

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ
(Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

А.Г. Арженовский, С.В. Асатурян

АНАЛИЗ РЕГУЛЯТОРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ

Методические указания

Зерноград – 2015

УДК 631.372

*Печатается по решению методической комиссии
по направлению подготовки «Агроинженерия»
Азово-Черноморского инженерного института – филиала
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донской государственной аграрный университет»
в г. Зернограде*

Рецензенты:

к.т.н., зав. кафедрой «Механизация растениеводства» **Несмиян А.Ю.**;
к.т.н., доцент кафедры «Землеустройство и кадастры» **Скворцов В.П.**

Арженовский, А.Г. Анализ регуляторных характеристик двигателей тракторов: методические указания / А.Г. Арженовский, С.В. Асатурян. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2015. – 12 с.

В методических указаниях перечислены формируемые компетенции, описаны цель и задачи работы, представлены задание для расчета и порядок выполнения работы, варианты заданий для последующей контрольной работы, список используемой литературы, а также приложения с тяговыми характеристиками некоторых тракторов.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 35.03.06 «Агроинженерия».

Рассмотрено и одобрено на заседании
кафедры «Механизация растениеводства».
Протокол № 4 от 21.12.2015 г.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией
по направлению подготовки «Агроинженерия».
Протокол № 3 от 23.12.2015 г.

© Арженовский А.Г., Асатурян С.В., 2015
© Азово-Черноморский инженерный
институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2015

АНАЛИЗ РЕГУЛЯТОРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ

Введение

Для анализа работы двигателя, устанавливаемого на тракторе, ГОСТом предусмотрено построение по данным испытаний регуляторной характеристики. Регуляторную характеристику снимают при стендовых испытаниях двигателя.

Регуляторная характеристика один из основных показателей двигателя. В связи с этим, умение анализировать регуляторные характеристики двигателей тракторов, необходимое для правильного решения вопросов рациональной эксплуатации машинно-тракторного парка – актуально и имеет практическую значимость.

Использование данного методического указания в учебном процессе бакалавров по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» будет способствовать формированию у студентов следующих компетенций, установленных Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования:

- ОПК-3 – способность разрабатывать и использовать графическую техническую литературу;
- ОПК-4 – способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электроники, гидравлики, термодинамики и теплообмена;
- ПК-2 – готовность к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин;
- ПК-13 – способность анализировать технологический процесс и оценивать результаты выполнения работ.

Цель работы: овладеть навыками анализа регуляторных характеристик двигателей тракторов, необходимыми для правильного решения вопросов рациональной эксплуатации машинно-тракторного парка.

Задачи работы:

1. По регуляторной характеристике двигателя трактора определить показатели его работы, соответствующие режимам холостого хода, номинальному и перегрузочному.
2. Построить скоростную характеристику двигателя.
3. Определить значения коэффициентов приспособляемости и снижения частоты вращения коленчатого вала двигателя в зоне перегрузки. Проанализировать полученные значения.
4. Для заданных условий работы трактора определить значения максимального и среднего моментов сопротивления сельскохозяйственной машины.
5. Определить долю и время работы двигателя трактора на корректорном режиме. Проанализировать полученные значения.

Задание для расчета:

1. Технологическая операция: вспашка тяжелых почв.
2. Трактор: МТЗ-80 (двигатель Д-240).
3. Сельскохозяйственная машина: плуг ПЛН-3-35.

Порядок выполнения работы:

1. По данным регуляторной характеристики двигателя Д-240 (приложение 1) заполняем таблицу 1.

Таблица 1 – Значения эксплуатационных показателей двигателя Д-240 на характерных режимах

Режим	n, об/мин	M _д , Н·м	N _е , кВт	G _т , кг/ч	g _е , г/кВт
Холостой ход	2350	0	0	3,8	∞
Номинальный режим	2200	255	58,9	14,8	251
Перегрузочный режим	1400	298	43,8	13,0	297

2. По данным таблицы 1 строим скоростную характеристику двигателя Д-240 (рисунок 1).

