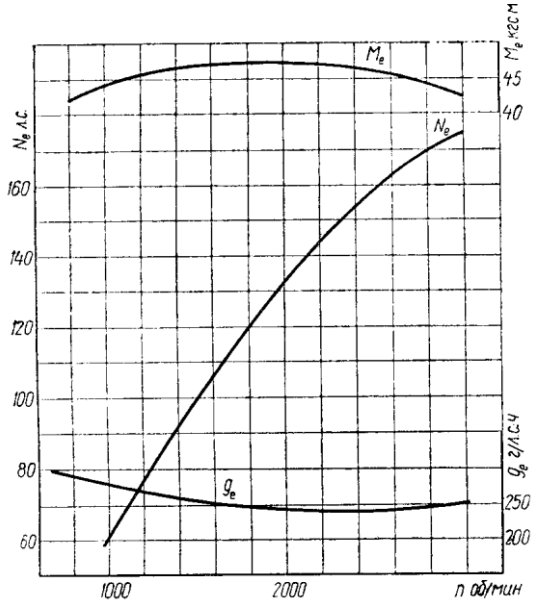


Рис. 16. Внешняя скоростная арактеристика двигателя ЗИЛ-375Я7, устанавливаемого на автобусе ЛИАЗ-677

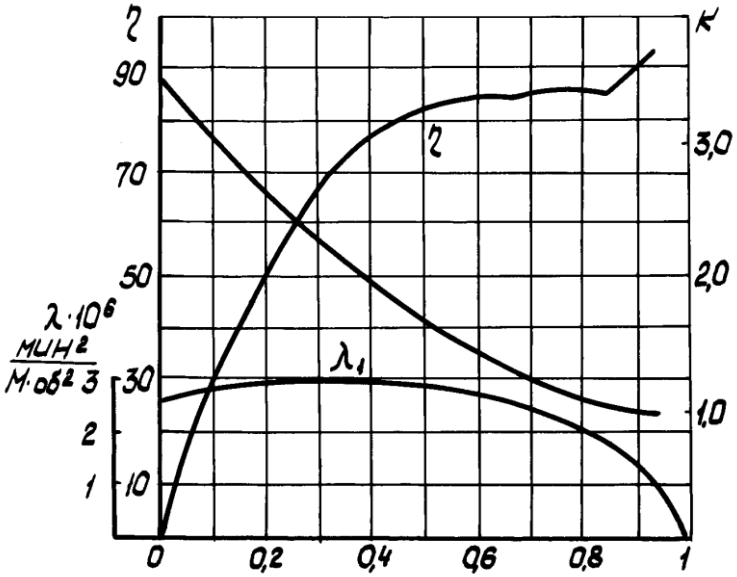


Рис. 17. Безразмерная характеристика гидротрансформатора ЛГ-340-3А автобуса ЛИАЗ ($D_{гт}$ = 340 мм; K_{max} = 3,6; П = 1,4 – 1,5; η_{max} = 0,85)

