

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»

И.М. Курочкин, Д.В. Доровских

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МТП

*Утверждено Учёным советом университета
в качестве учебного пособия
для студентов дневного и заочного обучения
по направлению 110800 «Агроинженерия»*



Тамбов
Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
2012

УДК 631.3(075.8)
ББК П072-083я73
К935

Р е ц е н з е н т ы:

Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Автомобильная и аграрная техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
Н.Е. Портнов

Кандидат технических наук,
заведующий лабораторией «Эксплуатационные требования к
сельскохозяйственной технике» ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии
Г.Н. Ерохин

Курочкин, И.М.

К935 Производственно-техническая эксплуатация МТП : учебное пособие / И.М. Курочкин, Д.В. Доровских. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 200 с. – 100 экз.
ISBN 978-5-8265-1097-1.

Изложены основы расчёта эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов. Дана методика расчёта состава агрегатов, режимов их работы, производительности и затрат труда. Приведены данные для расчёта показателей использования транспорта в сельском хозяйстве, организации технического обслуживания тракторов, сельскохозяйственных машин и автотранспорта, дана методика расчёта нефтескладов и т.д.

Предназначено для студентов дневного и заочного обучения по направлению 110800 «Агроинженерия».

УДК 631.3(075.8)
ББК П072-083я73

ISBN 978-5-8265-1097-1

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»), 2012

ВВЕДЕНИЕ

Формированию инженерных навыков у будущих специалистов по механизации сельского хозяйства в значительной степени способствует изучение учебной дисциплины «Эксплуатация машинно-тракторного парка».

Основное назначение этой дисциплины в том, чтобы научить будущего инженера-механика вопросам эффективного использования огромного технического потенциала сельскохозяйственного производства, научить его методам и способам расчётов рационального использования машинно-тракторных агрегатов, проектированию производственных процессов и организации технического обслуживания.

Настоящее пособие является дополнением к существующей по этой дисциплине литературе и в отличие от других изданий содержит примеры выполнения расчётов и решения практических задач по производственной и технической эксплуатации машинно-тракторного парка, транспортному обеспечению производственных процессов, организации материально-технического обеспечения работы машин и другим вопросам рационального использования технического потенциала.

Справочные и нормативные материалы, приведённые в настоящем пособии, использованы из существующих литературных источников и дополнены в соответствии с изменениями в парке сельскохозяйственных машин.

1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В сельскохозяйственном производстве значительная часть сельскохозяйственных работ выполняется механизированным способом с использованием машинно-тракторных агрегатов (МТА).

Машинно-тракторный агрегат состоит, как правило, из мобильного энергетического средства (трактора, самоходного шасси) и рабочей машины (плуга, сеялки, борон, уборочных машин, тракторных тележек и т.д.), взаимодействующих между собой в процессе выполнения работ посредством навесок, сцепок и других устройств.

В практике эксплуатационных расчётов часто возникает необходимость определения эксплуатационных показателей как мобильных энергетических средств, так и рабочих машин. Чаще всего это требуется при расчёте состава машинно-тракторных агрегатов, при проектировании технологических процессов и т.д.

Основными показателями эксплуатационных свойств трактора являются мощность двигателя, движущая сила, тяговое усилие, скорость движения и др.

К основным эксплуатационным показателям рабочих машин относятся удельное и полное сопротивление движению рабочих машин при выполнении сельскохозяйственных работ (пахота, посев и т.д.).

Для эффективной работы машинно-тракторных агрегатов необходимым условием является наличие определённого запаса тягового усилия для преодоления подъёмов, увеличения сопротивления рабочих машин и т.д.

В реальных условиях в состав машинно-тракторных агрегатов могут входить различное количество рабочих машин с соответствующими сцепками и дополнительными устройствами, поэтому основной задачей при рассмотрении материалов последующих разделов пособия будет определение влияния различных факторов на эксплуатационные показатели агрегатов.

1.2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЕЙ

Двигатели тракторов и самоходных шасси в наибольшей степени обеспечивают достижение наилучших эксплуатационных показателей МТА. Основными показателями работы двигателей являются эффективная мощность двигателя N_e , крутящий момент на валу двигателя M_e , часовой G_T и удельный расход топлива g_e , а также частота вращения коленчатого вала n .

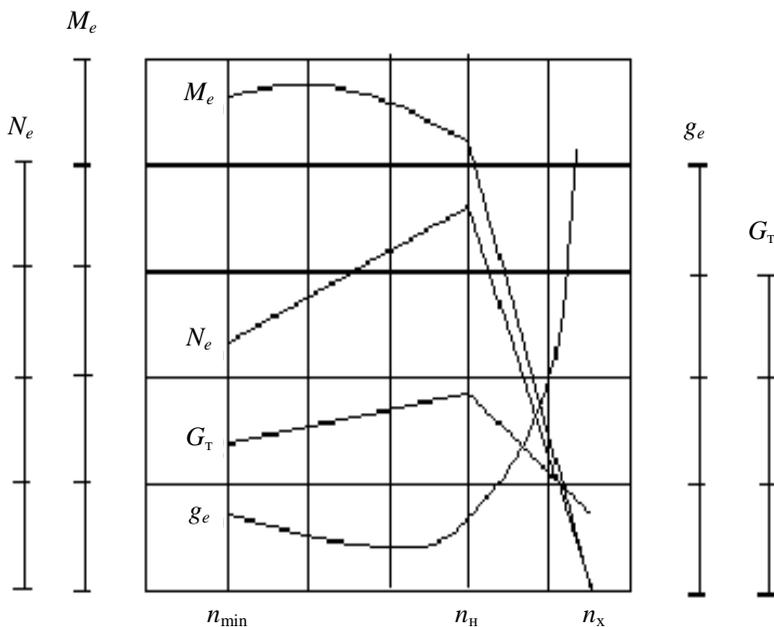


Рис. 1.1. Скоростная характеристика двигателей тракторов

Полученные на испытательных стендах характеристики двигателей обычно представляются в виде графиков скоростных характеристик – зависимостей N_e , M_e , G_T , $g_e = f(n_e)$ (рис. 1.1) или в табличном виде (табл. 1.1).

1.1. Показатели скоростных характеристик двигателей

Двигатель (трактор)	$n_r, \frac{\text{МИН}^{-1}}{\text{с}^{-1}}$	Значение показателей			
		$M_e, \text{кНм}$	$N_e, \text{кВт}$	$G_T, \text{кг/ч}$	$g_e, \text{г/(кВт·ч)}$
1	2	3	4	5	6
Д-21 (Т-16М, Т-25)	$\frac{1700}{28,3}$	0	0	1,1	∞
	$\frac{1670}{27,8}$	0,025	4,4	2,0	454
	$\frac{1640}{27,3}$	0,053	9,1	2,9	320

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
Д-21 (Т-16М, Т-25)	$\frac{1600}{26,7}$	0,093	15,5	4,0	258
	$\frac{1400}{23,3}$	0,102	15,0	3,8	253
	$\frac{1200}{20,0}$	0,106	13,3	3,3	248
	$\frac{1000}{16,7}$	0,105	11,0	2,9	263
Д-21А (Т-25А)	$\frac{1920}{32,0}$	0	0	1,35	∞
	$\frac{1875}{31,3}$	0,039	7,7	2,75	357
	$\frac{1850}{30,8}$	0,064	12,35	3,50	283
	$\frac{1800}{30,0}$	0,105	19,90	4,75	251
	$\frac{1700}{28,3}$	0,108	19,20	4,60	240
	$\frac{1550}{25,8}$	0,112	18,20	4,38	241
	$\frac{1400}{23,3}$	0,113	15,55	4,17	250
	$\frac{1200}{20,0}$	0,109	13,68	3,72	271
Д-120 (Т-30, Т-30А)	$\frac{2150}{35,8}$	0	0	1,25	∞
	$\frac{2100}{35,0}$	0,039	8,6	2,8	325
	$\frac{2050}{34,2}$	0,076	16,8	4,1	244

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
Д-120 (Т-30, Т-30А)	$\frac{2000}{33,3}$	0,117	23,5	5,62	239
	$\frac{1800}{30,0}$	0,123	23,3	5,52	236
	$\frac{1600}{26,7}$	0,129	21,7	5,20	240
	$\frac{1500}{25,0}$	0,132	20,7	5,00	245
	$\frac{1400}{23,3}$	0,137	20,1	4,95	248
Д-37Е (Т-40М, Т-40АНМ, Т-28Х4)	$\frac{1950}{32,5}$	0	0	2,8	∞
	$\frac{1900}{31,7}$	0,081	16,2	5,2	321
	$\frac{1850}{30,8}$	0,168	32,8	8,4	256
	$\frac{1800}{30,0}$	0,195	36,8	9,25	251
	$\frac{1600}{26,7}$	0,210	35,3	8,7	246
	$\frac{1400}{23,3}$	0,220	32,4	8,05	249
	$\frac{1200}{20,0}$	0,226	28,4	7,4	261
	$\frac{1000}{16,7}$	0,224	23,5	6,4	272
Д-144 (Т-40А, 4-28Х4М)	$\frac{2150}{35,8}$	0	0	2,1	∞
	$\frac{2125}{35,4}$	0,035	6,1	3,5	573
	$\frac{2100}{35,5}$	0,070	14,0	5,0	365

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
Д-144 (Т-40А, 4-28Х4М)	$\frac{2175}{34,6}$	0,101	22,0	6,5	295
	$\frac{2050}{34,2}$	0,145	29,2	7,8	267
	$\frac{2000}{33,3}$	0,226	44,1	10,8	244
	$\frac{1800}{30,0}$	0,235	42,1	11,1	263
	$\frac{1500}{25,0}$	0,240	39,5	10,4	264
Д-50 (МТЗ-50/52, Т-54С)	$\frac{1810}{30,2}$	0	0	3,1	∞
	$\frac{1780}{29,7}$	0,078	14,65	5,8	396
	$\frac{1740}{29,0}$	0,173	31,60	9,3	294
	$\frac{1700}{28,3}$	0,231	41,10	10,8	262
	$\frac{1600}{26,7}$	0,240	40,30	10,8	258
	$\frac{1400}{23,3}$	0,254	37,40	9,85	263
	$\frac{1200}{20,0}$	0,265	33,30	9,30	279
	$\frac{1100}{18,3}$	0,211	24,5	8,0	326
Д-65М (ЮМЗ- 6КЛ/6КМ)	$\frac{1870}{31,2}$	0	0	3,2	∞
	$\frac{1840}{30,7}$	0,058	11,34	5,4	476

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
Д-65М (ЮМЗ- 6КЛ/6КМ)	$\frac{1800}{30,0}$	0,157	29,6	8,5	286
	$\frac{1750}{29,2}$	0,242	44,3	11,2	252
	$\frac{1600}{26,7}$	0,260	43,8	10,8	246
	$\frac{1450}{24,1}$	0,269	40,8	10,2	220
	$\frac{1300}{21,7}$	0,270	36,9	9,5	257
	$\frac{1150}{19,2}$	0,265	32,0	8,5	265
Д-240 (МТЗ-80/82, МТЗ-80Х)	$\frac{2380}{39,7}$	0	0	3,8	∞
	$\frac{2300}{38,3}$	0,092	22,2	8,5	382
	$\frac{2250}{37,5}$	0,186	44,0	13,0	285
	$\frac{2200}{36,7}$	0,255	58,9	14,8	251
	$\frac{2000}{33,3}$	0,272	57,1	14,3	250
	$\frac{1800}{30,0}$	0,283	53,5	13,9	260
	$\frac{1600}{26,7}$	0,292	49,0	13,5	276
	$\frac{1400}{23,3}$	0,298	43,8	13,0	297
Д-240Т (МТЗ-100/102)	$\frac{2300}{38,3}$	0	0	3,9	∞
	$\frac{2280}{38,0}$	0,120	30,0	9,2	306

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
Д-240Т (МТЗ-100/102)	$\frac{2260}{37,5}$	0,210	50,0	13,3	266
	$\frac{2215}{36,9}$	0,285	70,0	16,6	237
	$\frac{2200}{36,7}$	0,329	75,8	18,1	239
	$\frac{2175}{36,2}$	0,335	75,0	18,2	243
	$\frac{1900}{31,6}$	0,370	70,0	17,7	253
	$\frac{1660}{27,6}$	0,380	65,0	16,1	248
Д-260Т (МТЗ-142)	$\frac{2230}{37,2}$	0	0	7,2	∞
	$\frac{2180}{36,4}$	0,087	20,0	10,8	593
	$\frac{2150}{35,9}$	0,220	50,0	15,6	312
	$\frac{2120}{35,3}$	0,360	80,0	20,7	287
	$\frac{2100}{32,0}$	0,520	110,5	26,4	238
	$\frac{2000}{33,3}$	0,525	110,0	25,6	235
	$\frac{1710}{28,7}$	0,57	100,0	24,8	248
	$\frac{1500}{25,0}$	0,57	90,0	22,8	253
А-41 (ДТ-75М)	$\frac{1930}{32,2}$	0	0	4,5	∞
	$\frac{1840}{30,7}$	0,107	20,6	8,0	388

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
А-41 (ДТ-75М)	$\frac{1800}{30,0}$	0,241	45,6	12,3	269
	$\frac{1750}{29,2}$	0,360	66,2	16,65	251
	$\frac{1600}{26,7}$	0,381	64,0	16,0	250
	$\frac{1400}{23,3}$	0,410	60,3	15,0	248
	$\frac{1300}{21,7}$	0,423	57,5	14,4	250
	$\frac{1150}{19,2}$	0,432	52,2	13,25	253
СМД-4Н (ДТ-75БВ)	$\frac{1950}{32,5}$	0	0	4,1	∞
	$\frac{1875}{31,3}$	0,071	14,9	6,9	464
	$\frac{1850}{30,8}$	0,151	29,2	9,1	312
	$\frac{18,25}{30,4}$	0,231	44,0	12,1	275
	$\frac{1800}{30,0}$	0,316	59,5	14,8	249
	$\frac{1600}{26,7}$	0,324	54,4	14,9	275
	$\frac{1500}{25,0}$	0,328	51,5	15,0	291
	$\frac{1400}{23,3}$	0,330	48,5	15,0	309
СМД-60 (Т-150)	$\frac{2280}{38,0}$	0	0	6,0	∞

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
СМД-60 (Т-150)	$\frac{2140}{35,7}$	0,145	32,5	11,8	363
	$\frac{2100}{35,0}$	0,302	66,8	18,1	271
	$\frac{2000}{33,3}$	0,526	110,5	27,7	251
	$\frac{1800}{30,0}$	0,556	105,1	25,9	246
	$\frac{1600}{26,7}$	0,580	97,5	24,0	246
	$\frac{1400}{23,3}$	0,606	89,1	22,2	249
СМД-62 (Т-150К)	$\frac{2280}{38,0}$	0	0	7,5	∞
	$\frac{2220}{37,0}$	0,205	47,9	14,8	309
	$\frac{2160}{38,1}$	0,446	101,5	26,0	256
	$\frac{2100}{35,0}$	0,550	121,5	30,5	251
	$\frac{2000}{33,3}$	0,576	121,0	30,2	250
	$\frac{1800}{30,0}$	0,606	114,5	28,8	251
	$\frac{1600}{26,7}$	0,623	104,5	27,0	258
	$\frac{1400}{23,3}$	0,635	93,4	25,0	268
СМД-66 (ДТ-175С)	$\frac{2100}{35,0}$	0	0	6,2	∞

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
СМД-66 (ДТ-175С)	$\frac{2050}{34,2}$	0,120	23,5	9,6	409
	$\frac{2000}{33,3}$	0,291	58,8	16,1	275
	$\frac{1900}{31,7}$	0,648	125,0	29,6	237
	$\frac{1800}{30,0}$	0,650	125,5	29,9	244
	$\frac{1700}{28,3}$	0,680	123,0	30,1	245
	$\frac{1500}{25,0}$	0,721	117,5	29,0	246
	$\frac{1300}{21,7}$	0,780	100,0	24,2	242
А-01М (Т-4А)	$\frac{1840}{30,7}$	0	0	6,0	∞
	$\frac{1815}{30,3}$	0,155	29,5	11,6	392
	$\frac{1800}{30,0}$	0,312	59,0	16,0	271
	$\frac{1750}{29,2}$	0,481	88,5	22,6	255
	$\frac{1700}{28,3}$	0,540	96,0	24,0	250
	$\frac{1600}{26,7}$	0,556	93,5	23,0	246
	$\frac{1400}{23,3}$	0,591	87,0	21,2	244
	$\frac{1200}{20,0}$	0,617	77,7	19,2	247

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
ЯМЗ-238НБ (К-700, К-700А)	$\frac{1820}{30,3}$	0	0	8,0	∞
	$\frac{1780}{29,7}$	0,330	62,0	2,0	323
	$\frac{1740}{29,0}$	0,640	117,0	31,0	265
	$\frac{1700}{28,3}$	0,850	152,0	38,5	253
	$\frac{1600}{26,7}$	0,870	146,0	37,0	253
	$\frac{1400}{23,3}$	0,90	132,0	33,0	250
	$\frac{1200}{20,0}$	0,935	118,0	29,6	251
	$\frac{1000}{16,7}$	0,960	100,0	26,0	250
ЯМЗ-240Б (К-701)	$\frac{2150}{35,8}$	0	0	22,5	∞
	$\frac{2050}{34,2}$	0,479	103,0	37,5	364
	$\frac{2000}{33,3}$	0,735	154,6	45,0	283
	$\frac{1900}{31,7}$	1,110	221,0	54,0	245
	$\frac{1750}{29,2}$	1,185	215,5	51,9	241
	$\frac{1500}{25,0}$	1,214	191,0	45,5	239
	$\frac{1200}{20,0}$	1,200	151,3	37,6	249
	$\frac{1000}{16,7}$	1,120	118,0	31,2	265

1	2	3	4	5	6
Д-160 (Т-130)	$\frac{1325}{22,1}$	0	0	7,0	∞
	$\frac{1300}{21,7}$	0,290	39,3	13,5	343
	$\frac{1275}{21,3}$	0,590	78,7	21,3	270
	$\frac{1250}{20,8}$	0,906	118,1	29,0	246
	$\frac{1000}{16,7}$	0,950	99,4	25,0	252
	$\frac{800}{13,3}$	1,00	83,5	23,0	276
Д-181Т (ЛТЗ-145)	$\frac{1985}{33,1}$	0	0	6,14	∞
	$\frac{1970}{32,9}$	0,155	32,1	11,2	349
	$\frac{1950}{32,5}$	0,300	61,2	16,2	264
	$\frac{1925}{32,1}$	0,445	89,8	21,8	243
	$\frac{1845}{30,8}$	0,588	113,3	26,3	231
	$\frac{1795}{29,7}$	0,590	110,2	25,8	230
	$\frac{1600}{26,7}$	0,630	105,3	23,9	227
	$\frac{1495}{24,9}$	0,645	100,1	23,0	228
	$\frac{1390}{23,2}$	0,677	98,4	22,7	231

На графике скоростной характеристики обычно выделяют две зоны – регуляторную (от n_n до n_{\max}) и корректорную или перегрузочную (от n_n до n_{\min}).

Область характеристики с максимальным значением мощности двигателя называется областью номинального значения мощности N_{e_n} . Значению N_{e_n} соответствуют номинальный крутящий момент M_{e_n} , номинальный часовой G_{T_n} и удельный g_{e_n} расходы топлива, а также номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя n_{e_n} . Работа двигателя в номинальном режиме наиболее предпочтительна. Значения N_e , M_e , G_T и g_e соответствуют любым отличным от номинального режимам работы двигателя. Существуют следующие соотношения между указанными показателями:

$$N_e = 6,28M_e n; \quad (1.1)$$

$$g_e = \frac{1000G_T}{N_e}, \quad (1.2)$$

где N_e выражена в кВт; M_e – в кН·м; n – в с^{-1} ; g_e – в г/(кВт·ч); G_T – в кг/ч.

К показателям динамических качеств двигателей относят, кроме того, коэффициенты приспособляемости двигателя по моменту K_M и частоте вращения K_n .

$$K_M = M_{e_{\max}}/M_{e_n}; \quad K_n = n_n/n_{\min}.$$

Обычно $K_M = 1,1 \dots 1,2$, а $K_n = 1,6 \dots 2,0$. Работа двигателя в зоне перегрузки допустима кратковременно с условием, что $M_{\max} \leq 0,97M_{e_{\max}}$.

Наилучшие экономические показатели работы двигателей достигаются в том случае, когда значения N_e и M_e близки к номинальным. Однако в действительности они отличаются от номинальных. В этом случае показателем, характеризующим эффективное использование возможностей двигателя, является коэффициент загрузки двигателя по мощности, $\xi_{N_e} = N_e/N_{e_n}$, а при неустановившемся режиме работа (при переменном характере тягового сопротивления рабочих машин) – коэффициент допустимой загрузки двигателя по моменту $\xi_{M_e} = M_e/M_{e_n}$. Чаше всего используется выражение $\xi_{M_e} = \frac{0,97 K_M}{1 + \delta_M/2}$, где δ_M – коэффициент неравномерности тягового сопротивления рабочей машины (табл. П10).

При эксплуатации тракторов часто требуется перевод работы двигателя на пониженные скоростные режимы (при недогрузке двига-

теля и невозможности догрузить его увеличением числа машин в агрегате). Это достигается уменьшением величины подачи топлива. При этом номинальный режим работы двигателя ($n_{нi}$) и режим холостого хода (n_{x_i}) устанавливаются при меньших частотах вращения коленчатого вала. Величины частот $n_{нi}$ и расхода топлива $G_{тx_i}$ определяются из следующих выражений:

$$n_{нi} = n_n - 1,08(n_x - n_{x_i}); \quad (1.3)$$

$$G_{тx_i} = G_{тx} n_{x_i} / n_x. \quad (1.4)$$

Корректирующие ветви скоростной характеристики двигателя при переходе на пониженные скоростные режимы не изменяются.

1.3. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задание 1. Построить скоростную характеристику двигателя Д-240 трактора МТЗ-80 на полном ($n_x = 2380 \text{ мин}^{-1}$) и пониженных скоростных режимах ($n_{x1} = 2200 \text{ мин}^{-1}$, $n_{x2} = 2100 \text{ мин}^{-1}$ и $n_{x3} = 2000 \text{ мин}^{-1}$). Дать анализ изменения часового и удельного расхода топлива в зависимости от коэффициента ξ_{N_e} . Внешнее тяговое сопротивление рабочей машины соответствует затратам мощности двигателя 45 кВт, $\delta_m = 0$.

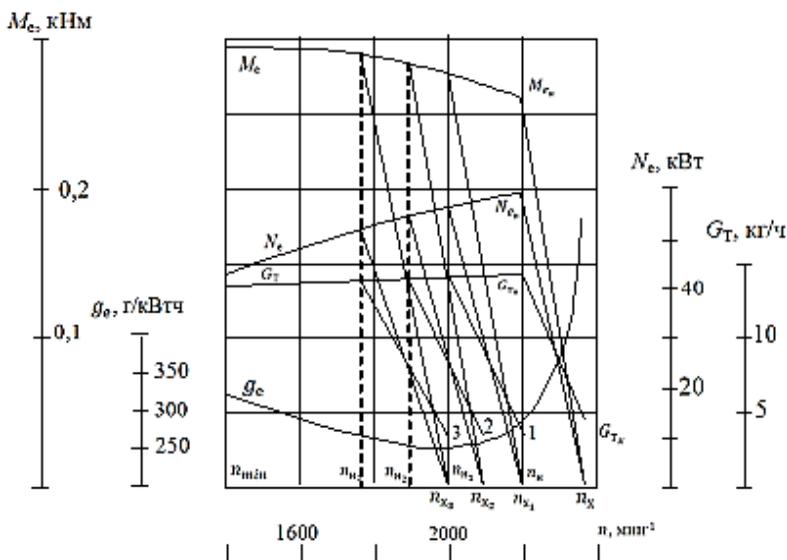


Рис. 1.2. Скоростная характеристика двигателей Д-240

Решение. На основании показателей регуляторных характеристик (табл. 1.1) строится скоростная характеристика двигателя Д-240 (рис. 1.2).

Как видно из графика скоростной характеристики, номинальный режим работы двигателя Д-240 соответствует частоте вращения коленчатого вала 2200 мин^{-1} , при этом $N_{e_n} = 58,9 \text{ кВт}$, $M_{e_n} = 0,255 \text{ кН} \cdot \text{м}$, $G_{T_n} = 14,8 \text{ кг/ч}$, $g_{e_n} = 251 \text{ г/(кВт} \cdot \text{ч)}$. При частоте холостого хода $n_x = 2380 \text{ мин}^{-1}$ часовой расход топлива $G_{T_x} = 3,8 \text{ кг/ч}$, $N_{e_x} = 0$, $M_{e_x} = 0$, $g_{e_x} = \infty$.

Показатели динамичности двигателя K_M и K_n близки к рекомендуемым:

$$K_M = M_{e_{\max}} / M_{e_n} \frac{0,298}{0,255} = 1,17; \quad K_n = n_n / n_{\min} = \frac{2200}{1400} = 1,57.$$

Положение регуляторных ветвей скоростной характеристики на пониженных скоростных режимах работы двигателя определяется из выражений (1.3) и (1.4):

$$n_{n1} = n_n - 1,08 (n_x - n_{x1}) = 2200 - 1,08 \cdot (2380 - 2200) = 2006 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{n2} = n_n - 1,08 (n_x - n_{x2}) = 2200 - 1,08 \cdot (2380 - 2100) = 1898 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{n3} = n_n - 1,08 (n_x - n_{x3}) = 2200 - 1,08 \cdot (2380 - 2000) = 1790 \text{ мин}^{-1};$$

$$G_{T_{x1}} = G_{T_x} n_{x1} / n_x = 3,8 \cdot 2100 / 2380 = 3,35 \text{ кг/ч};$$

$$G_{T_{x2}} = G_{T_x} n_{x2} / n_x = 3,8 \cdot 2000 / 2380 = 3,19 \text{ кг/ч};$$

$$G_{T_{x3}} = G_{T_x} n_{x3} / n_x = 3,8 \cdot 1900 / 2380 = 3,03 \text{ кг/ч}.$$

Построение регуляторных ветвей на пониженных режимах осуществляется следующим образом (рис. 1.2). Из точки n_{n1} проводится перпендикулярная линия до пересечения с кривыми M_e , N_e и G_T , далее из полученных точек пресечения M_e и N_e проводятся прямые линии в точку n_{x1} . Из точки n_{x1} проводится перпендикулярная линия и на ней отмечается точка $G_{T_{x1}}$, которая затем соединяется с точкой пересечения перпендикуляра из n_{n1} с кривой G_T .

Регуляторные ветви на втором и третьем пониженных режимах строятся аналогично первому.

В результате указанных графических построений и расчётов получаются следующие данные:

1) на полном скоростном режиме (при $n_x = 2380 \text{ мин}^{-1}$ и $n_n = 2200 \text{ мин}^{-1}$)

$$N_{e_n} = 58,9 \text{ кВт}; \quad M_{e_n} = 0,255 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$G_{T_n} = 14,8 \text{ кг/ч}; \quad G_{T_x} = 3,8 \text{ кг/ч}; \quad g_{e_n} = 251 \text{ г/(кВт} \cdot \text{ч)};$$

2) на 1-м пониженном режиме (при $n_{x1} = 2200 \text{ мин}^{-1}$ и $n_{n1} = 2006 \text{ мин}^{-1}$)

$$N_{e_{н1}} = 57,1 \text{ кВт}; \quad M_{e_{н1}} = 0,274 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$G_{T_{н1}} = 14,0 \text{ кг/ч}; \quad G_{T_{х1}} = 3,35 \text{ кг/ч}; \quad g_{e_{н1}} = 250 \text{ г/(кВт} \cdot \text{ч)};$$

3) на 2-м пониженном режиме (при $n_{х2} = 2100 \text{ мин}^{-1}$ и $n_{н2} = 1898 \text{ мин}^{-1}$)

$$N_{e2} = 56,0 \text{ кВт}; \quad M_{e_{н2}} = 0,278 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$G_{T_{н2}} = 13,8 \text{ кг/ч}; \quad G_{T_{х2}} = 2,9 \text{ кг/ч}; \quad g_{e_{н2}} = 250 \text{ г/(кВт} \cdot \text{ч)};$$

4) на 3-м пониженном режиме (при $n_{х3} = 2000 \text{ мин}^{-1}$ и $n_{н3} = 1790 \text{ мин}^{-1}$)

$$N_{e3} = 52,8 \text{ кВт}; \quad M_{e_{н3}} = 0,285 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$G_{T_{н3}} = 13,2 \text{ кг/ч}; \quad G_{T_{х3}} = 2,7 \text{ кг/ч}; \quad g_{e_{н3}} = 260 \text{ г/(кВт} \cdot \text{ч)}.$$

Для удобства дальнейших расчётов полученные данные сводятся в табл. 1.2.

1.2. Результаты анализа скоростной характеристики двигателя Д-240

Показатели режим	$N_{e_{нi}}$, кВт	$M_{e_{нi}}$, кН·м	$G_{T_{ни}}$, кг/ч	$G_{T_{хи}}$, кг/ч	$g_{e_{ни}}$, г/(кВт·ч)	Мощность, расходуемая на тяговое сопротивление, кВт	ξ_{N_e}
Полный	58,9	0,255	14,8	3,8	251	45	0,76
1-й пониж.	57,1	0,274	14,0	3,35	250	45	0,79
2-й пониж.	56,0	0,278	13,8	2,9	248	45	0,80
3-й пониж.	52,8	0,285	13,2	2,7	260	45	0,85

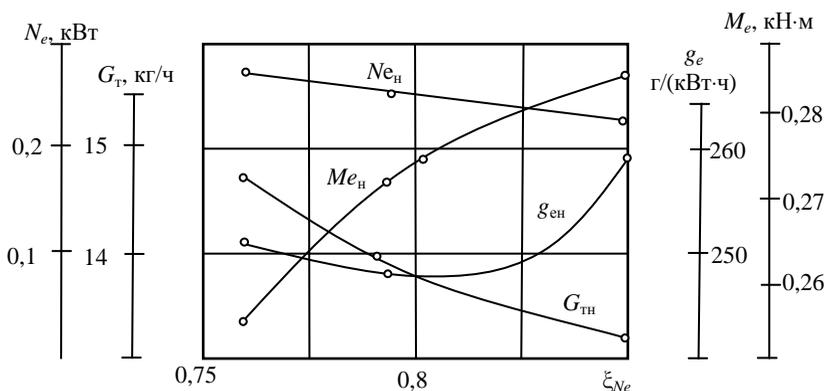


Рис. 1.3. Зависимость показателей работы двигателя Д-240 от коэффициента загрузки

Из анализа графика видно, что с увеличением коэффициента загрузки двигателя до его оптимальных значений улучшаются его экономические характеристики, т.е. уменьшаются часовой и удельный расходы топлива. Как известно, увеличить коэффициент загрузки двигателя можно двумя способами: увеличением тягового сопротивления МТА (за счёт увеличения числа рабочих машин в агрегате) и переводом работы двигателя на пониженные скоростные режимы. В нашем случае улучшение экономических показателей работы двигателя было достигнуто за счёт использования возможностей регуляторной характеристики двигателя. Из графика также видно, что наименьшим удельным затратам топлива соответствует оптимальное значение коэффициента загрузки двигателя по мощности ξ_{N_e} , равное 0,8.

1.4. ТЯГОВО-СЦЕПНЫЕ СВОЙСТВА ТРАКТОРОВ

В процессе выполнения сельскохозяйственных работ на машинно-тракторный агрегат действуют различные силы: движущая агрегат сила F , сила сопротивления перекачиванию трактора P_f , сила инерции P_j , сила сопротивления воздушной среды P_b , сила сопротивления подъёму (продольная составляющая силы тяжести трактора) P_a и сила тягового сопротивления рабочей машины или агрегата R_a (продольная составляющая силы тягового сопротивления агрегата).

С определённым допущением считается, что скорости движения агрегатов постоянны (кроме разгона и торможения) и сравнительно невелики, поэтому силы P_j и P_b в расчётах принимаются равными нулю.

Соотношение действующих на машинно-тракторный агрегат сил в этом случае представляется в следующем виде:

$$F - \sum p_c = 0 \quad \text{или} \quad F = \sum p_c,$$

где $\sum p_c$ – сумма сил сопротивления движению, кН.

$$F = R_a + P_f \pm P_a. \quad (1.5)$$

Движущая агрегат сила F возникает за счёт взаимодействия движителя трактора (колеса или ведущей звёздочки гусеницы), на который от двигателя передаётся крутящий момент, с почвой (рис. 1.4). Величина этой силы всегда ограничивается или касательной силой P_k , с одной стороны, или силой сцепления трактора с почвой $F_{\text{сц}}$ – с другой.

Касательная сила может быть определена по формуле

$$P_k = \frac{M_0}{r_k} = \frac{M_e i_{\text{тр}} \eta_{\text{тр}}}{r_k}, \quad (1.6)$$

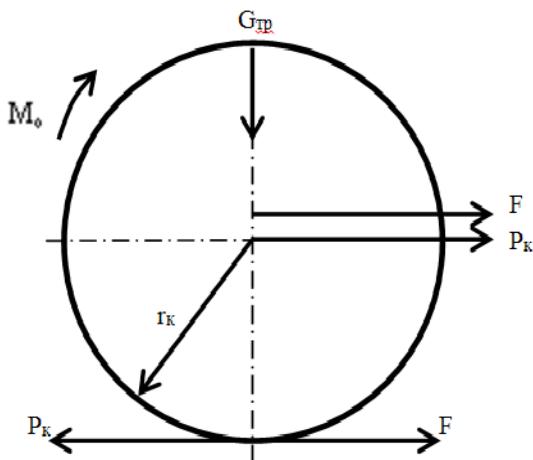


Рис. 1.4. Механизм образования движущей силы

где r_k – радиус качения ведущего колеса, м; $i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии; $\eta_{тр}$ – механический к.п.д. трансмиссии.

Значения касательной силы определяются в основном мощностными показателями двигателя. Сила сцепления трактора с почвой $F_{сц}$ зависит от сцепного веса трактора $G_{сц}$ и коэффициента сцепления с почвой μ :

$$F_{сц} = \mu G_{сц}. \quad (1.7)$$

Коэффициент μ зависит от плотности и состава почвы, её влажности, а также от конструкции почвозацепов ведущих колёс.

Для расчётов коэффициент μ выбирается из приложения (табл. П1).

Сцепной вес гусеничных тракторов и тракторов со всеми ведущими колёсами принимается равным силе тяжести (весу) трактора, т.е. $G_{сц} = G_{тр}$, а для колёсных тракторов с одной ведущей осью – $G_{сц} \approx 2/3 G_{тр}$.

Величина силы $F_{сц}$ может быть увеличена путём улучшения сцепных свойств движителей тракторов (за счёт применения сдвоенных колёс или уширенных гусениц и т.д.), а также путём увеличения сцепного веса трактора (с помощью гидроувеличителя сцепного веса ГСВ или заливкой воды в колёсные шины).

В расчётах за движущую силу принимают касательную силу P_k ($F = P_k$), если $P_k \leq F_{сц}$ в том случае, когда $P_k > F_{сц}$ за движущую силу принимают $F_{сц}$ ($F = F_{сц}$).

В практике эксплуатационных расчётов требуется значение такого показателя, как тяговое усилие трактора P_T . Значение этого показателя

теля всегда меньше касательной силы P_k , P_T может быть равно P_k только чисто гипотетически – при наличии горизонтальной и абсолютно твёрдой поверхности и абсолютно твёрдых колёс.

Фактически же тяговое усилие трактора можно представить в виде соотношения:

$$P_T = F - P_f \mp P_\alpha; \quad (1.8)$$

$$P_T = P_k - P_f \mp P_\alpha \quad \text{при } P_k \leq F_{\text{цн}}; \quad (1.9)$$

$$P_T = F_{\text{цн}} - P_f \mp P_\alpha \quad \text{при } P_k \leq F_{\text{цн}}. \quad (1.10)$$

Сила сопротивления перемещению трактора P_f определяется по формуле

$$P_f = f G_{\text{тр}}, \quad (1.11)$$

где f – коэффициент сопротивления качению; $G_{\text{тр}}$ – вес трактора, кН.

Сила сопротивления подъёму (при движении трактора на подъём) P_α определяется из выражения

$$P_\alpha = G_{\text{тр}} \sin \alpha, \quad (1.12)$$

где α – угол подъёма, град.

Значения N_{e_n} , M_{e_n} , $i_{\text{тр}}$ и $\eta_{\text{тр}}$, необходимые для расчётов номинальной касательной силы $P_{\text{кн}}$, приведены в табл. ПЗ и П4.

Механический к.п.д. трансмиссии (гусеничных и колёсных тракторов) определяется по формулам:

$$\eta_{\text{тр}}^{\text{гус}} = \eta_{\text{ц}}^\alpha \eta_{\text{к}}^\beta \eta_{\text{г}}; \quad (1.13)$$

$$\eta_{\text{тр}}^{\text{кол}} = \eta_{\text{д}}^\alpha \eta_{\text{к}}^\beta, \quad (1.14)$$

где $\eta_{\text{ц}}$ – к.п.д. одной пары соответственно цилиндрических и конических зубчатых колёс трансмиссии трактора (табл. П2); α и β – число пар цилиндрических и конических зубчатых колёс, находящихся в зацеплении (табл. ПЗ и П4); $\eta_{\text{г}}$ – механический к.п.д. гусеничной цепи (обычно $\eta_{\text{г}} = 0,95 \dots 0,97$).

При расчёте касательной силы $P_{\text{кн}}$ радиус качения r_k определяется для гусеничных тракторов – как радиус ведущей звёздочки (табл. П4), а для колёсных тракторов – по формуле

$$r_k = r_o + (0,75 \dots 0,8) h_{\text{ш}}, \quad (1.15)$$

где r_o – радиус стального обода колеса, м; $h_{\text{ш}}$ – высота профиля шины ведущих колёс, м.

Следует учитывать, что при расчёте агрегатов с приводом от вала отбора мощности (ВОМ) касательная сила P_k уменьшается на некоторую величину, определяемую из формулы

$$\Delta P_k^{\text{ВОМ}} = \frac{0,159 N_{\text{ВОМ}} i_{\text{ТР}} \eta_{\text{ТР}}}{r_k \eta_n \eta_{\text{ВОМ}}}, \quad (1.16)$$

где $N_{\text{ВОМ}}$ – мощность привода ВОМ, кВт (табл. П11); $\eta_{\text{ВОМ}}$ – к.п.д. ВОМ (обычно $\eta_{\text{ВОМ}} = 0,95$).

Для определения рабочей скорости МТА применяется следующая формула:

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) \frac{n}{n_n}, \quad (1.17)$$

где V_T – расчётная скорость движения трактора при номинальной частоте вращения коленчатого вала, с^{-1} ; n – действительная частота вращения коленчатого вала двигателя, с^{-1} ; δ – коэффициент буксования ведущих колёс трактора, %.

Коэффициент δ определяется из тяговых характеристик (табл. П5 и П6). Показатели, характеризующие тяговые возможности трактора и режимы его работы, определяются следующими соотношениями:

$$N_T = P_T V_p; \quad (1.18)$$

$$g_T = \frac{G_T}{N_T}. \quad (1.19)$$

Степень тяговой загрузки трактора может быть оценена коэффициентом использования тягового усилия ξ_{p_T} или коэффициентом использования максимальной тяговой мощности ξ_{N_T} :

$$\xi_{p_T} = \frac{R_a}{P_{T_n}}; \quad (1.20)$$

$$\xi_{N_T} = \frac{N_T}{N_{T_n}}, \quad (1.21)$$

где R_a – тяговое сопротивление агрегата, кН.

Условия и степень использования мощности трактора характеризует его тяговый к.п.д.:

$$\eta_T = N_T / N_{e_n}. \quad (1.22)$$

Для тягово-приводных агрегатов тяговый к.п.д. определяется по формуле

$$\eta_T = (N_T + N_{\text{ВОМ}}) / N_{e_n}. \quad (1.23)$$

Рациональные значения ξ_{p_t} находятся в пределах 0,8...0,94 (при пахоте) и 0,92...0,97 (при выполнении других работ) (табл. П6).

Для удобства выполнения расчётов различных эксплуатационных показателей тракторов обычно пользуются их тяговыми характеристиками.

Тяговые характеристики тракторов представляют собой графическое (рис. 1.5) изображение зависимостей тяговой мощности N_t , рабочей скорости V_p , часового G_t расхода топлива, а также коэффициента буксирования движителей от величины силы тяги P_t (которая формируется внешним сопротивлением движению трактора) на различных передачах.

Тяговые характеристики тракторов получены по экспериментальным данным их полевых испытаний на горизонтальных участках с различным агрофоном (на стерне колосовых культур, на поле, подготовленном под посев и т.д.). Они также могут быть представлены в табличном виде (табл. П5 и П6). Из графика (рис. 1.5) можно понять, что максимальным значениям тяговой мощности $N_{тн}$ (определяемым как номинальные) на каждой из передач соответствуют номинальные значения тягового усилия $P_{тн}$ ($P'_{тн}$, $P''_{тн}$ и т.д.), рабочей скорости V_p ($V'_{пн}$, $V''_{пн}$ и т.д.) и часового расхода топлива $G_{тн}$ ($G'_{тн}$, $G''_{тн}$ и т.д.).

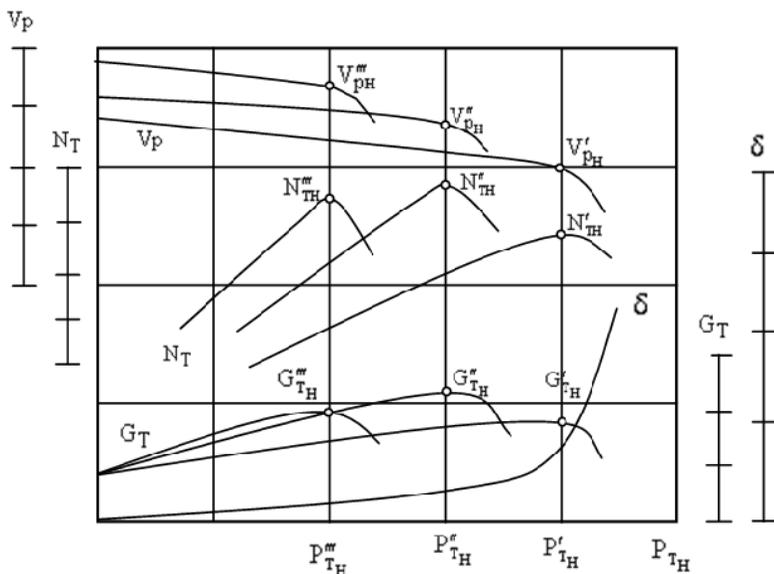


Рис. 1.5. Тяговая характеристика тракторов

1.5. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача 1. Произвести расчёт и сравнить показатели тяговых свойств трактора ДТ-75МВ при работе на стерне колосовых культур и на поле, подготовленном под посев, на 1, 2, 3, 4, 5 и 6 передачах. Участок поля горизонтальный, без подъёмов и уклонов.

Решение. По условиям задачи для двух вариантов агрофонов необходимо рассчитать касательную силу P_k , силу сцепления трактора с почвой $F_{сц}$, тяговое усилие P_T , скорость движения V_p , тяговую мощность N_T , тяговый к.п.д. η_T .

1. Касательная сила тяги рассчитывается по формуле (1.6)

$$P_{кн} = \frac{M_{e_n} i_{тр} \eta_{тр}}{r_k}.$$

Из таблицы 1 находим $M_{e_n} = 0,36$ кН·м. Передаточное отношение трансмиссии $i_{тр}$ находим по табл. П4:

- на 1-й передаче – $i_{тр1} = 44,5$;
- на 2-й передаче – $i_{тр2} = 39,8$;
- на 3-й передаче – $i_{тр3} = 35,7$;
- на 4-й передаче – $i_{тр4} = 32,2$;
- на 5-й передаче – $i_{тр5} = 28,8$;
- на 6-й передаче – $i_{тр6} = 26,0$.

Из той же таблице П4 находятся значения $\alpha = 3...4$ и $\beta = 1$. По формуле (1.13) находятся значения $\eta_{тр} = 0,98^3 \cdot 0,97^1 \cdot 0,95 = 0,82$. Значения r_k находятся из табл. П4.

Для трактора ДТ-75Мв $r_k = 0,356$ м. Тогда номинальные значения P_k для заданных передач будут следующими:

$$1\text{-я передача } P_{к1} = \frac{0,36 \cdot 44,5 \cdot 0,82}{0,356} = 36,9 \text{ кН};$$

$$2\text{-я передача } P_{к2} = \frac{0,36 \cdot 39,8 \cdot 0,82}{0,356} = 33,0 \text{ кН};$$

$$3\text{-я передача } P_{к3} = \frac{0,36 \cdot 35,7 \cdot 0,82}{0,356} = 29,6 \text{ кН};$$

$$4\text{-я передача } P_{к4} = \frac{0,36 \cdot 32,2 \cdot 0,82}{0,356} = 26,7 \text{ кН};$$

$$5\text{-я передача } P_{к5} = \frac{0,36 \cdot 28,8 \cdot 0,82}{0,356} = 23,9 \text{ кН};$$

$$6\text{-я передача } P_{к6} = \frac{0,36 \cdot 26,0 \cdot 0,82}{0,356} = 21,6 \text{ кН}.$$

2. Сила сцепления трактора с почвой $F_{\text{сц}}$ подсчитывается по формуле (1.7)

$$F_{\text{сц}} = \mu G_{\text{сц}}.$$

Из таблицы ПЗ $G_{\text{сц}} = 63,1$ кН, а из таблицы П1 $\mu_1 = 0,5 \dots 0,7$ (для поля под посев), $\mu_2 = 0,9 \dots 1,0$ (для стерни). Таким образом,

$$F_{\text{сц1}} = \mu_1 G_{\text{сц}} = 0,9 \cdot 63,1 = 56,8 \text{ кН}, \text{ а } F_{\text{сц2}} = \mu_2 G_{\text{сц}} = 0,5 \cdot 63,1 = 31,6 \text{ кН}.$$

3. Сила сопротивления перемещению трактора P_f определяется из формулы (1.11)

$$P_f = fG_{\text{тр}}.$$

Из таблицы П1 $f_1 = 0,10 \dots 0,12$ (поле под посев), $f_2 = 0,08 \dots 0,11$ (стерня). Итак, $P_{f1} = 0,10 \cdot 63,1 = 6,3$ кН; $P_{f2} = 0,08 \cdot 63,1 = 5,1$ кН.

4. Тяговое усилие трактора P_T на заданных передачах будет иметь следующие значения:

При работе на стерне $F'_{\text{сц}} > P_K$ на всех передачах, поэтому номинальные значения P_T будут равны:

- на 1-й передаче – $P_{T1} = 36,9 - 5,1 = 31,8$ кН (так как $P_{\alpha} = 0$);
- на 2-й передаче – $P_{T2} = 33,0 - 5,1 = 27,9$ кН;
- на 3-й передаче – $P_{T3} = 29,6 - 5,1 = 24,5$ кН;
- на 4-й передаче – $P_{T4} = 26,7 - 5,1 = 21,8$ кН;
- на 5-й передаче – $P_{T5} = 23,9 - 5,1 = 18,8$ кН;
- на 6-й передаче – $P_{T6} = 21,6 - 5,1 = 16,5$ кН.