3. Определим коэффициент приспособляемости двигателя по формуле

$$k_d = \frac{M_d^{\max}}{M_d^{\text{ном}}}, \quad (1)$$

где M_d^{\max} – максимальное значение крутящего момента двигателя;
 $M_d^{\text{ном}}$ – номинальное значение крутящего момента двигателя.

Подставив значения в формулу 1 из таблицы 1, получим

$$k_d = \frac{M_d^{\max}}{M_d^{\text{ном}}} = \frac{298}{255} = 1,17.$$

У современных двигателей значение этого показателя должно находиться в пределах 1,1–1,3.

4. Определим коэффициент снижения частоты вращения коленчатого вала двигателя в зоне перегрузки по формуле

$$k_{вр} = \frac{n_{\text{пред}}}{n_{\text{ном}}}, \quad (2)$$

где $n_{\text{пред}}$ – предельная минимальная частота вращения коленчатого вала двигателя;

$n_{\text{ном}}$ – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя.

Подставив значения в формулу 2 из таблицы, 1 получим

$$k_{вр} = \frac{n_{\text{пред}}}{n_{\text{ном}}} = \frac{1400}{2200} = 0,64.$$

Рекомендованное значение этого показателя должно находиться в пределах 0,5–0,7.

5. Для заданной технологической операции определим значение степени неравномерности сопротивления сельскохозяйственной машины δ_R (приложение 2).

При вспашке тяжелых земель плугом ПЛН-3-35 $\delta_R = 0,23$.

6. Согласно значению степени неравномерности сопротивления сельскохозяйственной машины определим коэффициент рациональной перегрузки двигателя трактора ($k_{пер}$).

Коэффициент рациональной перегрузки двигателя трактора должен находиться в пределах 1,01–1,07. Причем меньшие значения $k_{пер}$ соответствуют большим значениям δ_R , а большие – меньшим.

В соответствии с приложением 2 принимаем $k_{пер} = 1,05$.

7. Определим максимальный момент сопротивления сельскохозяйственной машины по формуле

$$M_c^{max} = M_d^{ном} \cdot k_{пер}, \quad (3)$$

Подставив значения в формулу 3, получим

$$M_c^{max} = M_d^{ном} \cdot k_{пер} = 255 \cdot 1,05 = 267,8.$$

8. Определим среднее значение момента сопротивления сельскохозяйственной машины по формуле

$$M_c^{cp} = \frac{M_c^{max}}{1 + \frac{\delta_R}{2}}. \quad (4)$$

Подставив значения в формулу 4 получим

$$M_c^{cp} = \frac{M_c^{max}}{1 + \frac{\delta_R}{2}} = \frac{267,8}{1 + \frac{0,23}{2}} = 240,2.$$

9. Полученные значения моментов сопротивления сельскохозяйственной машины отображаем на рисунке 1 в виде кривой Гаусса (закон нормального распределения).

10. На полученной кривой отмечаем зону перехода с регуляторного на корректорный режим работы двигателя трактора.

11. Заштрихуем зону, соответствующую работе двигателя трактора на корректорном режиме.

12. Соотношение заштрихованной (S_1) и незаштрихованной (S_2) зон соответствует доле работы двигателя на корректорном режиме, которая не должна превышать 30%.

Согласно рисунку 1 соотношение $S_1 / S_2 \approx 1/8 < 0,3$.