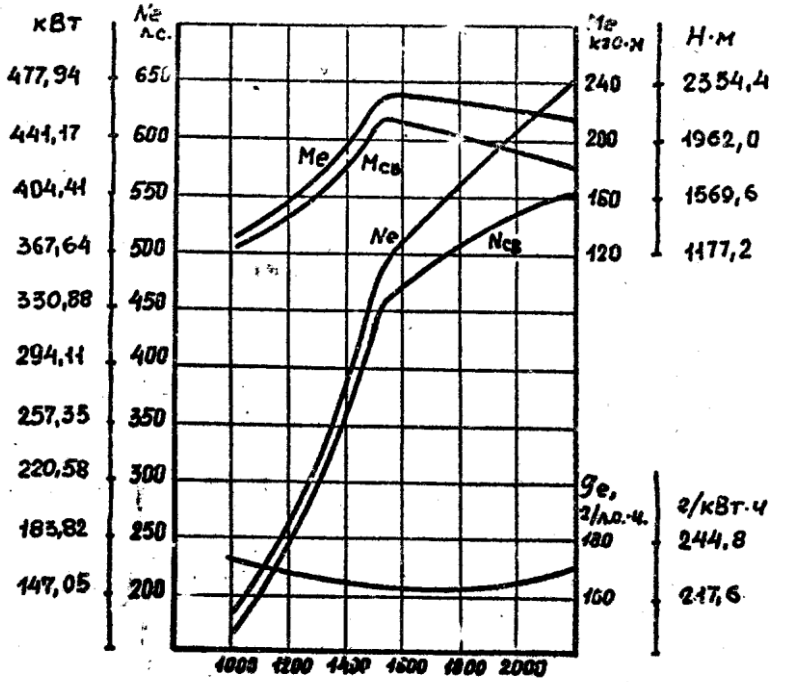


Рис. 18. Внешняя скоростная характеристика двигателя ЯМЗ-8401.10-04, устанавливаемого на тягаче КЗКТ-7428

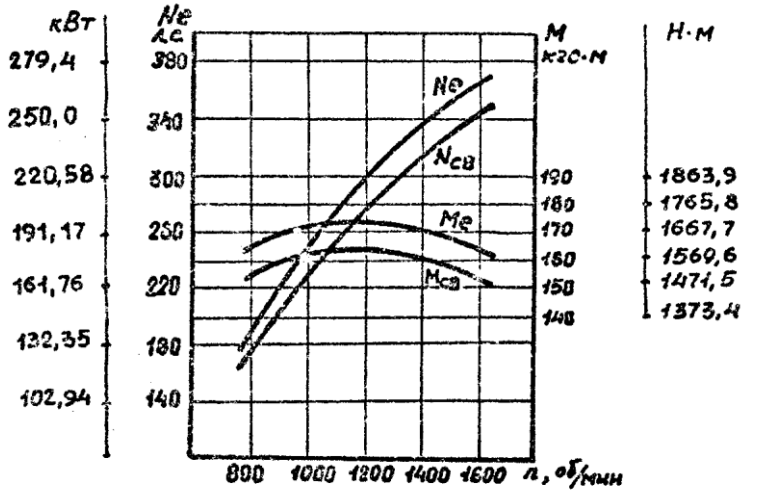


Рис. 19. Внешняя скоростная характеристика двигателя Д12-375А , устанавливаемого на тягаче КЗКТ-538Д

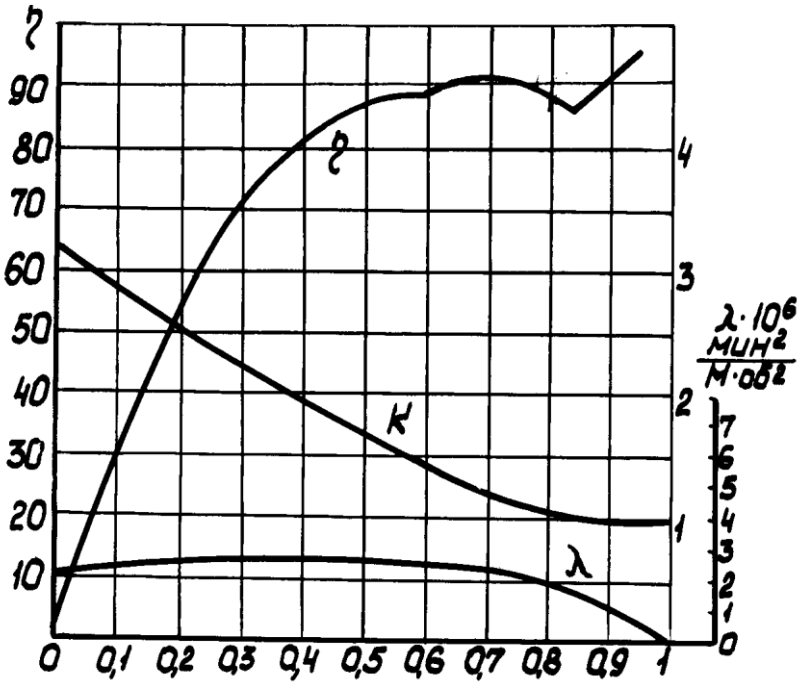


Рис. 20. Безразмерная характеристика гидротрансформатора ЛГ-470, акт. диам. 0,466 м. Тягачи КЗКТ, самосвалы БЕЛАЗ-540А, -548А

Численные значения параметров безразмерной характеристики гидротрансформатора ЛГ-470 записаны в табл. 3.