При работе на поле, подготовленном под посев, номинальные значения P_T по передачам будут равны:

- на 1-й передаче – $P_{T1} = 31,6 - 6,3 = 25,3$ кН (здесь $F_{\text{сц}} < P_K$);
- на 2-й передаче – $P_{T2} = 31,6 - 6,3 = 25,3$ кН ($F_{\text{сц}} < P_K$);
- на 3-й передаче – $P_{T3} = 29,6 - 6,3 = 23,3$ кН ($F_{\text{сц}} > P_K$);
- на 4-й передаче – $P_{T4} = 26,7 - 6,3 = 20,4$ кН;
- на 5-й передаче – $P_{T5} = 23,9 - 6,3 = 17,6$ кН;
- на 6-й передаче – $P_{T6} = 21,6 - 6,3 = 15,3$ кН.

П р и м е ч а н и е: на 1-й и 2-й передачах $P_T = F_{\text{сц}} - P_f$.

5. По полученным данным строится график тягового баланса трактора ДТ-75МВ (рис. 1.6).

Рабочая скорость движения трактора определяется по формуле

$$V_p = 0,377 \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) \frac{n_n r_k}{i_{\text{тр}}}, \quad (1.24)$$

где V_p – в км/ч; n_n – в мин^{-1} ; r_k – в м.

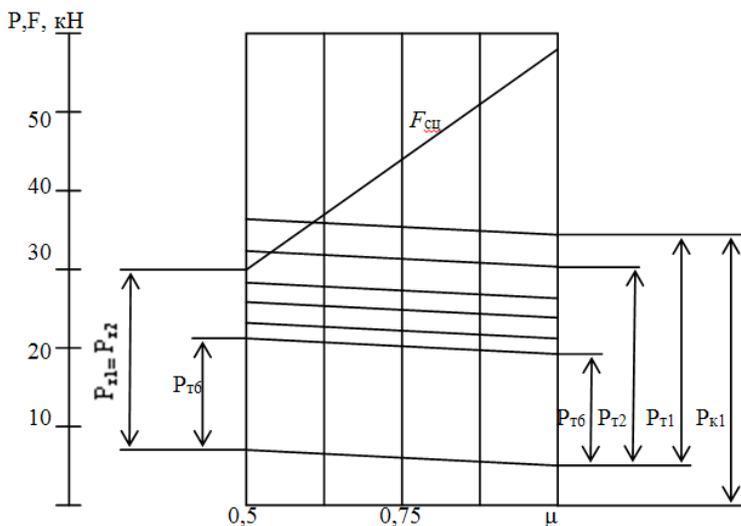


Рис. 1.6. График тягового баланса трактора ДТ-75МВ

Из таблицы П6 находятся значения δ (при $N_{Tн}$):

Агрофон	Значение δ % по передачам					
	1	2	3	4	5	6
Стерня	3,6	2,6	1,8	1,4	1,2	1,0
Поле под посев	9,0	7,0	5,0	4,0	3,5	3,0

Тогда рабочая скорость V_p по передачам будет иметь следующие значения:

Агрофон	Значение V_p по передачам					
	1	2	3	4	5	6
Стерня	5,1	5,8	6,5	7,2	8,1	8,9
Поле под посев	4,8	5,5	6,3	7,0	7,9	8,8

6. Тяговая мощность определяется по формуле

$$N_T = P_T V_p / 3,6, \quad (1.25)$$

где V_p – в км/ч.

Агрофон	N_T по передачам					
	1	2	3	4	5	6
Стерня	45,0	45,0	44,2	43,6	42,3	40,8
Поле под посев	33,7	38,7	40,1	39,7	38,6	37,4

7. Тяговый к.п.д. трактора ДТ-75МВ рассчитывается по формуле

$$\eta_T = N_T / N_{eT}.$$

Агрофон	η_T по передачам					
	1	2	3	4	5	6
Стерня	0,68	0,68	0,67	0,66	0,64	0,62
Поле под посев	0,51	0,58	0,61	0,6	0,58	0,56

Таким образом, судя по результатам расчётов, трактор ДТ-75МВ при работе на поле, подготовленном под посев, на 1-й и 2-й передачах не может работать эффективно без осуществления соответствующих мероприятий из-за недостаточного сцепления с почвой. Об этом можно судить по графику тягового баланса, по увеличенным относительно рекомендованных значениям δ ($\delta_{\text{доп}} = 7\%$ – для гусеничных тракторов) и по тяговому к.п.д. трактора.

2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА РАБОЧИХ МАШИН

2.1. РАСЧЁТ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ РАБОЧИХ МАШИН

Для выполнения механизированных сельскохозяйственных работ в настоящее время существует множество рабочих машин, различающихся не только по назначению и по конструктивному исполнению, но и по своим эксплуатационным характеристикам. Наряду с основными своими технологическими характеристиками такими, как скорость движения, ширина захвата, объём технологических ёмкостей, пропускная способность и др., рабочие машины обладают ещё и энергетическими характеристиками – тяговым сопротивлением рабочих машин и агрегатов R_a , удельным тяговым сопротивлением K и потребляемой для привода рабочих машин мощностью $N_{\text{в.ом}}$.

Ширина захвата рабочей машины B_p влияет на производительность МТА, поскольку при неумелом управлении работой агрегата она может быть меньше конструктивной ширины захвата B_k . В справочной литературе приводятся значения коэффициента использования конструктивной ширины захвата β ($B_p = B_k \beta$). Его значения колеблются от 0,95 до 1,10. Для практических расчётов обычно принимается конструктивная ширина ($B_p = B_k$). Ширина захвата агрегата, состоящего из нескольких однотипных машин, обозначается как B_p .

Скорость движения рабочих машин или агрегатов в значительной степени влияет на производительность выполнения работ, так как зависит от квалификации тракториста, его умения правильно выбирать и неукоснительно соблюдать скоростной режим движения. В соответствии с агротехническими требованиями рабочие скорости движения МТА ограничены и имеют определённые допустимые интервалы (табл. П7).

Удельное сопротивление машин зависит от состояния и вида почвы, вида рабочих органов, скорости движения и т.д.

Для большинства рабочих машин с небольшой глубиной проникновения в почву полное тяговое сопротивление одной машины подсчитывается по формуле

$$R_0 = K_0 B_p, \quad (2.1)$$

где K_0 – удельное сопротивление рабочей машины при $V_0 = 5$ км/ч, кН/м (табл. 2.1); B_p – ширина захвата, м.

2.1. Средние значения удельного сопротивления сельскохозяйственных машин

Работа	Сельскохозяйственная машина	K_0 , кН/м
1	2	3
Боронование	Бороны:	
	зубовая тяжёлая	0,4...0,7
	зубовая средняя	0,3...0,6
	зубовая посевная	0,25...0,45
	сетчатая и шлейф-бороны	0,45...0,65
	пружинная или лапчатая	1,0...1,8
	дисковая	1,6...2,2
	игольчатая	0,45...0,8
Сплошная культивация на глубину, см: 6...8 10...12	Культиваторы:	
	паровой	1,2...2,6
	паровой штанговый	1,6...3,0 1,6...2,6
Глубокое рыхление	Глубокорыхлитель	8,0...13,0
Обработка почвы плоскорезами	Плоскорез	4,0...6,0
Лущение стерни на глубину, см: 8...10 10...14 14...18	Луцильщики:	
	дисковый	1,2...2,6
	лемешный лемешный	2,5...6,0 6,0...10,0
Рядовой посев зерновых культур	Сеялки:	
	дисковая с междурядьями 0,15 м	1,1...1,6
	узкорядная	1,5...2,5
	сеялка-луцильник зернопрессовая	1,2...2,8 1,2...1,8

1	2	3
Посев сахарной свёклы	Свекловичная	0,6...1,0
Посев кукурузы	Кукурузная	1,0...1,4
Посадка картофеля	Картофелесажалка	2,5...3,5
Прикалывание: посевов предпосевное	Катки: гладкий водоналивной кольчато-шпоровый	0,55...1,2 0,6...1,0
Первая обработка междурядий пропашных культур	Культиватор со стрелчатými лапами и бритвами	1,2...1,8
Мотыженне	Вращающаяся мотыга	0,40...0,75
Шаровка и букетировка сахарной свёклы	Свекловичный культиватор	0,5...0,8
Рыхление междурядий сахарной свёклы	Свекловичный культиватор	1,2...2,0
Рыхление междурядий картофеля с подкормкой	Культиватор-растениепитатель	1,4...1,8
Рыхление междурядий кукурузы и подсолнеч- ника с подкормкой	Культиватор-растениепитатель	1,3...1,6
Окучивание картофеля	Культиватор-окучник	1,5...2,5
Кошение трав	Тракторная косилка: с приводом от ВОМ с приводом от ходовых колёс	0,9...1,4 0,8...1,3
Сгребание трав	Косилка-измельчитель Грабли: тракторные поперечные валкообразователи	0,8...1,3 0,5...0,75 0,7...0,9

1	2	3
Кошение: зерновых колосовых зернобобовых	Жатка:	
	рядковая прицепная бобовая безмотовильная	1,2...1,5 0,6...0,9
Уборка кукурузы на зерно и силос	Кукурузоуборочный комбайн	2,8...3,5
	Силосоуборочный комбайн	2,6...3,3
Уборка сахарной свёклы	Свеклоуборочный комбайн	6,0...12,0
Уборка картофеля	Транспортёрный картофелекопатель	5,0...7,0
	Картофелеуборочный комбайн	10,0...12,0
	Копатель-валкоукладчик	7,0...8,5
Теребление льна	Прицепная льнотеребилка	3,0...4,0
	Льноуборочный комбайн	4,0...5,0
Уборка ботвы	Ботвоуборочная машина	2,5...3,5
Уборка корнеплодов	Свеклоподъёмник	3,0...4,0
	Копатель корнеплодов	6,5...7,5
Дискование пашни	Дисковая борона	3,0...6,0
Дискование лугов и пастбищ	Дисковая борона	4,0...8,0
Разбрасывание минеральных удобрений	Туковая сеялка	0,3...0,4

Для рабочих машин со значительной глубиной воздействия на почву рабочих органов (плуги) тяговое сопротивление $R_{пл}$ подсчитывается по формуле

$$R_{пл} = K_{пл} B_p h, \quad (2.2)$$

где $K_{пл}$ – удельное сопротивление плугов, кН/м² (табл. 2.2); h – глубина пахоты, м.

Для рабочих машин с рабочими органами, взаимодействующими с почвой только опорными колёсами и имеющими ёмкости с изменяющимся грузом (высев зерна, заполнение бункера комбайна и т.д.), тяговое сопротивление можно определить из выражения

$$R_f = (G_M + G_{Гр}) f_M, \quad (2.3)$$

где G_M – вес машины, кН; $G_{Гр}$ – вес груза в ёмкости, кН; f_M – коэффициент сопротивления качению колёс (табл. П8).

2.2. Средние значения сопротивления различных типов почв при вспашке [10]

Почва	Агрофон	Значения $K_{пл}$ для почв, кН/м ² (кПа)			
		глинистых	тяжёло-суглинистых	среднесуглинистых	супесей и легкосуглинистых
Чернозём	Стерня озимых. Пласт многолетних трав. Целина, залежь	68	49	35	25
		86	57	45	31
		90	71	52	39
Дерново-подзолистая	Стерня озимых. Пласт многолетних трав. Целина, залежь	66	47	34	26
		74	56	43	30
		92	71	50	40
Каштановая	Стерня озимых. Целина, залежь	69	47	36	22
		98	68	55	29
Засолённая	Стерня озимых	–	82	73	65

2.3. Темп нарастания удельного тягового сопротивления ΔC

Работа	Сельскохозяйственная машина	ΔC , %
1	2	3
Вспашка целины, залежи, пласта многолетних трав, стерни озимых (последнее при $K_{пл} > 60$ кН/м ²)	Тракторный плуг	5...7
Вспашка стерни озимых, кукурузы, подсолнечника при $K_{пл} = 45...60$ кН/м ²	Тракторный плуг	3...5
Вспашка лёгких и рыхлых (песчаных и суперпесчаных) почв при $K_{пл} < 45$ кН/м ²	Тракторный плуг	2...3

1	2	3
Посев зерновых	Сеялка рядовая или узкорядовая	1,5...3,0
Лущение стерни озимых	Луцильщики: лемешный дисковый	2,5...3,5 2...3
Разделка пласта	Дисковая борона	2,5...4,0
Прикатывание	Тракторный каток	1...2
Боронование	Зубовая борона	1,5...2,5
Сплошная культивация	Культиваторы: паровой пропашной	2...5 2,5...3,5
Уборка кукурузы на зерно или силос	Кукурузо- или силосо-уборочный комбайн	1,5...2,0
Уборка сахарной свёклы или картофеля	Свекло- или картофеле-уборочный комбайн	3...6

Для сцепок:

$$R_{\text{сц}} = f_{\text{сц}} G_{\text{сц}}, \quad (2.4)$$

где $f_{\text{сц}}$ – коэффициент сопротивления качению сцепок (табл. П8); $G_{\text{сц}}$ – вес сцепки, кН (табл. П9).

Тяговое сопротивление тракторных транспортных агрегатов подчитывается по формуле

$$R_{\text{ат}} = n_{\text{пр}} G_{\text{пр}}^{\text{гп}} f_{\text{пр}}, \quad (2.5)$$

где $n_{\text{пр}}$ – количество прицепов; $G_{\text{пр}}^{\text{гп}}$ – вес одного прицепа с грузом, кН; $f_{\text{пр}}$ – коэффициент сопротивления перекачиванию прицепов (табл. П16).

Для многомашинных (например, сеялочных) агрегатов тяговое сопротивление выражается формулой

$$R_{\text{а}} = \sum R_0 = \sum K_0 B_{\text{р}} + R_{\text{сц}}. \quad (2.6)$$

Поскольку рабочие скорости движения агрегатов достаточно разнообразны по абсолютным их значениям, действительные значения удельных сопротивлений подсчитываются по формуле

$$K_v = K_0 \left[1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta C}{100} \right], \quad (2.7)$$

где $V_0 = 5$ км/ч – скорость движения для табличных значений K_0 ; ΔC – темп прироста удельного сопротивления, % (табл. 2.3).

Указанные выше формулы для подсчёта R_0 , $R_{пл}$, R_f , $R_{сц}$, $R_{ат}$ применимы для горизонтальных участков. При наличии же уклонов или подъёмов в эти формулы добавляются горизонтальная составляющая от веса рабочих машин или сцепок. Например, формула (2.6) в этом случае будет иметь следующий вид:

$$R_a = \sum \left(K_0 B_p \pm G_m \frac{i}{100} \right) + G_{сц} \left(f_{сц} \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.8)$$

где i – угол подъёма или склона, %.

Если угол подъёма или склона даётся в градусах, то вместо $i / 100$ применяется выражение $\sin \alpha$. Тогда, например, для сеялочного агрегата:

$$R_a = \sum \left(K_0 B_p \pm G_m \sin \alpha \right) + G_{сц} \left(f_{сц} \pm \sin \alpha \right).$$

2.2. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача 1. Определить тяговое сопротивление плуга ПЛН-5-35 при вспашке стерни озимых культур на глубину 25 см; почва – средне-суглинистый чернозём. Рельеф поля – подъём $i = 2\%$.

Решение. Тяговое сопротивление плуга с учётом рельефа поля подсчитывается по формуле

$$R_{пл} = K_{пл} B_p h \pm G_m \frac{i}{100},$$

где G_m – вес плуга, кН.

По таблице П7 находится интервал допустимых скоростей движения, для пахоты он составляет 4,5...12 км/ч. Для расчёта выбираем $V_p = 10$ км/ч. Величина $K_{пл}$ для скорости $V_p = 10$ км/ч подсчитывается по формуле

$$K_{пл v} = K_{пл} \left[1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta C}{100} \right].$$

Из таблицы 2.2 находятся $K_{пл} = 35 \text{ кН/м}^2$, а из таблицы 2.3 – величина $\Delta C = 2\%$. Тогда $K_{пл\ v} = 35 \cdot \left[1 + (10 - 5) \cdot \frac{2}{100} \right] = 38,5 \text{ кН/м}^2$. Из «Каталога сельскохозяйственной техники» [9] находим вес плуга ПЛН-5-35, который равен $G_m = 7,84 \text{ кН}$.

Тогда тяговое сопротивление плуга ПЛН-5-35 при скорости $V_p = 10 \text{ км/ч}$ с учётом подъёма (знак «+») будет равно

$$R_{пл} = 38,5 \cdot (0,35 \cdot 5) \cdot 0,25 + 7,84 \cdot \frac{2}{100} = 17,0 \text{ кН}.$$

Задача 2. Определить тяговое сопротивление сеялочного агрегата из трёх сеялок СЗ-3,6. Рельеф поля – уклон $i = 3\%$. Агрофон – поле, подготовленное под посев.

Решение. Тяговое сопротивление сеялочного агрегата подсчитывается по формуле

$$R_a = \sum \left(K_0 B_p \pm G_m \frac{i}{100} \right) + G_{сц} \left(f_{сц} \pm \frac{i}{100} \right),$$

Из таблицы П7 находится интервал рабочих скоростей при посеве зерновых – 7...12 км/ч, для расчёта выбираем $V_p = 12 \text{ км/ч}$.

Из таблицы 2.3 находится $\Delta C = 2\%$, а из таблицы 2.1 – $K_0 = 1,5 \text{ кН/м}$. Тогда удельное сопротивление при V_p равно

$$K_{0\ v} = 1,5 \cdot \left[1 + (12 - 5) \cdot \frac{2}{100} \right] = 1,71 \text{ кН/м}.$$

Ширина захвата сцепки $B_{сц}$ определяется из формулы

$$B_{сц} = B_k (n_m - 1),$$

где n_m – количество машин в агрегате.

По таблице П9 выбирается тип сцепки – для трёхсеялочного агрегата подходит сцепка СП-11 с шириной захвата 10,8 м (масса сцепки – 915 кг). Вес сцепки $G_{сц} = 0,915 \cdot 9,8 = 8,97 \text{ кН}$. Из «Каталога сельскохозяйственной техники» находится вес одной сеялки $G_m = 1,450 \cdot 9,8 = 14,21 \text{ кН}$. Удельное сопротивление $f_{сц} = 0,33$ (табл. П8). Тогда полное тяговое сопротивление агрегата с учётом уклона (знак «-») будет равно

$$R_a = 3 \cdot \left(1,71 \cdot 3,6 - 14,21 \cdot \frac{3}{100} \right) + 8,97 \cdot \left(0,33 - \frac{3}{100} \right) = 19,60 \text{ кН}.$$

Задача 3. Определить тяговое сопротивление агрегата, состоящего из разбрасывателя органических удобрений ПРТ-10 с трактором Т-150К. Рельеф поля – ровный, подъём $i = 2\%$, агрофон – стерня после озимых.

Решение. Тяговое сопротивление агрегата можно подсчитать по формуле

$$R_f = (G_m + 0,5G_{гр}) \left(f_m \pm \frac{i}{100} \right).$$

Из справочной литературы [9] вес навозоразбрасывателя $G_m = 4,0 \cdot 9,8 = 39,2$ кН, а его грузоподъёмность $G_{гр} = 10,0 \cdot 9,8 = 98$ кН.

Из таблицы П8 находится значение $f_m = 0,09 \dots 0,07$; для расчётов принимаем $f_m = 0,08$. Тогда среднее значение тягового сопротивления будет равно

$$R_f = (39,2 + 0,5 \cdot 98) \cdot \left(0,08 \pm \frac{2}{100} \right) = 8,82 \text{ кН.}$$

Если требуется знание максимального значения R_f при расчёте состава агрегата, оно подсчитывается по формуле (в начале движения, когда $G_{гр} = \max$)

$$R_f = (G_m + G_{гр}) \left(f_m \pm \frac{i}{100} \right).$$

В этом случае

$$R_f = (39,2 + 98) \cdot (0,08 + 0,02) = 13,72 \text{ кН.}$$

3. РАСЧЁТ СОСТАВА И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

3.1. СПОСОБЫ И МЕТОДИКА РАСЧЁТА СОСТАВА МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Как известно, от правильного подбора состава агрегата зависит – будет ли производительной выполняемая им работа или нет, с какими затратами труда и средств, и с каким качеством она будет выполнена.

Основная задача при этом состоит в том, чтобы на основании существующего опыта практически или расчётным путём определить количество рабочих машин в агрегате, выбрать при необходимости тип сцепки, подобрать оптимальные режимы работы агрегата, оценить с помощью соответствующих показателей правильность проведённых расчётов.

В справочной литературе часто приводятся материалы рекомендательного характера – с какими тракторами, сколько и какие рабочие машины можно использовать при выполнении сельскохозяйственных работ. Однако такие рекомендации не всегда соответствуют тем реальным условиям, которые существуют в каждом конкретном хозяйстве со своими почвенно-климатическими особенностями.

В связи с этим расчётные методы определения состава агрегата более предпочтительны.

Основная суть расчётного метода состоит в следующем. Машинно-тракторный агрегат рассматривается как система «трактор–рабочая машина», каждый из элементов которой обладает своими эксплуатационными характеристиками. Основными эксплуатационными характеристиками трактора являются тяговое усилие трактора P_T , тяговая мощность N_T , для рабочих машин – это их тяговое сопротивление R_a и скорость движения V_p . Для того чтобы рассчитываемый машинно-тракторный агрегат качественно выполнял свои функции, соотношение эксплуатационных показателей трактора и рабочей машины должно иметь следующий вид:

$$P_T = P_a \xi_{P_T}. \quad (3.1)$$

Это соотношение как раз и определяет методику расчёта МТА:

- определение тяговых характеристик выбранного для выполнения заданного вида сельскохозяйственной работы трактора;
- определение тягового сопротивления рабочей машины при рекомендованных агротехнически допустимых скоростях движения;
- сравнение тяговых характеристик трактора и рабочей машины и определение необходимого количества рабочих машин в агрегате;
- оценка правильности проведённого расчёта состава МТА.

Таким образом, методика расчёта простого тягового агрегата состоит в следующем:

1. Для заданной сельскохозяйственной операции определяется агротехнически обоснованный скоростной режим работы (табл. П7). Как правило, в интервале допустимых скоростей движения тракторы могут работать на нескольких передачах.

2. На выбранных передачах определяются величины номинальных значений тягового усилия трактора.

Это можно сделать расчётным путём с использованием формул (1.9) и (1.10), но удобнее всего пользоваться тяговыми характеристиками трактора (рис. 3.1).

Как видно из графика, номинальным значениям тяговой мощности $N_{Тн}$ на каждой из передач $N_{Тн}^1, N_{Тн}^2, N_{Тн}^3$ соответствуют номинальные значения тягового усилия $P_{Тн}$ ($P_{Тн}^1, P_{Тн}^2, P_{Тн}^3$) и скоростей движения $V_{Рн}$ ($V_{Рн}^1, V_{Рн}^2, V_{Рн}^3$).

Выбор нужной передачи ограничивается пределом допустимых скоростей движения с одной стороны, и желательностью использования передач с максимальным значением тяговой мощности – с другой.

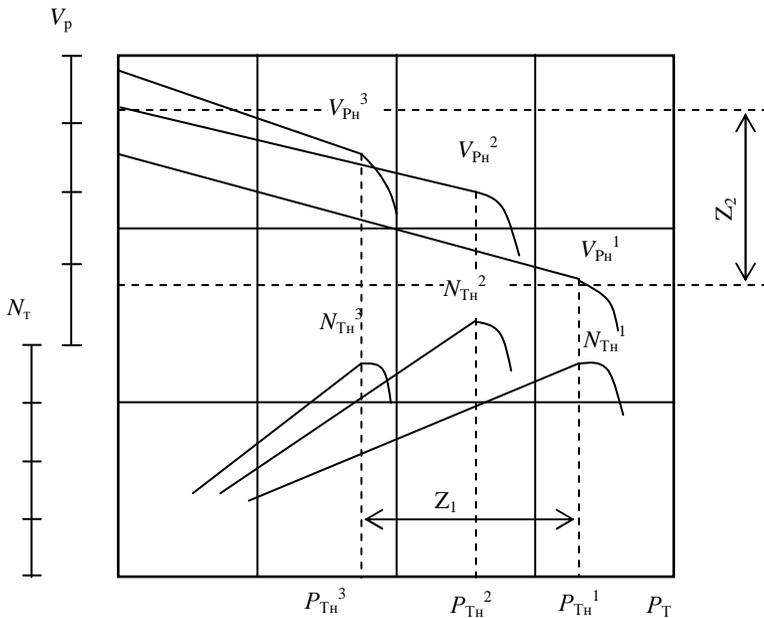


Рис. 3.1. Выбор режимов работы и тяговых характеристик трактора

Обычно, в качестве основной выбирается передача с максимальным значением N_T (на рис. 3.1 – это 2-я передача – $N_{T_1}^2$), и одна-две – запасные (по рис. 3.1 ими могут быть 1-я и 3-я передачи). Исходя из этого, на графике N_T выделяется зона Z_1 – зона рациональной тяговой загрузки трактора, куда попадают, судя по рис. 3.1, все три передачи. На рисунке 3.1 рабочих скоростей V_p выделяется зона Z_2 – зона технологически допустимых скоростей движения.

Как видно из рисунка 3.1, в зону Z_2 попадают лишь 1-я и 2-я передачи, тяговые усилия при работе на которых равны соответственно $P_{T_1}^1$ и $P_{T_1}^2$.

При наличии на рабочем участке поля подъёмов и уклонов полученные значения тяговых усилий уменьшаются или увеличиваются на величину $P_\alpha G_{\text{тр}} \sin \alpha$ (или $P_\alpha = G_{\text{тр}} \frac{i}{100}$).

Номинальные значения тягового усилия трактора на различных передачах могут быть приняты и из справочных данных (табл. П5 и П6). Далее полученные значения тяговых усилий сравниваются с величиной силы сцепления трактора с почвой F_c (см. раздел 1), затем они окончательно уточняются и принимаются для расчёта.

3. Определяется максимально возможная ширина захвата агрегата

$$B_{\max} = \frac{P_{T_1} \xi_{P_T}}{K_{0v}}. \quad (3.2)$$

С учётом угла склона или подъёма:

$$B_{\max} = \frac{(P_{T_1} \pm P_\alpha) \xi_{P_T}}{K_{0v} \pm g_m \frac{i}{100}}. \quad (3.3)$$

4. Выбирается тип рабочей машины, её марка и количество машин в агрегате:

$$n_m = B_{\max} / B, \quad (3.4)$$

где B – ширина захвата одной машины, м.

Полученное число машин округляется до меньшего целого.

5. Уточняется необходимость применения сцепки, определяется величина фронта сцепки и её марка:

$$R_{\text{сц}} = B(n_m - 1). \quad (3.5)$$

6. Определяется сопротивление сцепки по формуле

$$R_{\text{сц}} = G_{\text{сц}} - f_{\text{сц}}.$$

7. Определяется уточнённая ширина захвата агрегата и количество машин в агрегате:

$$B_p = \frac{(P_{T_H} \pm P_\alpha - R_{сц}) \xi_{p_T}}{K_{0v} \pm g_m \frac{i}{100}}; \quad (3.6)$$

$$n_m = B_p / B, \quad (3.7)$$

где ξ_{p_T} – рекомендованные значения коэффициента использования тягового усилия ($\xi_{p_T} = 0,85 \dots 0,95$).

Полученные значения n_m округляются до целых меньших величин.

8. Производится оценка рациональности состава агрегата по действительному коэффициенту использования тягового усилия:

$$\xi_{p_T}^д = \frac{R_\alpha - R_{сц}}{P_{T_H}}. \quad (3.8)$$

При наличии подъёмов и уклонов $\xi_{p_T}^д$ определяется по формуле

$$\xi_{p_T}^д = \frac{R_\alpha \pm G_m \frac{i}{100} - R_{сц} \pm G_{сц} \frac{i}{100}}{P_{T_H} \pm P_\alpha}. \quad (3.9)$$

В некоторых случаях оценку рациональности выбора состава агрегата можно производить и по коэффициенту использования тяговой мощности ξ_{N_T} или использования эффективной мощности двигателя ξ_{N_e} .

$$\xi_{N_T} = \frac{N_T}{N_{T_H} - N_\alpha}, \quad (3.10)$$

где $N_\alpha = P_\alpha V_p = G_{тр} \frac{i}{100} V_p$ – мощность, затрачиваемая на подъём трактора, кВт; $N_T = R_\alpha V_p$ – мощность, затрачиваемая на работу агрегата, кВт.

Для тягово-приводных агрегатов

$$\xi_{N_T} = \frac{N_T + N_{ВОМ}}{N_{T_H} - N_\alpha}, \quad (3.11)$$

где $N_{ВОМ} = R_{ВОМ} V_p$ – мощность, используемая на привод рабочих органов, кВт.

Коэффициент использования эффективной мощности двигателя (коэффициент загрузки двигателя по мощности) подсчитывается по формуле

$$\xi_{N_e} = \frac{N_e}{N_{eH}}. \quad (3.12)$$

Экономичной работе двигателя и трактора соответствуют такие режимы работы, при которых максимальная эффективная мощность двигателя N_{eH} используется не менее чем на 80...95%, а номинальная сила тяги $P_{Tн}$ – не менее чем 75...90%. Рациональные значения коэффициента использования тягового усилия ξ_{P_T} для тракторов, работающих на ровных участках, приведены в табл. 3.1.

3.1. Значения коэффициента использования тягового усилия ξ_{P_T} тракторов [10]

Виды работ	Значения ξ_{P_T} для тракторов						
	Т-40М Т-25А	МТЗ-50 Т-38М	МТЗ-80 ЮМЗ-6Л Т-70С	ДТ-75 ДТ-75М Т-74	Т-150 Т-150К	Т-4А Т-100	К-701 К-700А
1	2	3	4	5	6	7	8
Вспашка тяжёлых почв	–	–	–	0,9	0,86	0,9	0,88
Вспашка пересохших и каменистых почв	–	–	–	0,8	0,8	0,82	0,78
Культивация	0,83	0,88	0,89	0,92	0,9	0,93	0,92
Обработка плоскорезами	–	–	–	0,9	0,9	0,92	0,9
Лущение дисковыми лущильниками и боронование	0,92	0,92	0,92	0,94	0,92	0,96	0,92
Посев зерновых	0,93	0,94	0,94	0,95	0,93	0,96	0,93

Если величины ξ_{P_T} , ξ_{N_T} и ξ_{N_e} меньше или больше рекомендованных значений, изменяется количество машин в агрегате или выбирается другой скоростной режим работы МТА.

Окончательный выбор рабочей передачи может быть произведён после подсчёта производительности агрегата, расхода топлива и затрат труда на единицу выполненных работ.

Особенности расчёта некоторых видов агрегатов

1. **Навесной тяговый агрегат** рассчитывается по приведённой выше методике с учётом следующих особенностей. Эксплуатационный вес трактора увеличивается за счёт догрузки его навесной машиной или сцепкой, т.е. в этом случае увеличивается сопротивление перемещению P_f трактора:

$$P_f = G_{\text{тр}}(1 + \lambda_1)f, \quad (3.13)$$

где λ_1 – коэффициент, учитывающий величину догрузки трактора (при пахоте $\lambda_1 = 0,5 \dots 1,0$; при культивации $\lambda_1 = 1,0 \dots 1,5$; при глубоком рыхлении $\lambda_1 = 1,6 \dots 2,0$).

Увеличивается также и сила сцепления трактора с почвой:

$$F_{\text{сц}} = G_{\text{тр}}(1 + \lambda_1)\mu. \quad (3.14)$$

В то же время удельное сопротивление навесной рабочей машины несколько уменьшается:

$$K_0^H = K_0\lambda_2, \quad (3.15)$$

где λ_2 – коэффициент, учитывающий уменьшения удельного сопротивления навесной машины ($\lambda_2 = 0,8 \dots 0,85$).

2. Расчёт пахотного агрегата.

Методика расчёта пахотного агрегата аналогична описанной выше. Отличие состоит в том, что определяется не количество рабочих машин в агрегате, а количество плужных корпусов.

Тяговое сопротивление плуга подсчитывается по формуле

$$R_{\text{пл}} = K_{\text{пл}}n_k B_k h \pm G_{\text{пл}} \frac{i}{100},$$

где n_k – количество плужных корпусов, шт; B_k – ширина захвата одного плужного корпуса, м; $G_{\text{пл}}$ – вес плуга, кН; h – глубина пахоты, м.

Сопротивление одного плужного корпуса будет равно

$$R_k = K_{\text{пл}} B_k h \pm g_m \frac{i}{100}, \quad (3.16)$$

где g_m – вес плуга или другой рабочей машины, приходящейся на 1 м ширины захвата, кН/м² (табл. 3.2).

3.2. Примерные значения веса машин, приходящегося на 1 м ширины захвата

Сельскохозяйственные машины	$g_m (g_{сц}, g_n),$ кН/м	Сельскохозяйственные машины	$g_m (g_{сц}, g_n),$ кН/м
Плуги:		Сеялки:	
с семью и более корпусами	7,0...9,0	зерновые	4,8...6,3
с шестью и менее корпусами	5,0...6,0	зерновые стерневые для посева пропашных	6,8...7,9
		туковые	2,2...4,4
Луцильщики:			2,1...3,8
лемешные	3,6...4,9	Картофелесажалки	6,2...16,6
дисковые	2,1...2,7	Грабли	0,7...1,5
Бороны:		Косилки	0,8...2,0
зубовые, сетчатые	0,3...0,7	Косилки-плющилки	4,8...5,3
дисковые	3,0...5,0	Зерновые жатки	2,0...3,0
игольчатые	3,7		
Катки	2,5...5,8	Самоходные косилки	11,0...14,0
Культиваторы:		Силосоуборочные комбайны	13,0...14,6
плоскорезы для сплошной обработки	2,8...5,0		
для междурядной обработки	1,2...2,7	Косилки-измельчители	8,0...12,0
	2,5...4,2	Картофелекопатели	5,5...8,3
Сцепки:		Картофелеуборочные комбайны	20,0...32,0
прицепная	0,4...0,5		
полунавесная	0,7...0,9		

Количество плужных корпусов в плуге подсчитывается по формуле

$$n_k = \frac{\left(P_{Тн} \pm G_{Тр} \frac{i}{100} \right) \xi_{P_T}}{R_k}. \quad (3.17)$$

Иногда при расчёте пахотных агрегатов учитывают увеличение веса плуга за счёт веса почвы, находящейся на его корпусах. Тогда

$$n_k = \frac{\left(P_{Тн} \pm G_{Тр} \frac{i}{100} \right) \xi_{P_T}}{K_{пл} B_k h \pm g_m B_k \frac{i}{100} C},$$

где C – поправочный коэффициент ($C = 1,1 \dots 1,4$ в зависимости от глубины пахоты).

3. Расчёт тягово-приводных агрегатов.

При расчёте тягово-приводных агрегатов следует учитывать, что на привод рабочих органов расходуется часть касательной силы, определяемая по формуле (1.16), поэтому дополнительные тяговое сопротивление рабочей машины с приводом от ВОМ будет составлять величину $R_{\text{ВОМ}} = \Delta P_{\text{к}}^{\text{ВОМ}}$

$$R_{\text{ВОМ}} = \frac{0,159 N_{\text{ВОМ}} \eta_{\text{тр}} i_{\text{тр}}}{r_{\text{к}} n_{\text{м}} \eta_{\text{ВОМ}}},$$

где $N_{\text{ВОМ}}$ – мощность, расходуемая на привод рабочих органов, кВт (табл. П11).

Суммарное сопротивление одной рабочей машины в этом случае будет равно

$$\sum R_{\text{м}} = K_0 b + R_{\text{ВОМ}} = b(K_0 + R_{\text{ВОМ}}/b)$$

или

$$\sum R_{\text{м}} = K_0^{\text{пр}},$$

где $K_0^{\text{пр}} = (K_0 + R_{\text{ВОМ}}/b)$ – приведённое удельное сопротивление, кН/м (определяется расчётным путём).

Согласно приведённой выше методике максимальная ширина захвата агрегата будет равна

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{тн}} \xi_{\rho_{\text{т}}}}{K_0^{\text{пр}}};$$

С учётом подъёмов и уклонов:

$$B_{\text{max}} = \frac{\left(P_{\text{тн}} \pm G_{\text{тр}} \frac{i}{100} \right) \xi_{\rho_{\text{т}}}}{K_0^{\text{пр}} \pm g_{\text{м}} \frac{i}{100}}, \quad (3.18)$$

В большинстве случаев состав агрегатов известен (например, агрегат для разбрасывания органических удобрений Т-150К+ПРТ-10, и др.) и по-другому комплектован быть не может. В этих случаях приводится расчёт скоростных режимов работы. Особенность расчёта заключается в том, что определяются три значения скорости движения: агротехнически допустимая $V_{\text{р}}^{\text{арп}}$, максимально допустимая по пропускной способности рабочих органов $V_{\text{р}}^{\text{пп}}$ и максимально допустимая

скорость движения по мощности двигателя $V_p^{N_e}$. Скорость движения V_p^{np} определяется по формуле

$$V_p^{np} = \frac{10g_n}{B_p H}, \quad (3.19)$$

где g_n – номинальная пропускная способность рабочей машины, кг/с (табл. П14); B_p – рабочая ширина захвата, м; H – норма внесения материалов (например, удобрений) или урожайность культур, т/га.

Урожайность культур включает в себя как основную, так и побочную продукцию (например, зерно и солома, свёкла и ботва и т.д.).

Далее необходимо рассчитать значения мощности двигателя N_{e_p} необходимой для работы агрегата со скоростью V_p^{np} .

Для тягово-приводного агрегата

$$N_{e_p} = \frac{(R_m + P_f + P_\alpha) V_p^{np}}{\eta_{мг} \eta_\delta} + \frac{N_{ВОМ}}{\eta_{ВОМ}}. \quad (3.20)$$

Для самоходного агрегата

$$N_{e_p} = \frac{(R_m + V_p^{np})}{\eta_{мг} \eta_{рп} \eta_{гп}} + \frac{N_{ВОМ}}{\eta_{ВОМ}}, \quad (3.21)$$

где $\eta_{рп}$ – к.п.д. клиноременной передачи (табл. П2); $\eta_{гп}$ – к.п.д. гидропривода (табл. П2); $\eta_{ВОМ}$ – к.п.д. ВОМ (0,94...0,96); $\eta_\delta = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right)$ – к.п.д. буксирования.

Если рассчитанное значение $N_{e_p} < N_{e_n}$, агрегат работает на скорости не более V_p^{np} .

Если же $N_{e_p} > N_{e_n}$, то агрегат, естественно, должен работать на меньшей скорости с учётом возможностей двигателя. В этом случае значения скорости $V_p^{N_e}$ подсчитываются по следующим формулам.

Для тягово-приводных агрегатов

$$V_p^{N_e} = \frac{(N_{e_n} \xi_{N_e} - N_{ВОМ} / \eta_{ВОМ}) \eta_{мг} \eta_\delta}{R_m + G_{тр} \left(f_{тр} + \frac{i}{100} \right)}. \quad (3.22)$$

Для самоходных агрегатов

$$V_p^{N_e} = (N_{e_n} \xi_{N_e} - N_{\text{ВОМ}}/\eta_{\text{ВОМ}}) \eta_{\text{мг}} \eta_{\text{б}}, \quad (3.23)$$

где ξ_{N_e} – допустимый коэффициент загрузки двигателя; $\eta_{\text{мг}}$ – к.п.д. трансмиссии (для гусеничных тракторов $\eta_{\text{мг}} = 0,76 \dots 0,8$, для колёсных – $\eta_{\text{мг}} = 0,78 \dots 0,82$).

Мощность, затрачиваемая на привод ВОМ, подсчитывается по формуле

$$N_{\text{ВОМ}} = N_{\text{ВОМ}_p} + N_{\text{ВОМ}_x} + N_{\text{ВОМ}_g} \quad (3.24)$$

или

$$N_{\text{ВОМ}} = N_{\text{уд}} g_n + N_{\text{ВОМ}_x} + N_{\text{ВОМ}_g}, \quad (3.25)$$

где $N_{\text{уд}}$ – затраты мощности на технологический процесс, кВт/кг/с (табл. П12 и П13); $N_{\text{ВОМ}_x}$ – мощность, расходуемая на холостое вращение рабочих органов (табл. П15), кВт; $N_{\text{ВОМ}_g}$ – мощность, расходуемая на привод дополнительных механизмов (ориентировочно 2...5 кВт для зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов), кВт.

4. Расчёт транспортных тракторных агрегатов. К особенностям расчёта транспортных тракторных агрегатов относится то, что вместо рабочих машин в агрегате используются тракторные прицепы-тележки.

Суть расчёта сводится в основном к определению количества прицепов в транспортном агрегате. Полное тяговое сопротивление транспортного агрегата определяется по формуле

$$R_{a_r} = G_{\text{пр}}^n n_{\text{пр}} \left(f_{\text{пр}} \pm \frac{i}{100} \right), \quad (3.26)$$

где $G_{\text{пр}}^n$ – общий вес гружёного прицепа, кН; $n_{\text{пр}}$ – количество прицепов в агрегате, шт.; $f_{\text{пр}}$ – коэффициент сопротивления качению прицепа (табл. П1 и П16).

Для выбранных по дорожным условиям транспортных передач и с учётом угла склона или подъёма и повышенного сопротивления при трогании с места определяется максимальный прицепной вес

$$G_{\text{пр}}^{\text{max}} = \frac{P_{\text{тн}} \xi_{p_r - G_{\text{тр}}} \left[f(a_{\text{тр}} - 1) \pm \frac{i}{100} \right]}{f_{\text{пр}} a_{\text{пр}} \pm \frac{i}{100}}, \quad (3.27)$$

где $a_{\text{тр}}$ и $a_{\text{пр}}$ – коэффициенты повышения сопротивления движению соответственно трактора и прицепа при трогании с места (табл. 3.3).

3.3. Значения коэффициентов $a_{тр}$ и $a_{пр}$

Дорожные условия	$a_{пр}$	$a_{тр}$
Асфальт, асфальтобетон	1,5	–
Сухая грунтовая дорога	1,8	2,48
Переувлажнённая грунтовая дорога	1,76	1,84
Вспаханное поле	1,87	2,12

Количество прицепов в агрегате можно подсчитать по формуле

$$n_{пр} = \frac{G_{пр}^{max}}{G_{пр}^n}, \quad (3.28)$$

где $G_{пр}^n = G_{пр} + G_{тр}$; $G_{пр}$ – вес пустого прицепа, кН; $G_{тр}$ – вес груза, кН.

Следует учесть, что при недостаточном сцеплении (когда $P_{кн} > F_{сц}$) в расчётах надо принимать номинальное значение силы сцепления трактора с почвой.

Режимы работы агрегатов

Пользуясь графиками тяговой характеристики тракторов (рис. 3.2), достаточно определить действительный режим работы агрегата – его рабочую скорость V_p . Исходным условием при определении действительных значений V_p является соотношение

$$\left(P_{тп} \pm G_{тр} \frac{i}{100} \right) \xi_{P_t} \geq R_a. \quad (3.29)$$

Методика определения V_p в этом случае состоит в следующем. Зная общее сопротивление агрегата R_a , можно выбрать передачу трактора, для которой соотношение (3.29) соблюдается.

Поскольку масштаб графика тяговой характеристики на оси абсцисс одинаков для P_t и R_a , полученное расчётом сопротивление R_a откладывается на оси абсцисс, а затем на графике V_p выбранной передачи определяется действительное значение рабочей скорости движения агрегата (рис. 3.2).

Следует помнить, что в практике расчётов могут встречаться случаи, когда определённое таким образом значение V_p выходит за пределы интервала допустимых скоростей (как видно на рис. 3.2). В этих случаях рекомендуется использовать переход на пониженный скоростной режим без изменения передачи. При этом рабочая скорость агрегата войдёт в интервал допустимых скоростей, а часовой расход топлива G_t даже уменьшится.

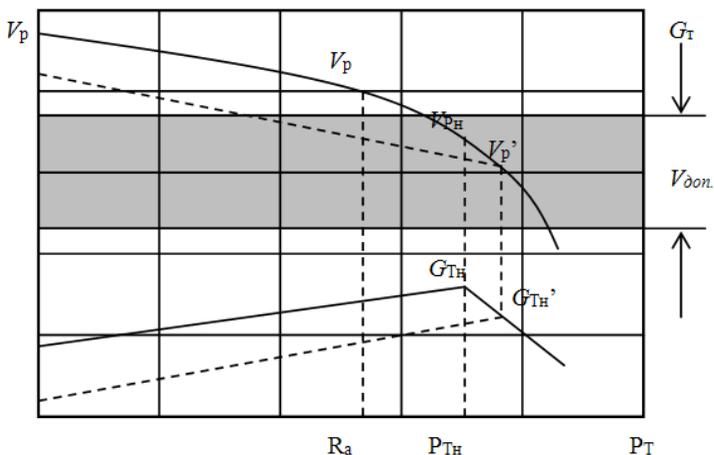


Рис. 3.2. Определение рабочей скорости агрегата

В справочной литературе приводятся тяговые характеристики в виде таблиц (табл. П5 и П6), с помощью которых также можно определить с достаточной степенью точности значения рабочих скоростей движения для конкретных агрегатов с известными значениями тяговых сопротивлений.

3.2. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача 1. Рассчитать состав пахотного агрегата с трактором ДТ-75М при вспашке среднесуглинистых чернозёмных почв на глубину 25 см по стерне колосовых культур на поле с уклоном в 3%.

Решение:

1. Определяем интервал допустимых скоростей. По таблице П7 этот интервал составляет от 4,5 до 12 км/ч. Однако для навесных и полунавесных современных плугов $V_{доп.} = 6...10$ км/ч.

2. По данным табл. П6 построим график тяговой характеристики трактора ДТ-75М (рис. 3.3) при работе его на стерне.

Для упрощения дальнейших расчётов на графике наносятся лишь точки максимальных значений $N_{T_{max}} = N_{T_{н}}$ и номинальных значений для всех V_p передач.

Как видно из рис. 3.3, в интервал допустимых скоростей попадают 3, 4, 5 и 6 передачи. Поскольку предпочтительнее работать на передачах с наибольшими значениями N_t , то за основную передачу выберем 3-ю, но расчёт необходимо провести на всех четырёх передачах, так как окончательно решить вопрос об оптимальной передаче можно только при дальнейшем расчёте производительности агрегата и по затратам труда и средств на единицу работ.