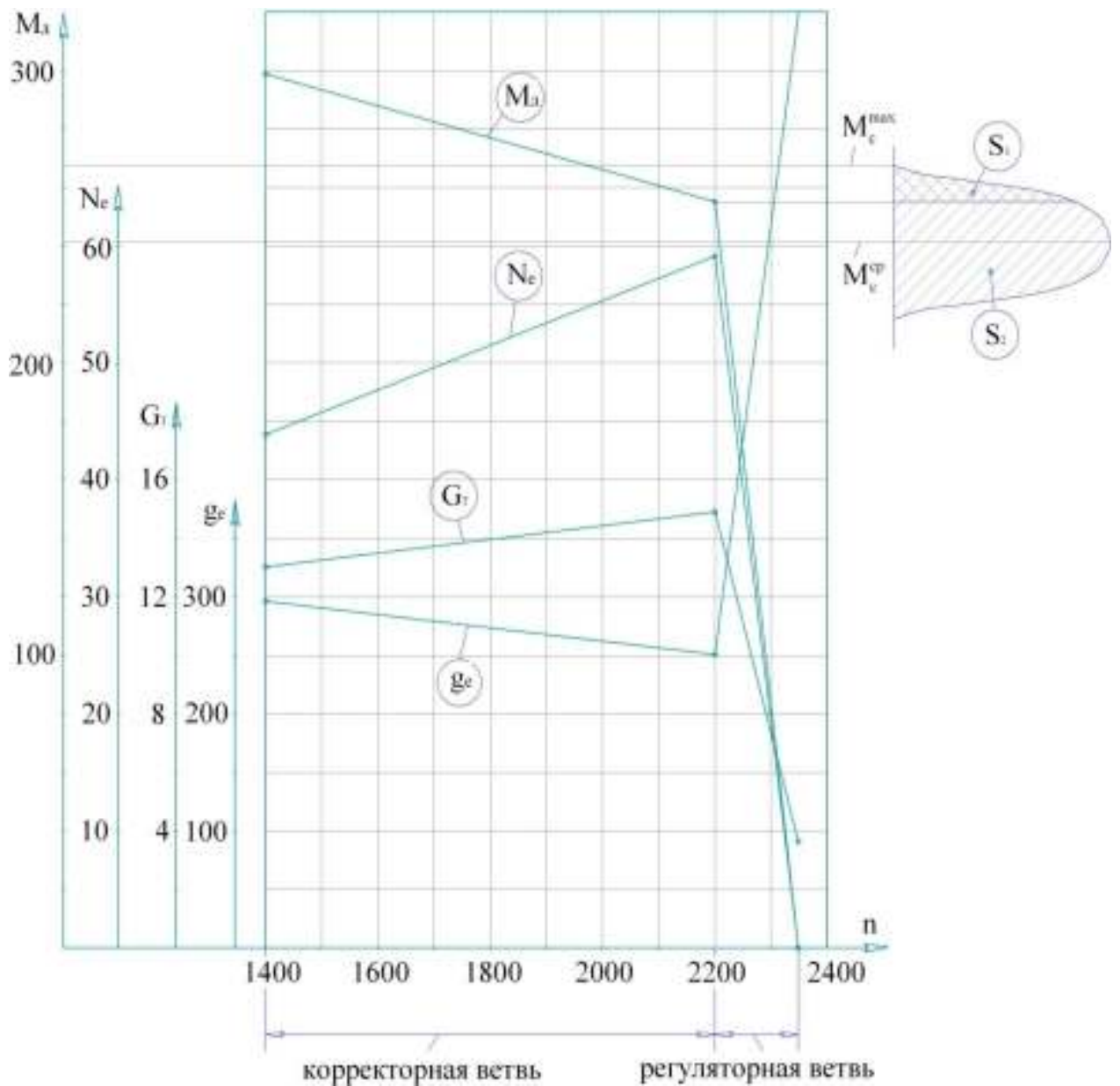


Рисунок 1 – Скоростная характеристика двигателя Д-240

13. Определим время работы двигателя трактора на корректорном режиме применительно к времени смены по формуле

$$t_{\text{кор}} = \frac{S_1}{S_2} \cdot T_{\text{см}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{см}}$ – время смены.