Таблица 3

i	0	0,3	0,5	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9
K	3,0	1,86	1,6	1,37	1,3	1,25	1,12	1,0	0,97	0,98
η	1,0	0,75	0,81	0,84	0,85	0,85	0,85	0,84	0,82	0,8
$\lambda \cdot 10^6$	2,29	2,57	2,54	2,50	2,47	2,42	2,36	2,19	1,96	1,33

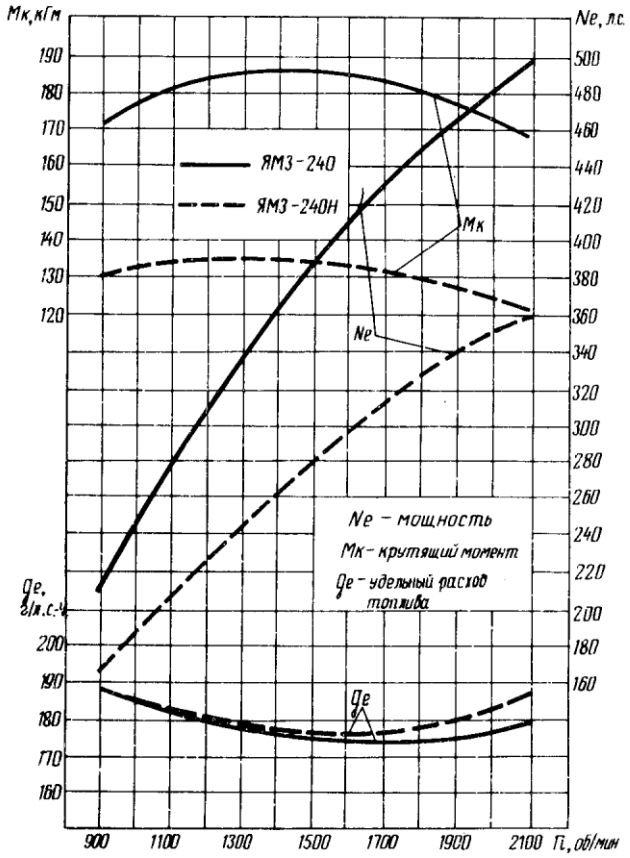


Рис. 21. Внешние скоростные характеристики двигателей ЯМЗ- 240, устанавливаемых на самосвалах БЕЛАЗ-540А и ЯМЗ-240Н, устанавливаемых на тягачах КЗКТ-7428 и на самосвалах БЕЛАЗ-548А

Гидромеханические коробки передач самосвалов БЕЛАЗ-540А и БЕЛАЗ-540А одинаковы. Для согласования характеристик двигателей и гидротрансформатора на самосвалах БЕЛАЗ-540А (грузоподъемность 27 т) и БЕЛАЗ-548А (грузоподъемность 40 т) применяются согласующие редукторы с передаточными числами т: 0,947 - на самосвале БЕЛАЗ-540А и 0,897 - на самосвале БЕЛАЗ-548А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Гришкевич А.И.Автомобили: Теория: Учебник для вузов. – Мн.: Выш.шк., 1986. – 208 с.: ил.
2.Тверсков Б.М. Теория автомобиля. Учебное пособие. – Курган: Изд – во КГУ, 2000. . – 185 с.
3. Бортницкий П.И., Задорожный В.И. Тягово-скоростные качества автомобилей. Справочник.- Киев: Вища школа, 1978. – 175 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……..5
Входная характеристика гидротрансформатора ……6
Выходная характеристика гидротрансформатора ……10
Тягово-динамические характеристики автомобиля……..11
Тяговый расчет автомобиля на персональном компьютере...……..16

Приложение Характеристики двигателей и гидротрансформаторов……19

Учебное издание

Тверсков Борис Михайлович
Сергеев Александр Леонидович

ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ АВТОМОБИЛЯ С ГИДРОТРАНСФОРМАТОРОМ

Методические указания к выполнению курсовых работ, курсовых и дипломных проектов студентами специальности 190201 «Автомобиле- и тракторостроение»

Редактор Н.М. Кокина

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл. печ.л. 1,75	Уч-изд. л. 1,75
Заказ	Тираж 75	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ
640669, г.Курган, ул. Гоголя, 25
Курганский государственный университет