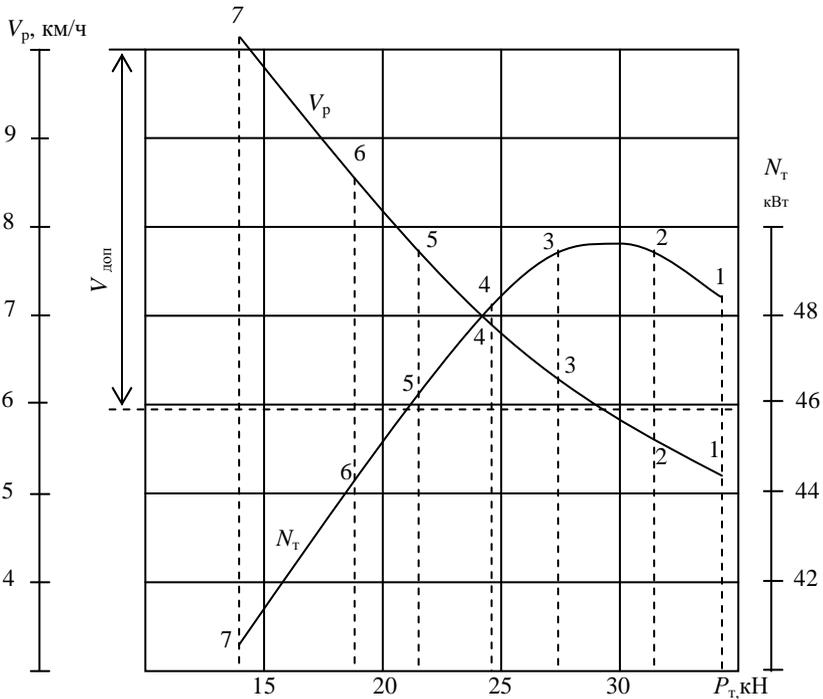


Рис. 3.3. Выбор рабочих передач трактора ДТ-75М

Из рисунка 3.3 находим значения тяговых усилий на каждой из выбранных передач:

$$P_{Тн}^3 = 27,7 \text{ кН}; \quad P_{Тн}^4 = 24,5 \text{ кН}; \quad P_{Тн}^5 = 21,3 \text{ кН}; \quad P_{Тн}^6 = 18,5 \text{ кН}.$$

Сила сцепления трактора с почвой определится по формуле

$$F_{сц} = \mu G_{Тр} = 0,7 \cdot 63,1 = 44,17 \text{ кН}.$$

Сравнивая силу $F_{сц}$ со значениями $P_{Тн}$, можно сделать вывод о достаточности сцепления трактора с почвой на всех из выбранных передачах.

3. Определяем тяговое сопротивление плуга. Сопротивление одного плужного корпуса подсчитывается по формуле

$$R_k = K_{пл} b_k h \pm g_m b_k \frac{i}{100}.$$

Из таблицы 2.2 $K_{пл} = 35 \text{ кН/м}^2$, а из табл. 3.2 $g_m = 6 \text{ кН/м}$.

Удельное сопротивление $K_{пл}$ с учётом действительных скоростей движения находим по формуле $K_{плV} = K_{пл} \left[1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta C}{100} \right]$:

$$\text{на 3-й передаче } K_{плV}^3 = 35 \cdot \left[1 + (6,3 - 5) \frac{5}{100} \right] = 37,7 \text{ кН/м}^2;$$

$$\text{на 4-й передаче } K_{плV}^4 = 35 \cdot \left[1 + (6,85 - 5) \frac{5}{100} \right] = 38,2 \text{ кН/м}^2;$$

$$\text{на 5-й передаче } K_{плV}^5 = 35 \cdot \left[1 + (7,8 - 5) \frac{5}{100} \right] = 39,9 \text{ кН/м}^2;$$

$$\text{на 6-й передаче } K_{плV}^6 = 35 \cdot \left[1 + (8,55 - 5) \frac{5}{100} \right] = 41,2 \text{ кН/м}^2.$$

Сопротивление R_k с учётом рабочих скоростей движения будет равно:

$$\text{на 3-й передаче } R_k^3 = 37,3 \cdot 0,35 \cdot 0,25 + 6 \cdot 0,35 \cdot 0,03 = 3,32 \text{ кН};$$

$$\text{на 4-й передаче } R_k^4 = 38,2 \cdot 0,35 \cdot 0,25 + 6 \cdot 0,35 \cdot 0,03 = 3,41 \text{ кН};$$

$$\text{на 5-й передаче } R_k^5 = 39,9 \cdot 0,35 \cdot 0,25 + 6 \cdot 0,35 \cdot 0,03 = 3,55 \text{ кН};$$

$$\text{на 6-й передаче } R_k^6 = 41,2 \cdot 0,35 \cdot 0,25 + 6 \cdot 0,35 \cdot 0,03 = 3,67 \text{ кН}.$$

4. Количество плужных корпусов подсчитывается по формуле

$$n_k = \frac{\left(P_{Тн} - G_{Тр} \frac{i}{100} \right) \xi_{p_r}}{R_k}.$$

Из таблицы П4 вес трактора ДТ-75М $G_{Тр} = 63,1$ кН, а из табл. П6 $\xi_{p_r} = 0,92$. Тогда количество плужных корпусов для выбранных передач равно:

$$\text{на 3-й передаче } n_k = \frac{(27,7 - 63,1 \cdot 0,03) \cdot 0,92}{3,32} = 7,15 \approx 7;$$

$$\text{на 4-й передаче } n_k = \frac{(24,5 - 63,1 \cdot 0,03) \cdot 0,92}{3,41} = 6;$$

$$\text{на 5-й передаче } n_k = \frac{(21,3 - 63,1 \cdot 0,03) \cdot 0,92}{3,55} = 5;$$

$$\text{на 6-й передаче } n_k = \frac{(18,5 - 63,1 \cdot 0,03) \cdot 0,92}{3,67} = 4.$$

На основании проведённых расчётов можно предварительно подобрать следующие составы агрегатов для работы на передачах:

на 6-й передаче – ДТ-75М+ПЛН-4-35;

на 5-й передаче – ДТ-75М+ПЛН-5-35;

на 4-й передаче – ДТ-75М+ПЛН-6-35;

на 3-й передаче – ДТ-75М+ПЛН-6-35 (так как плугов с 7-ю корпусами нет).

5. Оценку рациональности подобранных агрегатов произведём по коэффициенту использования тягового усилия трактора и тяговой мощности.

$$\xi_{p_T}^6 = \frac{R_a^6}{P_{Tн}^6} = \frac{3,67 \cdot 4}{18,5} = 0,79, \quad \xi_{p_T}^5 = \frac{3,55 \cdot 5}{21,3} = 0,83,$$

$$\xi_{p_T}^4 = \frac{3,41 \cdot 6}{24,5} = 0,84, \quad \xi_{p_T}^3 = \frac{3,52 \cdot 6}{27,7} = 0,72.$$

Для подсчёта ξ_{N_T} применяется формула (3.10)

$$\xi_{N_T} = \frac{N_T}{N_{T_{\max}} - N_{\alpha}},$$

где $N_{\alpha} = V_p G_{Tп} i / 100$ – мощность, затрачиваемая трактором на подъёме, кВт; $N_T = R_a V_p$, кВт.

Для выбранных вариантов агрегатов находится R_a :

$$R_a^6 = R_k^6 n_k = 3,67 \cdot 4 = 14,68 \text{ кН}; \quad R_a^5 = 3,55 \cdot 5 = 17,75 \text{ кН};$$

$$R_a^4 = 3,41 \cdot 6 = 20,46 \text{ кН}; \quad R_a^3 = 3,32 \cdot 6 = 19,92 \text{ кН}.$$

Из графика (см. рис. 3.3) находим соответствующие R_a значения V_p :

$$V_p^6 = 9,6 \text{ км/ч}; \quad V_p^5 = 8,6 \text{ км/ч}; \quad V_p^4 = 7,9 \text{ км/ч}; \quad V_p^3 = 8 \text{ км/ч}.$$

Тогда

$$N_T^6 = 14,6 \cdot 9,6 / 3,6 = 38,9 \text{ кВт}; \quad N_T^5 = 17,75 \cdot 8,6 / 3,6 = 42,4 \text{ кВт};$$

$$N_T^4 = 20,46 \cdot 7,9 / 3,6 = 44,89 \text{ кВт}; \quad N_T^3 = 19,92 \cdot 8 / 3,6 = 44,3 \text{ кВт};$$

$$N_{\alpha}^6 = (9,6 / 3,6) \cdot 63,1 \cdot 0,03 = 5,0 \text{ кВт}; \quad N_{\alpha}^5 = (8,6 / 3,6) \cdot 63,1 \cdot 0,03 = 4,5 \text{ кВт};$$

$$N_{\alpha}^4 = (7,9 / 3,6) \cdot 63,1 \cdot 0,03 = 4,2 \text{ кВт}; \quad N_{\alpha}^3 = (8 / 3,6) \cdot 63,1 \cdot 0,03 = 4,2 \text{ кВт}.$$

Коэффициент использования тяговой мощности трактора ξ_{N_T} на выбранных передачах будет равен

$$\xi_{N_T}^6 = \frac{38,9}{49,1-5} = 0,88; \quad \xi_{N_T}^5 = \frac{42,4}{49,1-4,5} = 0,95;$$

$$\xi_{N_T}^4 = \frac{44,89}{49,1-4,2} = 0,99; \quad \xi_{N_T}^3 = \frac{44,3}{49,1-4,2} = 0,97.$$

Правильность расчётов подтверждается соотношением $\xi_{N_T} > \xi_{P_T}$ на всех выбранных передачах.

Однако судя по значениям ξ_{N_T} , оптимальным может считаться агрегат, состоящий из трактора ДТ-75М с плугом ПЛН-5-35 и работающий на 5-й передаче.

Задача 2. Рассчитать рабочую скорость зерноуборочного комбайна СК-5 при уборке прямым комбайнированием озимой пшеницы урожайностью 30 ц/га на ровном участке. Влажность хлебной массы 14%, засорённость хлебостоя 16% при слабой полёглости хлебостоя.

Решение. В соответствии с методикой расчёта агрегатов, состав которых заранее известен (например, комбайны – зерноуборочные, кормоуборочные, навозоразбрасыватели и т.д.), определяются допустимые скорости движения комбайна: по пропускной способности (V_p^{np}), по агротребованиям и по мощности двигателя.

1. Определяем рабочую скорость комбайна СК-5 по агротехническим требованиям. Согласно табл. П7 $V_p^{arp} = 3...8$ км/ч (0,8...2,2 м/с), тогда максимально допустимая по агротехническим требованиям $V_{pmax}^{arp} = 8$ км/ч (2,2 м/с).

2. Максимально допустимая скорость движения комбайна по пропускной способности определяется по формуле

$$V_{pmax}^{arp} = \frac{10q_n}{B_p H}.$$

По таблице П14 номинальная пропускная способность комбайна СК-5 $q_n = 5$ кг/с (зерно с соломой). Ширину захвата комбайна при прямом комбайнировании примем $B_p = 5$ м. Допустимая пропускная способность комбайна определяется по формуле

$$q_d = q_n K_c K_w K_3 K_{II},$$

Таблица 3.4

Зависимость коэффици- циентов K_w, K_z и K_{Π}	Значения коэффициентов						
	От влажно- сти хлебной массы	$w, \%$	10...15	16...20	21...25	26...30	31...35
	K_w	1,0	0,9	0,7	0,45	0,26	
От засорён- ности хле- бостоя	$z, \%$	5...10	11...20	21...30	31...40	41...50	51...60
	K_z	1,0	0,9	0,85	0,81	0,77	0,73
От полег- лости хлебостоя	Характер полеглости	Слабая (работа возможна с трёх сторон)			Средняя (с 2-х сторон)		Сильная (с 1-й стороны)
	K_{Π}	0,75			0,63		0,50

где K_c, K_w, K_z и K_{Π} – коэффициенты, учитывающие соответственно влияние соломистости, влажности, засорённости и полёглости убираемой хлебной массы (табл. 3.4); коэффициент $K_c = 0,6 \cdot (1 + \delta_c) / \delta_c$, где δ_c – доля побочной продукции – соломы, половы (для зерновых $\delta_c = 1,0...1,5$).

Урожайность зерновых культур

$$H = h(1 + \delta_c), \quad (3.30)$$

где h – урожайность по зерну, т/га.

Выбираем значения коэффициентов: $K_w = 1,0$; $K_z = 0,9$; $K_{\Pi} = 0,75$ при $\delta_c = 1,2$ – $K_c = 0,6 \cdot (1 + 1,2) / 1,2 = 1,1$. Тогда

$$V_{p\max}^{pp} = \frac{10 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,75}{5 \cdot 3,0 \cdot (1 + 1,2)} = 1,13 \text{ м/с } (4,1 \text{ км/ч}).$$

3. Определяем значения мощности двигателя, необходимой для работы комбайна со скоростью $V_{p\max}^{pp}$, по формуле

$$N_{ep} = \frac{R_M V_p^{pp}}{\eta_{MG} \eta_{rp} \eta_{ГП}} + \frac{N_{ВОМ}}{\eta_{ВОМ}}.$$

Сопrotивление передвижению комбайна R_M подсчитывается при значениях $G_M = 8,0 \cdot 9,8 = 78,4$ кН и $f_M = 0,09$ (табл. П8).

$$R_M = 78,4 \cdot 0,09 = 7,06 \text{ кН}.$$

Значения $\eta_{рп}$ и $\eta_{гп}$ выбираем из табл. П2: $\eta_{рп} = 0,95$, $\eta_{гп} = 1,0$ (так как у СК-5 отсутствует гидропривод); ориентировочно принимаем $\eta_{мг} = 0,8$, а $\eta_{в\text{ом}} = 0,95$.

Величину $N_{\text{в\text{ом}}}$ подсчитываем по формуле (3.24 и 3.25)

$$N_{\text{в\text{ом}}} = N_{\text{в\text{ом}p}} + N_{\text{в\text{ом}x}} + N_{\text{в\text{ом}g}} \quad N_{\text{в\text{ом}p}} = N_{\text{уд}} q_n.$$

Из таблицы П12 находим $N_{\text{уд}} = 7$ кВт/кг/с, а $N_{\text{в\text{ом}x}} = 10$ кВт.

С учётом ориентировочных значений $N_{\text{в\text{ом}g}} = 3...5$ кВт,

$$N_{\text{в\text{ом}}} = 7 \cdot 5 + 10 + 4 = 49 \text{ кВт},$$

а

$$N_{e_p} = \frac{7,06 \cdot 1,13}{0,8 \cdot 0,95 \cdot 1,0} + \frac{49}{0,95} = 62,1 \text{ кВт}.$$

В связи с тем, что номинальная мощность комбайна СК-5 $N_{e_p} = 73,6$ кВт, т.е. $N_{e_p} < N_{e_n}$, то комбайн может работать на скорости, не превышающей 4,1 км/ч (1,13 м/с), при этом указанная скорость лежит в пределах допустимых по агротребованиям скоростям движения (3...8 км/ч).

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

4.1. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

При выполнении сельскохозяйственных работ машинно-тракторные агрегаты совершают определённые виды движений – повороты, развороты, прямолинейные движения непосредственно в борозде, холостые проезды и т.д., которые выполняются на рабочих участках поля, ограниченных или не ограниченных определёнными рамками. В целях упорядочения расчётов вводятся определённые понятия и характеристики агрегатов, называемые в дальнейшем кинематическими характеристиками. На рисунке 4.1 приведены характеристики рабочего участка.

На рисунках 4.2 и 4.3 приведены кинематические характеристики машинно-тракторных агрегатов.

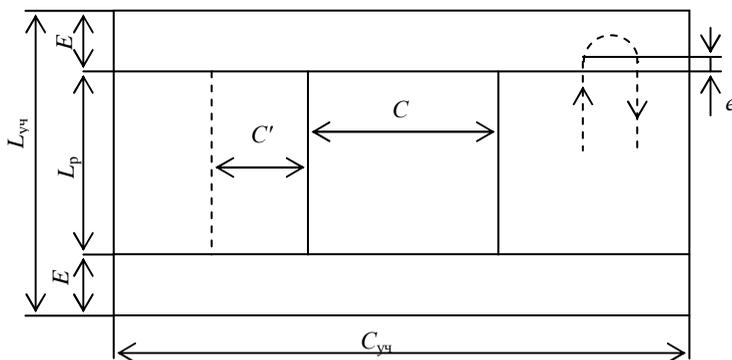
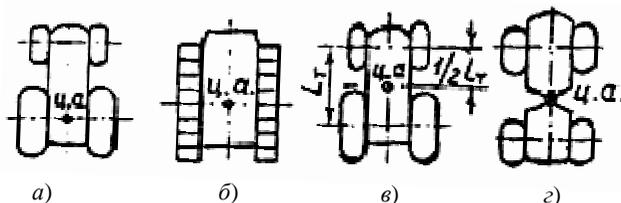


Рис. 4.1. Схема рабочего участка:

$C_{уч}$ – ширина участка; $L_{уч}$ – длина участка; L_p – рабочая длина участка;
 C – ширина загона; E – ширина поворотной полосы; C' – ширина делянки;
 e – длина выезда агрегата



**Рис. 4.2. Схема расположения углового центра агрегата
для разных типов тракторов:**

a – с одной ведущей осью; b – гусеничный трактор;
 $в$ – с двумя ведущими осями; $г$ – колёсный трактор с шарнирной рамой

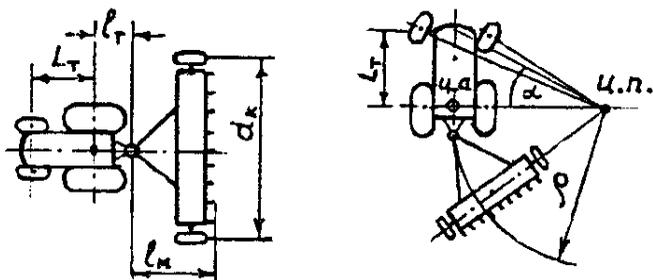


Рис. 4.3. Кинематические характеристики агрегата:

L_T – база трактора; l_K – кинематическая длина агрегата; $l_T, l_{\text{сц}}, l_M$ – кинематическая длина соответственно трактора, сцепки и рабочей машины; α – средний угол поворота; R_a – радиус поворота; Ц.П. – центр поворота

При наличии в агрегате сцепки (например, в трёхсезлочном агрегате) l_K определяется по формуле

$$l_K = l_T + l_{\text{сц}} + l_M. \quad (4.1)$$

Длина выезда агрегата перед поворотом обычно принимается равной: для прицепных агрегатов $e = (0,25 \dots 0,75) l_K$, для навесных – $e = (0 \dots 0,1) l_K$.

4.2. ВИДЫ И СПОСОБЫ ДВИЖЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Основным условием эффективной работы машинно-тракторных агрегатов является правильный выбор видов поворотов, видов и способов движения при выполнении работ, а также расчёт параметров рабочего участка.

На рисунке 4.4 приведены схемы поворотов и их параметры (длина поворота L_x и длина выезда e).

Радиус поворота машинно-тракторного агрегата (R_0) зависит от конструкции поворотного устройства трактора ($R_0 = L_T \operatorname{ctg} \alpha$), от ширины захвата агрегата и скорости движения при повороте, а также от квалификации тракториста.

В целях уменьшения затрат времени при выполнении холостых ходов необходимо стремиться к тому, чтобы радиус поворота был минимальным.

Для выполнения практических эксплуатационных расчётов можно воспользоваться рекомендуемыми значениями радиуса R_0 , выраженными через ширину захвата B с учётом скорости движения (табл. 4.1).

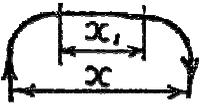
Вид поворота		Вид поворота	
Угловой круговой	 $L_x = (1,6 \dots 1,8)R_0 + 2e$ $E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e$	Угловой петлевой	 $L_x = (5,5 \dots 6,5)R_0 + 2e$ $E = 2R_0 + 0,5d_k + e$
Беспетлевой дугообразный	 $L_x = (3,2 \dots 4)R_0 + 2e$ $E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e$	Беспетлевой с прямолинейным участком	 $L_x = (1,4 \dots 2)R_0 + 2e$ $E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e$
Петлевой грушевидный	 $L_x = (6,6 \dots 8)R_0 + 2e$ $E = 2,8R_0 + 0,5d_k + e$	Петлевой восьмёркообразный	 $L_x = (8 \dots 9)R_0 + 2e$ $E = 3R_0 + 0,5d_k + e$
Грибовидный с открытой петлей	 $L_x = (4,1 \dots 5,0)R_0 + 2e$ $E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e$	Грибовидный с закрытой петлей	 $L_x = (5 \dots 5,5)R_0 + 2e$ $E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e$

Рис. 4.4. Виды поворотов и их параметры

Таблица 4.1

Типы агрегатов	Радиус поворота $R_0 = nB$ при $V_0 = 5$ км/ч	Коэффициент увеличения радиуса при скорости движения K_V		
		$V_0 = 7$ км/ч	$V_0 = 9$ км/ч	$V_0 = 12$ км/ч
Пахотные:				
навесные	$3B$	1,05	1,20	1,35
прицепные	$4,5B$	1,15	1,42	1,60
Культиваторные и бороновальные:				
навесные	$0,9B$	1,06	1,32	1,46
прицепные	$(1,0...1,5)B$	1,25	1,55	1,75
Посевные (1, 2-х сеялочные):				
навесные	$1,1B$	1,08	1,41	1,58
прицепные	$1,6B$	1,32	1,57	1,80
Посевные (3, 4-х сеялочные):				
навесные	$0,9B$	1,08	1,41	1,58
прицепные	$(1,1...1,3)B$	1,32	1,57	1,80
Пропашные (культиваторные):				
навесные	$0,8B$	1,06	1,34	1,48
прицепные	$(1,1...1,2)B$	1,35	1,68	1,85
Жатвенные:				
навесные	$0,9B$	1,09	1,46	1,52
прицепные	$(1,2...1,4)B$	1,30	1,62	1,82

Сельскохозяйственная практика выработала множество способов движения агрегатов, которые классифицируются по ряду характерных признаков: по направлению рабочих ходов (гоновый, круговой, диагональный), по организации территории (загонный, беззагонный), по направлению поворотов (левоповоротный, правоповоротный), по способу обработки участка (однозагонный, двухзагонный и т.д.), по способу выполнения поворотов (беспетлевой, петлевой), по схеме обработки участка (всвал, вразвал, челночный, перекрытием, комбинированный и т.д.).

На рисунке 4.5 приведены схемы наиболее распространённых по применению способов движения.

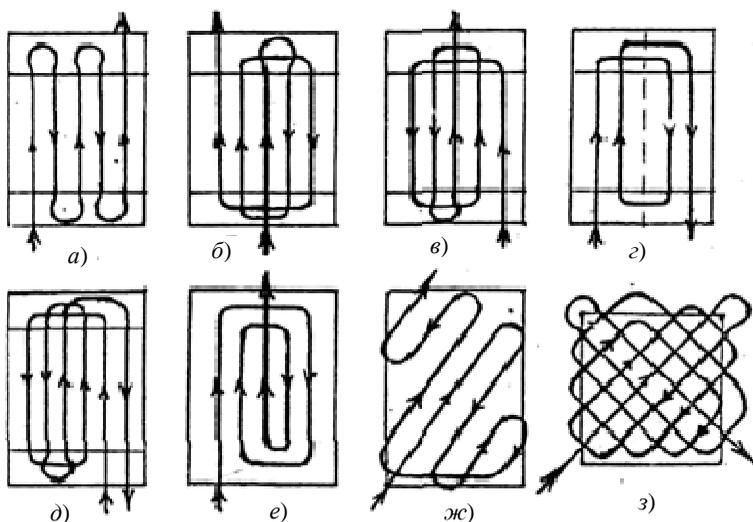


Рис. 4.5. Способы движения агрегатов:

a – челночный; *б* – всвал; *в* – взвал; *г* – перекрытием; *д* – комбинированный;
e – круговой; *ж* – диагональный; *з* – диагонально-перекрестный

Выбор способа движения осуществляют исходя из особенностей самого технологического процесса, конструкции рабочих машин, соотношения между параметрами рабочего участка и т.д.

Оценку правильности выбора способа движения можно дать путём сравнения значений коэффициента рабочих ходов φ и коэффициента $\tau_{\text{дв}}$ использования времени движения:

$$\varphi = \frac{S_p}{S_x + S_p}; \quad (4.2)$$

$$\tau_{\text{дв}} = \frac{T_p}{T_p + T_x}, \quad (4.3)$$

где S_p и T_p – общая длина и время рабочего пути агрегата на загоне, м;
 S_x и T_x – общая длина и время холостого пути агрегата на загоне, м.

Поскольку известно, что коэффициент φ во многом зависит не только от способа движения, но и от вида поворота, состава агрегата, размеров (их соотношения) участка и т.д., то для всех загонных способов движения можно определить и оптимальную ширину участка $C_{\text{опт}}$:

1) челночный

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + GR_0 + 2e}; \quad (4.4)$$

$$E = 2,8R_0 + 0,5d_k + e; \quad (4.5)$$

$C_{\text{опт}}$ – не определяется;

2) всвал

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + \frac{4R_0}{C}(2R_0 - B_p) + R_0 + 2e}; \quad (4.6)$$

$$E = 2,8R_0 + 0,5d_k + e; \quad (4.7)$$

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{2(L_p B_p + 8R_0^2)}; \quad (4.8)$$

3) вразвал

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + R_0 \left(1 + \frac{4R_0}{C}\right) B_p + 2e}; \quad (4.9)$$

$$E = 2,8R_0 + 0,5d_k + e; \quad (4.10)$$

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{8R_0 B_p}; \quad (4.11)$$

4) комбинированный

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + R_0 + 2e}; \quad (4.12)$$

$$E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e; \quad (4.13)$$

$$C_{\text{min}} = 8R_0;$$

5) двухзагонный

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + 3R_0 + 2 \left(e - \frac{R_0^2}{C} \right)}; \quad (4.14)$$

$$E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e; \quad (4.15)$$

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{2(L_p B_p - 2R_0^2)}; \quad (4.16)$$

б) перекрытием

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + 1,14R_0 + 2e}; \quad (4.17)$$

$$E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e; \quad (4.18)$$

$$C = 4 \dots 10R_0; \quad (4.19)$$

7) круговой для симметричных агрегатов

$$\varphi = \frac{LC}{L(C + 0,5B_p) + (6R_0 + 2e)(2R_0 - B_p)}; \quad (4.20)$$

$$C = \left(\frac{1}{5} \dots \frac{1}{8}\right)L; \quad (4.21)$$

8) диагонально-перекрёстный

$$\varphi = \frac{L_p C}{L_p C + 6R_0 B_p}; \quad (4.22)$$

$$E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e; \quad (4.23)$$

$$C = (0,75 \dots 1,0)L. \quad (4.24)$$

4.3. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача 1. Сравнить и выбрать рациональный способ движения сеялочного агрегата, состоящего из трактора МТЗ-82 с сеялкой СЗ-3,6, при посеве зерновых челночным способом и перекрытием на ровном участке длиной 1200 м.

Решение.

1. Определяем кинематическую длину агрегата

$$l_k = l_T + l_{сц} + l_M.$$

Поскольку агрегат односеялочный и сцепка не применяется, то с учётом данных таблицы П17.

$$l_k = l_T + l_M = 1,3 + 3,5 = 4,8 \text{ м.}$$

2. Длину выезда агрегата на поворотную полосу подсчитываем по выражению

$$e = (0,25 \dots 0,75)l_k = 0,75 \cdot 4,8 = 3,6 \text{ м.}$$

3. Ширина поворотной полосы:

- для челночного способа

$$E = 2,8R_0 + 0,5d_k + e;$$

- для способа движения перекрытием

$$E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e.$$

Из таблицы П7 находим интервал допустимых рабочих скоростей движения сеялочного агрегата $V_p = 7 \dots 12$ км/ч, для расчёта выбираем $V_p = 12$ км/ч. Скорость движения при повороте примем для упрощения расчётов $V_n = V_p = 12$ км/ч. Тогда в соответствии с данными табл. 4.1 выбираем значение радиуса поворота с учётом коэффициента увеличения радиуса от скорости

$$R_0 = 1,6BK_V = 1,6 \cdot 3,6 \cdot 1,8 = 10,4 \text{ м.}$$

Кинематическую ширину сеялочного агрегата, являющегося симметричным относительно продольной оси агрегатом, принимаем $d_k = 3,6$ м. Тогда ширина поворотной полосы определяется из выражения:

- для челночного способа

$$E = 2,8 \cdot 10,4 + 0,5 \cdot 3,6 + 3,6 = 34,52 \text{ м;}$$

- для способа перекрытием

$$E = 1,1 \cdot 10,4 + 0,5 \cdot 3,6 + 3,6 = 16,84 \text{ м.}$$

Поскольку ширина поворотной полосы должна быть кратной ширине захвата сеялки, окончательно принимаем $E = 36$ м (для челночного способа) и $E = 18$ м (для способа перекрытием).

4. Длина рабочего участка L_p определяется из выражения:

- для челночного способа

$$L_p = L - 2E = 1200 - 72 = 1128 \text{ м;}$$

- для способа движения перекрытием

$$L_p = 1200 - 36 = 1164 \text{ м.}$$

5. Определяем оптимальную ширину загона $C_{\text{опт}}$. Для челночного способа движения $C_{\text{опт}}$ не определяется, а для способа движения перекрытием

$$C_{\text{опт}} = 4 \dots 10R_0 = 4 \cdot 10,4 = 41,6 \text{ м.}$$

6. Определяем коэффициент рабочих ходов φ :
 – для челночного способа

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R_0 + 2e} = \frac{1128}{1128 + 6 \cdot 10,4 + 7,2} = 0,940;$$

- для способа движения перекрытием

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + 1,14R_0 + 2e} = \frac{1164}{1164 + 0,5 \cdot 41,6 + 1,14 \cdot 10,4 + 7,2} = 0,970.$$

Таким образом, судя по значению коэффициента рабочих ходов, более предпочтительным для заданных условий является способ движения перекрытием.

Задача 2. Машинно-тракторный агрегат, состоящий из трактора МТЗ-82 и прицепного культиватора КПС-4, может проводить сплошную предпосевную культивацию на ровном участке поля при движении двумя способами – «вразвал» и «перекрытием». Определить при какой длине рабочего участка (гона) преимущество одного способа перед другим теряется.

Решение:

1. Кинематическая длина агрегата l_k определяется по формуле

$$l_k = l_T + l_M = 1,3 + 4,6 = 5,9 \text{ м.}$$

2. Длина выезда агрегата на поворотную полосу e равна

$$e = 0,75 l_k = 0,75 \cdot 5,9 = 4,4 \text{ м.}$$

3. Радиус поворота R_0 агрегата определяется по данным табл. 4.1. при скорости движения $V_p = 12$ км/ч (из табл. П7 интервал допустимых скоростей движения – 6...12 км/ч).

$$R_0 = 1,5B \cdot 1,75 = 1,5 \cdot 4,0 \cdot 1,75 = 10,5 \text{ м.}$$

4. Оптимальная ширина загона $C_{\text{опт}}$ для двух способов движения определяется по формулам:

- вразвал

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{8R_0B_p} = \sqrt{8 \cdot 10,5 \cdot 4,0} = 18,3 \text{ м;}$$

принимаем $C_{\text{опт}} = 20$ м (кратно B_p);

- перекрытием

$$C_{\text{опт}} = 4R_0 = 4 \cdot 10,5 = 42 \text{ м;}$$

принимаем $C_{\text{опт}} = 44$ м.

5. Определяем предельное значение длины гона $L_p^{пр}$, при котором коэффициенты рабочих ходов ϕ для выбранных способов движения становятся равными друг другу. Поскольку сравнение двух способов движения проводится по ϕ , то для решения задачи следует приравнять коэффициенты рабочих ходов для обоих указанных способов движения, т.е.

$$\phi^{врз} = \phi^{пер}.$$

Тогда

$$\phi^{врз} = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + R_0 \left(1 + \frac{4B_p}{C}\right) + B_p + 2e} = \phi^{пер} = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + 1,14R_0 + 2e}.$$

Подставляя численные значения $C_{опт}$, R_0 , B_p и e , получим уравнение

$$\frac{L_p}{L_p + 31} = \frac{L_p}{L_p + 42}.$$

Для нахождения $L_p^{опт}$ составим таблицу значений ϕ для заданных способов движения.

L_p , м	100	200	500	1000	1500	2000	3000
$\phi^{врз}$	0,76	0,87	0,94	0,97	0,98	0,98	0,99
$\phi^{пер}$	0,56	0,73	0,92	0,96	0,97	0,98	0,99

Таким образом, судя по значению коэффициента рабочих ходов ϕ движение способом вразвал более предпочтительно до величины $L_p = 2000$ м; при дальнейшем увеличении длины гона оба способа движения равнозначны.

5. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И ЗАТРАТЫ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ АГРЕГАТОВ

5.1. РАСЧЁТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АГРЕГАТОВ

Эффективность работы различных машинно-тракторных агрегатов с точки зрения выполнения объёмов и работ характеризуется их производительностью.

Производительность агрегата – это объём в соответствующих единицах измерения (га, т, ткм и т.д.), выполненный агрегатом в соответствующие единицы времени (час, смена, сутки и т.д.).

Существуют понятия «теоретическая», «фактическая» и «нормативная» производительность. Чаще всего эти понятия сочетаются с названиями «часовая» и «сменная». Фактическая производительность агрегата (часовая и сменная) выражается формулами:

$$W_{\text{ч}} = 0,1B_{\text{р}}V_{\text{р}}\tau; \quad (5.1)$$

$$W_{\text{см}} = 0,1B_{\text{р}}V_{\text{р}}T_{\text{р}} = 0,1B_{\text{р}}V_{\text{р}}T_{\text{см}}\tau, \quad (5.2)$$

где $B_{\text{р}}$ – рабочая ширина захвата агрегата, м; $V_{\text{р}}$ – рабочая скорость агрегата, км/ч; $T_{\text{р}} = T_{\text{см}}\tau$ – рабочее время смены, ч; $T_{\text{см}}$ – время смены (обычно – 7 часов), ч; τ – коэффициент использования времени смены.

Нормативная производительность агрегата определяется опытным путём при нормировании работ в конкретных хозяйственных и почвенно-климатических условиях.

$$W_{\text{см}}^{\text{н}} = 0,1B_{\text{р}}^{\text{н}}V_{\text{р}}^{\text{н}}T_{\text{см}}^{\text{н}}\tau, \quad (5.3)$$

где $B_{\text{р}}^{\text{н}}$, $V_{\text{р}}^{\text{н}}$, $T_{\text{см}}^{\text{н}}$ – нормативные значения $B_{\text{р}}$, $V_{\text{р}}$ и $T_{\text{см}}$.

При нормировании механизированных сельскохозяйственных работ учитывают баланс времени смены по следующим составным элементам (ч):

$$T_{\text{см}} = T_{\text{пз}} + T_{\text{р}} + T_{\text{х}} + T_{\text{техн}} + T_{\text{то}} + T_{\text{лн}}, \quad (5.4)$$

где $T_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время; $T_{\text{р}}$ – время чистой работы в борозде; $T_{\text{х}}$ – время на холостые ходы, повороты, заезды; $T_{\text{техн}}$ – время остановок агрегата на технологическое обслуживание; $T_{\text{то}}$ – время на внутрисистемное техническое обслуживание агрегата; $T_{\text{лн}}$ – время внутрисменных перерывов на отдых и личные надобности.

Время чистой работы T_p определяется по формуле

$$T_p = \frac{2L_p n_{ц}}{1000V_p}, \quad (5.5)$$

где $n_{ц}$ – количество циклов работы агрегата за смену (один цикл – движение агрегата в загоне «туда–обратно»); V_p – рабочая скорость агрегата, км/ч.

Время, затрачиваемое на выполнение холостых ходов T_x , определяется из выражения

$$T_x = \frac{2L_x n_{ц}}{1000V_x}, \quad (5.6)$$

где V_x – скорость агрегата при выполнении поворотов (в целях упрощения расчётов можно принять $V_x \approx V_p$), км/ч.

Время на выполнение подготовительно-заключительных работ $T_{пз}$ включает в себя: затраты времени на проведение ежесменного технического обслуживания агрегата $t_{ето}$, получение наряда и сдачу работы $t_{пн}$, на переездах в начале и конце смены $t_{пм}$.

$$T_{пз} = t_{ето} + t_{пн} + t_{пм}. \quad (5.7)$$

Значения элементов времени $T_{пз}$ регламентируются соответствующими нормативными документами в следующих пределах: $t_{пм} = 29$ мин; $t_{пн} = 4$ мин; $t_{ето}$ – в соответствии с табл. 5.1. В конкретных случаях, когда известно расстояние переезда, $t_{пм}$ можно рассчитать.

Таблица 5.1

Тип машин	$t_{ето}$, мин	Тип машин	$t_{ето}$, мин
Тракторы	16...30	Косилки, косилки-плющилки	12...20
Комбайны:	30...50	Грабли валковые	12
		зерноуборочные	14...16
		кормоуборочные	30
картофелеуборочные	30	Культиваторы пропашные	11...14
Плуги	6...10	Культиваторы для сплошной обработки	15...20
Лушительщики	15...18		
Плуги лушительщики	8...10	Сеялки, сажалки	10...16
Бороны дисковые	10...12	Катки	10...18
Бороны зубовые (в расчёте на 3 бороны)	2	Разбрасыватели удобрений	8...10

Время $T_{\text{техн}}$, затрачиваемое на технологическое обслуживание агрегата, включает в себя затраты времени на очистку рабочих органов машин $t_{\text{оч}}$, на проверку качества работы $t_{\text{пк}}$, на технологические регулировки $t_{\text{рег}}$, а также на заправку, разгрузку технологических ёмкостей машин или разгрузку бункеров комбайнов $t_{\text{ос}}$.

$$T_{\text{техн}} = t_{\text{оч}} + t_{\text{рег}} + n_{\text{ц}}t_{\text{ос}} + t_{\text{пк}}, \quad (5.8)$$

где $n_{\text{ц}}$ – количество циклов за смену.

Элементы $T_{\text{техн}}$, так же как $t_{\text{оч}}$, $t_{\text{пк}}$ и $t_{\text{рег}}$, устанавливаются по данным контрольных наблюдений. Для расчётов можно принять $t_{\text{оч}} = 4 \dots 22$ мин, $t_{\text{рег}} = 5 \dots 15$ мин, $t_{\text{пк}} = 5 \dots 10$ мин.

Время, затрачиваемое на заправку технологических ёмкостей рабочих машин, можно определить из табл. П18, а время на разгрузку бункеров комбайнов можно посчитать по формуле

$$t_{\text{ос}} = V\gamma\lambda / 3,6W_{\text{ш}}, \quad (5.9)$$

где V – объём бункера, м^3 ; γ – плотность продукта (зерна и т.п.), $\text{т}/\text{м}^3$; λ – коэффициент заполнения бункера (0,95); $W_{\text{ш}}$ – производительность выгрузного шнека, $\text{кг}/\text{с}$ (например, для комбайнов СК-5, СК-6 $W_{\text{ш}} = 15$ $\text{кг}/\text{с}$, для комбайнов Дон-1200, Дон-1500 – $W_{\text{ш}} = 40$ $\text{кг}/\text{с}$).

Часто в расчётах принимают время выгрузки зерна из бункера комбайна 3...4 мин. Время $T_{\text{то}}$, затрачиваемое на внутрисменное техническое обслуживание в течение смены, обычно составляет 0,17...0,5 ч (в зависимости от сложности машины). А время $T_{\text{лн}}$, затрачиваемое на внутрисменный регламентированный отдых и личные надобности, составляет 25...38 мин.

Показателем, характеризующим рациональность использования времени смены, является коэффициент τ – коэффициент использования времени смены

$$\tau = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{смн}}}, \quad (5.10)$$

где $T_{\text{смн}}$ – нормативное время смены (7 часов), ч.

Движение машинных агрегатов на рабочем участке характеризуется определённой цикличностью. Время одного цикла включает в себя продолжительность рабочего $t_{\text{рц}}$ и холостого движения агрегата $t_{\text{хц}}$ с необходимыми технологическими остановками $t_{\text{оц}}$:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{рц}} + t_{\text{хц}} + t_{\text{оц}} = \frac{2L_{\text{р}}^{\text{ср}}}{V_{\text{р}}} + \frac{2L_{\text{х}}^{\text{ср}}}{V_{\text{х}}} + t_{\text{оц}}, \quad (5.11)$$

где $L_{\text{р}}^{\text{ср}}$, $L_{\text{х}}^{\text{ср}}$ – средняя длина соответственно рабочего и холостого ходов, м.

$$t_{\text{оц}} = \frac{2L_{\text{р}}}{L_{\text{техн}}} t_{\text{ос}}, \quad (5.12)$$

где $L_{\text{техн}}$ – рабочий ход агрегата до полного освобождения технологической ёмкости (ящика, сеялки и т.д.), м; $t_{\text{ос}}$ – время на одну технологическую остановку (табл. П18), ч.

Рабочий ход агрегата $L_{\text{техн}}$ определяется из выражения

$$L_{\text{техн}} = \frac{10^4 V \gamma \lambda}{q B_{\text{р}}}, \quad (5.13)$$

где q – норма расхода материала (зерна, удобрений и т.д.) или урожайность, т/га.

Для приближённых расчётов, например, при необходимости сравнения производительности агрегатов с различными вариантами их составов или способов движения можно применять значения коэффициента использования циклового времени $\tau_{\text{ц}}$

$$\tau_{\text{ц}} = \frac{t_{\text{рц}}}{t_{\text{ц}}}. \quad (5.14)$$

5.2. РАСЧЁТ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ПРИ РАБОТЕ АГРЕГАТОВ

Различные по своему составу машинно-тракторные агрегаты характеризуются и различными технико-экономическими показателями, к которым относятся затраты труда на единицу выполненной работы и на единицу произведённой продукции, расход топлива на единицу выполненной работы, а также удельные эксплуатационные (денежные) затраты на использование агрегата.

Прямые затраты труда на единицу выполненной работы (ч/га, ч/т и т.д.) определяется по формуле

$$Z_{\text{т}} = \frac{(m_1 + m_2) T_{\text{см}}}{W_{\text{см}}} = \frac{m_1 + m_2}{W_{\text{ч}}}, \quad (5.15)$$

где m_1 и m_2 – количество соответственных механизаторов и вспомогательных рабочих; $W_{\text{ч}}$ – часовая производительность агрегата, (га/ч; т/ч).

Затраты труда на гектар площади возделываемой культуры подсчитывается по формуле

$$Z_{\text{т}}^{\text{га}} = \sum S_{T_i}, \quad (5.16)$$

где S_{T_i} – прямые затраты труда по всем работам, входящим в технологию возделывания и уборки данной культуры, ч/га.

Тогда затраты труда на единицу произведённой продукции $Z_T^{по}$ можно рассчитать по выражению

$$Z_T^{по} = \frac{\sum S_i}{q}, \quad (5.17)$$

где q – урожайность культуры, ц/га.

Расход топлива и смазочных масел на единицу выполненной работы $G_T^{га}$ подсчитывается по формуле

$$G_T^{га} = \frac{(G_{Tp} T_p + G_T^x T_x + G_{Tx} t_0)}{W_{см}}, \quad (5.18)$$

где G_{Tp} – часовой расход топлива при работе в борозде, кг/ч;

G_T^x – часовой расход топлива при выполнении холостых ходов, кг/ч

($G_T^x \approx 0,7 \dots 0,9 G_{Tp}$); G_{Tx} – часовой расход топлива при работе двигателя на оборотах холостого хода, кг/ч; t_0 – время остановок агрегата с работающим двигателем, ч.

Значения часовых расходов топлива G_{Tp} и G_{Tx} определяются по табл. 5.2, по тяговым характеристикам тракторов (табл. П5 и П6), или расчётным путём.

5.2. Ориентировочные значения расхода топлива при работе агрегата (кг/ч) [10]

Марка трактора	На остановках при холостой работе двигателя G_{T0}	При холостом ходе трактора	При холостом ходе агрегата G_T^x	При рабочем ходе агрегата G_{Tp}
T-130	3,0	8,0...12,0	9,5...15,0	21,0...24,5
T-4A	2,5	8,2...10,5	9,5...13,0	17,0...23,4
T-150	2,5	10,0...12,0	11,5...14,0	22,0...26,5
ДТ-75М	1,9	6,5...8,7	7,5...10,0	14,0...16,5
T-70С	1,2	5,2...7,2	6,0...8,0	11,5...13,5
T-54С	1,1	4,0...5,8	4,6...6,6	8,5...10,4
K-701	3,5	16,5...27,0	19,0...30,0	32,0...51,0
T-150К	2,5	10,0...13,5	11,5...17,0	25,0...30,0
МТЗ-80/82	1,4	5,0...7,0	5,5...8,5	10,5...14,8
ЮМЗ-6Л/6М	1,3	3,3...4,5	4,2...6,5	8,5...11,6
T-25A	0,8	1,5...2,0	2,0...3,0	3,6...4,8
T-16M	0,7	1,8...2,5	2,3...3,0	3,1...3,9

Кроме основного топлива для тракторов в процессе эксплуатации требуются смазочные масла и бензин для запуска двигателей. Нормы их расхода по отношению к основному топливу приведены в табл. 7.8 и 9.2.

Удельные эксплуатационные затраты S_0 на использование машинно-тракторных агрегатов при необходимости подсчитывают по формуле

$$S_0 = \sum S_a + \sum S_{\text{р\textsubscript{т\textsubscript{x}}} + S_{\text{т\textsubscript{см}}} + S_{\text{зп}}, \quad (5.19)$$

где $\sum S_a$ – сумма удельных затрат на амортизацию всех элементов агрегата, р./га; $\sum S_{\text{р\textsubscript{т\textsubscript{x}}}$ – сумма удельных затрат на текущий ремонт, техническое обслуживание и хранение элементов агрегата, р./га; $S_{\text{т\textsubscript{см}}}$ – удельные затраты на топливо и смазочные материалы, р./га; $S_{\text{зп}}$ – удельные затраты на основную заработную плату механизаторов и обслуживающего персонала, р./га.

Удельные затраты на амортизацию элементов агрегата считаются по формуле

$$S_a = S_{\text{ат}} + S_{\text{ам}} + S_{\text{ас}}, \quad (5.20)$$

где $S_{\text{ат}}$, $S_{\text{ам}}$, $S_{\text{ас}}$ – удельные затраты на амортизацию соответственно трактора, рабочей машины и сцепки, р./га;

$$S_{\text{ат}} = \frac{(a_{\text{рт}} + a_{\text{кг}}) B_{\text{т}}}{100 T_{\text{гт}} W}, \quad (5.21)$$

где $a_{\text{рт}}$, $a_{\text{кг}}$ – нормы годовых амортизационных отчислений на реновацию и капитальный ремонт трактора, % (табл. П19); $B_{\text{т}}$ – балансовая стоимость трактора, р.; $T_{\text{гт}}$ – годовая загрузка трактора, ч (табл. П19).

Аналогично рассчитываются удельные затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание всех элементов агрегата.

$$S_{\text{т\textsubscript{см}}} = q_{\text{га}} \Pi_{\text{т}}, \quad (5.22)$$

$q_{\text{га}}$ – погектарный расход топлива на данной работе, кг/га; $\Pi_{\text{т}}$ – цена 1 кг топлива, р.

Удельные затраты на заработную плату обслуживающего персонала

$$S_{\text{зп}} = \frac{k_1(k_{\text{к}} m_1 f_1 + m_2 f_2) k_2}{W_{\text{см}}}, \quad (5.23)$$

где f_1 и f_2 – дневные тарифные ставки для оплаты труда механизаторов и вспомогательных рабочих; k_1 и k_2 – коэффициенты, учитывающие начисления на зарплату; $k_{\text{к}}$ – коэффициент, учитывающий надбавку за классность.

Значения коэффициентов f_1 , f_2 , $k_{\text{к}}$, k_1 и k_2 принимаются по справочным данным.

5.3. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача 1. Определить сменную производительность сеялочного агрегата, состоящего из трактора ДТ-75М, сцепки СП-11 и трёх сеялок СЗ-3,6, при работе на ровном участке длиной $L_p = 900$ м поля; агрофон-поле, подготовленное под посев, почва – чернозём, средний суглинок. Способ движения агрегата – челночный. Высеваемая культура – озимая пшеница.