Подставив значения в формулу 5, получим

$$t_{\text{кор}} = \frac{S_1}{S_2} \cdot T_{\text{см}} = \frac{1}{8} \cdot 7 = 0,9.$$

Литература

1. Иофинов С.А. и др. Справочник по ЭМТП. – Москва: Агропромиздат, 1985.
2. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства: учебное пособие. – Москва: Росинформагротех. – Ч. I. – 2003.
3. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства: учебное пособие. – Москва: Росинформагротех. – Ч. II. – 2003.
4. Тяговые характеристики сельскохозяйственных тракторов: альбом-справочник. – Москва: Россельхозиздат, 1979.
5. Фере Н.Э. Пособие по эксплуатации МТП. – Москва: Колос, 1978.

Варианты заданий для контрольной работы

Вариант	Наименование операции	Трактор	С/х машина
1	Сплошная культивация	ЮМЗ-6Л	КПС-4 (1 шт)
2	Сплошная культивация	ДТ-75М	КПС-4 (3 шт)
3	Сплошная культивация	Т-150	КПС-4 (3 шт)
4	Сплошная культивация	Т-150К	КПС-4 (3 шт)
5	Сплошная культивация	Т-4А	КПС-4 (4 шт)
6	Сплошная культивация	К-700	КПС-4 (4 шт)
7	Сплошная культивация	К-701	КПС-4 (4 шт)
8	Посев зерновых	МТЗ-80	СЗ-3,6 (1 шт)
9	Посев зерновых	ДТ-75М	СЗ-3,6 (3 шт)
10	Посев зерновых	Т-150	СЗ-3,6 (3 шт)
11	Посев зерновых	Т-150К	СЗ-3,6 (3 шт)
12	Посев зерновых	Т-4А	СЗ-3,6 (4 шт)
13	Посев зерновых	К-700	СЗ-3,6 (4 шт)
14	Посев зерновых	К-701	СЗ-3,6 (5 шт)
15	Лущение стерни	МТЗ-82	ЛДГ-5
16	Лущение стерни	ДТ-75М	ЛДГ-10
17	Лущение стерни	Т-150	ЛДГ-15
18	Лущение стерни	Т-150К	ЛДГ-15
19	Лущение стерни	Т-4А	ЛДГ-15
20	Лущение стерни	К-700	ЛДГ-20
21	Лущение стерни	К-701	ЛДГ-20

Приложения

Таблица 1.1 – Регуляторная характеристика двигателя Д-65Н (трактор ЮМЗ-6Л/6М)

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	1870	1840	1800	1750	1600	1450	1300	1150
$M_{д}, Н \cdot м$	0	58	157	242	260	269	270	265
$N_{е}, кВт$	0	11,3	29,6	44,3	43,8	40,8	36,9	32,0
$G_{т}, кг/ч$	3,2	5,4	8,5	11,2	10,8	10,2	9,5	8,5
$g_{е}, г/кВт \cdot ч$	∞	476	286	252	246	250	257	265

Таблица 1.2 – Регуляторная характеристика двигателя Д-240 (тракторы МТЗ-80, МТЗ-82)

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	2350	2300	2250	2200	2000	1800	1600	1400
$M_{д}, Н \cdot м$	0	92	186	255	272	283	292	298
$N_{е}, кВт$	0	22,2	44,0	58,9	57,1	53,5	49,0	43,8
$G_{т}, кг/ч$	3,8	8,5	13,0	14,8	14,3	13,9	13,5	13,0
$g_{е}, г/кВт \cdot ч$	∞	382	285	251	250	260	276	297

Таблица 1.3 – Регуляторная характеристика двигателя АМ-41 (трактор ДТ-75М)

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	1870	1840	1800	1750	1600	1400	1300	1150
$M_{д}, Н \cdot м$	0	107	241	360	381	410	423	432
$N_{е}, кВт$	0	20,6	45,6	66,2	64,0	60,3	57,5	52,2
$G_{т}, кг/ч$	4,5	8,0	12,3	16,7	16,0	15,0	14,4	13,3
$g_{е}, г/кВт \cdot ч$	∞	388	269	251	250	249	250	253