Решение. Производительность агрегата подсчитывается по формуле

$$W_{\text{см}} = 0,1B_p V_p T_{\text{см}} \tau.$$

– ширина захвата агрегата

$$B_p = nb_p = 3 \cdot 3,6 = 10,8 \text{ м};$$

– скорость движения агрегата. Агротехнически допустимая скорость движения агрегата находится в пределе 7...12 км/ч (1,9...3,3 м/с).

Рабочую скорость движения агрегата определим следующим образом. Сначала находим сопротивление агрегата

$$R_a = nk_0 b_r + R_{\text{сц}} = 3 \cdot 1,3 \cdot 3,6 + 1,5 = 15,5 \text{ кН}.$$

Значение K_0 берётся из табл. 2.1, а сопротивления сцепки подсчитывается по формуле

$$R_{\text{сц}} = f_{\text{сц}} G_{\text{сц}} = 0,17 \cdot (0,915 \cdot 9,8) = 1,5 \text{ кН},$$

где $f_{\text{сц}} = 0,15 \dots 0,33$ кН/м (табл. П8).

С учётом коэффициента использования тягового усилия $\xi_{p_r} = R_a / R_{T_n}$, оптимальные значения которого приведены в табл. 3.1, необходимое тяговое усилие будет равно

$$R_{T_n} = R_a / \xi_{p_r} = 16,5 / 0,95 = 16,3 \text{ кН}.$$

По таблице П6 при работе трактора ДТ-75М на поле, подготовленном под посев, находим (при $N_T = N_{T_{\text{max}}}$), что необходимое тяговое усилие может быть получено на 6-й передаче ($p_{T_n} = 16,9$ кН). Рабочая скорость на этой передаче $V_p = 8,45$ км/ч (2,34 м/с);

– составляем баланс времени смены

$$T_{\text{см}} = T_{\text{пз}} + T_p + T_x + T_{\text{техн}} + T_{\text{то}} + T_{\text{лн}}.$$

В соответствии с существующими рекомендациями и данными табл. 5.1

$$T_{\text{ПЗ}} = t_{\text{СТО}} + t_{\text{ПМ}} + t_{\text{ПМ}} = 20 + 4 + 29 = 33 \text{ мин (0,55 ч)}.$$

Обычно в расчётах принимается $T_{\text{ТО}} = 0,17 \dots 0,5 \text{ ч}$, а $T_{\text{ЛН}} = 0,42 \dots 0,63 \text{ ч}$.

Время на технологическое обслуживание агрегата определяется из выражения

$$T_{\text{ТЕХН}} = t_{\text{ОЧ}} + t_{\text{РЕГ}} + n_{\text{Ц}} t_{\text{ОЦ}} + t_{\text{ПК}}.$$

Принимаем значение $t_{\text{ОЧ}} = 5 \text{ мин}$, $t_{\text{РЕГ}} = 8 \text{ мин}$, $t_{\text{ПК}} = 5 \text{ мин}$.

Время $t_{\text{ОС}}$ определяется по данным табл. П18, в соответствии с которой для 3-х сеялочного агрегата $t_{\text{ОС}} = 7,9 \text{ мин}$.

Прежде чем подсчитать количество рабочих циклов $n_{\text{Ц}}$, необходимо вычислить время одного цикла $t_{\text{Ц}} = t_{\text{РЦ}} + t_{\text{ХЦ}} + t_{\text{ОЦ}}$:

$$t_{\text{Ц}} = \frac{2L_{\text{Р}}}{V_{\text{Р}}} + \frac{2L_{\text{Х}}}{V_{\text{Х}}} + t_{\text{ОЦ}}; \quad t_{\text{ОЦ}} = (2L_{\text{Р}} / t_{\text{ТЕХН}}) t_{\text{ОС}}.$$

При способе движения агрегата «челноком» и при грушевидном повороте длина холостого хода $L_{\text{Х}}$ равна (рис. 4.5)

$$L_{\text{Х}} = 4R_0 + 2e.$$

По таблице 4.1 $R_0 = 1,3 \text{ Врк} = 1,3 \cdot 10,8 \cdot 1,57 = 22 \text{ м}$.

Длину выезда агрегата e найдём из выражения

$$e = 0,75l_{\text{К}} = 0,75(l_{\text{Т}} + l_{\text{СЦ}} + l_{\text{М}}).$$

Из таблицы П17 $l_{\text{Т}} = 1,55 \text{ м}$, $l_{\text{СЦ}} = 6,7 \text{ м}$ (с удлинителями), $l_{\text{М}} = 3,2 \text{ м}$. Тогда $e = 0,75 \cdot (1,55 + 6,7 + 3,3) = 8,6 \text{ м}$, а $L_{\text{Х}} = 4 \cdot 22 + 2 \cdot 8,6 = 105,2 \text{ м}$.

Длина пути агрегата до полного освобождения сеялок от семян $L_{\text{ТЕХН}}$ подсчитывается по формуле

$$L_{\text{ТЕХН}} = \frac{10^4 V \gamma \lambda}{q B_{\text{Р}}} = \frac{10^4 \cdot 0,453 \cdot 0,8 \cdot 0,95}{0,25 \cdot 3,6} = 3825 \text{ м},$$

где V – объём семенных ящиков одной сеялки; $V = 0,453 \text{ м}^3$; $\lambda = 0,95$; $\gamma = 0,8 \text{ т/м}^3$; $q = 2,5 \text{ т/га}$ [7] (табл. П38).

Тогда $t_{\text{ОЦ}} = (2 \cdot 900 / 3825) \cdot 7,9 = 3,72 \text{ мин}$, а $t_{\text{Ц}} = 2 \cdot 900 / 60 \cdot 2,34 + 2 \cdot 105,2 / 60 \cdot 2,34 + 3,72 = 12,8 + 1,5 + 3,72 = 18 \text{ мин} = 0,3 \text{ ч}$;

– определяем количество рабочих циклов и коэффициент τ .

Количество циклов подсчитывается ориентировочно исходя из того, что $\tau \approx \tau_{\text{Ц}}$ и примерное значение рабочего времени смены $T_{\text{Р}}^{\text{н}} = T_{\text{СМ}} \tau_{\text{Ц}}$. Коэффициент использования циклового времени $\tau_{\text{Ц}}$ равен

$$\tau_{\text{ц}} = t_{\text{рц}} / t_{\text{ц}} = 12,8 / 18 = 0,71,$$

а

$$T_{\text{р}}^{\text{п}} = 7 \cdot 0,71 = 4,97 \text{ ч} = 4,97 \cdot 60 = 298,2 \text{ мин.}$$

Тогда ориентировочное количество циклов за смену будет равно

$$n_{\text{ц}} = T_{\text{р}}^{\text{п}} / t_{\text{рц}} = 298,2 / 12,8 = 23,2 \approx 24 \text{ циклов.}$$

Время $T_{\text{техн}} = 5 + 8 + 24 \cdot 3,72 + 5 = 107,28 \text{ мин} = 1,79 \text{ ч.}$

Подсчитаем значение времени движения агрегата $T_{\text{дв}}$, которое будет равно $T_{\text{дв}} = T_{\text{см}} - T_{\text{пз}} - T_{\text{техн}} - T_{\text{то}} - T_{\text{лн}} = 7 - 0,55 - 1,79 - 0,5 - 0,63 = 3,58 \text{ ч.}$

Количество циклов будет равно $n_{\text{ц}} = T_{\text{дв}} / t_{\text{ц}} = 3,58 / 0,3 \approx 12 \text{ циклов.}$

Внесём корректировку значения $T_{\text{техн}}$, которое будет равно $T_{\text{техн}} = 5 + 8 + 12 \cdot 3,72 + 5 = 62,6 \text{ мин} = 1 \text{ ч,}$ после этого $T_{\text{дв}} = 7 - 0,55 - 1,0 - 0,5 - 0,63 = 4,32 \text{ ч.}$

Окончательно, количество циклов будет равно

$$n_{\text{ц}} = 4,32 / 0,3 = 14,4 \approx 15 \text{ циклов.}$$

Коэффициент использования времени смены будет равен

$$\tau = t_{\text{рц}} n_{\text{ц}} / T_{\text{смн}} = 12,8 \cdot 15 / 7 \cdot 60 = 0,46.$$

Производительность агрегата в смену будет равна

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,36 \cdot 8,45 \cdot 7 \cdot 0,46 = 29,4 \text{ га/см.}$$

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСПОРТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

6.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На эффективность использования машинно-тракторного парка в сельскохозяйственном производстве в целом значительное влияние оказывает рациональное использование автомобильного и тракторного транспорта на перевозке сельскохозяйственных грузов. Важная задача здесь – определить типы и необходимое число транспортных и погрузочных средств, рассчитать оптимальные соотношения элементов транспортного процесса в зависимости от расстояния и характера перевозок и т.д.

При расчёте состава парка транспортных средств большое значение имеют структура и свойства перевозимых грузов, состояние дорог, типы и характеристика имеющихся автотракторных транспортных средств, объём грузоперевозок и другие показатели.

Сельскохозяйственные грузы по своим физико-механическим свойствам подразделяются на твёрдые (кусковые, рассыпные, сенокосомистые, связанные), жидкие (полужидкие) и газообразные.

В таблице П20 приведены характеристики основных сельскохозяйственных грузов по плотности и способу упаковки их для транспортирования. В указанной таблице П20 приведена и классификация грузов. Как известно, классификация грузов производится по степени использования грузоподъёмности транспортных средств (табл. 6.1) [6].

К другим физико-механическим свойствам сельскохозяйственных грузов, влияющим на использование транспортных средств, относятся углы естественного откоса (при свободном высыпании грузов с некоторой высоты), коэффициенты трения бокового давления и сопротивления сдвигу.

Таблица 6.1

Класс груза	Расчётная степень использования грузоподъёмности транспортных средств	
	Допустимые пределы	Средние значения (расчётные)
I	1,0	1,0
II	0,99...0,71	0,85
III	0,70...0,51	0,60
IV	0,5...0,41	0,45
V	0,4...0,30	0,35

Дорожные условия при перевозках сельскохозяйственных грузов также оказывают значительное влияние на эффективность использования транспортных средств.

При нормировании автомобильных перевозок обычно используются приведённой в табл. 6.2 классификацией автомобильных дорог [6].

При нормировании тракторных транспортных работ, выполняемых внутри хозяйств, дороги подразделяются на три группы:

1 группа – дороги с твёрдым покрытием (асфальтовые и гравийные), а также грунтовые, сухие, грейдированные, в хорошем состоянии, снежные укатанные.

Таблица 6.2

Категория дорог	Характеристика дорог					Назначение дороги
	Интенсивность движения (количество автомобилей в сутки)	Число полос движения	Ширина проезжей части, м	Расчётная скорость движения на местности, км/ч		
				равнина	пересечённая	
1	2	3	4	5	6	7
I	Более 6000	4 и >	15 и >	150	120	Общегосударственные; республиканские; магистральные, связывающие крупные регионы, административные, промышленные, культурные центры страны
II	3000...6000	2	7,5	120	100	
III	1000...3000	2	7,5	100	80	Дороги республиканского и областного значения
IV	200...1000	2	6,0	80	60	Местные дороги хозяйственного и административного значения (местные с/х дороги: межхозяйственные и внутрихозяйственные)
V	менее 200	1	4,5	60	40	

2 группа – дороги гравийные и щебёнчатые разбитые, грунтовые и просёлочные после дождя, оттаивающие после оттепели, с рыхлым снежным покровом, стерня зерновых, после уборки корнеплодов в сухую погоду.

3 группа – разбитые дороги с глубокой колеёй, бездорожье в весеннюю и осеннюю распутицу, отталкивающая снежная целина.

Транспортные средства, применяемые в сельском хозяйстве, включают в себя как автомобили (грузовые – бортовые и самосвалы, пассажирские и легковые), так и тракторный прицепной транспорт (тракторы с прицепами и полуприцепами).

В таблицах П21 –П25 приведены технические показатели грузовых автомобилей, автомобильных и транспортных прицепов, а также основных погрузочных средств [12].

Процесс транспортирования грузов состоит из таких элементов, как подъезд к месту погрузки, погрузка грузов в кузов транспортного средства, взвешивание, переезд к местам выгрузки и выгрузка. На выполнение каждого элемента транспортного процесса расходуется определённая часть времени смены.

Для оценки использования грузоподъёмности транспортных средств применяются такие показатели, как коэффициент статического использования грузоподъёмности $\alpha_{\Gamma}^{\text{ст}}$ и коэффициент динамического использования грузоподъёмности $\alpha_{\Gamma}^{\text{д}}$.

$$\alpha_{\Gamma}^{\text{ст}} = \sum Q_{\Gamma} / Q_{\text{н}} n_{\text{е}}, \quad (6.1)$$

где Q_{Γ} – масса груза, перевезённого за одну езду, т; $Q_{\text{н}}$ – номинальная грузоподъёмность транспортного средства, т; $n_{\text{е}}$ – количество ездов с грузом.

$$\alpha_{\Gamma}^{\text{д}} = \frac{\sum Q_{\Gamma} L_{\Gamma}}{Q_{\text{н}} \sum L_{\Gamma}}, \quad (6.2)$$

где L_{Γ} – расстояние пробега транспортного средства с грузом при каждой езде, км.

Для измерения эффективности пробега транспортных средств применяются такие показатели, как среднее расстояние перевозки грузов $L_{\Gamma}^{\text{ср}}$, средняя длина ездки $L_0^{\text{ср}}$, коэффициент использования пробега $\alpha_{\text{пр}}$, техническая скорость $V_{\text{т}}$ и средняя эксплуатационная скорость $V_{\text{э}}$ транспортного средства.

Среднее расстояние перевозки ($L_{\Gamma}^{\text{ср}}$) определяется отношением всего объёма работы в тонно-километрах ($Q^{\text{ТКМ}}$) к количеству перевезённого груза ($q^{\text{Т}}$)

$$L_T^{cp} = Q^{TKM} / Q^T. \quad (6.3)$$

Средняя длина ездки (L_0^{cp}) определяется следующим отношением:

$$L_0^{cp} = \sum L_0 / n_e. \quad (6.4)$$

Техническая скорость движения транспортного средства определяется следующим выражением:

$$V_T = \sum L_0 / T_{дв}, \quad (6.5)$$

где $T_{дв}$ – время движения транспорта в течение смены, ч.

Средняя эксплуатационная скорость движения подсчитывается по формуле

$$V_э = \sum L_0 / T_{см}. \quad (6.6)$$

Коэффициент использования пробега ($\alpha_{пр}$) определяется отношением пробега транспортного средства с грузом к общему пробегу

$$\alpha_{пр} = \sum L_T / \sum L_0. \quad (6.7)$$

6.2. РАСЧЁТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ, НОРМ ВЫРАБОТКИ И РАСХОДА ТОПЛИВА ПРИ РАБОТЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Работа транспортных средств чаще всего выражается количеством перевезённого груза в тоннах или грузооборотом в тонно-километрах.

Производительность транспортных средств (в т. км) выражается следующими соотношениями:

за рейс

$$W_p^{TKM} = Q_H \alpha_T^д L_T^{cp}; \quad (6.8)$$

за час

$$W_ч = Q_H \alpha_T^д V_p \tau; \quad (6.9)$$

за смену

$$W_{см} = W T_{см} = W_p n_p, \quad (6.10)$$

где n_p – количество рейсов (ездок).

Сменная производительность (τ) будет равна

$$W_{см}^T = Q_H \alpha_T^д n_p. \quad (6.11)$$

Баланс времени смены выражается следующим соотношением:

$$T_{\text{см}} = T_{\text{пз}} + T_{\text{дг}} + T_{\text{дх}} + T_{\text{пр}}, \quad (6.12)$$

где $T_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время, ч; $T_{\text{дг}}$ – время движения с грузом, ч; $T_{\text{дх}}$ – время движения без груза, ч; $T_{\text{пр}}$ – время нахождения транспорта под погрузкой и разгрузкой, ч.

Время на выполнение одного рейса включает в себя следующие элементы:

$$t_{\text{р}} = t_{\text{дг}} + t_{\text{дх}} + t_{\text{пр}}, \quad (6.13)$$

где $t_{\text{дг}}$ – время движения с грузом на расстояние $L_{\text{г}}$ за один рейс (ездку), ч; $t_{\text{дх}}$ – время движения без груза на расстояние $L_{\text{х}}$ за один рейс, ч; $t_{\text{пр}}$ – время на погрузку, разгрузку и взвешивание транспорта за время одного рейса, ч.

Время $t_{\text{пр}}$ включает в себя также и время ожидания очереди на погрузку (например, время заполнения бункера зерноуборочного комбайна при обслуживании одним транспортом одного комбайна и т.д.) и на разгрузку (при недостаточной производительности разгрузочных средств).

Время $t_{\text{дг}}$ рассчитывается по формуле

$$t_{\text{дг}} = \frac{L_{\text{г}}}{V_{\text{р}}}, \quad (6.14)$$

а время $t_{\text{дх}}$ по формуле

$$t_{\text{дх}} = \frac{L_{\text{х}}}{V_{\text{х}}}, \quad (6.15)$$

где $V_{\text{р}}$ и $V_{\text{х}}$ – соответственно скорость движения транспорта с грузом и без груза, км/ч (табл. П26).

Для практических расчётов среднюю скорость движения на внутрихозяйственных перевозках можно принять: для автомобилей – 20...22 км/ч, для тракторных транспортных агрегатов – 14...17 км/ч.

Время простоя транспортного средства под погрузкой и разгрузкой может быть определено из таблиц П27, П28, П31 или рассчитывается.

При загрузке транспорта погрузочными средствами время $t_{\text{пр}}$ определяется по формуле

$$t_{\text{пр}} = V\gamma\lambda W_{\text{пог}}, \quad (6.16)$$

где V – объём кузова, м³; γ – плотность груза, т/м³; λ – коэффициент заполнения кузова; $W_{\text{пог}}$ – производительность погрузчика, т·ч.

При загрузке кузовов транспортных средств из бункеров комбайнов во время их движения время погрузки (ч) определяется из выражения

$$t_{\text{пр}} = \frac{V\gamma\lambda}{0,10B_p V_p q}, \quad (6.17)$$

где q – урожайность культуры, т/га; B_p – ширина захвата комбайна, м; V_p – рабочая скорость комбайна, км/ч.

Определив время одного рейса, можно рассчитать количество рейсов

$$n_p = \frac{T_{\text{см}} - T_{\text{пз}}}{t_{\text{рсп}}}, \quad (6.18)$$

где $t_{\text{рсп}}$ – среднее за смену одного рейса, ч.

Коэффициент использования времени смены определяется из выражения

$$\tau = T_{\text{дг}} / T_{\text{см}}, \quad (6.19)$$

где $T_{\text{дг}} = t_{\text{дг}} n_p$ – время движения транспорта с грузом в течение времени смены, ч.

При нормировании тракторных транспортных работ применяются типовые нормы выработки и расхода топлива на полевые механизированные, тракторно-транспортные и погрузочные работы.

При нормировании автотранспортных работ нормы выработки рассчитываются на основе действующих норм времени на движение и погрузочно-разгрузочные работы. В этом случае сменная норма выработки (в тоннах) может быть определена по формуле

$$W_{\text{см}}^T = 60T_{\text{см}} / (t_{\text{ткм}} k_{\text{кн}} L_T + t_{\text{пр}}^H), \quad (6.20)$$

где $t_{\text{ткм}}$ – норматив времени пробега на 1 тонно-километр (табл. П29), мин; $k_{\text{кн}}$ – коэффициент корректировки норм времени в зависимости от класса груза (табл. 6.3); $t_{\text{пр}}^H$ – норматив времени на погрузку-разгрузку (табл. П27, П28).

Норма сменной выработки транспортного средства (в т·км) определится по формуле

$$W_{\text{см}}^{\text{ТКМ}} = W_{\text{см}}^T L_T, \quad (6.21)$$

где L_T – расстояние перевозок, км.

Таблица 6.3

Значения $k_{\text{кн}}$ в зависимости от класса груза			
1 класс	2 класс	3 класс	4 класс
1,0	1,25	1,66	2,0

Расход топлива для автомобилей рассчитывается на основе линейных норм расхода на 100 км пробега (табл. П30) с учётом величины выполненной работы в тонно-километрах и различных дорожных условий.

Расход топлива (в литрах) за смену рассчитывается по следующим уравнениям [10]:

а) для бортовых автомобилей и автосамосвалов

$$G_T^{CM} = \frac{q_{KM}}{100} \left(\frac{L_T}{\alpha_{пр}} n_p + 2L_{ПЗ} \right) + \frac{q_{ТКМ}}{100} n_p W_p + 0,25n_p; \quad (6.22)$$

б) для автомобилей, загружающихся из бункеров уборочных машин,

$$G_T^{CM} = \frac{q_{KM}}{100} \left(\frac{L_T}{\alpha_{пр}} n_p + 2L_{ПЗ} \right) + \frac{q'_{KM}}{100} n_p L_{пог} + \frac{q_{ТКМ}}{100} n_p W_p + 0,25n_p, \quad (6.23)$$

где q_{KM} – нормы расхода топлива на 100 км пробега, л; $q_{ТКМ}$ – нормы расхода топлива на 100 т·км, л (2 л – для бензиновых двигателей, 1,3 л – для дизельных); q'_{KM} – нормы расхода топлива на 100 км при движении транспорта по полю ($q'_{KM} = 1,2q_{KM}$), л; $L_{ПЗ}$ – путь автомобиля от гаража до места загрузки, км; $L_{пог}$ – путь проходимый автомобилем при загрузке от уборочных машин, км; 0,25 – количество топлива, дополнительно расходуемое автосамосвалом при каждом рейсе, л.

Расход топлива в расчёте на тонно-километр или тонну перевезённого груза может быть определён по следующим формулам:

$$q_{ТКМ}^H = G_T^{CM} / W_{CM}^{ТКМ}, \quad (6.24)$$

$$q_T^H = G_T^{CM} / W_{CM}^T, \quad (6.25)$$

где $q_{ТКМ}^H$ – норма расхода топлива на один тонно-километр, л/т км; q_T^H – норма расхода топлива на одну тонну перевезённого груза, л/км.

При расчёте норм выработки тракторными транспортными агрегатами следует пользоваться следующей формулой [10]:

$$W_{CM}^T = \frac{(T_{CM} - T_{ПЗ}) Q_H \alpha_T^{CT} k_V}{t_{ср}}, \quad (6.26)$$

где $T_{ПЗ}$ – подготовительно-заключительное время, ч; Q_H – номинальная грузоподъёмность тракторного прицепа, т; k_V – коэффициент, учитывающий влияние расстояния перевозок на скорость агрегата (табл. 6.4).

6.4. Значение коэффициента k_v

Расстояние перевозок, км	Для тракторов	Для самоходных шасси	Расстояние перевозок, км	Для тракторов
0,5...1,0	0,92	0,96	2,5...3,0	0,96
1,0...1,5	0,93	0,97	3,0...3,5	0,97
1,5...2,0	0,94	0,98	3,5...4,0	0,98
2,0...2,5	0,95	0,99	4,0...4,5	0,99

Время включает $T_{пз}$ в себя затраты времени: на подготовку агрегата к проезду (3...5 мин), на получение наряда (4 мин), время на проведение ЕТО (4...9 мин – для прицепов и для трактора – по табл. П33).

Время рейса t_p определяется по приведённой выше формуле (6.13) с использованием данных табл. П26 – П29, П31.

Расход топлива на тракторных транспортных работах (в кг/т) следует определять по формуле

$$q_Q = \frac{G_{T_p} T_{P_r} + G_{T_x} T_{x_x} + G_{T_{п}} T_{п} + G_{T_{mp}} T_{mp} + G_{T_0} T_0}{W_{cm}^T}, \quad (6.27)$$

где G_{T_p} , G_{T_x} , $G_{T_{п}}$, $G_{T_{mp}}$, G_{T_0} – часовой расход топлива соответственно при движении с грузом, без груза (на холостом ходу), при погрузке, механизированной разгрузке и на остановках с работающим двигателем, кг/ч (табл. П32 и П5, П6); T_{P_r} , T_{x_x} , $T_{п}$, T_{m} , T_0 – часть времени смены, расходуемое соответственно на движение с грузом и без груза, на погрузку и разгрузку, на остановки с работающим двигателем.

6.3. ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОГО ПАРКА

При анализе работы транспортных средств разных марок, а также всего транспортного парка производят расчёт приведённых в табл. 6.5 показателей.

Таблица 6.5

№ п/п	Показатели	Расчётная формула	Примечания
1	2	3	4
1	Среднее расстояние перевозок, км	$L_T^{cp} = Q^{TKM} / Q^T$	
2	Средняя длина ездки, км	$L_0^{cp} = \sum L_0 / n_e$	

1	2	3	4
3	Среднесуточный пробег, км: общий с грузом	$L_o^{cc} = \sum L_o / D_3$ $L_T^{cc} = \sum L_T / D_3$	D_3 – дни эксплуатации транспорта
4	Среднесуточное число ездов	$n_e^{cc} = \sum n_e / D_3$	
5	Техническая скорость, км/ч	$V_T = \sum L_0 / T_{дв}$	
6	Эксплуатационная скорость, км/ч	$V_3 = \sum L_0 / T_{см}$	
7	Коэффициент готовности	$k_T = \frac{D_{испр}}{D_{и}} = \frac{D_{и} - D_{top}}{D_{и}}$	$D_{и}$ – инвентарное количество дней D_{top} – дни нахождения в ремонте и ТО
8	Коэффициент технического использования машины (парка)	$k_{ти} = \frac{D_3}{D_{и}}$	$D_{испр}$ – количество дней нахождения транспорта в исправном состоянии
9	Коэффициент использования рабочего времени	$\tau = \frac{T_{дв}}{T_{см}} = \frac{V_3}{V_T}$	
10	Коэффициент использования пробега	$\alpha_{пр} = L_T / L_o$	
11	Коэффициент использования грузоподъёмности: статический динамический	$\alpha_T^{ст} = \sum Q_T / \sum Q_{и} n_e$ $\alpha_T^д = \sum Q_T L_T / Q_{и} \sum L_T$	
12	Наработка: на 1 эксплуатационный машино-день на 1 инвентарный машино-день	$Q_{cc}^T = Q^T / D_3 (\tau)$ $Q_{ск}^{ТКМ} = Q^{ТКМ} / D_3$ $Q_{cc}^{ти} = Q^T / D_{и}$ $Q_{cc}^{тки} = Q^{ТКМ} / D_{и}$	

1	2	3	4
12	на 1 км общего пробега на 1 списочную автомобиле-тонну	$Q_{\text{СК}}^{\text{T}} = Q^{\text{T}} / \sum L_0$ $Q_{\text{СК}}^{\text{ТКМ}} = Q^{\text{ТКМ}} / \sum L_0$ $Q_{\text{СК}}^{\text{T}} = Q^{\text{T}} / \sum_1^{n_{\text{и}}} Q_{\text{H}}$ $Q_{\text{СК}}^{\text{ТКМ}} = Q^{\text{ТКМ}} / \sum_1^{n_{\text{и}}} Q_{\text{H}} L_{\text{T}}$	$n_{\text{и}}$ – инвентарное число транспортных средств

6.4. РАЦИОНАЛЬНЫЙ СОСТАВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Большое значение в повышении эффективности использования транспортных средств имеет правильный выбор их типов и рационального состава, а также оптимальное сочетание тракторного и автомобильного транспорта. Очень важно определить количество и состав погрузочно-разгрузочных средств, различных погрузочных ёмкостей, бункеров-накопителей, контейнерных устройств и т.д.

При выборе состава транспортных средств важно учитывать расстояние и характер перевозок. Как известно, использование тракторных транспортных средств предпочтительнее при перевозе грузов по полям и грунтовым разъезженным дорогам, а по хорошим дорогам и на большее расстояние лучше использовать автотранспорт.

Предельное значение расстояния перевозок $L^{\text{пр}}$, до которого производительность тракторного транспортного поезда выше, чем автомобиля, можно определить по следующей формуле [6]:

$$L^{\text{пр}} = \frac{Q^{\text{ТР}} t_{\text{пр}}^{\text{ТР}} - Q^{\text{АВ}} t_{\text{пр}}^{\text{АВ}}}{2 \left(\frac{Q^{\text{АВ}}}{V_{\text{T}}^{\text{ТР}}} - \frac{Q^{\text{ТР}}}{V_{\text{T}}^{\text{АВ}}} \right)}, \quad (6.28)$$

где $Q^{\text{ТР}}$, $Q^{\text{АВ}}$ – грузоподъёмность тракторного поезда и автомобиля, т; $t_{\text{пр}}^{\text{ТР}}$, $t_{\text{пр}}^{\text{АВ}}$ – время простоя и под погрузкой и выгрузкой за рейс тракторного поезда и автомобиля, ч; $V_{\text{T}}^{\text{ТР}}$, $V_{\text{T}}^{\text{АВ}}$ – техническая скорость трактора и автомобиля, км/ч.

По аналогии с приведённой формулой определяются пределы применения на перевозках грузов автомобилей-самосвалов и бортовых автомобилей. Исходные данные для проведения соответствующих расчётов приведены в табл. П23 –П29 и П31.

6.5. ТРАНСПОРТНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Сельскохозяйственное производство в силу своей специфики (разбросанность полей по территории хозяйств, подверженность влиянию метеорологических условий и т.д.) имеет свои особенности и трудности в организации транспортного обслуживания сельскохозяйственных работ. Эти трудности связаны, прежде всего, с характером дорожных условий, неравномерностью распределения транспортных работ по разным периодам времени, неоднородностей перевозимых грузов и т.д.

Особенно большие сложности с использованием транспорта возникают в период уборки урожая.

Отличительной особенностью транспортного процесса при уборке урожая является то, что около 40% всего времени движения транспортных средства затрачивают на движение по полю. Это обстоятельство достаточно резко снижает эффективность их работы, приводит к увеличению затрат мощности и средств.

Другой важной особенностью работы транспортных средств является цикличность их работы, и связана она с необходимостью подъезда транспортных средств к уборочным машинам, погрузкой урожая, переездом к местам выгрузки, взвешиваем, выгрузкой груза в местах хранения и возврата к месту погрузки. В процессе выполнения отдельных транспортных операций транспортные средства вынуждены зачастую простаивать по разным причинам (в ожидании наполнения бункеров комбайнов и последующей загрузкой, в ожидании очереди на взвешивание и выгрузку и т.д.). На отдельные элементы транспортного цикла большое влияние оказывают урожайность сельскохозяйственных культур, расстояние перевозок, количественное соотношение уборочных машин и транспортных единиц, система механизации погрузочно-разгрузочных работ, применение перспективных схем организации транспортного процесса.

В современном сельскохозяйственном производстве наибольшее распространение получили прямые перевозки сельскохозяйственных грузов, когда урожай от уборочных машин поступает непосредственно в транспортные средства и транспортируется ими в пункты переработки или хранения.

Прямые перевозки имеют ряд существенных недостатков. В частности, применение многозвенных поездов в этом случае затруднено из-за ухудшения маневренности их на поле при совместной работе с комбайнами, и затраты времени на загрузку так же увеличиваются. Кроме того, использование большегрузных автомобилей и тракторных поездов с тракторами К-701, Т-150К приводит к переуплотнению плодородного слоя почвы и, как следствие, к потере урожайности.

Повысить эффективность транспортных перевозок возможно путём использования таких схем транспортного обслуживания, когда в транспортную цепочку включается промежуточное звено – временное накопление перевозимых грузов в различного рода накопителях. В настоящее время для этих целей используются стационарные и передвижные бункера-накопители, контейнеры, перегрузочно-накопительные площадки, оборотные прицепы, прицепы-накопители и т.д.

Применение указанных схем транспортного обслуживания позволяет, в первую очередь, разорвать жёсткую связь между уборочными машинами и основными транспортными средствами, в результате чего производительность их взаимно увеличивается.

В качестве технологического транспорта для отвозки урожая от комбайнов до промежуточных накопителей используются автомобилесамосвалы средней грузоподъёмностью или тракторы МТЗ с тележками. На рисунке 6.1 приведены различные технологические схемы транспортного обслуживания уборочных комплексов.

Применение колёсных тракторов для сбора урожая от комбайнов в оборотные прицепы с последующим формированием автомобильных или тракторных поездов (рис. 6.1, б), а также использование смежных автомобильных или тракторных прицепов (рис. 6.1, а), расставляемых по полю, позволяет значительно сократить количество основного транспорта для транспортировки урожая к месту хранения. Необходимым условием применения такой схемы является наличие достаточно-го количества прицепов.

На рисунке 6.1, в приведена схема транспортного обеспечения с использованием мобильного накопителя. В этом случае урожай выгружается прямо в мобильный накопитель при движении или в местах выгрузки из бункеров комбайнов. Основной транспорт загружается из мобильного накопителя с большей производительностью, в результате чего затраты времени на загрузку транспортных средств уменьшаются.

На рисунке 6.1, г, д приведены схемы с использованием стационарно-мобильных накопителей, имеющих специальную эстакаду для въезда автомобилей-самосвалов, бункер и выгрузкой конвейер производительностью до 100 т/г. Один такой накопитель обычно рассчитан на работу 10 – 12 зерноуборочных комбайнов, его применение по данным хронометражных наблюдений позволяет более чем в 2 раза увеличить производительность транспортных средств по сравнению с прямыми перевозками.

На рисунке 6.1, е приведена схема транспортного обслуживания уборочных работ с использованием перегрузочно-накопительных площадок.

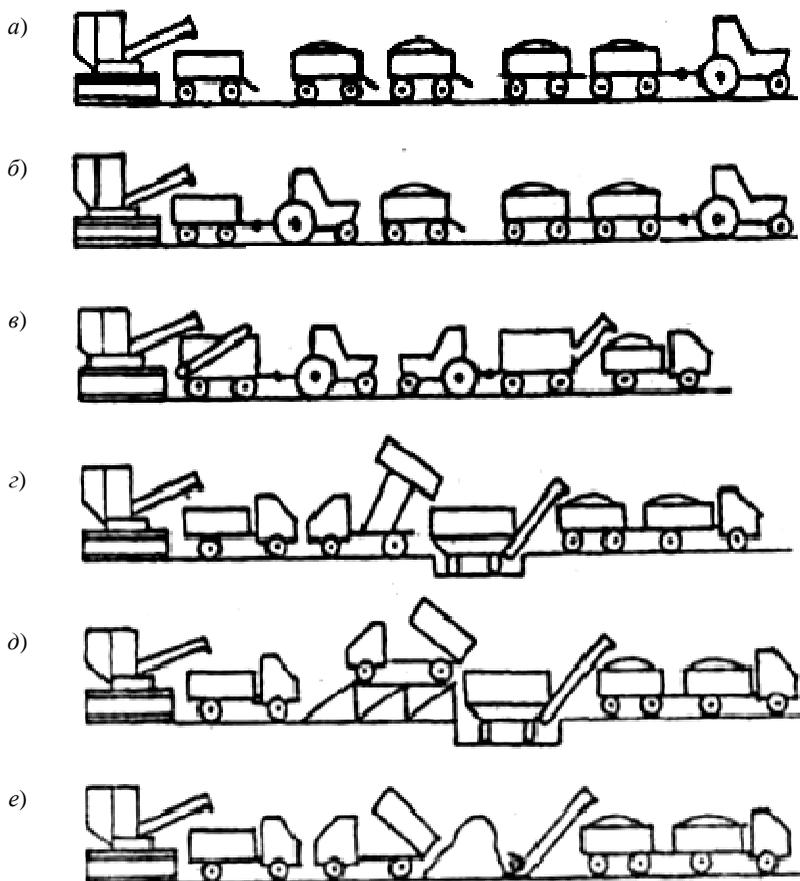


Рис. 6.1. Технологические схемы транспортного обслуживания уборочных комплексов

Уборочные машины подразделяются в основном на два типа: бункерные и безбункерные. Для транспортного обслуживания безбункерных (кормоуборочных, свеклоуборочных и др.) машин требуется большее количество транспортных единиц, чем для бункерных (например, зерноуборочных комбайнов), при этом требования к организации всего уборочно-транспортного процесса так же должны быть более жёсткими.

К особенностям расчёта состава уборочно-транспортных звеньев, включающих уборочные машины и транспортные средства, можно отнести обязательное согласование по времени работы указанных машин. Для уборочных машин и транспортных средств в отдельности

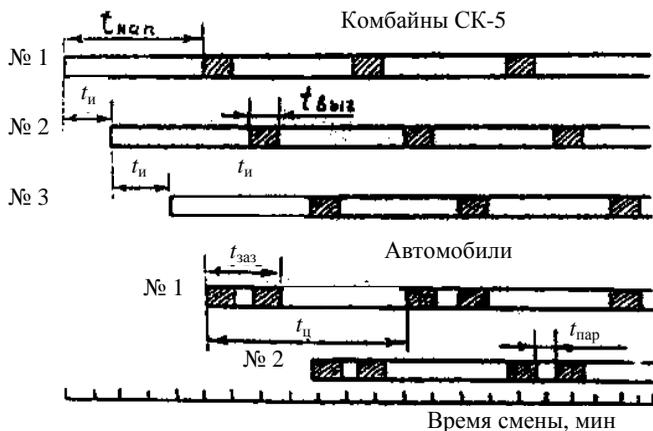


Рис. 6.2. График согласования работы уборочно-транспортного звена

рассчитывается время цикла и его составные элементы, затем на основе выполненных расчётов составляется график согласования работы указанных машин (рис. 6.2).

При работе уборочно-транспортного комплекса с использованием технологического транспорта и промежуточных накопителей-перегрузжателей график согласования составляется отдельно для каждой группы машин: «комбайн–технологический транспорт» и «накопитель–основной транспорт».

Время наполнения комбайна (в мин.) подсчитывается по уравнению

$$t_{\text{нап}} = \frac{k_0 V_6 \gamma \cdot 6000 \lambda}{q B_p V_p}, \quad (6.29)$$

где $k_0 = 1,1$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на кратковременные остановки и маневры; γ – плотность массы урожая, т/м^3 ; V_6 – объём бункера, м^3 ; q – урожайность ц/га .

Время выгрузки $t_{\text{выгр}}$ подсчитывают по формуле (5.9) (раздел 5) для $t_{\text{ос}}$ ($t_{\text{выгр}} = t_{\text{ос}}$)

$$t_{\text{выгр}} = \frac{V_6 \gamma \lambda}{3,6 W}.$$

Для транспортного средства время цикла $t_{\text{ц}}$ (время рейса) подсчитывается по формуле (6.13)

$$\begin{aligned} t_{\text{ц}} &= t_{\text{р}} = t_{\text{дг}} + t_{\text{дх}} + t_{\text{пр}}; \\ t_{\text{пр}} &= t_{\text{загр}} + t_{\text{разг}} + t_{\text{взв}}, \end{aligned} \quad (6.30)$$

где $t_{\text{загр}}$, $t_{\text{разг}}$, $t_{\text{взв}}$ – время загрузки, выгрузки и взвешивания, мин.

Для транспортных средств, вмещающих в своих кузовах два и более бункера, время загрузки $t_{\text{загр}}$ подсчитывается по формуле

$$t_{\text{загр}} = t_{\text{выгр}} n_{\text{б}} + t_{\text{пер}} (n_{\text{б}} - 1), \quad (6.31)$$

где $n_{\text{б}}$ – количество бункеров, вмещающихся в кузов транспортного средства; $t_{\text{пер}} = 1 \dots 3$ мин – время переезда автомобиля от одного комбайна к другому.

Количество транспортных средств ($m_{\text{т}}$), необходимых для транспортировки зерна от комбайнов, подсчитывается по формуле

$$m_{\text{т}} = \frac{t_{\text{ц}} m_{\text{к}}}{(t_{\text{нап}} + t_{\text{выгр}}) n_{\text{б}}}, \quad (6.32)$$

где $m_{\text{к}}$ – количество уборочных машин (комбайнов) в звене.

По округлённому до целого значению $m_{\text{т}}$ уточняют длительность цикла транспортного средства.

Время интервала движения между комбайнами $t_{\text{и}}$ определяется из соотношения

$$t_{\text{и}} = (t_{\text{нап}} + t_{\text{выгр}}) / m_{\text{к}}. \quad (6.33)$$

6.6. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача 1. Определить производительность и расход топлива автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554 с наставными бортами на перевозке силосной массы от силосоуборочного комбайна КСС-2,6 при урожайности массы 30 т/га. Расстояние перевозки с грузом $L_{\text{т}} = 2$ км, коэффициент использования пробега $\alpha_{\text{пр}} = 0,45$, коэффициент использования грузоподъёмности $\alpha_{\text{р}}^{\text{ст}} = 0,6$, расстояние переезда до места работы $L_{\text{пз}} = 4$ км.

Решение. 1) Грузоподъёмность автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554 равна $Q_{\text{т}} = Q_{\text{к}} \alpha_{\text{р}}^{\text{ст}} = 5,5 \cdot 0,6 = 3,3$ т. 2) Производительность автомобиля на один рейс будет равна $W_{\text{см}}^{\text{ткм}} = Q_{\text{т}} L_{\text{т}} = 3,3 \cdot 2 = 6,6$ т · км/рейс.

Сменная производительность определяется по формуле

$$W_{\text{см}}^{\text{ткм}} = W_{\text{р}}^{\text{ткм}} n_{\text{р}}.$$

Для того чтобы определить количество рейсов за смену, необходимо составить баланс времени смены

$$T_{\text{см}} = T_{\text{пз}} + T_{\text{дг}} + T_{\text{дх}} + T_{\text{пр}}.$$

Определяем сначала время выполнения одного рейса

$$t_p = t_{дг} + t_{дх} + t_{пр};$$

$$t_{дг} = L_r / V_p = 2/20 = 0,1 \text{ ч} = 6 \text{ мин};$$

$$t_{дх} = L_x / V_x = 2/22 = 0,09 \text{ ч} = 5,5 \text{ мин};$$

$$t_{пр} = t_{пр}^{загр} + t_{пр}^{выг};$$

$$t_{пр}^{загр} = Q_r 10 / B_p^k V_p^k q = 3,3 \cdot 10 / 2,5 \cdot 5 \cdot 303,3 = 0,088 \text{ ч} = 5,28 \text{ мин}.$$

Скорость движения комбайна $V_p^k = 5 \text{ км/ч}$.

2) Расстояние, проходимое автомобилем при загрузке, будет равно

$$L_{погр} = t_{пр}^{загр} V_p^k = 0,088 \cdot 5 = 0,044.$$

По таблице П27 $t_{пр}^{выг} = 2 \cdot 3,3 = 6,6 \text{ мин} = 0,11 \text{ ч}$.

Время рейса t_p будет равно

$$t_p = 0,1 + 0,99 + 0,044 + 0,11 = 0,344 = 20,64 \text{ мин}.$$

Количество рейсов за смену подсчитываем по формуле

$$n_p = \frac{T_{см} - T_{пз}}{t_p},$$

где $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время (2,5 мин на 1 ч работы).

Тогда количество рейсов за смену будет равно

$$n_p = \left(7 - 7 \cdot \frac{2,5}{60} \right) / 0,344 \approx 20 \text{ рейсов}.$$

Сменная производительность автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554 будет равна

$$W_{см}^{ТКМ} = 6,6 \cdot 20 = 132,0 \text{ т} \cdot \text{км/см}.$$

$$W_{см}^T = 3,3 \cdot 20 = 66,0 \text{ т/см}.$$

3) Расход топлива за смену подсчитываем по уравнению (6.22)

$$G_T^{см} = \frac{39}{100} \left(\frac{2}{0,45} \cdot 20 + 2 \cdot 4 \right) + \frac{46,8}{100} \cdot 0,44 \cdot 20 + \frac{2}{100} \cdot 6,6 \cdot 20 + 0,25 \cdot 20 = 50 \text{ л/см}.$$

4) Нормы расхода топлива на 1 т км и 1 т грузоперевозок будут равны

$$q_{\text{ТКМ}}^{\text{H}} = G_{\Gamma}^{\text{CM}} / W_{\text{CM}}^{\text{TKM}} = 50/132 = 0,378 \text{ л/т}\cdot\text{км};$$

$$q_{\text{KM}}^{\text{H}} = G_{\Gamma}^{\text{CM}} / W_{\text{CM}}^{\text{T}} = 50/66 = 0,76 \text{ л/т}.$$

Задача 2. Рассчитать оптимальный состав транспортного звена из автомобилей-самосвалов ЗИЛ-ММЗ-554, обеспечивающих перевозку silosной массы от двух комбайнов КСС-2,6 к местам хранения. Урожайность массы 20 т/га, расстояние перевозки $L_{\Gamma} = 2$ км, расстояние $L_{\text{пз}} = 4$ км, вместимость кузова автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554 с наставными бортами $12,5 \text{ м}^3$, плотность массы $\gamma = 0,25 \text{ т/м}^3$, коэффициент использования времени смены комбайнами $\tau = 0,68$.

Составить график согласования работы комбайнов и транспортных средств.

Решение. 1) Масса груза, находящегося в кузове автомобиля, равна $Q_{\Gamma} = V \gamma \lambda = 12,5 \cdot 0,25 \cdot 0,95 = 3,13 \text{ т}$. С учётом того, что номинальная грузоподъёмность автомобиля $Q_{\text{H}} = 5,5 \text{ т}$, коэффициент использования грузоподъёмности при перевозке silosa $\alpha_{\Gamma}^{\text{CT}} = 0,57$ (в справочной литературе – $\alpha_{\Gamma}^{\text{CT}} = 0,6$).

2) Расчёт времени цикла работы автомобилей

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{p}} = t_{\text{дг}} + t_{\text{дх}} + t_{\text{пр}}.$$

С учётом расчётов, приведённых в предыдущей задаче, $t_{\text{дг}} = 0,1$ ч; $t_{\text{дх}} = 0,09$ ч; $t_{\text{пр}}^{\text{выгр}} = 0,033$ ч.

$$t_{\text{пр}}^{\text{загр}} = 10Q_{\Gamma} / B_{\text{p}} V_{\text{p}}^{\text{K}} q = 10 \cdot 3,13 / 2,5 \cdot 50 \cdot 20 = 0,1253 = 7,5 \text{ мин}.$$

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{p}} = 0,1 + 0,09 + 0,125 + 0,033 = 0,348 \text{ ч} = 21 \text{ мин}.$$

3) Производительность автомобиля в смену (в т) рассчитывается по формуле

$$W_{\text{CM}}^{\text{T}} = Q_{\Gamma} n_{\text{p}}.$$

Количество рейсов будет равно

$$n_{\text{p}} = \left(7 - 7 \cdot \frac{2,5}{60} \right) / 0,348 = 19,3 \approx 20 \text{ рейсов}.$$

Производительность автомобиля (т)

$$W_{\text{CM}}^{\text{T}} = 3,13 \cdot 20 = 62,6 \text{ т/см}.$$

4) Производительность одного силосоуборочного комбайна подсчитывается по формуле (5.2)

$$W_{\text{см}}^{\text{га}} = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 7 \cdot 0,68 = 5,95 \text{ га/см.}$$

$$W_{\text{см}}^{\text{т}} = W_{\text{см}}^{\text{га}} q = 5,95 \cdot 20 = 119 \text{ т/см.}$$

5) Количество автомобилей для обслуживания работы двух комбайнов ориентировочно подсчитываем по формуле

$$m_{\Gamma} = \frac{W_{\text{смк}}^{\text{т}} m_{\text{к}}}{W_{\text{смa}}^{\text{т}}} = \frac{119 \cdot 2}{62,6} = 3,8 \approx 4.$$

6) Составим график согласования работы комбайнов и транспортных средств (рис. 6.3).

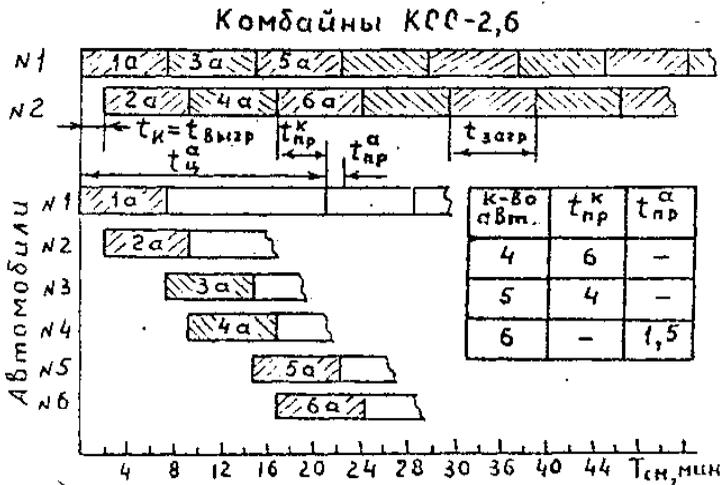


Рис. 6.3. График согласования работы комбайнов КСС-2,6 и автомобилей ЗИЛ-ММЗ-554

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАШИН

7.1. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА МАШИН

В целях поддержания сельскохозяйственной техники в работоспособном, исправном состоянии разработана система технического обслуживания и ремонта указанной техники.

Техническое обслуживание машин – это комплекс работ для поддержания исправности и работоспособности при подготовке к использованию, при использовании машины по назначению, а также при её хранении и транспортировке.

В соответствии с ГОСТ 20793–86 и ГОСТ 7751–85 вся сельскохозяйственная техника при её использовании и хранении подвергается всем видам технического обслуживания (ТО) (табл. 7.1) [1].

Таблица 7.1

Тракторы		Комбайны и сельскохозяйственные машины	
Виды технического обслуживания	Периодичность	Виды технического обслуживания	Периодичность
1	2	3	4
При обкатке	–	При обкатке	–
Ежемесячное ТО (ЕТО)	8...10 ч	Ежемесячное ТО (ЕТО)	8...10 ч
ТО-1	60/125 м·ч	ТО-1	60 м·ч
ТО-2	240/500 м·ч	ТО-2	240 м·ч
ТО-3	960/1000 м·ч	–	–
Сезонное ТО	2 раза в год	–	–
ТО в особых условиях	–	–	–
ТО при подготовке к длительному хранению	Не более 10 дней с момента окончания периода использования	ТО при подготовке к длительному хранению	Не более 10 дней с момента окончания периода использования
ТО в процессе длительного хранения	Один раз в месяц на открытых площадках; один раз в два месяца – в закрытых помещениях	ТО в процессе длительного хранения	Один раз в месяц на открытых площадках; один раз в два месяца – в закрытых помещениях

1	2	3	4
ТО при снятии с длительного хранения	За 15 дней до использования	ТО при снятии с длительного хранения	За 15 дней до использования

Примечание: периодичность ТО-1, ТО-2 и ТО-3, приведённая в знаменателе – для тракторов, решение о постановке на производство которых принято после 1.01.1982 г. (Т-30, МТЗ-100/102, МТЗ-142, ЛТЗ-145, Т-151К, К-701М, ДТ-175С, ЮМЗ-6АЛ/6АМ, МТЗ-80/82, Т-150/152К).

В соответствии с системой ТО предусматривается проведение двух текущих ремонтов (ТР) до капитального ремонта (КР) и одного ТО-3 до текущего ремонта.

На рисунке 7.1 приведена структура технических обслуживаний и ремонтов тракторов с периодичностью ТО 125-500-1000 м·ч (а) и 60-240-960 м·ч (б).

Системой ТО и ремонтов предусмотрена также периодичность проведения технического обслуживания, выражения в литрах израсходованного топлива или в условных эталонных гектарах выработки (табл. П36).

Периодичность ТО прицепных и навесных сельскохозяйственных машин определяется по наработке тракторов. Согласно положению допускается устанавливать периодичность проведения ТО и ремонтов для комбайнов и других уборочных машин по наработке в физических гектарах или моточасах (табл. 7.2).

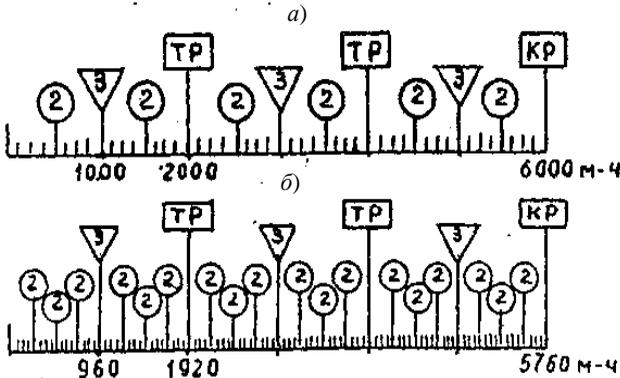


Рис. 7.1. Структура ТО и ремонтов тракторов

7.2. Коэффициент перевода моточасов в физические гектары при уборке

Марка машины	Коэффициент перевода м-ч в физ. га $K_{п}$	Марка машины	Коэффициент перевода м-ч в физ. га $K_{п}$
Дон-1500	2,60	КС-6, КС-6Б	0,50
Дон-1200	2,00	РКС-6, БМ-6	0,60
СК-5, СКД-5	1,00	ККУ-2А	0,17
СК-6	1,17	ЛКВ-4А	0,33
КСС-2,6	0,66	Е-281	1,06
КСК-100	1,33	Е-301, КПС-5Г	3,10

Структура ремонтно-обслуживающих воздействий для различных групп машин приведена в табл. 7.3.

Техническое обслуживание автомобильного транспорта проводится в соответствии с установленными видами и периодичностью ТО.

Виды ТО автомобилей включают в себя: ежесменное техническое обслуживание (ЕТО), первое (ТО-1) и второе (ТО-2) техническое обслуживание. Периодичность технического обслуживания автомобилей для дорожных условий третьей категории приведена в табл. 7.4.

Таблица 7.3

Виды ТО и ремонтов для групп машин			
Тракторы и самоходные шасси	Комбайны, самоходные и сложные прицепные машины	Сенуборочные машины, жатки, машины для защиты растений, прицепы, сцепки	Почвообрабатывающие машины, посадочные, посевные, машины для внесения удобрений
ЕТО ТО-1	ЕТО ТО-1	ЕТО ТО-1	ЕТО ТР
ТО-2 ТО-3 Сез. ТО ТР КР ТО при хранении	ТО-2 ТР КР	ТР ТО при хранении	ТО при хранении

Таблица 7.4

Тип подвижного состава	Периодичность ТО, км	
	ТО-1	ТО-2
Легковые автомобили	2500	10 000
Грузовые и автобусы на базе грузовых автомобилей	1725	7000

За весь срок службы автомобиля проводится, как правило, один полнокомплектный капитальный ремонт, не считая капитальных ремонтов его составных частей. Нормы пробега автомобиля до его капитального ремонта приводится в соответствующих справочниках или в инструкциях по эксплуатации на каждый автомобиль.

В структуре обслуживающих воздействий для автомобилей отсутствует текущий ремонт, однако операции текущего ремонта автомобилей проводятся, а работы эти приурочиваются к проведению очередного технического обслуживания.

7.2. РАСЧЁТ ТРУДОЁМКОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН

Техническое обслуживание тракторов и сельскохозяйственных машин выполняется, как правило, силами и средствами хозяйств и сельскохозяйственных предприятий, которые эксплуатируют указанную технику. Проведением технических обслуживаний и диагностированием сложных энергооснащённых тракторов и комбайнов занимаются специализированные ремонтно-технические предприятия.

С ростом технической оснащённости собственной ремонтной базы хозяйства зачастую проводят все работы по техническому обслуживанию собственными силами.

Важнейшим принципом организации технического обслуживания является разделение труда между трактористом-машинистом и специализированной службой (звеном мастера-наладчика) по техническому обслуживанию.

Звено мастера-наладчика выполняет периодические обслуживания ТО-1, ТО-2, ТО-3, работы по диагностированию, обслуживанию техники при её хранении, осуществляет заправку машин нефтепродуктами и т.д.

Трактористы-машинисты обычно выполняют работы по ежесменному техническому обслуживанию закреплённых за ними тракторов и сельскохозяйственных машин. Иногда трактористы-машинисты включаются в состав звена мастера-наладчика и выполняют работы по периодическому техническому обслуживанию.

Общую трудоёмкость технического обслуживания и ремонта тракторов определяют по формуле

$$H_{\text{тор}} = H_{\text{ЕТО}} + H_{\text{пто}} + H_{\text{тех}} + H_{\text{р}}, \quad (7.1)$$

где $H_{\text{тор}}$ – общая трудоёмкость ТО и ремонта, ч; $H_{\text{ЕТО}}$ – трудоёмкость ежесменных ТО, ч; $H_{\text{пто}}$ – трудоёмкость периодических ТО, ч; $H_{\text{тех}}$ – трудоёмкость технических осмотров, ч; $H_{\text{р}}$ – трудоёмкость текущего ремонта, ч.

Существуют нормативы трудоёмкости на техническое обслуживание и ремонт тракторов (табл. П33 и П34).

Нормативы трудоёмкости технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин приведены в табл. П35, комбайнов в табл. П34.

Состав звеньев по техническому обслуживанию определяется в зависимости от вида и трудоёмкости работ по обслуживаемому парку машин, наличия средств диагностирования и т.д.

На период полевых работ в хозяйствах создаются специализированные звенья эксплуатационного ремонта для выполнения работ по устранению внезапных отказов и неисправностей машин непосредственно в поле.

Расчёт трудоёмкости работ по текущему ремонту тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин производится по нормативам, приведённым в табл. П33 – П35.

Нормативы трудоёмкости технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей приведены в табл. 21.

Суммарная трудоёмкость ($T_{\text{сум}}$) технического обслуживания автомобилей рассчитывается с учётом двух видов нормативов – по следующим формулам [11]:

$$T_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^k N_i T_{\text{н}_i}; \quad (7.2)$$

$$T_{\text{сум}} = \sum_{i=j=1}^{i=k; j=m} \frac{T_{\text{н}_i}^{1000} S_i}{1000}, \quad (7.3)$$

где k – число ТО автомобилей; N_i – планируемое количество технических обслуживаний i -го вида; $T_{\text{н}_i}$ – нормативная трудоёмкость технического обслуживания i -го вида, ч. (табл. П37); $T_{\text{н}_i}^{1000}$ – нормативная трудоёмкость технических обслуживаний на 1000 км пробега (табл. П37); S_i – плановый пробег автомобиля, км; m – число марок автомобилей.

7.4. Нормативы трудоёмкости технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей

Наименование показателя	Трудоёмкость по маркам машин								
	ГАЗ-52	ГАЗ-53А	ГАЗ-53Б	ЗИЛ-130	ЗИЛ-ММЗ-555	МАЗ-500	КРАЗ-257	КАМАЗ-5320	УАЗ-469
Трудоёмкость одного ТО (ч):	– ЕТО	0,55	0,65	0,59	0,68	0,59	0,65	0,98	0,52
	– ТО-1	2,2/2,9	2,5/3,3	2,7/3,5	3,1/4	3,4/4,4	3,5/4,6	3,4/4,4	1,7/2,2
– ТО-2	9/11,7	9,1/11,8	10,5/13,6	10,8/14,0	2,4/16,1	13,8/17,9	14,7/19,1	16,5/21,5	8,5/11,1
Суммарная трудоёмкость (ч/1000 км):	– без ЕТО	2,3/3	3,5/4,5	2,8/3,6	4,5/5,9	3,5/4,5	3,7/4,8	3,7/4,8	1,3/1,7
	– с учётом ЕТО (для хозяйств)	6,3	8,4	7,0	10,0	7,9	8,7	10,7	4,8
ГР	4,3/5,6	4,5/5,9	5,2/6,8	4,8/6,2	5,5/7,2	7,2/9,4	7,5/9,8	8,1/10,5	7,9/10,3

Примечание: в числителе – для СТОА, в знаменателе – для хозяйств.

Таблица 7.5

Категория дорожных условий	Поправочный коэффициент к периодичности ТО	Поправочный коэффициент к нормативам трудоёмкости ТО
I	1,25	0,83
II	1,12	0,89
III	1,00	1,00
IV	0,88	1,15
V	0,75	1,33

Таблица 7.6

Категория дорожных условий	Характеристика дорог
I	Автомобильные дороги с цементно-бетонным, асфальтированным, брусчатым и мозаичным покрытием.
II	Автомобильные дороги с битумно-минеральным, щебёнчатым, гравийным покрытием.
III	Автомобильные дороги с твёрдым покрытием и грунтовые дороги, обработанные вяжущими материалами.
IV	Грунтовые дороги, укреплённые или улучшенные местными материалами.
V	Естественные грунтовые

При работе автотранспорта в других, отличающихся от III категории, дорожных условиях проводится корректировка нормативов на техническое обслуживание и ремонт автомобилей и периодичности ТО (табл. 7.5).

Характеристика категории дорожных условий эксплуатации автомобилей приведена в табл. 7.6.

При проведении технического обслуживания тракторов и сельскохозяйственных машин расходуются определённое количество смазочных, промывочных и обтирочных материалов, расход которых определён соответствующими нормами (табл. 7.7 и 7.8), [6, табл. 206].

Для нормального функционирования машинно-тракторного парка в целях сокращения затрат времени при проведении технического обслуживания и ремонта техники в хозяйствах и сельскохозяйственных предприятиях должен создаваться обменный фонд сборочных единиц и деталей. В справочной литературе [6, табл. 207] приводится номенклатура и ориентировочный перечень сборочных единиц и деталей в обменном фонде.

7.7. Нормы расхода дизельного топлива и моторного масла на ремонт и обкатку тракторов и комбайнов

Тракторы и комбайны	Расход топлива, кг			
	кр		тр	
	топливо	масло	топливо	масло
К-701	213,8	47,7	138,2	35,3
Т-150, Т-150К	224,9	47,7	144,5	35,3
Т-74, ДТ-75М	198,0	39,4...41	120,8	35,3
МТЗ-80/82	114,9...127,3	27,1		
СК-5, СК-6	62,7	22,5		

7.8. Нормы расхода топливо-смазочных материалов на техническое обслуживание тракторов (в % к основному расходу топлива)

Трактор	Дизельное топливо	Керосин	Бензин	Масло			Консистентная смазка
				моторное	автотракторное	трансмиссионное	
К-701	0,1	0,6	–	4/5,5	0,25/0,2	0,1	0,1
Т-130	0,2	0,2	0,22	4,3/5,1	7	1,0	0,3
Т-150					1,0		
Т-150К	0,2	0,7	0,25	4,5/5,1		–	0,2
ДТ-75М					1,0		
Т-74							
МТЗ-80/82	0,2	0,7	0,25	5/5,9	0,6	0,7	0,2

Примечание: В знаменателе – расход ТСМ с учётом расходов на гидросистему.

7.3. ПЛАНИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА МАШИН

Существует несколько способов составления годового плана технического обслуживания и ремонтов тракторов. Наиболее применимы три основных способа: ориентировочный, расчётно-графический и с использованием типичных интегральных кривых расхода топлива.

1. Ориентировочный способ.

В этом случае с помощью расчётных формул определяется планируемое количество профилактических технических обслуживаний и ремонтов, проводимых в течение года.

Количество капитальных ремонтов рассчитывают по формуле

$$n_k = \frac{H_{\Gamma} n_M}{H_k}, \quad (7.4)$$

где H_{Γ} – планируемая среднегодовая наработка на один трактор (комбайн), ч, кг израсходованного топлива или у. э. га; H_k – средняя наработка трактора или комбайна (планируемая) до капитального ремонта, ч, кг топлива или у. э. га; n_M – ожидаемое число машин.

Количество текущих ремонтов машин (n_T) определяется по формуле

$$n_T = \frac{H_{\Gamma} n_M}{H_T} - n_k, \quad (7.5)$$

где H_T – средняя (планируемая) наработка трактора или комбайна до текущего ремонта, ч, кг топлива или у. э. га.

Количество технических обслуживаний тракторов рассчитывают по следующим формулам:

$$n_{\text{ТО-3}} = \frac{H_{\Gamma} n_M}{H_{\text{ТО-3}}} - n_k - n_T; \quad (7.6)$$

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{H_{\Gamma} n_M}{H_{\text{ТО-2}}} - n_k - n_T - n_{\text{ТО-3}}; \quad (7.7)$$

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{H_{\Gamma} n_M}{H_{\text{ТО-1}}} - n_k - n_T - n_{\text{ТО-3}} - n_{\text{ТО-2}}, \quad (7.8)$$

где $H_{\text{ТО-3}}$, $H_{\text{ТО-2}}$, $H_{\text{ТО-1}}$ – периодичность технических обслуживаний ТО-3, ТО-2 и ТО-1; $n_{\text{ТО-1}}$, $n_{\text{ТО-2}}$, $n_{\text{ТО-3}}$ – количество периодических технических обслуживаний ТО-1, ТО-2 и ТО-3.

2. Расчётно-графический способ.

В соответствии с методикой расчёта по указанному способу и на основании технологических карт на возделывание сельскохозяйственных культур определяют объём механизированных работ, выполняемых тракторами в планируемом году, строят графики зависимости загрузки тракторов каждого класса и интегральные кривые расхода топлива по месяцам года.

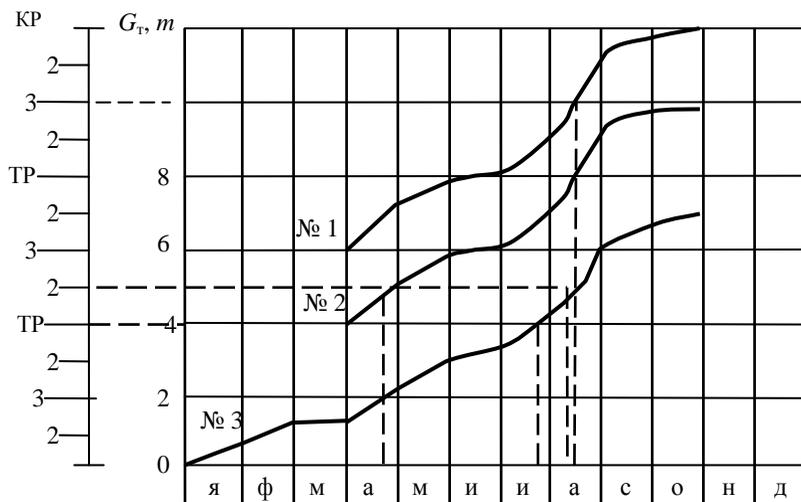
Данные интегральных кривых расхода топлива являются исходными для построения графиков проведения технических обслуживаний.

Построение графиков ТО и ремонтов производится следующим образом. По оси абсцисс строится шкала времени в месяцах года, а по оси ординат – расход топлива в литрах или килограммах, слева от оси ординат – строится шкала с перечнем видов ТО, соблюдая масштаб и

периодичность ТО по расходу топлива. В зависимости от технического состояния тракторов (вида последнего ремонта и количества израсходованного топлива от последнего ремонта по состоянию на 1 января планируемого года) и от периода начала работы трактора на графике нарастающим итогом строится интегральная кривая расхода топлива для каждого их тракторов данной марки (рис. 7.2).

В этом случае расход топлива по месяцам для каждого трактора определяется делением общего расхода топлива (по общей интегральной кривой для каждой группы тракторов) на количество работающих в каждом месяце тракторов.

Начало интегральной кривой для каждого трактора соответствует положению последнего вида ремонта на шкале ТО и началу работы по оси абсцисс. Календарные сроки проведения того или иного вида ТО



Хозяйственные номера тракторов	№ 1							∇			
	№ 2			Δ							
	№ 3						□	Δ			
Количество ТО и ремонта	ТО-1	3	1	-	9	2	2	4	12	2	2
	ТО-2		1		2						
	ТО-3				1						
	ТР										
	КР										

Рис. 7.2. График ТО и ремонтов тракторов

определяются пересечением горизонтальной прямой, проведённой на шкале ТО, с интегральной кривой каждого трактора. Под графиками ТО и ремонтов находится сводная таблица, дающая возможность опрелелить виды и общее количество технических обслуживаний и ремонтов, которые нужно провести в каждом месяце по всем тракторам данной марки.

Указанный способ составления годового плана ТО и ремонтов наиболее точен, но в условиях хозяйств не всегда находит широкое применение из-за трудоёмкости расчётов.

Некоторыми авторами [12] предлагается упрощённый способ составления годового плана технических обслуживаний и ремонтов на основе так называемой типичной интегральной кривой расхода топлива тракторами каждой марки.

Для построения указанной кривой необходимо знать данные по расходу топлива в хозяйстве тракторами в течение последних трёх лет. Пример составления исходных данных приведён в табл. 7.9.

На рисунке 7.3 представлен пример построения типичной интегральной кривой расхода топлива для тракторов МТЗ-100/102 с использованием данных табл. 7.9.

7.9. Распределение расхода топлива тракторами МТЗ-100/102 по месяцам года (данные хозяйств)

Месяц	Израсходовано топлива, кг				
	в 1992 г.	в 1993 г.	в 1994 г.	в среднем за 3 года	нарастающим итогом на конец каждого месяца
Январь	625	627	648	633	633
Февраль	618	613	635	622	1255
Март	695	689	683	689	1944
Апрель	920	895	932	916	2860
Май	915	895	904	905	3765
Июнь	887	880	901	889	4654
Июль	886	881	887	885	5539
Август	795	798	877	823	6362
Сентябрь	788	774	771	778	7140
Октябрь	776	751	764	764	7903
Ноябрь	723	711	674	703	8606
Декабрь	718	702	691	704	9310

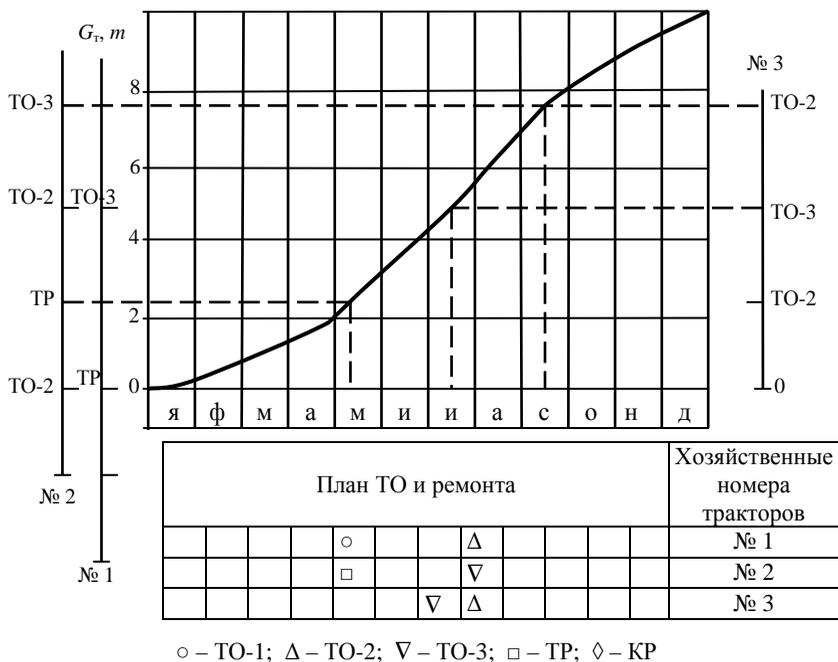


Рис. 7.3. Годовой план технологического обслуживания тракторов МТЗ-100/102 (пример)

При составлении графика ТО и ремонтов должны быть использованы данные о техническом состоянии тракторов в такой форме, как это представлено в виде примеров табл. 7.10.

Слева от оси ординат располагают шкалу периодичности ТО, соответствующую марке трактора, с соответствующими значениями расхода топлива. Лучше всего сделать шкалу подвижной для обеспечения возможности перемещения её по вертикали относительно начала интегральной кривой.

Таблица 7.10

Марка трактора	Хозяйственный номер трактора	Время последнего ремонта	Израсходовано топлива от последнего ремонта, кг
МТЗ-100	№ 1	TP-1	2000
МТЗ-100	№ 2	KP	0
МТЗ-102	№ 3	новый	1000

Для каждого трактора подвижная шкала периодичности устанавливается относительно начала интегральной кривой в положение, соответствующее техническому состоянию этого трактора. Например, для трактора МТЗ-100 № 2, прошедшего капитальный ремонт и на 1 января планируемого года не израсходовавшего ни одного килограмма топлива, шкала устанавливается в положение «0 – 0», когда начало шкалы совпадает с началом интегральной кривой. Виды ТО и ремонтов и календарные сроки их выполнения определяются так же, как и при использовании расчётно-графического способа, т.е. пересечением горизонтальных линий, проведённых из точек шкалы с соответствующими видами ТО, с интегральной кривой. Определённые таким образом виды ТО отмечаются в соответствующих клетках таблицы, расположенной под графиком.

На основании полученных данных по всем маркам тракторов составляется годовой план технического обеспечения и ремонта техники в хозяйстве или в сельскохозяйственном предприятии.

7.4. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача 1. В бригаде имеется пять тракторов К-700А, четыре трактора Т-150К, шесть тракторов ДТ-75Т, восемь тракторов МТЗ-80 и три трактора Т-25А. На планируемый год средняя выработка составит для тракторов:

- К-701 – 3000 у.эт.га или 41 250 л. топлива;
- Т-150К – 2400 у.эт.га или 24 000 л. топлива;
- ДТ-75М – 1700 у.эт.га или 22 400 л. топлива;
- МТЗ-80 – 1200 у.эт.га или 13 632 л. топлива;
- Т-25А – 400 у.эт.га или 4160 л. топлива.

Определить количество ТО-1, ТО-2, ТО-3, текущих и капитальных ремонтов для всего парка машин.

Решение. В соответствии с периодичностью технического обслуживания тракторов (табл. П36) количество видов ТО и ремонтов определяется по формулам (7.4 – 7.8). Например, для тракторов К-701:

$$n_k = \frac{41\,250 \cdot 5}{264\,000} = 0,78 \approx 0.$$

$$n_T = \frac{41\,250 \cdot 5}{88\,000} - 0 = 2,34 \approx 2.$$

$$n_{\text{ТО-3}} = \frac{41\,250 \cdot 5}{44\,000} - 0 - 2 = 4,69 = 2,69 \approx 2.$$

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{41\,250 \cdot 5}{22\,000} - 0 - 2 - 2 = 9,38 - 0 - 2 - 2 = 5,38 \approx 5.$$

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{41\,250 \cdot 5}{5500} - 0 - 2 - 2 - 5 = 37,5 - 9 = 28,5 \approx 28.$$

Аналогично подсчитываем количество ТО и ремонтов других марок тракторов и результаты расчётов занесём в таблицу.

Марка трактора	Количество тракторов	Средняя планируемая выработка, л	Количество ТО и ремонтов				
			КР	ТР	ТО-3	ТО-2	ТО-1
К-701	15	41 250	–	2	2	5	28
Т-150К	4	24 000	–	2	2	5	29
ДТ-75М	6	22 400	2	3	6	12	69
МТЗ-80	8	13 632	1	4	5	11	66
Т-25А	3	4160	–	1	2	3	19

Задача 2. В хозяйстве имеется 46 автомобилей ГАЗ-53Б и 20 автомобилей ЗИЛ-130. Среднегодовой плановый пробег автомобиля ГАЗ-53Б – 35 тыс. км, а ЗИЛ-130 – 42 тыс. км. Средний пробег на начало года от последнего технического обслуживания у автомобилей ГАЗ-53Б составляет 1 тыс. км, а у ЗИЛ-130 – 2 тыс. км.

Определить количество ТО-1 и ТО-2 за планируемый год.

Решение:

1. Средний плановый пробег автомобилей подсчитываем по формуле

$$S = S_{\text{пл}} + \Delta S,$$

где $S_{\text{пл}}$ – плановый пробег, км; ΔS – пробег от последнего ТО, км.

Для автомобилей ГАЗ-53Б

$$S = 35 + 1,0 = 36 \text{ тыс. км.}$$

Для ЗИЛ-130

$$S = 42 + 2 = 44 \text{ тыс. км.}$$

2. Количество технических обслуживаний:

Для автомобиля ГАЗ-53Б:

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{S}{H_{\text{ТО-2}}} = \frac{36,0}{7,0} = 5,14 \approx 5;$$

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{S}{H_{\text{ТО-1}}} - n_{\text{ТО-2}} = \frac{36,0}{1,73} - 5 = 15,84 \approx 15.$$

Для автомобилей ЗИЛ-130:

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{44,0}{7} = 6,3 \approx 6;$$

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{44}{1,73} - 6 = 19,5 \approx 19.$$

3. Суммарное количество технических обслуживаний будет составлять:

Марка автомобилей	Количество автомобилей	Количество ТО	
		ТО-1	ТО-2
ГАЗ-53Б	46	690	230
ЗИЛ-130	20	380	120
Итого		1070	350

Задача 3. Определить суммарную трудоёмкость технического обслуживания 46 автомобилей ГАЗ-53Б и 20 автомобилей ЗИЛ-130 (исходные данные в задаче 2).

Решение:

1. При использовании нормативов трудоёмкости технического обслуживания по табл. П37 определяем значение $T_{\text{нТО-2}} = 13,6$ ч (ГАЗ-53Б) и $T_{\text{нТО-2}} = 14$ ч, $T_{\text{нТО-1}} = 3,3$ ч (ГАЗ-53Б) и $T_{\text{нТО-1}} = 3,5$ ч (ЗИЛ-130). Из задачи 2 известно количество технических обслуживаний: $n_{\text{ТО-1}} = 230$ (ГАЗ-53Б) и $n_{\text{ТО-2}} = 120$ (ЗИЛ-130), $n_{\text{ТО-1}} = 690$ (ГАЗ-53Б) и $n_{\text{ТО-2}} = 380$ (ЗИЛ-130).

В этом случае суммарная трудоёмкость технического обслуживания для данного парка автомобилей составит

$$T_{\text{сум}} = 230 \cdot 13,6 + 120 \cdot 14,0 + 690 \cdot 3,3 + 380 \cdot 3,5 = 8415 \text{ ч.}$$

2. При использовании нормативов трудоёмкости автомобилей на 1000 км пробега (табл. П37) значения $T_{\text{н}}^{1000}$ будут равны:

$$T_{\text{н}}^{1000} = 4,5 \text{ ч/1000 (ГАЗ-53Б)} \text{ и } T_{\text{н}}^{1000} = 3,6 \text{ ч/1000 (ЗИЛ-130).}$$

Тогда

$$T_{\text{сум}} = \frac{4,5 \cdot 46 \cdot 36\,000 + 3,6 \cdot 20 \cdot 44\,000}{1000} = 10\,620 \text{ ч.}$$

В связи со значительным расхождением в значениях суммарной трудоёмкости технического обслуживания автомобилей, рассчитанной по двум видам нормативов, предпочтительнее использовать первый вид нормативов – нормативы суммарной трудоёмкости на выполнение каждого ТО-1 и ТО-2.

8. РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩАЯ БАЗА МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

В зависимости от объёма выполняемых работ, специфики обслуживания сложной техники, наличия специального оборудования и ряда других факторов ремонтно-обслуживающая база сельского хозяйства имеет три уровня:

- 1) ремонтно-обслуживающая база сельскохозяйственных предприятий и хозяйств;
- 2) ремонтно-обслуживающая база районных технических предприятий;
- 3) ремонтно-обслуживающая база областных, краевых, республиканских предприятий сельского хозяйства.

В ремонтно-обслуживающую базу сельского хозяйства входят различные предприятия, цехи, мастерские, автогаражи, пункты ТО, склады, сооружения, средства технического обслуживания (передвижные и стационарные) и другие объекты, предназначенные для проведения технического обслуживания, ремонта и хранения машин. В соответствии с существующей классификацией [1] ремонтно-обслуживающая база хозяйств подразделяется на три типа.

Тип А – каждое отделение (бригада) имеет самостоятельный хозяйственный центр, где размещается закреплённая за подразделением техника и имеется пункт технического обслуживания (ПТО). На центральной усадьбе имеется центральная ремонтная мастерская, материально-технический склад, автогараж, машинный двор, нефтесклад, административные здания и т.д.

Тип Б – на центральной усадьбе имеется хозяйственный центр одного отделения (бригады) и базируется закреплённая за отделением (бригадой) техника. Здесь имеется центральная ремонтная мастерская, машинный двор, автогараж, нефтесклад, а также сектор межсменной стоянки машин. Другие отделения (бригады) имеют свои пункты технического обслуживания.

Тип В – все подразделения находятся в одном хозяйственном центре, где базируется вся техника. На центральной усадьбе сосредотачивается весь комплекс сооружений базы – центральная ремонтная мастерская, машинный двор, автогараж, нефтесклад с постом заправки, сектор межсменной стоянки машин и др., на центральном машинном дворе хранят всю технику.

В таблице 8.1 приведены типы и характеристики объектов на центральной усадьбе колхозов, совхозов и других сельскохозяйственных предприятий.

Таблица 8.1

Тип объектов на центральной усадьбе	Название показателя, характеристика	Параметры показателя
Материально-техническая база центральной усадьбы хозяйства	Число тракторов в хозяйстве	25, 50, 75, 100, 150, 200
В том числе: центральная ремонтная мастерская	То же	25, 50, 75, 100, 150, 200
автогараж с профилакторием	Число автомобилей в хозяйстве	10, 25, 60, 100, 150
машинный двор	Число тракторов в хозяйстве	25, 50, 75, 100, 150, 200
нефтесклад с постами заправки	Вместимость резервуаров, м ³	40, 80, 150, 300, 600, 1200

В состав базы отделения (бригады) входят: мастерская с постом технического обслуживания и складом для хранения снимаемых деталей; пост заправки нефтепродуктами; отапливаемый гараж для тракторов, работающих в холодное время года; площадки для мойки машин, ремонта, регулировки рабочих органов и комплектования агрегатов; площадки для длительного хранения машин, стоянки тракторных агрегатов в межсезонное время, служебно-бытовые помещения. Пункты технического обслуживания в отделениях (бригадах) строятся по типовым проектам ТП 816-01-16 на 20, 30 и 40 тракторов.

Подвижные средства технического обслуживания (табл. 8.2) применяются в сочетании со стационарными объектами ремонтно-обслуживающей базы.

Для оснащения объектов ремонтно-обслуживающей базы применяются комплекты стационарных средств технического обслуживания: КСТО-1 (для отделений и бригад), КСТО-2 (для мастерских центральных усадьб), КСТО-3 (для станций технического обслуживания).

В таблице 8.3 приведены нормативы потребности в средствах технического обслуживания машинно-тракторного парка в расчёте на 100 физических тракторов.

Характеристика объектов ремонтно-обслуживающей базы районного уровня приведена в табл. 8.4.

Состав технологического оборудования, входящего в комплекты стационарных средств технического обслуживания, приведён в табл. 8.5.

Таблица 8.2

Виды передвижных средств ТО	Марка средств ТО
1. Механизированные заправочные агрегаты (МЗА)	ОЗ-1926, ОЗ-3607, ОЗ-1362, ОЗ-1401 и др.
2. Установки для смазывания и заправки маслом	ОЗ-9902, ОЗ-9902А
3. Агрегаты технического обслуживания (АТО)	АТО-4822, АТО-9966, АТО-9994, АТО-1500Г
4. Передвижные ремонтные и ремонтно-диагностические установки (МПР)	МПР-3901, ЛуАЗ-37031, МПТ-817М, МПР-9924
5. Передвижные диагностические установки (ПДУ)	КИ-13905М, КИ-13925

Таблица 8.3

	Комплекты стационарных средств технического обслуживания			Передвижные средства технического обслуживания			
	КСТО-1	КСТО-2	КСТО-3	АТО	МЗА	МПР	ПДУ
Нормативы потребности шт./100 ф. тр.	2,09	1,03	0,24	2,77	2,48	2,95	0,56

Таблица 8.4

Объекты РОБ	Название показателя, характеристика	Параметры показателя
1	2	3
1. Станция ТО тракторов К-701, Т-150К	Парк обслуживаемых тракторов в год	200, 300, 400, 600, 800
2. Станция ТО автомобилей	Парк обслуживаемых автомобилей	400, 600
3. Мастерская общего назначения	Парк тракторов в обслуживаемых хозяйствах	400, 600, 800
4. Цех по ремонту зерноуборочных комбайнов и других сложных сельхозмашин	Число проведённых ремонтов в год	1200, 1600
5. Станция ТО в животноводстве	Затраты денежных средств	200, 300
6. Технический обменный пункт	Грузооборот годовой тыс. т.	2,0; 3,0; 4,0

8.5. Перечень оборудования, входящего в комплексы КСТО

Перечень технологического оборудования комплектов стационарных средств ТО	Количество единиц оборудования в комплекте, шт.		
	КСТО-1	КСТО-2	КСТО-3
1. Топливозаправочная установка ОЗ-9936 или КЭР-40-1,0 или КЭР-50-1,0-1	1	1	1
2. Моечная машина ОМ-3360, ОМ-5285, ОМ-5359, ОМ-5362	1	1	1
3. Комплект оснастки мастера-наладчика ОРГ-4999, ОРГ-4999А, ОРГ-16395	1	1	1
4. Установка для смазки и заправки ОЗ-9902А, ОЗ-4967М	1	1	1
5. Установка для промывки системы смазки дизеля ОМ-2871А, ОМ-2871Б	1	1	1
6. Компрессор М-155М-2			
7. Комплект диагностических средств КИ-13919	1	1	–
8. Комплект контрольно-измерительных приборов КИ-13910	–	1	–
9. Стенд для диагностирования колёсных тракторов КИ-8927, КИ-8948	–	–	1
10. Комплект для диагностирования на СТ0Т КИ-13920	–	–	1
11. Установка для промывки картонных фильтрующих элементов воздухоочистителей ОРГ-9971А	–		

При необходимости можно произвести расчёт необходимого количества стационарных и мобильных средств технического обслуживания по формуле

$$n_c = \Sigma T_i / t_r, \quad (8.1)$$

где T_i – трудоёмкость работ, выполняемых с помощью агрегата, пункта, комплекса, ч; t_r – годовой фонд времени работы рассчитываемого агрегата, пункта, комплекса, ч.

Количество рабочих для проведения технического обслуживания можно подсчитать по следующей формуле [11]:

$$n_p = (T - T_{mn} n_{mn} - T_y) / T_p, \quad (8.2)$$

где T – трудоёмкость работ, ч; T_{mn} – годовой фонд рабочего времени мастера-наладчика (1300...1400 ч) с учётом коэффициента использования времени, ч; n_{mn} – число мастеров-наладчиков, чел; T_y – трудоёмкость работ, выполняемых учётчиком, ч; T_p – фонд рабочего времени одного работника, ч.

$$T_p = D t_{дн} \eta - t_{др}, \quad (8.3)$$

где D – число рабочих дней в году; $t_{дн}$ – продолжительность рабочего дня, ч; η – коэффициент использования рабочего времени ($\eta = 0,9...0,95$); $t_{др}$ – расход времени на другие работы, ч.

9. РАСЧЁТ НЕФТЕХОЗЯЙСТВА

9.1. ОРГАНИЗАЦИЯ СНАБЖЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Современное нефтехозяйство – это система материально-технического снабжения, включающая в себя нефтесклады, посты заправки в бригадах и отделениях, различные передвижные заправочные средства, средства доставки нефтепродуктов с центральных районных нефтеснабжающих баз и организаций.

На рисунке 9.1 представлены типовые схемы организации нефтеснабжения. Нефтепродукты доставляются в хозяйство автоцистернами хозяйства или централизованным завозом средствами районных нефтебаз.

В хозяйстве вопросами организации приёма, учёта, хранения и отпуска нефтепродуктов занимается служба нефтехозяйства.

Для обеспечения бесперебойной заправки тракторов и сельхозмашин топливом и смазочными материалами в хозяйстве имеется специализированное звено заправки, состоящее из заправщиков стационарных постов и водителей-заправщиков передвижных заправочных агрегатов.

В таблице 9.1 приведены рекомендации по выбору рациональной схемы заправки машины в бригадах (отделениях) хозяйства [12].

Таблица 9.1

Средства заправки	Число тракторов	Условия использования
Стационарный пункт	5...15	При возвращении тракторов на полевой стан в конце смены
Механизированный заправочный агрегат МЗ-3904	5...15	То же и доставка нефтепродуктов со склада до 20 мин
Механизированный заправочный агрегат МЗ-3905Т	До 25	При получении нефтепродуктов на складе или пункте заправки, удалённых от бригады до 10 км
Стационарный пункт заправки и механизированный заправочный агрегат МЗ-3904 или МЗ-3905Т	От 15 до 35	При доставке нефтепродуктов в бригаду автоцистернами с частичной заправкой машин в бригаде
Установка топливозаправочная ОЗ-9936 ГОСНИТИ	До 24	При доставке нефтепродуктов автоцистернами

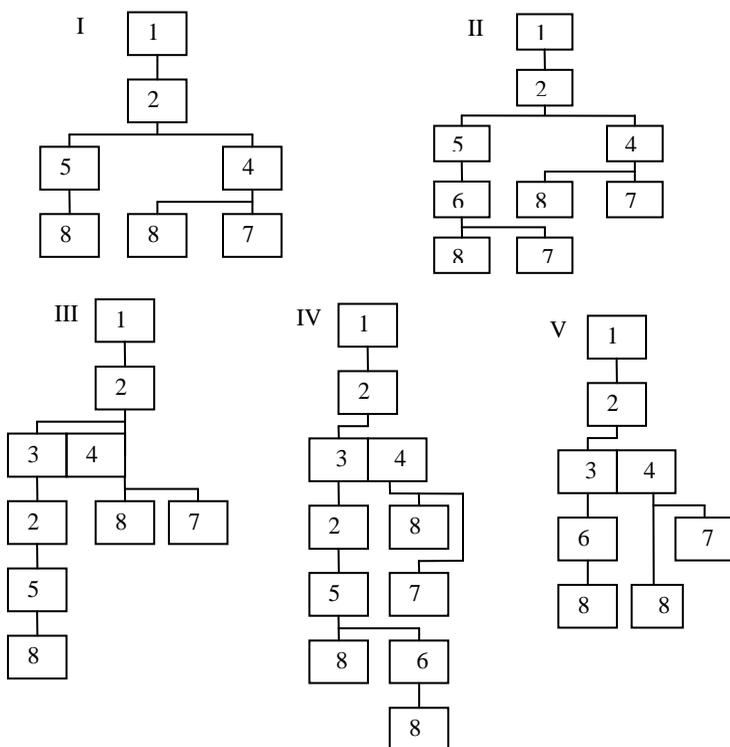


Рис. 9.1. Схемы организации снабжения хозяйства нефтепродуктами (I – V):

1 – база снабжения; 2 – автоцистерна; 3 – склад хозяйства;
 4 – пост заправки в хозяйстве; 5 – пост заправки в бригаде;
 6 – заправочный агрегат; 7 – автомобиль; 8 – трактор

9.2. РАСЧЁТ ПОТРЕБНОСТИ В НЕФТЕПРОДУКТАХ

Расчёт потребности хозяйства в нефтепродуктах может производиться разными способами.

Наиболее точным может быть расчёт с использованием интегральных кривых расхода топлива при анализе графиков машиноиспользования. При этом учитывается расход нефтепродуктов на техническое обслуживание, хранение машин, ремонт и обкатку двигателей, расход топлива грузовыми и легковыми автомобилями, автозаправщиками и другими технологическими транспортными средствами, а также расход топлива в котельных, сушильных установках и т.д.

Существует способ расчёта потребности в нефтепродуктах с использованием нормативов расхода топлива на единицу производимой продукции [1].

Общее годовое потребление в нефтепродуктах при наличии нормативов на единицу производимой продукции определяют по следующей формуле:

$$\Phi_{\Gamma} = \Sigma k_0 N_{\text{техн}} Q (1 + \alpha_1 + \alpha_2) + \Sigma N_i n_i, \quad (9.1)$$

где $N_{\text{техн}}$ – общетехнический норматив расхода нефтепродуктов на единицу продукции, кг/т; Q – объём товарной сельскохозяйственной продукции, т; N_i – норматив расхода i -й машиной в год, кг; n_i – число машин в хозяйстве; k_0 – коэффициент надтехнологического расхода топлива на строительные, транспортные работы, мелиорацию и прочие нужды; α_1, α_2 – доля бензина и масла в % от общей потребности в дизельном топливе.

Для практического использования коэффициент k_0 можно определить по формуле

$$k_0 = \Phi_{\Gamma}^{\text{фп}} / \Sigma N_{\text{техн}} Q^{\text{фп}}, \quad (9.2)$$

где $\Phi_{\Gamma}^{\text{фп}}$ – фактический расход топлива в планируемом году, т; $Q^{\text{фп}}$ – объём товарной продукции в прошлом году, т.

В общем случае, когда известна потребность хозяйства в дизельном топливе, расход смазочных масел можно рассчитать по существующим нормам (табл. 9.2).

Таблица 9.2

Марка трактора	Нормы расхода масел, %					
	моторных масел				транс-миссионных	индустриальных масел
	группы В ₂		группы Г ₂			
	всего	в том числе для двигателей	всего	в том числе для двигателей		
Т-130	–	–	4,1	3,2	0,8	0,1
Т-100М	4,6	3,2	–	–	0,9	0,1
Т-150	–	–	3,6	1,7	0,4	0,02
Т-4А	–	–	4,1	3,2	0,9	0,1
ДТ-75М	–	–	4,4	3,3	0,9	–
ДТ-75	4,2	2,9	–	–	0,9	–
К-700А	–	–	4,1	2,8	0,4	0,2
К-701	–	–	–	–	–	–
Т-150К	–	–	3,5	1,7	0,6	0,4
МТЗ-80	–	–	3,5	2,3	1,0	0,1
МТЗ-82	–	–	3,5	2,3	1,0	0,1
МТЗ-50/52	3,9	2,8	–	–	1,0	0,1
ЮМЗ-6	–	–	4,0	2,8	1,1	0,1
Т-40	4,1	2,3	–	–	1,0	0,1
Т-40А	–	–	–	–	–	–
Т-25	4,1	2,3	–	–	0,9	0,1

Таблица 9.3

Наименование смазочных материалов	Нормы расхода для автомобилей, л/100 л		
	работающих на бензине и газе	работающих на дизельном топливе	БелАЗ и МоАЗ
Масло (л):			
моторные	2,4	3,2	5,0
трансмиссионные	0,3	0,4	0,5
специальные	0,1	0,1	1,0
Пластичные смазки (кг)	0,2	0,3	0,3

Аналогично определяется потребность в смазочных маслах и для автомобилей по нормативам (табл. 9.3) на 100 л основного топлива.

9.3. РАСЧЁТ НЕФТЕСКЛАДА И УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ ТОПЛИВА В ХОЗЯЙСТВАХ

Как известно, существуют несколько моделей управления запасами топлива, которые отличаются друг от друга тем, что они имеют постоянные или переменные объёмы доставок [1].

Модель с постоянным объёмом доставок топлива может быть применена в том случае, когда резервный парк нефтесклада хозяйств оснащён автоматическими средствами контроля уровня топлива. Частота моментов контроля диктуется вместимостью имеющихся в хозяйстве автоцистерн. Такая модель применяется в основном в ненапряжённые периоды сельскохозяйственных работ.

Модели с переменным объёмом доставки топлива в хозяйства имеют три разновидности: 1) с постоянным максимальным уровнем запасов топлива; 2) с двумя уровнями запасов; 3) с несколькими точками заказа.