Таблица 1.4 – Регуляторная характеристика двигателя СМД-60 (трактор Т-150)

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин						
	2180	2140	2100	2000	1800	1600	1400
$M_{д}, Н \cdot м$	0	145	302	526	556	580	606
$N_{е}, кВт$	0	32,5	66,8	110,5	105,1	97,5	89,1
$G_{т}, кг/ч$	6,0	11,8	18,1	27,7	25,9	24,0	22,2
$g_{е}, г/кВт \cdot ч$	∞	363	271	251	246	246	249

Таблица 1.5 – Регуляторная характеристика двигателя СМД-62 (трактор Т-150К)

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	2280	2220	2160	2100	2000	1800	1600	1400
M_d , Н·м	0	205	446	550	576	606	623	635
N_e , кВт	0	47,9	101,5	121,5	121,0	114,5	104,5	93,4
G_T , кг/ч	7,5	14,8	26,0	30,5	30,2	28,8	27,0	25,0
g_e , г/кВт·ч	∞	309	256	251	250	251	258	268

Таблица 1.6 – Регуляторная характеристика двигателя АМ-01М (трактор Т-4А)

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	1840	1815	1800	1750	1700	1600	1400	1200
M_d , Н·м	0	155	312	481	540	556	591	617
N_e , кВт	0	29,5	59,0	88,5	96,0	93,5	87,0	77,7
G_T , кг/ч	6,0	11,6	16,0	22,6	24,0	23,0	21,2	19,2
g_e , г/кВт·ч	∞	392	271	255	250	246	244	247

Таблица 1.7 – Регуляторная характеристика двигателя ЯМЗ-238-НБ (тракторы К-700, К-700А)

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	1820	1780	1740	1700	1600	1400	1200	1000
M_d , Н·м	0	330	640	850	870	900	935	950
N_e , кВт	0	62,0	117,0	152,0	146,0	132,0	118,0	100,0
G_T , кг/ч	8,0	20,0	31,0	38,5	37,0	33,0	29,6	26,0
g_e , г/кВт·ч	∞	323	265	253	253	250	251	260

Таблица 1.8 – Регуляторная характеристика двигателя Д-240Б (трактор К-701)

Показатели	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин							
	2150	2050	2000	1900	1750	1500	1200	1000
M_d , Н·м	0	479	735	1110	1185	1214	1200	1120
N_e , кВт	0	103,0	154,6	221,0	215,5	191,0	151,3	118,0
G_T , кг/ч	22,5	37,5	45,0	54,0	51,9	45,5	37,6	31,2
g_e , г/кВт·ч	∞	364	283	245	241	239	249	265

Таблица 2.1 – Степень неравномерности тягового сопротивления сельскохозяйственных машин (δ_R) на некоторых технологических операциях

Наименование операции	Значения δ_R при числе плужных корпусов или машин в агрегате					
	1	2	3	4	5	6
Вспашка легких почв	0,18	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07
Вспашка тяжелых и задернелых почв	-	0,25	0,23	0,20	0,18	0,16
Вспашка очень тяжелых пересохших почв	-	-	0,35	0,30	0,27	0,25
Сплошная культивация	0,40	0,30	0,24	0,18	0,15	-
Боронование (на 10 звеньев)	0,25	0,20	0,16	0,12	0,10	-
Посев зерновых	0,22	0,18	0,15	0,12	0,10	-
Лущение стерни (захват 5 метров)	0,15	0,12	0,09	0,07	-	-

Арженовский Алексей Григорьевич
канд. техн. наук, доцент

Асатурян Сергей Варганович
канд. техн. наук, доцент

АНАЛИЗ РЕГУЛЯТОРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ

Методические указания

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 24.12.2015 г.
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 0,7. Тираж 25 экз. Заказ № 410.

РИО Азово-Черноморского инженерного института
ФГБОУ ВО Донской ГАУ
347740, г. Зерноград Ростовской области, ул. Советская, 15.