В модели с постоянным максимальным запасом топлива в момент контроля определяется объём доставки, равный разнице между максимальным (постоянным) запасом и замеренным при контроле уровне. Величина объёма доставки в этом случае будет зависеть от того, как организован контроль запасов – оперативно или периодически. При периодическом контроле можно обойтись меньшим количеством автоцистерн с меньшей вместимостью. При оперативном контроле (в любое время и с возможным опозданием) – количество автоцистерн и их вместимость могут быть большими, чем при периодическом.

В моделях с двумя уровнями запасов контроль уровня запасов осуществляется периодически через равные интервалы. Заказ на доставку топлива подаётся только в такие моменты проверки, когда измеренный уровень запасов топлива меньше так называемой «точки заказа».

Здесь объём доставки равен разнице между измеренным и верхним уровнем (максимальным) запаса топлива.

В модели с несколькими точками заказа контроль уровня заказов производится периодически. В случае если измеренный уровень оказался ниже первой точки заказа, подаётся заказ на одну автоцистерну определённой вместимости; если же измеренный уровень оказался ниже второй точки заказа, то подаётся заказ на две цистерны и т.д.

Эффективность работы нефтескладов хозяйств во многом зависит от точности определения уровня страхового запаса топлива.

Страховой запас топлива S можно определить аналитическим методом в зависимости от модели управления запасами топлива в хозяйстве.

В модели с постоянным объёмом доставки нефтепродуктов страховой запас рассчитывается по формулам:

- при оперативном контроле

$$S = (\lambda_G - 1)Gt_\partial^\gamma; \quad (9.3)$$

- при периодическом контроле

$$S = (\lambda_G - 1)Gt \left(t_\partial + \frac{t_\Pi}{2} \right)^\gamma. \quad (9.4)$$

В модели с переменным объёмом доставки при периодическом контроле страховой запас топлива подсчитывается по формуле

$$S = (\lambda_G - 1)G(t_\partial + t_\Pi)^\lambda, \quad (9.5)$$

где λ_G – коэффициент неравномерности суточного расхода нефтепродуктов (отношение максимального к среднему); G – средний суточный расход нефтепродуктов, т; t_∂ – задержка выполнения заказа, сут; t_Π – периодичность контроля уровня запасов (принимается равной средней периодичности доставки топлива в хозяйство), сут; γ – эмпирический показатель степени (табл. 9.4).

9.4. Значения коэффициентов λ_G и γ

Коэффициент	T = 365 дней	T = 180 дней		T = 30 дней	
		весенне-летний	осенне-зимний	весенне-летний	осенне-зимний
λ_G	4,0	3,0	3,0	2,0	2,0
γ (при $t_\partial + t_\Pi$)					
до 5 суток	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
более 5 суток	0,75...0,83	0,75...0,83	0,25	0,75...0,83	0,25

Страховой запас топлива рассчитывают по каждому месяцу, в целом за год, или по двум полугодовым периодам (весенне-летнему и осенне-зимнему). Весенне-летний период включает в себя месяцы с апреля по сентябрь, осенне-зимний – с октября по март.

Вместимость резервного парка нефтесклада определяется максимальным уровнем запасов нефтепродуктов, величина которого зависит от принятой в хозяйстве модели управления запасами.

Для модели с переменным объёмом доставок при периодическом контроле запасов максимальный уровень запасов (V_{\max}) определяют по формуле

$$V_{\max} = S + G(t_{\partial} + t_{\text{ц}}). \quad (9.6)$$

Расчёт точек запаса (уровней) производится по формуле

$$V_{\text{зп}} = V_{\max} - nV_{\text{ац}}, \quad (9.7)$$

где n – число автоцистерн; $V_{\text{ац}}$ – вместимость автоцистерн, т.

Если в момент контроля достигнута точка заказа, то подаётся заказ на доставку нефтепродуктов. Необходимый объём заказа определяется по формуле

$$A_i = V_{\max} - v_i G t_{\partial}, \quad (9.8)$$

где v_i – уровень запаса топлива в i -й момент контроля, т; i – целое положительное число ($i = 1, 2, \dots, N_{\text{ц}}$) ($N_{\text{ц}}$ – частота доставки или количество моментов контроля уровня запаса).

При этом, если $(n - 1) V_{\text{ац}} < A_i < nV_{\text{ац}}$, то заказ должен составлять объём $(n - 1) V_{\text{ац}}$.

Для модели с постоянным объёмом доставки нефтепродуктов максимальный уровень запасов определяется:

а) при периодическом контроле (при $t_{\partial} = \text{const}$)

$$V_{\max} = S + V_{\text{ац}}; \quad (9.9)$$

б) при оперативном (случайном) контроле

$$V_{\max} = V_3 + V_{\text{ац}}. \quad (9.10)$$

Расчёт точки заказа производится по выражению

$$V_3 = S + G(t_{\partial} + t_{\text{ц}}), \quad (9.11)$$

причём для варианта с оперативным контролем (б) время $t_{\text{ц}} = 0$.

Регулирование уровня запасов нефтепродуктов на нефтескладе по последней модели осуществляется по точке заказа V_3 . Как только уровень запаса понизится до точки заказа, подаётся заказ на доставку топлива объёмом $V_{\text{ац}}$.

Вместимость резервуарного парка V определяется по наибольшему значению максимального запаса (для всех моделей) с использованием выражения

$$V = \frac{V_{\max}}{\rho f}, \quad (9.12)$$

где ρ – плотность нефтепродукта, т/м^3 (средняя плотность – $0,75 \text{ т/м}^3$, бензина – $0,75 \text{ т/м}^3$, дизтоплива – $0,83 \text{ т/м}^3$); f – коэффициент использования ёмкости резервуаров ($f = 0,7 \dots 1,0$).

Вместимость резервуарного парка нефтесклада с достаточной степенью точности можно определить по формуле

$$V = \sum_{i=1}^m \frac{\alpha_i Q_{\Gamma i}}{\rho_i f_i}, \quad (9.13)$$

где α_i – максимальный запас нефтепродуктов i -го вида в % от годового расхода; $Q_{\Gamma i}$ – годовой расход i -го вида нефтепродукта, т; m – число видов (сортов) нефтепродуктов; i – порядковый номер ($i = 1, 2, 3, m$); f_i – коэффициент использования вместимости резервуаров с i -м видом нефтепродукта; ρ_i – плотность нефтепродуктов i -го вида, т/м^3 .

Расчёт оптимального количества доставки топлива (оптимальной грузоподъёмности автоцистерны) производится по формуле

$$V_{\text{ан. опт}} = \sqrt{\frac{Q_{\Gamma} L_{\text{дос}}}{L_{\text{хр}}}}, \quad (9.14)$$

где $L_{\text{дос}}$ – стоимость доставки 1 т нефтепродукта; $L_{\text{хр}}$ – стоимость хранения на нефтескладе 1 т нефтепродукта; Q_{Γ} – годовой расход нефтепродуктов, т.

Величины $L_{\text{дос}}$ и $L_{\text{хр}}$ определяются по эмпирическим зависимостям:

$$L_{\text{дос}} = 0,2 + 0,1R_d; \quad (9.15)$$

$$L_{\text{хр}} = \frac{d_1}{\rho f} + \frac{k_n \Pi_{\Gamma}}{2}, \quad (9.16)$$

где R_d – радиус доставки нефтепродуктов, км; d_1 – эмпирический коэффициент затрат на содержание одного резервуара в год, р./год; ρ – плотность нефтепродукта, т/м^3 ; f – коэффициент использования вместимости резервуара; k_n – коэффициент эффективности капиталовложений; Π_{Γ} – цена нефтепродукта, р./т.

Значения величины L_{xp} (при уровне цен на нефтепродукты 1991 г.) составляют: для дизельного топлива – 7,76, а для бензина – 10.

Оптимальная частота ($N_{ц.опт}$) и периодичность ($t_{ц.опт}$) доставки определяются по формулам:

$$N_{ц.опт} = Q_M / V_{ац.опт}; \quad (9.17)$$

$$t_{ц.опт} = T / N_{ц.опт}, \quad (9.18)$$

где Q_M – месячный расход топлива, т; T – длительность расчётного периода (год, месяц), дни,

В связи с изменением цен на топливо, затрат на содержание нефтехозяйства и доставку нефтепродуктов и вероятностью изменения характера эмпирических зависимостей (9.15) и (9.16), расчёт $V_{ац.опт}$ можно не производить. Величину $V_{ац.опт}$ можно выбрать равной грузоподъёмности имеющихся в распоряжении хозяйства или районных нефтебаз, осуществляющих доставку топлива, автоцистерн (табл. 9.5).

В соответствии с выполненными расчётами производится выбор типового проекта нефтесклада (табл. 9.6) по суммарной вместимости резервуарного парка. При этом, если вместимость резервуарного парка выбранного проекта меньше расчётного, а следующий по типовому проекту имеет значительно большую по сравнению с расчётной вместимость, то в первоначально выбранном проекте предусматривается установка дополнительных резервуаров (25, 50, 75 м³ и т.д.).

9.5. Характеристика автоцистерн

Характеристика	Транспортные автоцистерны					Заправочные автоцистерны		
	АЦ-4,2-53А	АЦ-4,2-130	АЦ-8-500А	АЦ-9-5320	прицеп ПЦ-9-8350	АТЗ-2,4-52-01	АТЗ-2,2-52-04	МЗ-3904
Вместимость цистерны (тыс. л)	4,2	4,2	8,0	9,0	9,0	2,4	2,2	2,29

9.6. Технические характеристики типовых нефтескладов

Показатели	Вместимость нефтесклада, м ³				
	40	80	150	300	600
Количество тракторов в хозяйстве	25	50	75	100	200
Номера типовых проектов	<u>704-2-11</u> 704-2-12	<u>704-2-13</u> 704-2-14	<u>704-2-15</u> 704-2-16	<u>704-2-17</u> 704-2-18	704-2-19
Площадь участка, га	0,18	0,21	0,25	0,28	0,45
Потребляемая мощность, кВт	15,54	25,19	25,49	25,80	37,77
Вместимость резервуарного парка, м ³	40	85	125	300	585
в том числе:					
дизельного топлива;	20	35	75	125	275
бензина;	15	30	45	100	175
керосина;	5	5	5	25	25
жидкого котельного топлива;	–	–	–	50	50
масел	–	–	–	–	60
Число раздаточных колонок для:					
дизельного топлива;	1	1	1	1	1
бензина;	2	2	3	4	5
масел	–	–	–	–	3
Число приёмо-раздаточных стояков	2	3	3	3	3
Общее число работающих человек	1	1	1	1	2

Примечание. В числителе – данные для наземного варианта, в знаменателе – для подземного.

9.4. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача 1. Рассчитать и подобрать типовой проект нефтесклада хозяйства с годовым потреблением нефтепродуктов 1200 т, в том числе дизельного топлива 800 т и бензина 400 т. Расстояние перевозки топлива от нефтебазы до хозяйства – 20 км, дорожные условия – асфальт. Модель управления запасами нефтепродуктов – переменный объём доставки при периодическом контроле. Время задержки заказа – 2 дня.

Решение.

1. Определяем оптимальный объём доставки дизельного топлива и бензина по формуле (9.14)

дизтоплива

$$V_{\text{ац. опт}} = \sqrt{\frac{800 \cdot (0,2 + 0,1 \cdot 20)}{7,76}} = 15 \text{ т};$$

бензина

$$V_{\text{ац. опт}} = \sqrt{\frac{400 \cdot (0,2 + 0,1 \cdot 20)}{10}} = 9,4 \text{ т.}$$

Исходя из технических характеристик автоцистерн (табл. 9.5), выбираем для доставки топлива автоцистерну АЦ-9-5320 с прицепом ПЦ-9-8350 общей вместимостью 18 т. Для доставки бензина выбираем автоцистерну АЦ-9-5320 без прицепа вместимостью 9 т.

Таким образом, для дизельного топлива $V_{\text{ац. опт}} = 18$ т, а для бензина $V_{\text{ац. опт}} = 9$ т.

2. Определяем частоту и периодичность доставки дизельного топлива по формулам (9.17) и (9.18):

для дизтоплива

$$V_{\text{ац. опт}} = 800/18 \approx 45;$$

для бензина

$$V_{\text{ац. опт}} = 400/9 \approx 45;$$

для дизтоплива и для бензина

$$t_{\text{ац. опт}} = 365/45 \approx 8 \text{ дн.}$$

3. Определяем страховой запас (для $T = 365$ дней) для выбранной модели по формуле (9.5)

$$S = (\lambda_G - 1)G(t_d + t_{\text{ц}})^\lambda.$$

Из таблицы $\lambda_G = 4,0$; $\gamma = 1,0$.

Для дизтоплива

$$S = (4 - 1) \cdot \frac{800}{365} \cdot (2 + 8) = 65,8 \text{ т.}$$

Для бензина

$$S = (4 - 1) \cdot \frac{400}{365} \cdot (2 + 8) = 32,9 \text{ т.}$$

4. Определяем максимальный запас нефтепродуктов на нефтескладе по формуле (9.6)

$$V_{\max} = S + G(t_d + t_{\text{ц}}).$$

Для дизельного топлива

$$V_{\max} = 65,8 + \frac{800}{365} \cdot (2 + 8) = 87,7 \text{ т.}$$

Для бензина

$$V_{\max} = 32,9 + \frac{400}{365} \cdot (2 + 8) = 43,9 \text{ т.}$$

5. Определяем требуемую вместимость (в м³) резервуарного парка по формуле (9.12)

$$V = \frac{V_{\max}}{\rho f} \text{ (м}^3\text{)}.$$

Для дизельного топлива

$$V_d = 87,7 / 0,83 \cdot 0,95 = 111,2 \text{ м}^3.$$

Для бензина

$$V_b = 43,9 / 0,75 \cdot 0,95 = 61,6 \text{ м}^3.$$

Общая требуемая вместимость резервуарного парка

$$V = 111,0 + 61,6 = 172,8 \text{ м}^3.$$

6. Производим выбор типового проекта нефтесклада.

По таблице 9.6 определяем, что для заданных условий хозяйства наиболее подходящим будет проект нефтесклада 704-2-17 вместимостью 300 м³, в том числе для дизтоплива – 125 м³, а для бензина 100 м³. При строительстве нефтесклада необходимо уменьшить количество резервуаров для дизтоплива и бензина с учётом расчётных значений V_d и V_b , принимая во внимание стандартные типы резервуаров (5, 10, 25, 50 и 75 м³).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интенсификация растениеводства, перевод его на промышленные рельсы требует наведения строгой технологической дисциплины при выполнении механизированных полевых работ. Для этого необходимо разработать и внедрить научно-обоснованную машинную технологию, учитывающую зональные особенности производства. То есть использование техники строго по операционным технологическим стандартам, что позволит поднять урожайность сельскохозяйственных культур за счёт улучшения качества и своевременности выполнения работ.

Операционная технологическая карта составляется на каждый вид работы и служит рабочим документом, регламентирующим агротехнические, организационные, технологические, экономические и другие вопросы агрегатированных машин. Расчёт состава машинно-тракторных агрегатов является очень трудоёмким разделом такой работы.

Настоящее учебное пособие содержит общие указания, рекомендации, методику расчёта состава широкозахватных машино-тракторных агрегатов. Цель учебного пособия – облегчить работу студентов по расчёту состава машинотракторных агрегатов, так как особые затруднения у студентов вызывают поиск и использование расчётных формул, таблиц, справочных данных, которые обычно разбросаны по различным разделам учебников, справочной литературы без должной увязки между собой. К учебному пособию прилагаются необходимые таблицы, используемые в ходе расчётов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аллилуев, В.А. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка / В.А. Аллилуев, А.Д. Ананьин, В.М. Михеев. – М. : Изд-во Агропромиздат, 1991. – 367 с.
2. Вельских, В.И. Справочник по техническому обслуживанию и диагностированию тракторов / В.И. Вельских. – М. : Россельхозиздат, 1986. – 389 с.
3. Блынский, Ю.Н. Расчёт и проектирование транспортного обслуживания безбункерных уборочных комплексов / Ю.Н. Блынский. – Новосибирск, 1986. – 92 с.
4. Единые нормы выработки и расхода топлива в хозяйстве. – М. : Колос, 1982. – 416 с.
5. Иофинов, С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, Г.П. Лышко. – М. : Колос, 1984. – 351 с.
6. Иофинов, С.А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев. – М. : Агропромиздат, 1985. – 272 с.
7. Краткий справочник агронома / П.А. Забазный, Ю.П. Буряков, Ю.Г. Карцев и др. – М. : Колос, 1983. – 320 с.
8. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. – М. : ГОСНИТИ, 1985. – 143 с.
9. Сельскохозяйственная техника : каталог. – М. : Колос, 1981. – 474 с.
10. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1978. – 256 с.
11. Семейкин, В.А. Оперативное планирование технического обслуживания тракторов и автомобилей / В.А. Семейкин. – М. : Россельхозиздат, 1985. – 126 с.
12. Эксплуатация машинно-тракторного парка / А.П. Ляхов, А.В. Новиков, Ю.В. Будько, П.А. Кункевич и др. – Минск : Ураджай, 1991. – 336 с.
13. Эксплуатация машинно-тракторного парка. Методические указания по изучению дисциплины и задания для контрольных работ и курсового проекта. – М., 1982.

ПРИЛОЖЕНИЕ

III. Коэффициенты сцепления μ и сопротивления качению f_T тракторов

Условия движения	Колёсные тракторы		Гусеничные тракторы	
	μ	f_T	μ	f_T
Шоссейная дорога:				
цементно-бетонное или асфальтобетонное покрытие	0,7...0,8	0,018...0,022	1,0	–
щебёнчатое или гравийное покрытие	0,7...0,8	0,030...0,040	1,0	–
бульжное покрытие	0,6...0,7	0,035...0,045	–	–
Сухая укатанная дорога:				
глинистый грунт	0,8...0,9	0,03...0,05	1,0	0,05...0,07
песчаный грунт	0,7...0,8	0,03...0,05	0,9...1,0	0,05...0,07
чернозём	0,6...0,7	0,03...0,05	0,9	0,05...0,07
Снежная укатанная дорога	0,3	0,03...0,05	1,0	0,06...0,07
Целина, залежь, плотная дернина, сильно уплотнённая стерня (суглинок)	0,8...0,9	0,03...0,06	1,0	0,05...0,07
Стерня нормальной влажности	0,7...0,8	0,06...0,08	0,9...1,0	0,07...0,09
Влажная стерня	0,6...0,7	0,08...0,10	0,9	0,08...0,11
Слежавшаяся пашня	0,5...0,6	0,10...0,12	0,7	0,07...0,08
Подготовленное под посев поле, вспаханное поле (суглинок), чистый пар, свежее убранное из-под картофеля поле	0,5...0,7	0,16...0,20	0,6...0,7	0,10...0,12
Свежевспаханное поле (супесь)	0,4...0,5	0,18...0,22	0,6	0,12...0,14
Влажный луг:				
скошенный	0,7	0,08	0,8	0,09
нескошенный	0,05...0,06	0,10	0,6...0,7	0,11
Песок:				
влажный	0,4	0,08...0,10	0,5	–
сухой	0,3	0,15...0,20	0,4	0,10...0,12
Глубокая зябь	0,1	–	–	0,10...0,25
Глубокий снег	–	0,24...0,28	–	0,09...0,12
Горфяно-болотная осушенная целина	–	–	0,4...0,6	0,11...0,14

П2. Значение КПД для различных передач

Тип передачи	Механический КПД	Тип передачи	Механический КПД
Клиномре́нная	0,90...0,98	Зубчатая (одна пара шестерён): цилиндрическая коническая	0,98...0,99
Цепная	0,70...0,80		
Червячная	0,83...0,87		
Объёмный гидропривод комбайнов «Дон»	0,78...0,80	Гидротрансформатор	0,85...0,90

П3. Техническая характеристика колёсных тракторов [12]

№ п/п	Показатели	Марки тракторов					
		Т-25А	Т-40М	Т-4QAM	МТЗ-80	МТЗ-87	МТХ-80Х
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Номинальная мощность двигателя $N_{ен}$, Вт/(л. с.)	<u>18,4</u> (25,0)	<u>36,8</u> (50,0)	<u>36,8</u> (50,0)	<u>58,9</u> (80,0)	<u>58,9</u> (80,0)	<u>58,9</u> (80,0)
2	Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя n_n , с ⁻¹ /мин ⁻¹	<u>30,0</u> (1800)	<u>30,0</u> (1800)	<u>30,0</u> (1800)	<u>36,7</u> (2200)	<u>36,7</u> (2200)	<u>36,7</u> (2200)
3	Масса и вес трактора (эксплуатационные), кг/(кН)	<u>1800</u> (17,6)	<u>2680</u> (26,3)	<u>2880</u> (28,2)	<u>3300</u> (32,4)	<u>3780</u> (37,0)	<u>2640</u> (25,7)
4	Масса воды, заливаемой в шины колёс, кг	2×45	2×105	2×105	2×175	2×175	–
5	Число и масса дополнительных грузов, ШТХКГ	2×20	11×20	–	4×32	4×32	4×32
6	Продольная база L , м	1,755	2,145	2,250	2,370	2,450	2,470

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Расстояние «а» от центра тяжести до вертикальной плоскости, проходящей через геометрическую ось задних колёс, м	0,570	0,723	–	0,814	–	0,680
8	Колея B , м	1,20... 1,47	1,20... 1,80	1,20... 1,80	1,20... 1,80	1,25... 1,80	1,90
9	Габариты, м: длина ширина высота	3,11 1,37 1,35	3,66 2,10 2,37	3,845 2,10 2,37	3,815 1,97 2,485	3,93 1,97 2,485	4,04 2,326 2,66
10	Радиус r_0 стального обода ведущих колёс, м	0,406	0,483	0,483	0,483	0,483	0,381
11	Высота $h_{ш}$ профиля шины ведущих колёс, м	0,216	0,262	0,262	0,305	0,305	0,360
12	Число d цилиндрических пар шестерён в зацеплении	3...4	3...4	3...4	1п-6; 8п-3...4	2п-5; 9п-2	
13	Число β конических пар шестерён в зацеплении		1	1	1	1	
14	Передаточные числа трансмиссии по передачам, i_i :						
	1	63,6	260,0/ 714,0			241,9/ 330,0	
	2	50,3	68,7/ 189,0			142,0/ 187,5	
	3	43,4/ 158,5	57,6/ 158,5			83,5/ 110,2	

1	2	3	4	5	6	7	8
14	4	34,2	49,0/134,5			68,0/90,0	
	5	27,3	41,8/115,0			57,4/75,8	
	6	18,2	22,6			49,0/64,8	
	7	–	15,8			39,9/52,7	
	8	–	–			33,7/444	
	9	–	–			18,1	
15	Расчётные скорости движения (без учёта буксования) на передачах, V_p , км/ч:						
	1	6,4		6,9/25		2,5/1,89	2,48/2,36
	2	8,1		8,22/2,99		4,26/3,22	4,2/4,0
	3	9,4		9,69/3,52		7,24/5,48	6,87/6,55
	4	11,9		11,32/4,11		8,90/6,73	8,6/8,18
	5	14,9		20,96		10,54/7,97	10,02/9,78
	6	21,9		30,0		12,33/9,33	12,0/11,42
	7	–		–		15,15/11,46	14,72/14,02
16	Сила тяги (расчётная) по передачам P_T , кН:						
	1	7,74	11,0	11,0	14,0	14,0	14,0
	2	5,76	10,45	10,45	14,0	14,0	14,0
	3	4,70	8,45	8,45	14,0	14,0	14,0
	4	3,38	6,75	6,75	14,0	14,0	14,0
	5	2,36	–	–	11,5	11,5	11,5
	6	1,06	–	–	9,5	9,5	9,5
	7	–	–	–	7,5	7,5	7,5
	8	–	–	–	6,0	6,0	6,0
	9	–	–	–	3,0	3,0	3,0

№ п/п	Показатели	Марки тракторов						
		ЮМЗ-6КМ	МТЗ-100	МТЗ-102	МТЗ-142	ЛТЗ-145	Т-150К	К-701
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	«→»	<u>44,5</u> (60,0)	<u>77,2</u> (105,0)	<u>77,2</u> (105,0)	<u>110</u> (150)	<u>110</u> (150)	<u>121,5</u> (165,0)	<u>221</u> (300)
2	«→»	<u>29,5</u> (1750)	<u>36,7</u> (2200)	<u>36,7</u> (2200)	<u>35,0</u> (2100)	<u>30,8</u> (1850)	<u>35,0</u> (2100)	<u>31,7</u> (1900)
3	«→»	<u>3500</u> (34,3)	<u>4200</u> (41,1)	<u>4350</u> (42,6)	<u>5470</u> (53,5)	<u>5690</u> (55,6)	<u>8247</u> (80,0)	<u>13400</u> (131,3)
4	«→»	2×175	–	–	–	–	4×300	–
5	«→»	4×32	18×20 + + 2×200		26×20		1500 баллас. грузы	
6	«→»	2,450	2,500	2,570	2,650	2,600	2,860	3,200
7	«→»	0,747	0,810	–	–	–	–	–
8	«→»	1,26... 1,86	1,30... 2,10	1,35... 2,10	1,35... 2,10	1,42... 2,07	1,68... 1,86	2,115
9	«→»	4,095 1,884 2,45	4,12 1,97 2,79	4,21 1,97 2,79	4,64 2,00 2,95	5,20 2,42 3,05	5,985 2,22 2,825	7,4 2,82 3,53
10	«→»	0,483	0,483	0,483	0,483	0,381	0,305	0,332
11	«→»	0,305	0,305	0,305	0,305	0,350	0,395	0,523
12	«→»	3...4	2...4	2...4	1...4	1...4	3...4	5
13	«→»	1	1	1	1	1	1	1
14	«→»							
	1	62,0/ 225,0		350,6/ 1456	3224	244	142,9- Iр1п	197,7- Iр1п
	2	52,3/ 188,8		284,5/ 1187,0	257,9	200	124,9- Iр2п	163,8- Iр2п
	3	42,7/ 1534		233,8/ 975,8	2064	1625	105,7- Iр3п	136,5- Iр3п
	4	25,2/ 90,3		193,9/ 807,2	167,9	129,5	79,7- Iр4п	112,4- Iр4п
	5	19,0/ 69,8		208,0/ 502,5	118,9	97,7	68,0- IIр1п	80,7- IIр1п
	6	–		168,9/ 409,6	95,2	814	59,5- IIр2п	66,7- IIр2п
	7	–		140,0/ 319,0	76,1	57,1	50,1- IIр3п	55,-/ IIр3п
	8			115,0/ 2784	61,9	65,7	38,1- IIр4п	46,2- IIр4п
	9			120,8	71,8	52,4	29,4- IIIр1п	73,5- IIIр1п

Продолжение табл. ПЗ

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	10			98,4	574	47,8	25,6- Шр2п	60,3- Шр2п
	11	–		80,9	45,99	38,3	21,6- Шр3п	50,0- Шр3п
	12			66,9	37,43	304	15,9- Шр4п	41,5- Шр4п
	13			92,0	35,2	27,5	–	30,0- IVр1п
	14	–		75,0	23,18	23,0	–	24,6 IVр2п
	15			61,6	224	19,0	–	20,5- IVр3п
	16			51,0	1845	14,3	–	17,0- IVр4п
	17	–		71,8	–	–	–	–
	18	–		58,4	–	–	–	–
	19	–		48,0	–	–	–	–
	20	–		39,8	–	–	–	–
	21	–		31,8	–	–	–	–
	22	–		26,0	–	–	–	–
	23	–		21,5	–	–	–	–
24	–		17,6	–	–	–	–	
15	«–»							
	1	7,6/2,1		1,72/ 0,414	1,96/ 0,44	1,8/ 0,24	3,33/ Ip1п	2,9/ Ip1п
	2	9,0/2,5		212/ 0,508	2,45/ 0,55	22/ 0,29	3,81/ Ip2п	3,5/ Ip2п
	3	11,1/ 3,1		258/ 0,618	3,06/ 0,69	2,7/ 0,36	44/ Ip3п	4,2/ Ip3п
	4	19/5,3		3,11/ 0,747	3,76/ 0,85	3,4/ 0,45	5,97/ Ip4п	5,1/ Ip4п
	5	24,5/ 6,8		2,90/ 1,198	5,31	4,5	7,0/ Ip1п	7,1/ Ip1п
	6	–		347/ 1,472	6,36	5,4	8,0/ Ip2п	8,6/ Ip2п
	7	–		4,34/ 1,89	8,3	6,7	9,5/ Ip3п	10,3/ Ip3п
	8	–		5,24/ 2,165	10,2	8,4	12,5/ Ip4п	12,4/ Ip4п
	9	–		4,99	8,8	7,7	16,2/ Шр1п	7,8/ Шр1п
	10	–		6,13	11,0	9,2	18,6/ Шр2п	9,5/ Шр2п
11	–		7,46	13,7	114	22,0/ Шр2п	11,5/ Шр2п	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15							IIIр3п	IIIр3п
	12	–		9,02	16,8	14,4	30,0/ IIIр4п	13,8/ IIIр4п
	13	–		645	17,97	16,0	–	19,2- IVр1п
	14	–		8,05	22,43	19,1	–	23,3- IVр2п
	15	–		9,79	28,04	23,9	–	28,0- IVр3п
	16	–		11,82	34,45	30,8	–	33,8- IVр4п
	17	–		8,40	–	–	–	–
	18	–		10,33	–	–	–	–
	19	–		12,56	–	–	–	–
	20	–		15,17	–	–	–	–
	21	–		18,97	–	–	–	–
	22	–		23,31	–	–	–	–
	23	–		28,35	–	–	–	–
	24	–		34,28	–	–	–	–
16	«–»							
	1	14,0	18,0	18,5	–	–	60,0/ Iр1п	65/ Iр1п
	2	12,5	18,0	18,5	–	–	60,0/ Iр2п	65/ Iр2п
	3	9,6	18,0	18,5	–	–	60,0/ Iр3п	65/ Iр3п
	4	4,3	18,0	18,5	–	–	60,0/ Iр4п	65/ Iр4п
	5	2,6	18,0	18,5	–	–	50,0/ IIр1п	65/ IIр1п
	6	–	18,0	18,5	–	–	43,0/ IIр2п	62/ IIр2п
	7	–	18,0	18,5	–	–	36/ IIр3п	50,5/ IIр3п
	8	–	18,0	18,5	–	–	25,0/ IIр4п	41/ IIр4п
	9	–	18,0	18,5	30,4	29,4	22,0/ IIIр1п	65/ IIIр1п
	10	–	18,0	18,5	29,4	28,9	19,0/ IIIр2п	55,5/ IIIр2п
	11	–	18,0	18,5	23,0	27,0	16,0/ IIIр3п	45,0/ IIIр3п
	12	–	18,0	18,2	19,1	20,8	10,0/ IIIр4п	36,0/ IIIр4п

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	13	–	18,0	17,7	15,8	153,8	–	27,5- IVр1п
	14	–	18,0	17,3	11,7	11,7	–	22,0- IVр2п
	15	–	16,2	16,7	–	–	–	18,0- IVр3п
	16	–	16,0	16,5	–	–	–	14,0- IVр4п
	17	–	15,1	16,3	–	–	–	–
	18	–	14,9	16,0	–	–	–	–

П4. Техническая характеристика гусеничных тракторов

№ п/п	Показатель	Марки тракторов			
		Т-54С	Т-70С	ДТ-75МВ	ДТ-75ВВ
1	2	3	4	5	6
1	Номинальная мощность двигателя $N_{ен}$, кВт /л. с.	<u>40,5</u> (55,0)	<u>51,5</u> (70,0)	<u>66,1</u> (90,0)	<u>58,8</u> (79,5)
2	Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя n_n , с ⁻¹ /(мин ⁻¹)	<u>28,3</u> (1700)	<u>35,0</u> (2100)	<u>29,1</u> (1750)	<u>31,7</u> (1900)
3	Масса и вес трактора (эксплуатационные) G , кг/(кН)	<u>4300</u> (42,0)	<u>4580</u> (44,8)	<u>6450</u> (63,1)	<u>7720</u> (75,6)
4	Часовой расход топлива $G_{тн}$, кг/ч	10,75	14,0	16,7	14,8
5	Продольная база L , м	1,895	1,895	1,612	2,355
6	Колея B , м	1,350	1,350	1,330	1,570
7	Габариты, м: длина ширина высота	3,475 1,550 2,830	3,570 1,550 2,895	4,675 1,740 2,650	4,620 2,240 2,333
8	Шаг звена, м	0,176	0,176	0,170	0,184
9	Ширина гусеницы, м	0,300	<u>0,200</u> 0,300	0,390	0,670
10	Радиус начальной окружности ведущей звёздочки r_0 , м	0,317	0,317	0,356	0,356
11	Число β конических пар шестерён в зацеплении	1	1	1	1

1	2	3	4	5	6
12	Число α цилиндрических пар шестерён в зацеплении трансмиссии	3...4	3...4	3...4	3...4
13	Передаточное число трансмиссии по передачам:				
	1	187,0	154,6	44,5	46,8
	2	112,0	90,5	39,8	42,0
	3	56,3	56,4	35,7	37,7
	4	45,8	45,8	32,2	33,9
	5	38,7	38,7	28,8	30,5
	6	33,1	33,1	26,0	27,4
	7	26,9	26,9	21,0	22,2
	8	22,7	22,7	–	–
	9	12,3	–	–	–
14	Расчётные скорости движения (без учёта буксования) по передачам, км/ч:				
	1	1,10	1,67	5,30	5,45
	2	1,87	2,85	5,91	6,08
	3	3,70	4,58	6,58	6,77
	4	4,56	5,63	7,31	7,52
	5	5,40	6,67	8,16	8,37
	6	6,30	7,81	9,05	9,31
	7	7,76	9,59	11,18	11,49
	8	9,20	11,36	–	–
	9	–	–	–	–
15	Сила тяги по передачам (расчётная), кН:				
	1	25,0	25,0	36,0	29,03
	2	25,0	25,0	32,0	25,40
	3	25,0	25,0	29,5	22,20
	4	23,0	25,0	26,0	19,39
	5	20,0	23,0	23,0	16,30
	5	16,1	19,0	20,0	14,04
	7	12,45	14,5	13,8	10,24
	8	9,9	11,5	–	–
	9	–	–	–	–

№ п/п	Показатель	Марки тракторов				
		ДТ-175С	Т-150	Т-4А	Т-130	
1	2	3	4	5	6	
1	«→»	<u>125,1</u> (171,0)	<u>110,4</u> (150,0)	<u>95,6</u> (130,0)	<u>117,7</u> (160,0)	
2	«→»	<u>30,0</u> (1800)	<u>33,3</u> (2000)	<u>28,3</u> (1700)	<u>20,8</u> (1250)	
3	«→»	<u>8030</u> (78,6)	<u>7900</u> (77,4)	<u>8250</u> (80,8)	<u>14 320</u> (140,5)	
4	«→»	29,6	27,8	24,0	28,8	
5	«→»	1,746	1,800	2,462	2,478	
6	«→»	1,330	1,435	1,384	1,880	
7	«→»	5,460 1,900 2,900	4,750 1,850 2,462	4,575 1,952 2,568	5,193 2,475 3,085	
8	«→»	0,170	0,170	0,175	0,203	
9	«→»	0,420	0,390	0,420	0,500	
10	«→»	0,352	0,382	0,380	0,420	
11	«→»	1	1(2)	1	1	
12	«→»	3...4	3...4	3...4	3...4	
13	«→»	Бесступенчатое изменение	66,9-Ір1п	68,9	54,4	
	1		57,5-Ір2п	59,2	44,9	
	2		47,9-Ір3п	51,1	38,6	
	3		42,3-Ір1п	45,9	32,4	
	4		36,4- Пр2п	37,6	26,5	
	5		30,6- Пр3п	32,2	22,4	
	6		25,5-Шр1п	27,9	19,4	
	7		22,1-Шр2п	25,0	15,9	
	8	18,4-Шр3п	–	–		
14	«→»	При оптимальном тяговом КПД Рабочие скорости	4,3-Ір1п	3,47	3,63	
	1		<u>0...16,0</u> 2,7...8,8	5,0-Ір2п	4,03	4,40
	2		<u>0...21,0</u> 3,2...11,9	6,0-Ір3п	4,66	5,12
	3		6,8-Пр1п	5,20	6,10	
	4		7,9-Пр2п	6,35	7,45	
	5		7,8...11,3	9,4-Пр3п	7,37	8,86
	6		транспортные	11,3-Ір1п	8,43	10,20
	7					

Окончание табл. П4

1	2	3	4	5	6
14	8	–	13,0-IIIр2п	9,52	12,45
	9	11,3...18,0	15,6-IIIр3п	–	–
15	«–»				
	1	34,0	60-Ip1п	50,0	91,7
	2	29,5	60-Ip2п	50,0	74,2
	3	–	60-Ip3п	50,0	62,1
	4	–	48-IIIр1п	49,6	51,2
	5	–	40-IIIр2п	41,6	39,2
	6	–	33-IIIр3п	34,9	31,0
	7	–	27-IIIр1п	29,2	25,2
	8	–	22-IIIр2п	25,4	19,4
	9	–	18-IIIр3п	–	–

П5. Тяговые показатели тракторов [12]

Трак- тор	Режим эксплуа- тации	Показа- тели	Работа на стерне на передачах				Работа на почве, подготовленной под посев, на передачах		
			1	2	3	4	1	2	3
Т-25А	При $P_T = 0$	V_p , км/ч	6,8	8,55	9,95	12,6	6,75	8,50	9,85
		G_T , кг/ч	1,5	1,7	1,8	1,95	1,55	1,80	1,90
		n , мин ⁻¹	1917	1915	1912	1910	1915	1912	1910
	При $N_T =$ $= 0,8N_{Tmax}$	N_T , кВт	9,2	10,3	9,8	9,2	6,85	8,4	8,75
		P_T , кН	5,7	5,2	4,3	3,3	5,0	4,3	3,5
		V_p , км/ч	5,8	7,1	8,2	10,0	4,95	7,0	9,0
		δ , %	14,0	12,5	10,0	9,0	19,0	15,0	12,0
	При $N_T =$ $= 0,9N_{Tmax}$	G_T , кг/ч	3,7	3,8	3,69	4,0	3,3	3,6	3,9
		N_T , кВт	10,3	11,6	11,1	10,3	7,7	9,45	9,85
		P_T , кН	6,8	6,0	5,0	3,9	5,8	5,0	4,0
		V_p , км/ч	5,45	6,95	8,0	9,5	4,8	6,8	8,85
		δ , %	18,0	15,0	12,5	10,0	23,0	19,5	14,5
	При $N_T =$ $= N_{Tmax}$	G_T , кг/ч	4,10	4,20	4,25	4,30	3,6	3,9	4,2
		N_{Tmax} , кВт	11,5	12,9	12,3	11,5	8,55	10,5	9,95
		$P_{Tн}$, кН	8,80	7,40	6,0	4,88	7,28	6,32	5,0
		$V_{Pн}$, км/ч	4,7	6,27	7,35	8,5	4,22	5,95	7,15
		δ , %	26,0	18,0	6,0	15,5	34,0	26,0	22,0
		δ , %	4,75	4,80	4,70	4,65	4,15	4,40	4,55
	При P_{Tmax}	G_T , кг/ч	1790	1700	680	1520	1800	1790	1750
		n , мин ⁻¹	8,4	10,6	1,3	13,1	6,5	8,45	9,25
		N_T , кВт	11,0	8,2	7,1	6,2	9,3	7,8	6,4
		P_{Tmax} , кН	2,75	4,65	5,7	7,6	2,5	3,9	5,2
		V_p , км	44,52	24,0	18,5	12,0	51,0	37,0	27,0
		δ , %	2,5	3,4	3,5	3,7	2,7	3,0	3,4
		G_T , кг/ч	1400	1360	1340	1310	1420	1380	1360
		n , мин ⁻¹							

Трактор	Режим эксплуатации	Показатели	Работа на стерне на передачах				Работа на почве, подготовленной под посев, на передачах			
			1	2	3	4	1	2	3	4
Т-40М	При $P_T = 0$	V_p , км/ч	7,45	8,80	10,4	12,1	7,4	8,75	12,0	12,0
		n , мин ⁻¹	1940	1935	1930	1925	1930	1925	1920	1915
		G_T , кг/ч	2,85	2,90	3,0	3,20	3,3	3,35	3,50	3,8
	При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	N_T , кВт	13,2	15,8	18,3	19,6	12,6	14,4	16,6	17,4
		P_T , кН	8,4	8,3	7,6	6,7	7,5	6,7	6,2	5,7
		V_p , км/ч	5,7	6,85	8,65	10,5	6,05	7,75	9,75	11,0
		δ , %	10,0	9,5	8,5	7,5	10,5	9,5	8,5	8,0
		G_T , кг/ч	5,6	6,4	7,4	7,6	5,9	6,3	6,8	7,5
	При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	N_T , кВт	14,8	17,8	20,5	22,0	14,1	16,2	18,7	19,6
		P_T , кН	9,6	9,5	8,8	7,6	8,7	8,0	7,0	6,7
		V_p , км/ч	5,55	6,75	8,4	10,4	5,85	7,3	9,65	10,5
		δ , %	11,5	11,0	10,0	8,5	12,5	11,5	10,5	9,5
		G_T , кг/ч	6,3	7,1	8,3	8,25	6,45	7,2	7,4	8,3
	При $N_T = N_{Tmax}$	N_{Tmax} , кВт	16,5	19,8	22,8	24,5	15,7	18,0	20,7	21,8
		$P_{Tн}$, кН	11,5	11,3	10,5	9,0	11,5	10,0	9,0	8,0
		$V_{Pн}$, км/ч	5,15	6,3	7,8	9,8	4,9	6,5	8,3	9,8
		δ , %	26,0	24,0	19,0	12,0	29,0	20,0	12,0	11,0
		n , мин ⁻¹	7,5	8,3	9,4	9,3	7,8	8,2	8,7	9,4
	При P_{Tmax}	n , мин ⁻¹	1820	1810	1790	1775	1800	1790	1760	1750
		G_T , кг/ч	13,0	18,5	17,3	20,0	11,4	16,4	19,6	20,7
		N_T , кВт	15,2	14,2	13,0	10,8	14,2	12,3	11,3	9,5
		P_{Tmax} , кН	3,1	4,7	4,8	6,7	2,9	4,8	6,25	7,85
		V_p , км/ч	55,0	40,0	31,0	18,0	55,0	38,0	26,0	18,0
		δ , %	9,2	9,5	8,0	8,2	8,9	9,1	8,2	7,4
		G_T , кг/ч	1810	1710	1300	1300	1700	1690	1570	1520
		n , мин ⁻¹								

Трак- тор	Режим эксплуа- тации	Показа- тели	Работа на стерне на передачах				Работа на почве, подготовленной под посев, на передачах				
			1	2	3	4	1	2	3	4	
Т-40М	При $P_T = 0$	V_p , км/ч	7,45	—	10,35	12,1	7,4	8,75	10,0	12,0	
		n , мин ⁻¹	1935	1930	1925	1920	1930	1925	1920	1915	
		G_T , кг/ч	2,9	3,0	3,1	3,3	3,9	4,0	4,1	4,4	
	При $N_T =$ $= 0,8N_{Tmax}$	N_T , кВт	20,5	22,9	21,5	21,2	17,6	19,0	18,1	17,3	
		P_T , кН	11,0	10,2	8,3	7,0	9,7	8,5	7,0	5,7	
		V_p , км/ч	6,77	8,1	9,35	10,9	6,5	8,1	9,8	10,9	
		δ , %	8,0	7,0	5,5	4,5	10,0	8,5	7,0	5,5	
		G_T , кг/ч	7,1	7,6	7,6	7,4	7,2	7,9	8,6	8,6	
		N_T , кВт	23,1	25,8	24,1	23,9	19,8	21,3	21,5	19,4	
	При $N_T =$ $= 0,9N_{Tmax}$	P_T , кН	12,7	11,7	9,6	8,3	11,3	9,7	8,2	6,8	
		V_p , км/ч	6,55	7,95	9,05	10,4	6,3	7,9	9,45	10,3	
		δ , %	9,5	8,5	7,0	6,0	11,0	10,0	8,5	7,0	
		G_T , кг/ч	7,7	8,3	8,3	8,3	7,9	8,2	9,0	9,0	
		При $N_T =$ $= N_{Tmax}$	N_{Tmax} , кВт	25,6	28,6	26,9	26,5	22,0	23,7	21,9	21,6
			$P_{Tн}$, кН	15,0	14,0	11,5	9,8	13,3	12,2	9,7	8,1
	$V_{Pн}$, км/ч		6,15	7,35	8,40	9,75	5,95	7,0	8,15	9,6	
	δ , %		11,0	9,7	9,0	8,0	13,0	12,0	11,0	9,0	
	n , мин ⁻¹		1810	1790	1720	1690	1790	1740	1700	1680	
	G_T , кг/ч		9,0	9,45	9,40	9,40	9,3	9,5	9,5	9,5	
	При P_{Tmax}	G_T , кг/ч	17,9	23,1	23,3	23,0	12,2	16,9	18,3	17,5	
		N_T , кВт	17,4	16,3	13,2	11,7	16,0	14,2	12,0	9,5	
		P_{Tmax} , кН	3,7	5,1	6,35	7,1	2,75	4,3	5,5	6,65	
		V_p , км/ч	40,0	20,0	14,0	13,0	45,0	23,0	15,0	12,0	
		δ , %	1600	1390	1380	1300	1310	1220	1200	1200	
		n , мин ⁻¹	8,7	8,0	8,1	8,1	8,5	8,4	7,8	8,1	
		G_T , кг/ч									

Продолжение табл. П5

Трак-тор	Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах					Работа на почве, подготовленной под посев, на передачах						
			4	5	7р	6	8р	7	3	4	5	7р	6	8р
МТЗ-80	При $P_T = 0$	$V_p, \text{ км/ч}$	9,6	11,4	12,3	13,2	14,6	16,2	9,5	11,3	12,2	13,1	14,5	
		$n, \text{ мин}^{-1}$	2370	2367	2365	2360	2357	2360	2358	2355	2350	2345	2340	
		$G_T, \text{ кг/ч}$	6,0	6,2	6,3	6,4	6,6	6,8	6,4	6,5	6,7	6,9	7,0	7,1
	При $N_T = 0,8N_{T\text{max}}$	$N_T, \text{ кВт}$	22,8	24,6	25,1	25,6	25,4	24,7	17,5	22,6	22,7	24,9	23,6	22,7
		$P_T, \text{ кН}$	10,6	9,7	9,0	8,1	7,2	6,3	9,6	10,0	9,1	8,5	7,6	6,6
		$V_p, \text{ км/ч}$	7,75	9,15	10,1	11,5	12,7	14,2	6,55	8,15	9,0	10,6	11,2	12,5
	При $N_T = 0,9N_{T\text{max}}$	$\delta, \%$	11,0	10,5	9,5	8,0	7,0	6,5	12,0	11,0	10,0	9,0	8,5	7,5
		$G_T, \text{ кг/ч}$	11,7	12,0	12,1	12,2	12,4	12,3	10,7	11,5	12,6	12,4	12,9	12,8
		$N_T, \text{ кВт}$	25,6	27,6	28,2	28,7	28,6	27,8	19,7	25,4	25,5	25,8	26,5	25,6
	При $N_T = N_{T\text{max}}$	$P_T, \text{ кН}$	12,2	11,2	10,3	9,2	8,3	7,2	11,3	11,5	10,5	9,8	8,6	7,5
		$V_p, \text{ км/ч}$	7,55	8,85	9,8	11,2	12,4	13,9	6,25	7,95	8,75	9,5	11,1	12,3
		$\delta, \%$	12,5	12,0	11,0	10,0	9,0	7,5	13,4	12,5	11,5	10,0	9,5	8,0
	При $P_{T\text{max}}$	$G_T, \text{ кг/ч}$	12,4	12,7	13,0	13,0	13,1	12,8	11,2	12,3	13,8	13,4	13,3	13,2
		$N_T, \text{ кВт}$	28,4	30,7	31,0	31,9	31,8	30,8	21,9	28,2	28,3	28,7	29,5	28,4
		$P_{T\text{H}}, \text{ кН}$	14,7	13,3	12,2	11,0	9,9	8,4	14,3	14,7	12,2	11,3	10,3	8,8
При $P_{T\text{max}}$	$V_p, \text{ км/ч}$	6,95	8,3	9,15	10,4	11,6	13,2	5,5	6,9	8,35	9,15	10,3	11,6	
	$\delta, \%$	23,0	22,0	19,5	15,5	13,0	11,0	26,5	25,0	23,0	21,0	17,0	14,5	
	$n, \text{ мин}^{-1}$	2230	2220	2200	2190	2150	2140	2290	2270	2255	2230	2220	2200	
При $P_{T\text{max}}$	$G_T, \text{ кг/ч}$	13,5	14,1	13,9	13,5	13,4	13,4	12,9	14,3	14,9	14,9	14,9	14,6	
	$N_T, \text{ кВт}$	23,7	28,1	25,4	27,1	23,0	25,8	11,5	17,2	21,7	21,7	23,0	21,9	
	$P_{T\text{max}}, \text{ кН}$	19,4	17,6	15,4	14,9	12,6	11,5	16,6	5,8	14,7	14,7	11,9	10,1	
При $P_{T\text{max}}$	$V_p, \text{ км/ч}$	4,4	5,75	5,95	6,55	6,6	8,0	2,5	3,9	5,3	5,3	6,95	7,8	
	$\delta, \%$	41,0	28,0	24,0	17,0	12,5	11,0	62,0	44,0	33,0	33,0	18,0	14,0	
	$n, \text{ мин}^{-1}$	1850	1650	1500	1450	1380	1300	1980	1720	1650	1650	1510	1470	
При $P_{T\text{max}}$	$G_T, \text{ кг/ч}$	13,0	11,2	11,0	11,4	11,0	10,7	14,8	12,2	11,7	11,7	11,3	10,6	

Трактор	Режим эксплуатации	Показатель	Трактор МТЗ-80					Трактор МТЗ-82				
			Работа на торфянике, подготовленном под посев, на передачах					Работа на торфянике, подготовленном под посев, на передачах				
			2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
МТЗ-80 МТЗ-82	При $P_T = 0$	V_p , км/ч	4,5	7,5	9,3	11,0	12,8	4,55	7,7	9,4	11,2	12,9
		n , мин ⁻¹	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		G_T , кг/ч	5,5	6,4	7,3	7,8	8,4	5,2	6,0	6,8	7,0	7,6
		N_T , кВт	6,4	10,0	12,9	13,5	12,3	8,8	12,4	17,4	17,5	16,2
		P_T , кН	6,6	6,8	6,0	5,0	3,9	8,2	8,3	7,6	6,0	4,9
	При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	V_p , км/ч	3,5	5,3	7,8	9,8	11,4	3,9	5,4	8,25	10,5	11,9
		δ , %	17,0	14,0	11,0	9,0	5,5	9,0	8,5	7,0	5,5	3,0
		G_T , кг/ч	9,0	9,6	10,0	10,4	11,0	9,6	10,9	11,1	11,3	11,7
		N_T , кВт	7,2	11,2	14,5	45,2	13,8	9,9	13,9	19,6	19,7	18,3
		P_T , кН	7,9	8,0	7,0	5,8	4,5	9,7	9,9	9,0	7,0	5,8
МТЗ-80 МТЗ-82	При $N_T = N_{Tmax}$	V_p , км/ч	3,3	5,0	7,4	9,4	11,0	3,7	5,05	7,85	10,1	11,3
		δ , %	19,5	20,0	14,5	11,0	8,0	13,5	13,0	9,0	6,0	3,5
		G_T , кг/ч	9,7	10,9	11,0	11,4	12,1	10,8	12,2	12,4	12,7	13,2
		N_{Tmax} , кВт	8,0	12,7	16,1	16,9	15,4	11,0	15,5	21,8	21,9	20,3
		$P_{Tн}$, кН	9,9	10,1	8,9	7,1	5,6	12,5	12,0	10,6	9,0	7,2
	При P_{Tmax}	$V_{Pн}$, км/ч	2,9	4,6	6,5	8,6	9,9	3,5	4,65	7,4	8,75	10,1
		δ , %	29,0	27,0	23,0	17,0	10,0	24,0	22,0	13,0	10,0	6,0
		n , мин ⁻¹	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		G_T , кг/ч	10,8	13,4	13,7	13,9	14,2	12,0	13,6	13,8	14,1	14,6
		N_T , кВт	5,9	8,9	11,9	14,4	13,2	9,6	13,6	16,1	19,2	18,4
	P_{Tmax} , кН	12,1	12,7	12,1	9,0	6,7	15,0	14,8	14,7	11,8	8,3	
	V_p , км/ч	1,75	2,5	3,55	5,8	7,1	2,3	3,3	3,95	5,85	7,95	
	δ , %	55,0	60,0	55,0	26,0	12,0	48,0	42,0	41,0	20,0	8,0	
	n , мин ⁻¹	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	G_T , кг/ч	12,5	12,3	12,4	12,7	12,8	13,8	13,6	13,1	13,4	13,5	

Трактор	Режим эксплуатации	Показатели	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, взрыхлённом после посева, на передачах				
			2	3	4	5	2	3	4	5	
МТЗ-80Х	При $P_T = 0$	V_p , км/ч	4,4	7,45	9,10	10,7	4,35	7,40	9,05	10,5	
		n , мин ⁻¹	2340	2330	2325	2320	2335	2325	2320	2315	
	При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	G_T , кг/ч	4,3	4,6	5,1	5,7	5,3	6,0	6,3	6,8	
		N_T , кВт	13,5	23,1	28,3	29,9	11,1	18,2	24,2	24,6	
		P_T , кН	14,3	13,7	12,7	11,3	12,0	11,1	1,0	9,6	
		V_p , км/ч	3,4	6,1	8,0	9,45	3,3	5,9	7,9	9,2	
		δ , %	14,0	11,0	8,0	6,5	18,0	14,0	10,0	7,5	
		G_T , кг/ч	8,3	10,4	10,9	11,6	6,9	8,7	11,3	11,9	
		При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	N_T , кВт	15,1	26,0	31,8	33,6	12,5	20,4	27,2	27,7
			P_T , кН	16,5	16,0	15,3	13,1	14,0	13,5	13,5	11,0
	V_p , км/ч		3,2	5,85	7,5	9,25	3,2	5,45	7,25	9,05	
	δ , %		21,5	16,0	12,0	10,0	23,0	20,0	14,0	11,5	
	При $N_T = N_{Tmax}$	G_T , кг/ч	8,6	11,0	11,7	12,6	7,5	10,0	12,0	12,5	
		N_{Tmax} , кВт	16,8	28,9	35,4	37,4	13,8	22,7	30,2	30,8	
		P_{TH} , кН	19,5	19,3	17,8	15,6	16,5	16,0	16,0	13,5	
		V_{pH} , км/ч	3,1	5,4	7,15	8,6	3,0	5,1	6,8	8,2	
		δ , %	25,0	23,0	17,0	13,0	30,0	29,0	22,0	18,0	
	При P_{Tmax}	n , мин ⁻¹	2220	2200	2190	2180	2290	2260	2235	2210	
		G_T , кг/ч	9,0	12,2	13,0	13,5	9,8	12,1	13,8	13,85	
		N_T , кВт	15,2	24,3	28,3	30,5	11,1	19,4	25,0	26,2	
		P_{Tmax} , кН	26,0	24,0	20,0	18,0	20,5	20,5	18,0	16,0	
		V_p , км/ч	2,1	3,65	5,1	6,1	1,95	3,4	5,00	5,9	
		δ , %	40,0	36,0	23,5	17,5	50,0	45,0	31,0	23,5	
		n , мин ⁻¹	1850	1780	1700	1630	2010	1930	1860	1710	
G_T , кг/ч		9,4	13,2	15,0	13,4	10,0	11,2	12,5	12,5		

Трактор	Режим эксплуатации	Показатели	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, подготовленном под посев, на передачах			
			5р	1	2	3	5р	1	2	3
ЮМЗ-6КМ	При $P_T = 0$	V_p , км/ч	7,25	8,05	9,5	11,7	7,20	8,0	9,45	11,6
		n , мин ⁻¹	1860	1855	1850	1845	1850	1845	1840	1835
		G_T , кг/ч	3,3	3,4	3,5	3,6	3,4	3,5	3,7	4,0
	При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	N_T , кВт	20,0	20,3	21,9	22,4	17,9	18,8	19,9	19,5
		P_T , кН	12,0	11,4	10,1	8,0	11,5	10,5	9,1	7,1
		V_p , км/ч	6,0	6,4	7,8	10,1	5,6	6,45	7,9	9,9
		δ , %	11,5	10,5	9,0	7,0	14,0	13,5	11,5	9,0
		n , мин ⁻¹	–	–	–	–	–	–	–	–
		G_T , кг/ч	7,8	9,0	9,6	9,5	8,4	9,1	9,4	9,8
	При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	N_T , кВт	22,5	22,8	24,7	25,1	20,2	21,2	22,4	21,9
		P_T , кН	13,8	13,4	11,8	9,4	13,5	12,4	10,6	8,2
		V_p , км/ч	5,85	6,15	7,55	9,6	5,4	6,2	7,6	9,6
		δ , %	13,5	12,1	10,5	8,0	16,5	15,8	13,5	10,5
		n , мин ⁻¹	–	–	–	–	–	–	–	–
		G_T , кг/ч	8,8	10,0	10,6	10,7	9,5	9,9	10,4	10,3
	При $N_T = N_{Tmax}$	N_{Tmax} , кВт	25,0	25,4	27,4	28,0	22,4	23,5	24,9	24,4
		$P_{Tн}$, кН	16,5	15,1	13,9	11,2	15,2	14,1	12,8	9,9
		$V_{pн}$, км/ч	5,45	6,05	7,1	9,0	5,3	6,0	7,0	8,85
		δ , %	20,0	19,0	16,5	13,0	24,0	22,0	19,0	15,5
		n , мин ⁻¹	1750	1720	1660	1630	1780	1760	1700	1660
		G_T , кг/ч	10,1	11,4	11,4	11,6	11,3	11,2	11,6	11,6
		N_T , кВт	22,6	23,2	24,7	27,1	14,7	17,7	21,2	20,5
		P_{Tmax} , кН	18,7	17,6	16,3	13,7	17,5	16,7	15,9	11,9
		V_p , км/ч	4,35	4,75	5,45	7,1	3,0	3,8	4,8	6,2
δ , %		30,0	27,0	19,5	11,5	47,0	30,0	22,5	16,2	
n , мин ⁻¹		1600	1600	1320	1260	1280	1240	1200	1160	
G_T , кг/ч		10,8	10,6	10,2	10,9	11,0	11,0	10,3	10,0	

Трак- тор	Режим эксплуата- ции	Показа- тели	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, подготовленном под посев, на передачах			
			XVII	XVIII	XIX	XX	XVII	XVIII	XIX	XX
МТЗ-100	При $P_T = 0$	V_p , км/ч	8,8	10,8	13,1	15,9	8,75	10,7	13,0	15,8
		n , мин ⁻¹	2310	2305	2300	2295	2300	2295	2290	2285
	При $N_T =$ $= 0,8N_{Tmax}$	G_T , кг/ч	6,0	6,5	6,9	8,0	6,5	7,0	8,0	9,3
		N_T , кВт	31,6	35,61	38,0	36,8	19,4	21,8	25,1	26,5
		P_T , кН	14,0	3,1	11,3	8,9	8,5	8,2	8,0	7,0
		V_p , км/ч	8,1	9,8	12,1	14,9	8,2	9,55	11,3	13,6
		δ , %	9,5	9,0	8,0	5,0	12,5	11,0	10,0	9,5
	При $N_T =$ $= 0,9N_{Tmax}$	G_T , кг/ч	9,5	11,1	13,8	14,8	10,3	12,1	15,0	17,8
		N_T , кВт	35,5	40,0	42,8	40,4	21,8	24,6	28,3	29,8
		P_T , кН	17,2	15,7	13,7	10,4	10,2	10,5	9,5	8,2
		V_p , км/ч	7,45	9,15	11,2	14,0	7,7	8,45	10,7	12,6
		δ , %	11,0	10,0	9,0	6,0	17,0	18,0	15,0	12,0
	При $N_T =$ $= N_{Tmax}$	G_T , кг/ч	11,1	12,5	15,2	16,0	11,2	14,0	17,0	17,5
		N_{Tmax} , кВт	39,5	4,5	47,6	46,0	24,2	27,3	31,4	33,1
		$P_{Tн}$, кН	20,5	19,5	16,5	12,6	13,7	13,5	12,0	10,3
		$V_{Pн}$, км/ч	6,95	8,2	10,3	13,1	6,45	7,3	9,4	11,6
		δ , %	15,0	12,0	10,0	8,0	30,0	28,0	21,0	17,0
	При P_{Tmax}	n , мин ⁻¹	2260	2200	2125	2100	2270	2220	2160	1900
		G_T , кг/ч	13,6	16,9	16,3	16,1	13,5	16,5	17,6	16,5
		N_T , кВт	34,5	43,0	45,0	41,0	16,5	24,0	26,5	27,0
		P_{Tmax} , кН	23,5	22,0	20,0	15,0	17,5	15,0	13,6	11,5
		V_p , км/ч	5,3	7,0	8,1	9,85	3,4	5,75	7,0	8,45
		n , мин ⁻¹	2200	2000	1690	1550	2220	2200	1900	1500
		δ , %	32,0	20,0	15,0	10,0	60,0	39,0	29,0	20,0
		G_T , кг/ч	16,2	16,0	15,1	14,9	16,2	17,8	16,9	16,0

Продолжение табл. П5

Трактор	Режим эксплуатации	Показатели	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, подготовленном под посев, на передачах				
			XIII	XVII	XVIII	XIX	VIII	XIII	XVII	XVIII	XIX
МТЗ-102	При $P_t = 0$	$V_{р\text{, км/ч}}$	6,85	8,70	10,7	13,0	5,45	6,80	8,65	10,65	12,9
		n , мин ⁻¹	2290	2285	2280	2275	2285	2280	2275	2270	2265
		$G_{т\text{, кг/ч}}$	7,3	7,4	7,5	7,7	6,9	7,4	8,0	8,7	9,2
	При $N_t = 0,8N_{т\text{max}}$	$N_{т\text{, кВт}}$	30,5	36,9	38,9	40,0	20,0	24,0	27,3	31,2	28,9
		$P_{т\text{, кН}}$	18,3	17,1	14,3	11,8	15,0	14,0	12,7	12,1	8,8
		$V_{р\text{, км/ч}}$	6,0	7,8	9,8	12,3	4,85	6,2	7,75	9,3	11,8
	При $N_t = 0,9N_{т\text{max}}$	δ , %	12,0	11,0	9,0	8,0	12,5	12,5	11,0	10,6	8,0
		$G_{т\text{, кг/ч}}$	13,7	14,8	15,3	16,0	11,2	12,5	13,0	15,2	16,1
		$N_{т\text{, кВт}}$	34,4	41,5	43,8	45,0	22,5	27,0	30,7	35,1	32,5
	При $N_t = N_{т\text{max}}$	$P_{т\text{, кН}}$	21,0	19,6	16,8	13,5	17,2	16,5	14,6	14,0	10,3
		$V_{р\text{, км/ч}}$	5,85	7,6	4,4	12,0	4,70	5,90	7,55	9,0	11,3
		δ , %	14,0	12,0	10,5	9,0	16,0	15,6	12,5	11,0	9,0
При $P_t = N_{т\text{max}}$	$G_{т\text{, кг/ч}}$	14,3	16,0	16,2	17,5	12,0	13,2	14,0	16,5	17,4	
	$N_{т\text{max, кВт}}$	38,2	46,1	48,6	50,0	25,0	30,0	34,1	39,0	36,1	
	$P_{т\text{, кН}}$	25,0	23,2	19,8	15,6	20,2	19,5	18,2	16,5	12,5	
При $P_t = N_{т\text{max}}$	$V_{р\text{, км/ч}}$	5,5	7,2	8,85	11,5	4,45	5,60	6,75	8,50	10,5	
	δ , %	21,0	18,0	13,0	10,0	23,0	22,0	17,5	15,0	10,0	
	n , мин ⁻¹	2240	2210	2140	2120	2260	2220	2190	2120	2090	
При $P_t = N_{т\text{max}}$	$G_{т\text{, кг/ч}}$	16,1	18,4	18,3	18,3	13,1	14,5	16,3	18,0	17,6	
	$N_{т\text{, кВт}}$	34,1	40,0	47,2	48,0	21,3	28,0	32,5	38,1	33,2	
	$P_{т\text{max, кН}}$	28,8	26,0	21,9	17,9	22,1	20,0	21,0	18,1	14,7	
При $P_t = N_{т\text{max}}$	$V_{р\text{, км/ч}}$	4,25	5,55	7,75	9,65	3,50	5,0	5,6	8,30	8,95	
	n , мин ⁻¹	2190	1860	1930	1880	2230	2210	2140	1930	1730	
	δ , %	35,0	24,0	15,0	12,0	35,0	24,0	27,0	17,0	13,0	
При $P_t = N_{т\text{max}}$	$G_{т\text{, кг/ч}}$	18,2	16,5	17,1	16,8	14,2	14,7	18,0	17,8	16,3	

Трактор	Режим эксплуатации	Показатели	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, подготовленном под посев, на передачах			
			9	10	11	12	9	10	11	12
			$V_{р}$, км/ч n , мин ⁻¹ $G_{т}$, кг/ч $N_{т}$, кВт $P_{т}$, кН $V_{р}$, км/ч δ , % $G_{т}$, кг/ч $N_{т}$, кВт $P_{т}$, кН $V_{р}$, км/ч δ , % $G_{т}$, кг/ч $N_{тmax}$, кВт $P_{тн}$, кН $V_{рц}$, км/ч δ , % n , мин ⁻¹ $G_{т}$, кг/ч $N_{т}$, кВт $P_{тmax}$, кН $V_{р}$, км/ч n , мин ⁻¹ δ , % $G_{т}$, кг/ч	При $P_t = 0$ При $N_t = 0,8N_{tmax}$ При $N_t = 0,9N_{tmax}$ При $N_t = N_{tmax}$ При P_{tmax}	9,15 2180 8,8 45,9 21,0 7,9 13,5 19,3 51,6 24,3 7,6 16,0 22,3 57,4 30,4 6,8 22,5 21,40 24,3 55,3 32,0 6,2 2000 25,0 23,6	11,5 2175 9,2 52,3 20,0 9,50 13,0 23,0 59,0 23,0 9,25 17,0 25,8 71,1 29,4 8,70 20,5 2120 27,4 70,2 30,0 8,45 1990 22,0 26,2	14,3 2170 9,5 59,1 17,0 12,5 12,0 24,1 66,5 20,0 12,0 13,0 26,0 73,8 23,0 11,55 15,0 2040 27,6 67,1 25,9 9,35 1790 18,0 26,3	17,5 2165 10,6 57,8 14,0 14,8 10,0 24,3 65,3 16,5 14,2 12,0 26,1 72,2 19,1 13,6 13,0 1950 27,5 69,0 20,7 12,0 1710 14,5 26,3	9,1 2175 9,2 42,7 19,0 8,1 13,5 21,4 45,7 21,1 7,8 17,0 22,1 50,8 25,8 7,1 23,0 2160 24,0 48,4 27,7 6,3 2010 30,0 23,2	11,3 2170 9,5 46,6 17,0 9,9 12,5 22,8 52,4 20,0 9,4 15,0 25,2 58,2 23,6 8,9 18,0 2120 26,1 55,3 25,4 7,85 2000 25,0 25,8

МТЗ-142

Продолжение табл. П5

Трактор	Режим эксплуатации	Показатели	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, подготовленном под посев, на передачах			
			9	10	11	12	9	10	11	12
			8,35 1980	9,9 1975	12,5 1970	15,5 1965	8,3 1975	9,85 1970	12,4 1965	15,4 1960
ЛТЗ-145	При $P_T = 0$	V_{P^*} , км/ч	7,1	7,4	7,6	7,9	7,4	8,0	8,7	9,6
		n , мин ⁻¹	45,1	53,9	62,6	62,2	35,1	41,1	48,2	51,3
		G_{T^*} , кВт	20,6	20,2	20,0	15,8	16,0	15,7	15,0	12,6
		N_{T^*} , кВт	7,9	9,6	11,3	14,2	7,9	9,4	11,5	14,7
	При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	V_{P^*} , км/ч	11,0	10,5	10,0	9,0	12,5	11,5	10,5	9,0
		δ , %	18,6	21,4	20,8	21,9	18,7	19,1	20,6	21,1
		G_{T^*} , кВт/ч	50,7	60,7	70,3	69,9	39,5	46,2	54,3	57,8
		N_{T^*} , кВт	23,7	24,2	24,0	18,3	18,3	18,0	17,8	14,9
	При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	V_{P^*} , км/ч	7,7	9,0	10,6	13,8	7,75	9,2	11,0	14,0
		δ , %	13,5	13,0	12,5	11,0	14,5	13,5	13,0	10,0
		G_{T^*} , кВт/ч	21,5	23,6	24,4	22,0	21,4	22,0	22,3	22,4
		N_{T^*} , кВт	56,4	67,5	78,2	77,7	43,9	51,4	60,4	64,3
При $N_T = N_{Tmax}$	V_{P^*} , км/ч	29,4	28,9	27,0	20,8	23,0	22,5	21,1	18,2	
	δ , %	6,9	8,4	10,2	13,4	6,85	8,2	10,3	12,8	
	n , мин ⁻¹	19,0	18,3	17,0	13,0	24,0	22,5	19,0	14,5	
	G_{T^*} , кВт/ч	1900	1870	1805	1770	1930	1910	1850	1710	
При P_{Tmax}	V_{P^*} , км/ч	26,1	26,4	26,3	26,2	25,1	25,3	25,2	25,1	
	δ , %	52,1	65,2	75,3	73,2	39,8	47,1	56,4	58,7	
	G_{T^*} , кВт	35,2	32,1	30,3	23,8	27,2	26,0	23,7	21,3	
	N_{T^*} , кВт	5,35	7,3	8,95	11,0	5,25	6,50	8,30	9,9	
	V_{P^*} , км/ч	1880	1860	1780	1540	1890	1850	1710	1220	
	n , мин ⁻¹	35,0	23,0	20,0	13,5	42,0	32,0	22,5	18,0	
		24,1	23,2	23,7	23,8	21,4	22,2	21,4	21,7	

Трактор	Режим эксплуатации	Показатели	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, подготовленном под посев, на передачах			
			Пр2л	Пр3л	Пр4л	ШПрлп	Пр2л	Пр3л	Пр4л	ШПрлп
Т-150К	При $P_t = 0$	V_p , км/ч	8,6	10,2	13,4	16,8	8,55	10,1	13,0	16,6
		n , мин ⁻¹	2260	2255	2250	2245	2250	2240	2235	2230
	При $N_t = 0,8N_{tmax}$	G_T , кг/ч	9,75	10,4	11,5	12,1	10,8	11,0	11,9	13,9
		N_{T_3} , кВт	62,7	64,0	70,0	67,5	46,7	51,4	59,2	56,0
	При $N_t = 0,9N_{tmax}$	P_T , кН	30,5	25,9	21,9	17,6	24,0	21,5	18,2	14,4
		V_p , км/ч	7,4	8,9	11,5	13,8	7,0	8,6	11,7	14,0
	При $N_t = 0,8N_{tmax}$	δ , %	8,0	7,5	6,0	4,5	8,0	6,2	5,0	4,0
		G_T , кг/ч	25,4	25,8	26,5	26,8	23,6	24,6	26,0	26,8
	При $N_t = 0,9N_{tmax}$	N_{T_3} , кВт	70,6	72,1	77,1	76,1	52,1	57,9	65,9	62,9
		P_T , кН	35,3	30,2	25,0	20,6	28,0	24,8	20,8	16,4
	При $N_t = N_{tmax}$	V_p , км/ч	7,2	8,6	11,1	13,3	6,7	8,4	11,4	13,8
		δ , %	9,5	8,0	6,5	5,0	11,0	8,5	6,0	4,5
	При $N_t = N_{tmax}$	G_T , кг/ч	27,6	28,4	28,6	28,9	25,7	26,7	27,8	28,6
		N_{Tmax} , кВт	80,1	83,5	91,6	90,4	63,0	69,5	77,2	75,6
	При P_{Tmax}	P_{T_3} , кН	41,6	35,8	31,4	26,9	37,2	30,9	25,5	21,1
		V_{p_3} , км/ч	7,0	8,4	10,5	12,1	6,1	8,1	10,9	12,9
При P_{Tmax}	δ , %	13,0	9,5	8,2	7,0	23,0	14,0	8,8	6,0	
	n , мин ⁻¹	2120	2040	1920	1770	2090	2070	2000	1900	
При P_{Tmax}	G_T , кг/ч	29,7	29,8	29,3	29,7	30,3	29,9	29,8	29,7	
	N_{T_3} , кВт	56,7	69,5	78,0	86,6	46,5	57,7	70,0	71,3	
При P_{Tmax}	P_{Tmax} , кН	49,5	40,3	34,1	28,4	43,8	38,0	30,3	24,1	
	V_p , км/ч	4,1	6,2	8,2	11,0	3,8	5,5	8,3	10,6	
При P_{Tmax}	n , мин ⁻¹	31,5	12,0	9,0	7,5	41,0	24,8	13,2	8,0	
	δ , %	1580	1560	1520	1680	1700	1590	1600	1500	
При P_{Tmax}	G_T , кг/ч	27,0	26,8	26,0	28,7	28,6	27,2	27,4	27,4	

Окончание табл. П5

Трактор	Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах						Работа на почве, подготовленной под посев на передачах					
			Пр1п	Пр1пн	Пр2п	Пр2пн	Пр3п	Пр3пн	Пр1п	Пр1пн	Пр2п	Пр2пн	Пр3п	Пр3пн
К-701	При $P_r = 0$	V_r , км/ч	8,05	8,95	9,7	10,65	11,6	12,9	8,0	8,9	9,6	10,6	11,5	12,8
		η , мин ⁻¹	2150	2145	2140	2135	2130	2125	2140	2135	2130	2125	2120	2115
		G_r , кг/ч	23,5	24,3	25,1	26,2	27,0	28,1	24,6	26,2	27,3	28,4	29,2	30,6
	При $N_r = 0,8N_{r\max}$	N_r , кВт	88,0	98,2	104,0	109,1	114,0	114,4	87,1	97,0	99,0	100,0	99,0	96,3
		P_r , кН	49,5	46,4	43,2	38,6	37,0	33,4	44,4	44,1	40,4	36,3	33,4	28,6
		V_r , км/ч	6,4	7,6	8,65	10,2	11,1	12,2	7,0	7,9	8,8	9,9	10,7	12,1
	При $N_r = 0,9N_{r\max}$	δ , %	8,0	7,5	6,5	6,0	5,0	3,5	10,0	9,0	7,5	6,5	5,5	4,0
		G_r , кг/ч	40,9	41,7	42,2	43,7	45,0	44,0	42,1	43,7	44,2	44,6	44,8	44,2
		N_r , кВт	99,0	110,5	117,0	123,0	128,4	128,5	98,0	109,2	111,0	122,3	111,0	109,5
	При $N_r = N_{r\max}$	P_r , кН	57,2	54,8	53,2	47,6	47,0	39,6	54,8	52,5	47,1	46,2	39,8	34,0
		V_r , км/ч	6,2	7,25	7,9	9,45	9,9	11,7	6,45	7,5	8,45	9,5	10,1	11,5
		δ , %	12,5	11,5	10,0	8,5	6,0	4,5	13,5	11,5	10,5	8,5	7,0	6,0
	При $N_r = N_{r\max}$	G_r , кг/ч	45,2	45,7	46,6	47,1	48,6	47,1	45,0	46,9	47,1	47,6	47,4	47,1
		$N_{r\max}$, кВт	110,0	123,0	130,0	136,7	142,8	142,6	109,0	121,5	123,5	123,5	123,5	120,5
		P_{Tn} , кН	71,0	66,5	64,5	60,0	55,3	48,5	65,0	62,5	57,1	52,3	47,4	41,8
	При $P_{r\max}$	V_{Pn} , км/ч	5,6	6,65	7,3	8,2	9,3	10,6	6,05	7,0	7,8	8,6	9,4	10,5
		δ , %	24,0	18,5	16,5	13,5	10,0	7,0	19,5	15,4	12,5	10,0	9,0	8,0
		η , мин ⁻¹	1970	1960	1940	1900	1900	1890	2010	1990	1970	1920	1900	1890
При $P_{r\max}$	G_r , кг/ч	47,9	50,8	52,0	53,7	54,0	51,6	52,3	55,1	54,6	53,7	53,6	53,00	
	N_r , кВт	87,5	87,4	100,7	110,2	133,1	110,4	93,7	89,6	92,0	100,7	100,5	100,0	
	$P_{r\max}$, кН	90,0	85,1	78,4	70,0	67,0	57,0	82,4	76,0	67,6	62,5	58,4	51,0	
При $P_{r\max}$	V_r , км/ч	3,5	3,7	4,9	5,75	7,2	7,2	4,1	4,25	4,9	6,2	6,5	7,1	
	δ , %	50,0	41,0	31,0	19,0	16,0	10,0	41,0	32,0	21,0	15,0	13,0	10,0	
	η , мин ⁻¹	1850	1500	1570	1420	1570	1330	1880	1500	1370	1460	1375	1310	
		G_r , кг/ч	42,1	45,0	47,5	42,5	47,0	41,5	41,2	40,4	41,0	40,8	41,5	

Продолжение табл. Пб

Трактор	Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах							Работа на почве, подготовленной под посев, на передачах							
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
ДТ-75М	При $P_T = 0$	$V_p, \text{ км/ч}$	5,55	6,2	6,85	7,6	8,5	9,4	11,4	5,45	6,05	6,7	7,4	8,3	9,2	11,2	
		$\eta, \text{ мин}^{-1}$	1835	1833	1830	1825	1820	1810	1805	1805	1800	1795	1785	1780	1780	1778	1775
		$G_T, \text{ кг/ч}$	6,2	6,5	6,7	7,0	7,3	7,6	8,6	8,6	6,7	7,0	7,3	7,7	8,2	8,7	9,7
	При $N_T = 0,8N_{T\text{max}}$	$N_T, \text{ кВт}$	38,6	39,4	39,2	38,4	37,3	36,0	32,6	33,1	35,5	35,2	34,6	33,3	32,7	28,3	
		$P_T, \text{ кН}$	26,1	23,9	21,0	18,7	16,3	14,2	10,5	23,2	22,0	20,0	17,4	15,0	12,9	9,45	
		$V_p, \text{ км/ч}$	5,35	5,92	6,73	7,4	8,25	9,11	11,2	5,14	5,69	6,33	7,14	8,00	8,83	10,7	
	При $N_T = 0,9N_{T\text{max}}$	$\delta, \%$	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,6	3,0	2,7	2,25	2,1	1,85	1,55	1,15	
		$G_T, \text{ кг/ч}$	13,9	14,1	14,2	14,5	14,5	14,5	14,7	13,6	14,0	14,2	14,2	14,4	14,6	14,7	
		$N_T, \text{ кВт}$	43,4	44,2	44,0	43,3	42,0	40,5	36,7	37,3	39,1	39,6	39,0	37,5	35,7	32,0	
	При $N_T = N_{T\text{max}}$	$P_T, \text{ кН}$	29,5	27,1	23,8	21,2	18,5	16,1	11,9	26,5	25,1	22,7	20,2	17,2	14,8	10,8	
		$V_p, \text{ км/ч}$	5,3	5,87	6,66	7,33	8,16	9,05	11,1	5,05	5,60	6,27	6,95	7,84	8,66	10,6	
		$\delta, \%$	2,05	1,7	1,3	1,2	1,0	0,9	0,7	4,15	3,6	2,85	2,3	2,05	1,8	1,3	
		$G_T, \text{ кг/ч}$	15,0	15,1	15,3	15,4	15,6	15,4	15,6	14,7	15,0	15,2	15,3	15,3	15,4	15,45	
		$N_{T\text{max}}, \text{ кВт}$	48,2	49,1	48,9	48,0	46,6	45,0	40,8	41,4	43,4	44,0	43,2	41,7	39,7	35,5	
		$P_{T\text{H}}, \text{ кН}$	34,3	31,6	27,7	24,5	21,3	18,5	13,7	31,0	28,9	25,9	22,8	19,8	16,9	12,2	
$V_{p\text{H}}, \text{ км/ч}$		5,05	5,6	6,3	6,85	7,8	8,55	10,6	4,8	5,4	6,1	6,8	7,55	8,45	10,4		
$\delta, \%$		3,6	2,6	1,8	1,4	1,2	1,0	0,8	9,0	7,0	5,0	4,0	3,5	3,0	2,0		
$\eta, \text{ мин}^{-1}$		16,5	16,5	16,5	16,4	16,4	16,3	16,4	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,4	16,3		
При $P_{T\text{max}}$	$V_p, \text{ км/ч}$	1720	1700	1690	1680	1675	1670	1660	1760	1720	1710	1700	1690	1680	1670		
	$G_T, \text{ кг/ч}$	40,8	37,3	39,0	38,5	37,5	37,1	34,8	33,3	34,1	34,3	34,5	33,8	32,7	30,6		
	$N_T, \text{ кВт}$	39,7	37,0	32,6	28,9	25,0	21,6	15,7	34,3	33,3	30,9	27,0	23,0	19,4	14,0		
	$P_{T\text{max}}, \text{ кН}$	3,7	4,2	4,3	4,8	5,4	6,2	8,0	3,5	3,7	4,0	4,6	5,3	6,1	7,9		
	$V_p, \text{ км/ч}$	7,2	5,1	2,8	2,0	1,45	1,2	1,0	13,0	11,0	7,5	4,5	3,0	2,5	1,5		
	$\eta, \text{ мин}^{-1}$	1340	1310	1180	1170	1180	1210	1270	1330	1230	1160	1160	1170	1210	1250		
$G_T, \text{ кг/ч}$	14,5	14,1	13,5	13,4	13,2	13,3	13,2	14,7	13,8	13,7	13,6	13,5	13,0	13,3			

Трак- тор	Режим эксплуа- тации	Показа- тели	Работа на торфянике, подготовленном под посев, на передачах							
			1	2	3	4	5	6	7	
ДТ-75Б	При $P_T = 0$	V_p , км/ч	5,65	6,25	6,95	7,7	8,5	9,4	11,5	
		n , мин ⁻¹	1860	1855	1850	1840	1830	1820	1810	
		G_T , кг/ч	6,7	7,0	7,3	7,6	8,1	8,8	10,9	
	При $N_T =$ $= 0,8N_{Tmax}$	N_T , кВт	29,8	28,8	27,7	25,3	22,0	18,7	14,4	
		P_{TH} , кН	20,2	18,2	15,1	13,0	10,5	8,2	4,9	
		V_p , км/ч	5,35	5,7	6,6	7,0	7,55	8,2	10,6	
		δ , %	1,6	1,0	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	
		G_T , кг/ч	13,9	13,6	13,8	14,0	13,7	13,2	14,2	
		N_T , кВт	33,6	32,4	31,2	28,5	24,8	21,1	16,2	
	При $N_T =$ $= 0,9N_{Tmax}$	P_{TH} , кН	24,1	21,2	18,2	15,8	13,3	10,0	6,0	
		V_p , км/ч	5,0	5,5	6,2	6,5	6,7	7,6	9,75	
		δ , %	2,1	1,5	1,3	1,0	0,8	0,6	0,4	
		G_T , кг/ч	14,8	14,9	15,0	15,1	14,8	14,6	14,7	
		При $N_T =$ $= N_{Tmax}$	N_{Tmax} , кВт	37,3	36,0	34,6	31,7	27,5	23,4	18,0
			P_{TH} , кН	29,1	24,9	21,0	18,9	15,6	12,0	6,9
	V_{PH} , км/ч		4,6	5,2	5,95	6,05	6,35	7,0	9,4	
		δ , %	4,3	3,1	2,2	2,0	1,6	0,9	0,4	
		n , мин ⁻¹	1690	1650	1610	1590	1500	1490	1480	
		G_T , кг/ч	15,15	15,2	15,2	15,1	15,0	14,9	15,2	
	При P_{Tmax}	N_T , кВт	31,1	29,5	29,5	27,6	25,3	20,9	18,3	
		P_{Tmax} , кН	33,0	27,2	24,2	21,1	18,2	15,0	7,5	
		V_p , км/ч	3,4	3,9	4,4	4,7	5,0	5,0	8,8	
		δ , %	9,0	5,0	3,1	2,5	2,0	1,5	0,5	
		G_T , кг/ч	1150	1100	1220	1100	1050	1070	1370	
		n , мин ⁻¹	12,6	12,9	12,2	12,1	11,7	12,9	14,9	

Трак- тор	Режим эксплуа- тации	Показа- тели	Работа на стерне на передачах				Работа на почве, подготовленной под посев, на передачах		
			I _{xv}	II _{xv}	I	II	I	II	
ДТ-175Б	При $P_T = 0$	V_p , км/ч	9,0	11,8	16,0	21,0	15,0	19,5	
		n , мин ⁻¹	2090	2090	2000	2000	2020	2000	
	При $N_T =$ $= 0,5N_{Tmax}$	G_T , кг/ч	11,0	13,1	16,7	19,0	19,1	25,0	
		N_T , кВт	33,3	40,4	43,8	42,0	41,1	37,0	
		P_T , кН	13,5	12,5	10,5	7,5	10,0	7,0	
		V_p , км/ч	8,85	11,6	15,0	19,0	14,6	19,0	
		δ , %	0,4	0,3	0,2	0,1	1,2	0,8	
		n , мин ⁻¹	1980	1960	1920	1990	1975	1930	
		G_T , кг/ч	15,1	19,2	22,0	24,3	25,0	23,1	
		При $N_T =$ $= 0,8N_{Tmax}$	N_T , кВт	53,3	64,6	70,1	67,2	65,8	62,5
			P_T , кН	23,0	21,0	19,0	13,8	18,0	13,0
			V_p , км/ч	8,4	11,1	13,6	17,5	13,3	17,3
	δ , %		0,8	0,6	0,4	0,2	2,0	1,5	
	n , мин ⁻¹		1905	1825	1820	1930	1930	1890	
	G_T , кг/ч		21,2	24,5	27,2	28,0	28,9	29,5	
	При $N_T =$ $= 0,9N_{Tmax}$		N_{Tmax} , кВт	60,0	72,6	77,9	75,6	74,0	70,3
			$P_{Tн}$, кН	26,5	26,0	23,0	17,0	21,5	16,0
			$V_{pн}$, км/ч	8,15	10,1	12,1	16,0	12,4	15,8
			δ , %	1,1	1,0	1,0	0,8	3,5	2,5
		n , мин ⁻¹	1895	1740	1795	1900	1910	1860	
		G_T , кг/ч	23,0	27,2	28,6	28,7	29,8	30,6	
		При $N_T =$ $= N_{Tmax}$	N_T , кВт	66,7	80,9	87,8	84,0	82,1	78,5
			P_{Tmax} , кН	30,0	30,0	34,0	29,5	33,0	25,0
			V_p , км/ч	8,0	9,7	9,3	10,25	8,95	11,3
			δ , %	1,3	1,3	1,4	1,3	4,2	2,9
	n , мин ⁻¹		1890	1705	1750	1810	1790	1790	
	G_T , кг/ч		24,2	28,8	28,3	28,3	29,9	29,6	
	При P_{Tmax}		N_T , кВт	66,7	80,9	56,3	41,1	73,2	64,5
			P_{Tmax} , кН	30,0	30,0	55,0	45,0	44,0	37,5
			V_p , км/ч	8,0	9,7	3,7	4,2	6,0	6,2
			δ , %	1,3	1,3	7,5	3,0	10,0	6,0
		n , мин ⁻¹	1890	1705	1750	1790	1790	1790	
		G_T , кг/ч	24,2	28,8	28,3	28,3	29,6	28,7	

Трактор	Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах			Работа на почве, подготовленной под посев, на передачах				
			Пр1п	Пр2п	Пр3п	Шр1п	Шр2п	Шр3п	Шр1п	
Т-150	При $P_T = 0$	$V_{р\text{, км/ч}}$	7,4	8,6	10,2	12,1	7,35	8,5	10,1	12,0
		$n, \text{мин}^{-1}$	2175	2165	2160	2150	2150	2140	2135	2130
		$G_T, \text{кГ/ч}$	9,6	10,0	10,4	10,7	10,3	10,6	11,6	12,2
	При $N_T = 0,8N_{T\text{max}}$	$N_T, \text{кВт}$	68,9	70,2	69,0	63,6	58,7	60,8	54,8	54,2
		$P_T, \text{кН}$	37,6	32,4	27,0	21,0	32,0	29,2	22,4	18,6
		$V_{р\text{, км/ч}}$	6,6	7,8	9,2	10,9	6,6	7,5	8,8	10,5
	При $N_T = 0,9N_{T\text{max}}$	$\delta, \%$	1,6	0,9	0,6	0,4	1,9	1,3	1,1	0,9
		$G_T, \text{кГ/ч}$	24,5	24,8	25,0	24,9	24,6	25,0	25,1	24,9
		$N_T, \text{кВт}$	72,5	75,6	74,9	72,1	64,7	64,8	64,7	61,2
	При $N_T = N_{T\text{max}}$	$P_T, \text{кН}$	40,8	36,3	30,3	24,5	36,4	32,4	27,4	21,4
		$V_{р\text{, км/ч}}$	6,4	7,5	8,9	10,6	6,4	7,2	8,5	10,3
		$\delta, \%$	2,0	1,1	0,8	0,5	3,0	2,6	2,1	1,9
	При $P_T = N_{T\text{max}}$	$G_T, \text{кГ/ч}$	26,1	26,4	27,0	26,8	26,2	26,6	27,1	26,9
		$N_{T\text{max}}, \text{кВт}$	80,0	81,6	80,0	78,1	67,9	70,0	69,0	68,2
		$P_{T\text{H}}, \text{кН}$	46,4	40,8	33,5	27,3	40,1	36,5	30,3	24,8
При $P_{T\text{max}}$	$V_{р\text{H}}, \text{км/ч}$	6,2	7,2	8,6	10,3	6,1	6,9	8,2	9,9	
	$\delta, \%$	3,0	1,5	1,0	0,6	4,5	4,0	3,0	2,5	
	$n, \text{мин}^{-1}$	1860	1850	1840	1830	1880	1830	1800	1790	
При $P_{T\text{max}}$	$G_T, \text{кГ/ч}$	28,4	28,4	28,3	28,4	28,6	28,3	28,5	28,8	
	$N_T, \text{кВт}$	76,3	77,8	77,2	73,1	63,5	64,3	63,3	63,1	
	$P_{T\text{max}}, \text{кН}$	50,3	44,8	37,2	30,1	43,0	41,6	34,1	28,4	
При $P_{T\text{max}}$	$V_{р\text{, км/ч}}$	5,5	6,3	7,5	8,7	5,3	5,6	6,7	8,0	
	$\delta, \%$	6,0	3,5	2,5	2,1	8,0	6,0	4,0	3,1	
	$n, \text{мин}^{-1}$	1710	1640	1630	1580	1700	1500	1480	1470	
При $P_{T\text{max}}$	$G_T, \text{кГ/ч}$	24,2	23,9	24,6	24,0	24,7	24,5	23,4	24,4	

Продолжение табл. 1б

Трактор	Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах								Работа на почве, подготовленной под посев, на передачах							
			2	3	4	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8			
Т-4А	При $P_T = 0$	V_p , км/ч	4,4	4,9	5,5	6,7	7,8	9,0	10,1	4,8	5,4	6,6	7,7	8,9	10,0			
		G_T , кг/ч	8,0	8,3	8,6	8,7	9,1	9,7	10,7	8,4	8,8	8,9	9,4	10,2	11,9			
	При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	N_T , кВт	46,7	53,5	57,7	61,1	56,5	55,6	53,6	48,0	51,7	54,9	52,5	52,0	50,0			
		P_T , кН	41,6	40,6	40,0	33,9	27,6	23,5	20,0	37,5	37,0	31,8	25,6	22,1	19,0			
	При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	V_p , км/ч	4,08	4,72	5,19	6,49	7,35	8,51	9,64	4,60	5,05	6,20	7,37	8,44	9,48			
		δ , %	4,8	4,6	4,4	3,9	3,2	2,7	2,3	4,5	4,4	3,8	3,0	2,6	2,0			
	При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	G_T , кг/ч	16,5	18,0	19,0	20,2	20,7	20,0	20,0	17,2	18,8	19,1	18,5	19,7	20,1			
		N_T , кВт	52,3	60,1	64,9	68,7	63,5	62,3	60,1	54,1	58,2	61,7	59,0	58,6	56,3			
	При $N_T = N_{Tmax}$	P_T , кН	47,0	47,1	45,3	38,4	31,3	26,5	22,5	43,3	42,7	36,6	29,1	25,3	21,5			
		V_p , км/ч	4,0	4,6	5,15	6,43	7,29	8,46	9,58	4,5	4,9	6,08	7,28	8,35	9,4			
	При $N_T = N_{Tmax}$	δ , %	5,5	5,5	5,3	4,3	3,6	3,1	2,6	5,2	5,1	4,4	3,4	3,0	2,5			
		G_T , кг/ч	17,5	20,0	21,2	22,1	22,4	21,8	22,0	19,8	20,5	21,2	20,4	22,0	21,6			
	При $N_T = N_{Tmax}$	N_{Tmax} , кВт	58,2	67,0	72,1	73,9	70,6	69,4	66,9	60,1	64,6	68,6	65,6	65,1	62,5			
		$P_{Tц}$, кН	53,9	56,9	51,0	42,6	36,2	29,4	25,5	50,0	48,5	41,1	32,8	28,1	24,3			
При P_{Tmax}	$V_{Pц}$, км/ч	3,92	4,3	5,1	6,4	7,0	8,4	9,45	4,35	4,60	6,0	7,2	8,2	9,25				
	δ , %	7,4	8,6	6,6	5,0	4,2	3,5	3,0	17,8	14,6	6,6	3,9	3,2	2,8				
При P_{Tmax}	G_T , кг/ч	19,7	22,1	23,3	23,3	22,4	22,7	23,0	22,9	22,7	23,0	23,4	23,0	23,0				
	N_T , кВт	56,8	65,1	61,3	56,2	55,3	55,3	57,4	53,4	45,9	52,4	54,9	53,4	52,3				
При P_{Tmax}	P_{Tmax} , кН	56,9	57,2	55,1	53,1	45,2	39,0	33,9	55,0	55,0	51,0	41,1	35,0	31,4				
	V_p , км/ч	3,6	4,1	4,0	3,8	4,4	5,1	6,1	3,5	3,0	3,7	4,8	5,5	6,0				
При P_{Tmax}	δ , %	8,6	8,8	7,8	7,0	5,3	4,4	4,0	23,0	22,8	17,6	6,6	4,2	3,8				
	n , мин ⁻¹	20,7	22,2	21,8	16,8	17,4	18,0	18,4	21,3	18,	19,0	18,	18,2	20,0				

Трактор	Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах								Работа на поспе, подготовленной под посев, на передачах							
			3	4	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8				
Т-130	При $P_r = 0$	V_p , км/ч	4,7	8,55	6,75	8,0	9,2	10,9	4,6	5,5	6,7	7,9	9,1	10,8				
		n , мин ⁻¹	1310	1305	1300	1290	1285	1280	1280	1295	1290	1285	1280	1275				
		G_{tr} , кг/ч	7,4	7,6	8,5	9,1	10,4	11,3	13,0	12,1	12,4	15,4	17,6	20,0	23,1			
		N_{tr} , кВт	68,0	64,0	58,3	57,6	53,2	49,0	58,1	57,8	56,3	52,9	49,8	43,8				
		P_{tr} , кН	52,3	42,1	32,2	26,4	21,2	17,2	47,6	39,0	31,4	25,6	20,4	15,5				
	При $N_r = 0,8N_{rmax}$	V_p , км/ч	4,35	5,47	6,55	7,8	9,05	10,3	4,4	5,35	6,45	7,45	8,8	10,2				
		δ , %	1,5	1,0	0,7	0,6	0,4	0,3	2,5	2,0	1,2	0,9	0,6	0,4				
		G_{tr} , кг/ч	20,1	20,3	21,0	21,6	22,3	23,4	18,2	19,7	21,1	20,8	21,9	23,2				
		N_{tr} , кВт	70,7	72,0	65,6	64,8	59,8	55,1	65,4	65,0	63,2	59,4	56,0	49,4				
		P_{tr} , кН	60,8	48,9	38,0	31,1	25,0	19,7	55,5	45,1	36,6	29,6	23,7	18,4				
	При $N_r = 0,9N_{rmax}$	V_p , км/ч	4,18	5,3	6,2	7,5	8,6	10,0	4,2	5,2	6,2	7,25	8,5	9,6				
		δ , %	1,8	1,2	0,9	0,7	0,5	0,4	3,5	2,4	1,5	1,0	0,7	0,5				
		G_{tr} , кг/ч	21,9	22,1	23,4	24,1	25,1	26,2	21,2	21,6	22,2	22,8	23,1	24,0				
		N_{rmax} , кВт	78,7	80,0	72,9	72,0	66,4	61,3	72,6	72,2	70,4	66,0	62,2	54,8				
		P_{tr} , кН	66,5	56,5	43,0	36,0	29,0	23,0	64,0	53,0	43,0	34,0	28,0	21,0				
При $P_r = N_{rmax}$	V_p , км/ч	4,26	5,1	6,1	7,2	8,25	9,6	4,08	4,9	5,9	7,0	8,0	9,4					
	δ , %	2,1	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	5,3	2,7	1,6	1,1	0,9	0,7					
	G_{tr} , кг/ч	23,7	24,0	24,2	24,3	24,2	24,0	23,9	24,0	23,9	24,0	23,9	24,0					
	N_{rmax} , кВт	122,5	121,5	119,0	117,0	116,0	113,0	121,0	119,0	116,0	114,0	113,0	111,0					
	P_{tr} , кН	77,9	76,8	68,1	67,7	67,6	61,3	69,0	66,3	64,0	62,2	57,5	51,1					
При $P_r = N_{rmax}$	V_p , км/ч	4,0	4,6	5,3	6,2	7,6	8,5	3,6	4,1	5,1	5,9	6,8	8,0					
	δ , %	3,0	2,0	1,5	1,2	1,0	0,8	8,0	3,5	2,5	2,0	1,5	1,0					
	G_{tr} , кг/ч	11,60	11,00	10,40	10,15	10,65	10,00	10,95	10,00	10,10	9,79	9,65	9,50					
	N_{rmax} , кВт	22,1	23,0	21,3	23,1	22,5	23,0	22,3	22,0	22,3	20,4	22,3	20,1					
	P_{tr} , кН																	

**П7. Конструктивно-технологические характеристики
сельскохозяйственных машин**

Вид работы	Марка сельхоз-машин	Глубина обработки, заделки семян и т.д., см	Ширина захвата	Интервал рабочих скоростей движения, км/ч
1	2	3	4	5
Пахота	ПН-30Р	25	0,3	5...6
	ПН-2-30Р	25	0,6	5...6
	ПТН-40	40	0,4	до 5
	ПТН-3-40	40	1,2	до 10
	ЧЯ-3-50	60	0,5	2,4...4,0
	ПЧЯ-2-50	50	1,0	2,5...4,0
	ПОН-2-30	25	0,6	до 6,3
	ПН-4-40	35	1,6	8...12
	ПЧС-4-35	35	1,4	до 6
	ПКУ-3-35	27	1,05	до 7
	ПКУ-4-35	27	1,4	до 7
	ПКГ-5-40В	27	2,0	до 9
	ПГП-7-40	27	2,8	до 10
	ПЛ-5-35	40	1,75	6...12
	ПЛН-3-35	30	1,05	7...10
	ПЛН-4-35	30	1,4	6...10
	ПЛН-5-35	30	1,75	6...10
ПЛН-6-35	30	2,1	7...10	
ПТК-9-35	30	3,15	8...10	
Безотвальная обработка почвы	КГП-2,2	25	2,15	до 10
	КГП-250	16; 30	2,4	7...10
	КГП-2-250	30	3,1	до 8
	ОПТ-3-5	8...16	3; 5	до 12
	ПГ-3-5	15...30	3,2; 5,3	до 10
	ПГ-3-100	15...30	3,2	до 10
Боронование зубowymi боронами	БЗТС-1,0	6	0,95	до 12
	БЗСС-1,0	6	0,95	до 12
	ЗБП-0,6А	6	0,6	до 7
	З-ОР-0,7	2...4	0,7	до 8
	БП-8	6...12	8,4; 6; 3,6; 3	до 12
	БСО-4А	4...9	4,2	до 9
	ШБ-2,5	2...4	2,5	до 7
	Б-42-3А	2...4	3	до 9

Продолжение табл. П7

1	2	3	4	5
Боронование дисковыми орудиями	БДН-3,0	12	3	до 8
	БДТ-7,0	20	7	до 8
	БД-10А	8...10	10	до 12
	БДТ-10	6...12	10	8,5...12
Лущение стерни	ЛДГ-20	4...10	20	до 12
	ЛДГ-15	4...10	15...17,6	8...12
	ЛДГ-10	4...10	10...12	8...12
	ЛДГ-5	4...10	5...5,8	до10
	ППЛ-10-25	8...18	2,5	до 9
	ППЛ-5-25	8...18	1,25	до10
Сплошная культивация	КПС-4(П)	6...12	4,0	до 15
	КПС-4(Н)	5..12	3,9	до 12
	КШУ-18	6...12	18	до 12
	КШП-8	4...12	3,6; 6; 8,4	7...12
	КПЗ-9,7	4...12	9,7	до 10
	КПЭ-3,8А	5...16	3,8	до 9
Обработка культиваторами- плоскорезами	КПШ-9	7...18	6,4; 8,2	до 12
	КПШ-11	7...18	9,97	до 10
	ПШ-5	8...14	4,4	7...10
	ПЩ-3	8...14	2,77	7...10
Снегозадержание	СВУ-2,6-1	–	2,6	до 10
Посев зерновых культур рядковы- ми сеялками	СЗ-3,6А	1...8	3,6	до 13,4
	СЗП-3,6А	4...8	3,6	до 15
	СЗТ-3,6А	2...8	3,6	до 12
	СЗК-3,3	3...8	3,3	9...12
Посев кукурузы	СУПН-8	4...12	5,6	до 12
	СПЧ-6МФ	4...12	4,2	до 10
	СКПП-12	4...12	8,4	до 12
Посев свёклы	ССТ-12А	2...6	5,4	9
	ССТ-18Б	2...6	8,1	3,6...7,8
	ССТ-12В	2...6	5,4	5,2
	ССТ-8В	2...6	4,8	5,2
	ССТК-8	1,5...6	4,8	5,2
	СУПК-12	2...6	5,4	5,4

Продолжение табл. П7

1	2	3	4	5
Посев овощей	СУПО-6	2...5	4,2	5...8
	СО-4,2	2...6	3,6; 4,2; 4,8	9
	СУПО-9	2...5	5,4	5...8; 7...10
	СОПГ-4,8	2...5	4,8	7
	СЛС-12	3...8	4,2	5...8
Посадка картофеля	КМС-8	8...16	5,6	6...9
	САЯ-4А	8...18	2,8	5...6,3
	КСМГ-4	8...16	2,8	6...9
	КСМГ-8	8...16	4,2	6...9
	СН-4Б	18	2,8	4,5...6,3
Междурядная культивация	КРН-5,6А	6...16	5,6	10
	КРН-4,2А	6...16	4,2	10
	КРН-8,4	6...16	8,4	9
	КРШ-8,1	16	8,1	6...8
	КГС-4,8А	6...16	4,8	
Прореживание сахарной свёклы	УСМК-5,4В	3...16	5,4	3...9
	КРД-5,4	3...16	4,8	5
	ПСА-5,4	3...16	5,4	3...5
Окучивание картофеля	КНО-4,2	–	4,2	7...10
	КРН-5,6Д	–	5,6	6...9
	УГК-2,8	–	2,8	9
	(КОН-2,8Г)			
Внесение органических удобрений	ПРТ-16М	–	7...8	10
	ПРТ-10-1	–	6...8	12
	МТТ-Ф-19	–	6...8	10
	РОУ-6	–	6...7	9
Внесение жидких удобрений	МЖТ-19	–	6...12	7...12
	МЖТ-16	–	6...12	10
	МЖТ-10	–	6...12	10
	МЖТ-6	–	6...12	15
	РЖТ-4М	–	6...12	10
Внесение минеральных удобрений	ІРМГ-4Б	–	8...14	12
	СТТ-10	–	10...15	10...15
	МВУ-8Б	–	8...20	8...25
	РУП-14	–	11	15
	РУП-10	–	11	15
	МХА-7	–	10...22	5...25

1	2	3	4	5
Химическая обработка посевов	ОП-2000	–	15...100	6...12
	ОП-2000-2-01	–	18...33	6...12
	ОПВ-1200	–	3	6...8
	ОМ-630	–	15...100	6...8
Скашивание трав	КП-Ф-6,0	–	6	
	КД-Ф-4,0	–	4	
	КС-Ф-2,1Б	–	2,1	
	КСГ-Ф-2,1Б	–	2,1	
	КРН -2,1А	–	2,1	
	КПРН-3,0А	–	3,0	
Сгребание, ворошение и подбор трав	ГП-Ф-16	–	6...16	
	ВЦН-Ф-3	–	3,3	
	ПКТ-Ф-2,0	–	2,0	
	ППЛ-Ф-1,6	–	1,6	
	ПР-Ф-750	–	1,65	
Скашивание жатками	ЖВП-6	–	6	
	ЖВГ-10-3	–	10	
	ЖРБ-4,2А	–	4,2	
	ЖС-6	–	6	
	ЖН-6	–	6	
Уборка картофеля	КТН-2В	–	1,4	
	ККУ-2	–	1,4	
	КПК-3	–	2,1	
	КПК-2	–	1,4	
Уборка сахарной свёклы	БМ-6Б	–	2,7	5...8
	МКК-6 (РКС-6)	–	2,7	6

П8. Коэффициенты сопротивления качению ходовых колёс сельскохозяйственных машин f_m и сцепок $f_{сч}$

Условия движения	На пневматических шинах			На стальных колёсах
	весной	в конце весны, летом, в начале осени	осенью	
Асфальтированная дорога	–	0,03...004	–	0,2...0,3
Уплотнённая полевая дорога	0,14...0,06	0,04...0,03	0,05...0,08	–
Сухая стерня клевера	0,17...0,07	0,06...0,05	0,08...0,09	0,06...0,10
Сухая стерня клевера после дождя	–	0,12...0,14	–	0,18...0,20
Полевая дорога	0,15...0,07	0,06...0,04	0,06...0,09	0,06...0,03
Целина, луг полугустой, травостой высотой до 10 см	0,15...0,07	0,07...0,05	0,08...0,09	0,05...0,07
Клеверище, густой травостой высотой до 20 см	0,10...0,09	0,09...0,07	0,08...0,010	–
Клеверище, обработанное на глубину 5...6 см	0,20...0,11	0,09...0,08	0,09...0,14	–
Стерня после озимых	0,24...0,09	0,09...0,07	0,09...0,15	0,09...0,11
Стерня на супеси	0,25...0,11	0,10...0,09	0,10...0,16	–
Стерня взлущённая	–	–	0,10...0,12	0,16...0,18
Поле из-под картофеля	0,27...0,13	0,11...0,09	0,12...0,18	–
Культированное поля	0,33...0,15	0,13...0,11	0,14...0,20	0,22...0,24
Слежавшаяся пашня, прошлогодняя зябь	0,40...0,20	0,15...0,12	0,015...0,09	–
Свежевспаханное поле	0,44...0,24	0,25...0,18	0,02...0,03	–
Укатанная снежная дорога	–	0,04...0,06	–	0,08...0,10

Примечание: 1. В указанных интервалах коэффициент сопротивления качению ходовых колёс тем больше, чем выше скорость движения агрегата.

2. Коэффициент сопротивления перемещению тракторных саней по снегу равен примерно 0,04...0,06.

П9. Типы сцепок и их характеристика

Наименование	Марка	Трактор класса тяги	Максимальная ширина захвата	Число машин в агрегате	Масса, кг	Способ агрегирова- ния
Прицепная универсальная, гидрофицированная	СП-16	3...5	1...20	3...5	1762	Шеренговый эшелони- рованный
Прицепная гидрофицированная	СП-11	3	10,8	2...3	915	То же
Универсальная	С-ПУ	1,4...3	12	4	700	То же
Полунавесная	СН-75	3	12,6	3	1250	Эшелони- рованный
Гидрофицированная	СГ-21	3	20,6	21 (бо- рона)	1800	Шеренговый

П10. Степень неравномерности тягового сопротивления [10]

Работа	Значение δ_{KM} при числе плужных корпусов или машин в агрегате					
	1	2	3	4	5	6
Вспашка лёгких почв	0,18	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07
Вспашка тяжёлых и задернелых почв	–	0,25	0,23	0,20	0,18	0,16
Вспашка очень тяжёлых пересохших и каменистых 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	–
Лушение стерни (захват 5 м)	0,15	0,12	0,09	0,07	–	–
Кошение зерновых (захват 4,8 м)	0,16	0,14	0,12	–	–	–
Кошение трав (захват 2 м)	0,15	0,12	0,10	–	–	–

**П11. Мощность, расходуемая на привод
сельскохозяйственных машин [12]**

Сельскохозяйственная машина	Марка машины	$N_{\text{ВОМ}}$, кВт
1	2	3
Сеялка универсальная пунктирная пневматическая Картофелесажалки	СУПН-8	7,4...11,0
	КСМ-6	64
	СКС-4	3,7...5,5
	КСМГ-4	32,8...41,2
	КСМ-4	33,7...42,3
	СКМ-6	77,2
Культиваторы	КСМ-8	112,5
	ФПУ-4,2	25,8...36,8
	КФ-5,4	29,4...36,8
Комбинированный агрегат для обработки солонцовых почв	АЛС-2,5	73,6
Комбайны силосоуборочные	КС-1,8	25,8...40,5
	КСС-2,6	58,9...73,6
	КС-2,6	15,5
	КПКУ-75	58,9...73,6
	КПИ-2,4	35...50
Косилки-измельчители	КИР-1,5Б	15,8
	КУФ-1,8	25,8...40,5
Косилки	КТП-6	22,1...25,8
	КДП-4,0	7,0
	КС-2,1	3,7
	КРН-2,1	4,5
	КПВ-3,0	11,0
Косилка-валкователь	Е-281	60...70
Косилка-измельчитель	ЖРС-4,9	22,1...25,8
Жатка	ЖВС-6	7,8...10,2
	БМ-6	22,1...29,4
Машина ботвоуборочная	РКС-6	40,6...47,9
Машина корнеуборочная Картофелекопатели	КСТ-1,4	11,0...14,7
	УКВ-2	18,4...22,1
	КТН-2Б	7...9
	Z-609	18,4
	ККУ-2А	26,7...29,8
Картофелеуборочный комбайн	Е-684	44,1
	КПК-3	28,96
	Е-686	32,1...36,7
	КПК-3-1	47,28
	Е667/2	22,1...25,1

1	2	3
Разбрасыватели минеральных удобрений и извести, опрыскиватели	РМГ-4	7,4...11,0
	РУП-8	29,4...36,8
	РУМ-8	18,4...22,1
	РУМ-16	25,8...37,5
Разбрасыватели органических удобрений	ОМ-630-2	5
	РПН-4	11,0...14,7
	РЖТ-4	14,7...18,4
	РОУ-5	20,2...23,0
	ПРТ-10	29,8...40,4
	МЖТ-10	20,8...25,2
	РЖТ-8	29,4...36,8
	МТТ-19	31,5...43,3
	РУН-15Б	58,9...73,6
	МЖТ-16	35,3...42,6
	МЖТ-23	34,9...43,5
	ПРТ-16	36,8...51,5
Дальнеструйная дождевая машина	РЖТ-16	34,1...43,2
	МТТ-23	34,0...72,2
	ДДН-100	95,6...103,0
	Льнотеребилка	ТЛН-1,5А
Льнокомбайн	ЛКВ-4Т	11...14
	ЛК-14А	11...14
Комбайн кормоуборочный	КСК-100	90...113
	ЯСК-170	65...80
Пресс-подборщик	ПС-1,6	8...11
Машины для уборки кормовой свёклы	МКК-6	45...52

П12. Удельные затраты мощности на технологический процесс зерноуборочных комбайнов [10]

Марка комбайна	Значения $N_{уд}$ при q (кг/с)								
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
СКД-5	20,0	14,7	12,1	10,5	9,5	8,7	8,1	7,4	–
СК-5	18,2	13,5	11,2	9,8	8,9	8,2	7,7	7,0	–
СК-6	23,1	16,8	13,7	11,8	10,5	9,6	8,9	8,0	7,4

Примечание. Для зерноуборочных комбайнов «Дон-1200», «Дон-1500», «Енисей-1200» в расчётах можно принять $N_{уд} = 10...12$ кВт/кг/с.

**П13. Удельные затраты мощности на работу
кормоуборочных машин $N_{уд}$**

Технологический процесс	$N_{уд}$, кВт/кг/с.	
	КСК-100, УЭС-250 «Полесье»	КПКУ-75, КПИ-2,4, Е-281
Подбор и измельчение сенажной массы	9...11	8...10
Скашивание и измельчение многолетних трав на зелёный корм (силос)	7...8	6...7
Уборка силосных культур	3...4	2...3

Примечание. Для силосоуборочного комбайна КСС-2,6 $N_{уд} = 1,3...1,5$ кВт/кг/с.

**П14. Примерные значения пропускной способности
уборочных машин**

Сельскохозяйственные машины	Перерабатываемая масса; технологический процесс	Номинальная (паспортная) пропускная способность q_n , кг/с
1	2	3
Зерноуборочные комбайны:		
СК-5, СКП-5, СКД-5	Зерно с соломой	5
СК-6, СКПР-6		7
«Дон-1200»		6,5
«Дон-1500»		8,0
СК-10 «Ротор»		10...120
Е-516		10,5
Машины для заготовки кормов:		
косилка-подборщик	Уборка трав	9
измельчитель-погрузчик КС-1П	Сенаж	4,5
косилка-измельчитель	Уборка трав	8
роторная КИР-1,5Б	Сенаж	9
косилка-подборщик	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	16
измельчитель-погрузчик Е-280		4,5
Е-281/Е-282	Уборка трав	9
	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	20
		6

1	2	3	
комбайн самоходный кормоуборочный «Дон-680»	Уборка трав	13,9	
	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	25...30 20	
КСГ-Ф-70	Уборка трав	8	
	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	19 6	
КСК-100 КСК100А	Уборка трав	10	
	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	25 7	
УЭС-250 «Полесье»	Уборка трав	15	
	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	30 15	
	Зелёная масса	12	
комбайн самоходный силосоуборочный КСГ-3,2	Зелёная масса	25	
комбайн силосоуборочный КСС-2,6	Уборка трав	8	
комбайн прицепной кормоуборочный КПКУ-75	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	20 6	
	Уборка трав	6,2	
КПИ-2,4	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	8,5 4	
	Початки	2,5...3,3	
Кукурузоуборочные комбайны: «Херсонец-7», КОП-1,4 (ККП-3) «Херсонец-7В», КОП-1,4В «Херсонец-200», КСКУ-6	Сено, солома	7 8,3...11	
	Пресс-подборщики: ПСБ-1,6 ПС-1,6 ППЛ-Ф-1,6 К-454	Сено, солома	2,5...3,0 6,5 7
		Пресс-подборщик рулонный: ПР-Ф-750 ПРП-1,6	Сено, солома
Подборщик-копнитель ПК-1,6			3,0...3,5
Картофелеуборочные комбайны	Картофель (с почвой)	220...250	
Льноуборочные машины с вязальным аппаратом	Стебли	4000...4500	

**П15. Значения мощности,
расходуемой на холостое вращение рабочих органов машин**

Комбайн	$N_{\text{ВОМх}}$, кВт	Комбайны	$N_{\text{ВОМх}}$, кВт
СКА-5, СКД-5	10...11	КСК-100	15...20
СК-6	11...12	Е-281	12...14
«Дон-1200», «Дон-1500»	12...14	КПИ-2,4	11...13
ККУ-2А, Е-667/2	9...10	КПКУ-75	14...15
Е686	12...13	КСС-2,6	5...7

П16. Значения коэффициентов $f_{\text{пр}}$ и μ для транспортных средств

Группа дорог	$f_{\text{пр}}$	μ	
		для гусеничных тракторов	для колёсных тракторов
I	0,05	0,9...1,0	0,7...0,8
II	0,08	0,7...0,8	0,5...0,6
III	0,15	0,4...0,6	0,3...0,4

П17. Кинематические параметры агрегатов [12]

Марка трактора, машины или сцепки	$l_{\text{T}} (l_{\text{СП}}, l_{\text{М}})$, м	Марка трактора, машины или сцепки	$l_{\text{T}} (l_{\text{СП}}, l_{\text{М}})$, м
Трактор:		Плуг:	
Т-16М, Т-25	1,0	ПЛП-6-35	6,1
Т-40, Т-40М	1,32	ПЛН-5-35	4,3
МТЗ-50, МТЗ-52	0,94	ПЛН-3-35	2,6
МТЗ-80, МТЗ-82	1,2/1,3*	ППЛ-10-25	6,6
Т-150К	2,9/2,4*	Борона:	
К-701	3,35/2,9*	БИГ-3	3,75
Т-70С, Т-54В	1,85	БЗСС-1, БЗТС-1	1,45
ДТ-75М	2,35/1,55*	Культиватор:	
Т-150	2,12/2,55*	КПГ-4, КПС-4	1,0/4,6*
Т-4А	2,45/1,65*	КПГ-2,2, КПЭ-3,8	3,9
Т-100МГС	2,6	Дисковые бороны:	
Сцепка:		БД-10	7,8
СП-11	6,7	БДТ-3, БДТ-7	4,5
(с удлинителями)		Лушительник:	
С-11У	6,8	ЛДГ-20	13,5
СП-15	7,2	ЛДГ-15	10,7
СП-16	6,4	ЛДГ-5	4,5
С-18А	8,0	Каток (с боронами)	2,3
СГ-21	8,0	Зерновая сеялка	1/3,2...3,8
		Кукурузная или овощная сеялка	1,1...1,45

* В числе указан навесной вариант, в знаменателе – прицепной.

П18. Затраты времени на заправку технологических ёмкостей

Марка машины	Количество машин в агрегате, шт.	Время одной заправки, мин	
		семенами	удобрениями
СЗ-3,6	4	10,2	6,0
СЗ-3,6	3	7,9	5,4
СЗ-3,6	2	5,6	4,8
СЗ-3,6	1	3,3	4,2
СЗУ-3,6	4	7,0	5,8
СЗУ-3,6	3	5,5	5,2
СЗУ-3,6	2	4,0	4,6
СЗУ-3,6	1	2,5	4,0
СКНК-8	1	6,5	4,1
СУПН-8	1	8,0	4,1
СТТ-8	1	5,0	4,0
СТТ-12	1	7,0	5,0
СО-4,2	1	4,0	3,6
САЯ-4А	1	4,2	6,0
КРН-2,8ПМ	1	–	3,8
КРН-5,6	1	–	6,9
КРН-4,2	1	–	5,3
УСМК-5,4	1	–	5,5

П19. Нормы амортизационных отчислений на реновацию ($\alpha_{рт}$), капитальный ремонт ($\alpha_{кт}$), техническое обслуживание и текущий ремонт ($\alpha_{то}$)

Марка машины	Годовая загрузка $T_{г}$, ч	Нормы отчислений, %		
		$\alpha_{от}$	$\alpha_{кт}$	$\alpha_{то}$
1	2	3	4	5
Тракторы:				
К-701	1000	10	7	9,3
К-700А	1000	10	7	9,3
ДТ-175С	800	12,5	6	11,5
Т-150	800	12,5	6	11,5
Т-150К	1000	10	7	11,5
ДТ-75МВ	800	12,5	6	11,5
ДТ-75М	800	12,5	6	11,5
МТЗ-102	1300	10	5	10
МТЗ-100	1300	10	5	10
МТЗ-82	1300	10	5	10
МТЗ-80	1300	10	5	10

1	2	3	4	5
Тракторы:				
ЮМЗ-6АЛ	1300	10	5	10
Т-40М	1300	12,5	5	10
Т-25	1000	14,3	2,7	7
Т-16М	1000	14,3	2,7	7
Т-30	1000	14,3	2,7	7
Погрузчики:				
ПФП-1,2	600	14,2	6	10
ПНД-250	600	14,2	12	10
ПЭА-1	600	10	12	10
ПЭ-0,8Б	600	14,2		10
ПГ-0,2А	600	14,2		10
ПФ-0,5	300	10		6
ЗАУ-3	600	14,2		10
ЗСВУ-3	600	14,2		10
ПКУ-0,8	600	14,2		10
Прицепы:				
ОЗТП-9554	800	12,5		13
ОЗТП-8572	800	12,5		13
ГКБ-8526	800	14,2		13
2ПТС-4М-887Б	800	14,2		13
1ПТС-4	800	14,2		13
1ПТС-2	800	14,2		13
ПСЕ-20	800	14,2		13
ПИМ-40	800	12,5		13
ПСТ-Ф-60	800	12,5		13
Плуги:				
ПТК-9-35	150	12,5		20
ПЛП-6-35	150	12,5		20
ПГП-7-40	150	16,6		40
ПКГ-5-40	150	16,6		40
ПЛН-5-35	150	12,5		20
ПЛН-4-35	150	12,5		20
ПЛН-3-35	150	12,5		20
ПГП-3-35	150	12,5		20
ПБН-6-50	300	16,6		40
ПБН-3-50	300	16,5		40
ПБН-100А	100	16,5		40
ПБН-75	100	16,5		40

Продолжение табл. П19

1	2	3	4	5
Лушильники:				
ППЛ-10-25	150	12,5		14
ППЛ-5-25	150	12,5		14
ЛДГ-15А	180	14,2		7
ЛДГ-10А	180	14,2		7
ЛДГ-5А	180	14,2		7
Бороны:				
БДГ-7,0	150	14,2		7
БД-10А	290	14,2		7
БДГ-3	150	14,2		7
БДН-3	150	14,2		7
БЗТС-1	160	20		20
БЗСС-1	160	20		20
ЗБП-0,6	100	20		20
ЗОР-0,7	60	16,6		20
ШБ-2,5	100	16,6		20
БСО-4А	60	16,6		20
Культиваторы:				
КПС-4	100	14,2		12
КШП-8А	100	14,2		12
КРН-4,2Г	140	14,2		9
КОР-5,4	70	14,2		9
КРН-5,6Г	140	14,2		9
УСМК-5,4А	140	14,2		9
УСМП-5,4К	50	14,2		9
КОР-4,2	70	14,2		9
КОН-2,8А	160	14,2		9
КНО-4,2	140	14,2		9
КНО-2,8-01	140	14,2		9
Катки:				
ЗККШ-6	70	12,5		5
СКГ-2	70	12,5		5
2ККН-2,8	70	12,5		5
ЗКВГ-1,4	70	12,5		5
ЗКВБ-1,5	70	12,5		5
Комбинированные агрегаты:				
РВК-3,6	100	14,2		10
РВК-5,4	100	14,2		10
КА-3,6	100	14,2		10

1	2	3	4	5
Сцепки:				
СП-16А	200	14,2		7
СП-11А	200	14,2		7
СН-75	200	14,2		7
СГ-21	200	14,2		7
Машины для внесения минеральных удобрений и химических средств защиты:				
АИР-20	300	20		12
СЗУ-20	140	20		12
УТС-30	140	20		12
МВУ-16 (РУМ-16)	100	20		12
МВУ-8 (РУМ-8)	100	20		12
МВУ-5 (РУК-8)	125	20		12
1РМГ-4	125	20		12
МВУ-0,5А (НРУ-0,5А)	120	20		12
АРУП-8	700	20		12
РУП-8	800	20		12
РТГ-4,2	100	20		12
СТТ-10	100	20		12
ПОМ-630	120	20		12
Машины для внесения органических удобрений:				
МТТ-19	350	20		10
МТТ-Ф-8	350	20		10
ПРТ-16М	350	20		10
ПРТ-10	350	20		10
РОУ-6А	350	20		10
МЖТ-Ф-19	500	20		14
МЖТ-16	500	20		14
МЖТ-10	500	20		14
РЖТ-4М	500	20		14
РЖУ-3,6	500	20		14
Сеялки:				
СЗ-3,6А	75	12,5		7
СЗУ-3,6А	75	12,5		7
СЗО-3,6	75	12,5		7
СЗТ-3,6	75	12,5		7
СЗЛ-3,6	50	12,5		7
СЗП-3,6А	75	12,5		7
СУПН-8	50	12,5		7
СО-4,2	50	12,5		7
ССТ-12Б	50	12,5		7
ССТ-8В	50	12,5		7

1	2	3	4	5
Машины для уборки зерновых:				
«Дон-1500»	130	11,1	3,5	6,8
«Дон-1200»	130	11,1	3,5	6,8
СК-6	130	11,1	3,5	6,8
СК-5М	130	11,1	3,5	6,8
«Енисей-1200»	130	11,1	3,5	6,8
ЖВН-6А	40	14,2		9,0
ЖСК-4Б	40	14,2		9,0
ПКУ-0,8	140	16,6		7,0
ВНК-11	140	16,6		7,0
ФН-1,4	200	20,0		8,0
ПФ-0,5	400	16,5		6,0
КЗС-50	210	11,1		2,0
КЗС-25Ш	210	11,1		2,0
КЗС-20ШВ	210	11,1		2,0
ЗПС-100	299	14,2		3,0
Машины для уборки сахарной свёклы и корнеплодов:				
БМ-6Б	180	14,2		10
КС-6Б	180	12,5	3,5	4
РКМ-6	180	12,5	3,5	4
РКС-6	180	12,5	3,5	4
ККГ-1,4	200	12,5		10
СПС-4,2	120	12,5		10
Машины для возделывания и уборки картофеля:				
КСМ-4	40	14,2		12
КСМ-6	40	14,2		12
САЯ-4	40	14,2		12
КПК-3	170	14,2		12
ККУ-2А	170	14,2		12
КТН-2В	170	16,6		15
КСТ-1,4	170	16,6		15
КСП-25	220	14,2		13,5
КСП-15Б	220	14,2		13,5
ТЗК-30	220	16,6		6,0
ТПК-30	220	16,6		6,0
ТХБ-20	220	16,6		6,0
БН-100А	220	16,6		12,0
КИР-1,5Б	110	16,6		10,0

1	2	3	4	5
Машины для заготовки кормов из трав:				
КС-Ф-2,1Б	210	20,0		7
КРН-2,1А	180	20,0		7
КПРН-3А	300	20,0		7
КСП-5Г	310	12,5	3,5	10
Е-302	310	11,1		10
ГВР-6	230	16,6		8
КСК-100А	195	12,5	3,5	12
Е-281С	195	11,1		10
КПИ-2,4	100	14,2		12
ПРП-1,6	70	16,6		8
ППЛ-Ф-1,6	150	16,6		8
СПТ-60	100	14,2		8
СП-60	100	14,2		8

П20. Характеристика основных сельскохозяйственных грузов

Наименование груза	Плотность, т/м ³	Вид упаковки	Класс груза
1	2	3	4
Аммофос гранулированный	1,10	Насыпью	1
Асфальт	1,1	Навалом	1
Барда	1,1		1
Берёза (брёвна)	0,75	Навалом	1
Ботва картофеля	0,15	–	3
Ботва свёклы	0,27	–	3
Вика-овес (свёкла)	0,20	–	4
Вика-зерно	0,85	–	1
Гипс	0,80	Мешки, бочки	1
Горох	0,80	Навалом	1
Гравий гранитный	1,64		1
Груши	0,50	Ящики	1
Дёрн	1,4	Навалом	1
Доломитовая мука	1,5	Мешки	1
Дрова берёзовые и хвойные	0,55	Навалом	1
Жижа навозная	1,0		1
Жом сухой	0,22	Навалом	2
Жом свекольный	1,0	–	1
Зелень огородная	0,25	Решета,	
(укроп, петрушка, салат)		корзины, ящики	2

1	2	3	4
Земля рыхлая, влажная	1,7	Навалом	1
То же, сухая	1,3	–	1
Зерновая смесь	0,59	Насыпью	1
Зола	0,5	Навалом	2
Известь гашёная	0,6	Мешки, бочки	2
Известь негашёная	1,2	Навалом	1
Калий хлористый	0,84	Мешки	1
Капуста свежая	0,35	Корзины	2
Капуста свежая	0,24	Навалом	2
Картофель	0,5	Мешки	1
Картофель	0,68	Навалом	1
Комбикорм	0,60	Мешки	2
Комбикорм	0,45	Навалом	2
Кукуруза:			
зерно	0,74	Насыпью	1
початки	0,39	Навалом	2
Лён прессованный	0,27	–	2
Лён непрессованный	0,15	Тюки	2
Лён непрессованный	0,15	Кипы	3
Лес круглый хвойный:			
полусухой	0,60	Навалом	1
сырой	75	–	1
Лесоматериалы пиленые хвойные	0,6	–	1
Лук репчатый	0,6	Мешки, кули	2
Люцерна (семя)	0,8	Навалом	1
Молоко натуральное и молочные изделия	0,64	Бочки	2
То же	0,35	Бидоны, фляги	3
Морковь	0,40	Кули, корзины,	
То же		ящики	2
Мука	0,5	Навалом	2
Мука сенная	0,5	Мешки	1
Мякина	0,17	Мешки	1
Навоз конский:	0,20	Навалом	3
свежий	0,4	–	2
уплотнённый	0,7	–	2
Навоз коровий:			
свежий	0,7	–	2
полуперепревший	0,8	–	1
перепревший	0,9	–	1

1	2	3	4
Навозная жижа	1,0	–	1
Овёс	0,46	Мешки	1
То же	0,45	Насыпью	2
Огурцы свежие	0,4	Ящики, корзины	2
То же	0,58	Навалом	2
Отруби	0,4	Мешки	2
То же	0,25	Насыпью	2
Полова и сбойна	0,12	–	3
Помёт птичий	0,3	Навалом	2
Помидоры (томаты)	0,53	Ящики	2
Пшеница озимая	0,78	Насыпью	1
Растворы известковые и цементные	1,9	Бочки	1
Рожь (зерно)	0,70	Мешки	1
То же	0,72	Насыпью	1
Свёкла	0,62	Навалом	1
Селитра аммиачная	0,95	–	1
Сено:	0,5	–	4
прессованное	0,29	Кипы	2
непрессованное	0,11	Навалом	4
Силос из траншеи и башен	0,72	–	2
Силосная масса свежесрезанная	0,25	–	3
Силос комбинированный	0,45	–	2
Солома просьяная	0,45	Тюки, кипы	4
Солома злаковых	0,15	Навалом	4
Солома:			
прессованная	0,30	–	2
непрессованная	0,14	–	4
Сульфат аммония	0,84	Мешки	1
Суперфосфат	0,98	Насыпью	1
Торфяная крошка	0,28	Навалом	3
Травяная мука	0,19	Мешки	3
Трава (клевер) свежескошенная	0,35	Навалом	4
Удобрения минеральные	0,82	Насыпью	1
То же	0,7	Мешки	1
Фосфористая мука	1,7	–	1
Хлопок непрессованный	0,1	Навалом	2
Цемент	1,3	Мешки	1
Щебень	1,6	Навалом	1
Яблоки свежие	0,37	Ящики	1
Ячмень	0,64	Навалом	1

П21. Техническая характеристика бортовых грузовых автомобилей [12]

Показатели	УАЗ-451ДМ	ГАЗ-52-04	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130-76	ЗИЛ-133ГЯ	«Урал-377Н»	КамАЗ-5320	КамАЗ-53212	КрАЗ-257Б1
Колёсная форма	4×2	4×2	4×2	4×2	6×4	6×4	6×4	6×4	6×4
Грузоподъёмность, кг	1000	2500	4000	6000	10 000	7500	8000	10 000	12 000
Полная масса, кг	2660	5170	7400	10 525	17 835	14 950	15 305	18 425	22 600
Допустимая масса буксируемого прицепа, кг	–	2500	4000	8000	11 500	10 000 (по грузу 5000)	11 500	1400	16 600
Радиус поворота (наружный габарит), м	6,8	8,0	9,0	8,9	12,1	11,4	9,3	9,8	14,7
Максимальная скорость, км/ч	100	70	80	90	85	75	80...100*	80...100*	68
Контрольный расход топлива при скорости 40 км/ч, л/100 км	12	20	24	29	26,2	45	24 (35)**	27 (35)**	36
Внутренние размеры кузова, мм:									
длина	2600	3060	3740	3752	6128	4500	5200	6100	5770
ширина	1870	2070	2176	2326	2303	2336	2320	2320	2480
Максимальная мощность, кВт, (л. с.)	55,2 (75)	55,2 (75)	84,6 (115)	110,3 (150)	154,4 (210)	132,4 (180)	154,4 (210)	176,5 (240)	(240)

Примечания: * – в зависимости от передаточного числа главной передачи; ** – контрольный расход топлива при скорости 60 км/ч (в скобках для автопоезда).

П22. Техническая характеристика автомобилей-самосвалов [12]

Показатели	САЗ-3503	ГАЗ-САЗ-53Б	ЗИЛ-ММЗ-554М	ЗИЛ-ММЗ-4502	КамАЗ-55102	КамАЗ-5511	МАЗ-5549	КрАЗ-256Б1
Колёсная формула	4×2	4×2	4×2	4×2	6×4	6×4	4×2	6×4
Шасси автомобиля	ГАЗ-52-04	ГАЗ-53А	ЗИП-130-76	ЗИЛ-130	КамАЗ-5320	КамАЗ-5320	МАЗ-5335	КрАЗ-257Б1
Грузоподъёмность, кг	2400	3500	5500	5250	7000	10 000	8000	12 000
Полная масса, кг	5300	7400	10 850	10 275	15 855	19 150	15 375	23 165
Внутренние размеры кузова, мм:								
длина	2660	3730	3350	2600	5338	4525	3285	4400
ширина	2000	2280	2300	2300	2300	2310	2285	2430
высота	590	500	777	635	646	816	774	650
высота с надставными бортами	–	1060	1623	–	1280	–	–	–
Объём кузова, м ³ :								
с основными бортами	3,2	5,0	6	3,8	7,93	7,2	5,1	6,0
с надставными бортами	–	9,0	12,5	–	15,72	–	–	–
Самосвальная разгрузка (направление)	Назад	На 3 стороны	На 3 стороны	Назад	На 3 стороны	Назад	Назад	Назад
Максимальная скорость, км/ч	70	85	90	90	85	80	75	68
Контрольный расход топлива при скорости 40 км/ч, л/100 л	20	24	31	28	35	27	22	38

П23. Техническая характеристика автомобильных прицепов и полуприцепов

Марка прицепов и полуприцепов	Основные характеристики					
	Тягач	Грузоподъёмность, кг	Масса, кг	Размеры кузова (длина, ширина, высота борта), мм	Высота погрузки, мм	База, мм
1. Общего назначения						
ИАПЗ-754В	ЗИЛ-164	4000	5900	3848; 2207; 595	1270	1800
ГКВ-817	ЗИЛ-130-76	5500	8040	4686; 2322; 572	1300	1800
ГКВ-8350	КамАЗ-5320	8000	11 500	6100; 2317; 500	1300	1850
МАЗ-8926	МАЗ-5335	8000	12 000	5500; 2365; 685	1440	1970
2. Самосвальные						
ГКБ-819	ЗИЛ-ММЗ-554М	5000	8050	4300; 2300; 650	1340	1800
ГКБ-8527	КамАЗ-55102	7000	11 500	5340; 2310; 640	1450	1850
3. Полуприцепы						
ОдАЗ-885	ЗИЛ-1308	7500	10 350	6080; 2220; 590	1400	1790
КАЗ-717	КАЗ-608В	11 500	15 500	7500; 2240; 590	1390	1790
ОдАЗ-9370	КамАЗ-5410	14 200	19 100	9180; 2320; 560	1470	1850
МАЗ-5245	МАЗ-504А	13 500	17 300	7875; 2320; 740	1615	1860

П24. Техническая характеристика тракторных прицепов

Тяговый класс трактора	Марка прицепа	Грузоподъёмность, т	Объём кузова (ёмкости), м ³	Собственная масса, кг	Примечание
1	2	3	4	5	6
Универсальные прицепы					
0,6	1ПТС-2Н	2,0	2,5; 5	855	Одноосный
0,9; 1,4	1ПТС-4	4,0	5; 11	1700	«←→»
1,4	2ПТС-4-887Б	4; 3,8; 3,1	5; 11; 20; 45	1800	Со сменными кузовами 20 и 45 м ³
1,4	2ПТС-4-785А	4,0	3,1; 6,1; 9,8	1530	Двухосный
1,4	2ПТС-6-8526	6,0	6,4; 8,3; 12,8	2950	«←→»
3	1ПТС-9Б	9,0	9; 13; 18	4850	Двухосный с двумя кузовами
3	ОЗПП-9554	10	12,1; 17,6	4700	Двухосный
3; 5	ОЗПП-8573,	14,5	17; 26	6600	Трёхосный
5	ОЗПП-8572	13	17; 26	6200	«←→»
5	ЗПТС-12Б	12	12; 17; 24	6340	«←→»
Специальные прицепы					
1,4	ПСЕ-20	6,0	20	4000	Приспособление к прицепу 2ПТС-6-8526
3	ПСЕ-30	9,0	30	1300 (приспособления)	Приспособление к прицепу 1ПТС-9Б
5	ПСЕ-40	12	40	1500 (приспособления)	Приспособление к прицепу 3ПТС-12Б
1,4	ПИМ-Ф-20	5,5	20	2250	Сменный кузов к РОУ-6
3	ПИМ-Ф-40	9	41	5050	Сменный кузов к ППР-10-1
5	ПСТ-Ф-60	15	55	6700	Трёхосный прицеп для измельчённой массы
1,4	РУМ-5	6,0	—	2030	Разбрасыватель минеральных удобрений
1,4	МВУ-5А	6	—	2100	То же

1	2	3	4	5	6
3	РУМ-8	11	—	3310	То же
5	РУМ-16	20	—	8250	«—»
3	МВУ-8Б	11	—	3200	Машина для внесения минеральных удобрений
5	РУП-14	13...14	—	6700	Разбрасыватель пылевидных удобрений к трактору К-701
3; 5	РУП-10	10	—	5800	То же к тракторам Т-150К и К-701
1,4	РОУ-6	6	—	1940	Разбрасыватель органических удобрений
3	ПРТ-10-1	11	—	3750	«—»
3	МТТ-Ф-13	14	—	5190	«—»
5	ПРТ-16М	16	—	5450	«—»
5	МТТ-Ф-19	20	—	7140	«—»
1,4	МЖТ-6	6	6	3100	Разбрасыватель жидких органических удобрений
3	МЖТ-10	10	10,4	4100	То же
3	МЖТ-Ф-13	14	14	5050	«—»
5	МЖТ-16	16	16	5800	«—»
5	МЖТ-Ф-19	20	20	7030	«—»
0,6; 0,9	РММ-Ф-6	2	6	1350	Кормораздатчик
1,4	РСП-10	4	10	3940	То же
1,4	КТУ-10А	3,5	10	2350	«—»
1,4	СПП-2	1,5	33,5	2070	Стоговоз
1,4; 2; 3	СП-60	8	60	3090	«—»
3	ТПС-6	6	157	130	Стоговоз к гусеничным тракторам
1,4; 3	ПВК-5	6	—	2950	Прицеп для камней
3	2ПТО-8	7,6	4,5	4975	То же
3	ЛС-4А	4,5	4,5	1042	Лыжа самосвальная для камней
0,6; 0,9	ПОВ-2	2	4,4	1490	Платформа овощная
1,4	КСП-6	6	—	2980	Сменный кузов для овощей к 2ПТС-6
2; 3	ПТТ-8	9,6	12	5400	Прицеп для овощей

П25. Характеристика погрузочных средств

Классификация по способу работы	Марка погрузчика, загрузчика	Энергетические средства (трактор, автомобиль, электродвигатель)	Грузоподъёмность, т	Техническая производительность, т/ч
1	2	3	4	5
Фронтальные	Универсальные погрузчики			
	ПФ-0,5 ПФ-0,75 ПКУ-0,8 ПФП-1,2 ПФП-2,0 ПГ-0,2А ПЭ-0,8Б ЭО-2621В ПЭА-1,0 ПНД-250	Класс 1,4 «←» «→» ДТ-75МВ Т-150 Класс 0,6 ЮМЗ-6Л ЮМЗ-6Л Самоходный ДТ-75М	0,5 0,75 0,8 1,5... 1,8 2,36...2,50 0,21...0,35 0,8 0,25 1,2 —	18...50 48 48 100...125 103...143 40 140 — 152...163 200...250
Фронтально-перекидные				
Поворотные				
Погрузчик непрерывного действия				
Погрузка семян в зерновых складах	Специальные погрузчики			
	ЗМ 30 ЗМ-60 ЗПС-100 ПШП-4А УЗСА-40 ЗАУ-3 ЗСВУ-3 ПКУ-0,8 (КУН-10А)	Электродвигатель, 7 кВт Электродвигатель, 11,5 кВт Электродвигатель (2 шт.), 10,5 кВт Электродвигатель, 1,1 кВт ГАЗ-53А ГАЗ-53А ГАЗ-53А Класс 1,4 Автомобиль «Урал-5557»	— — — — 3,0 3,95 3,0 1,0 6	36 60 100 4,0 30 50 39 4,0 —
Загрузка семян и минеральными удобрениями				
Загрузка самолётов и вертолётов				
Копировоз-погрузчик навесной, в том числе с приспособлением для погрузки мягких контейнеров				

1	2	3	4	5
Транспортировка минеральных удобрений и загрузка разбрасывателей	ЗМУ-8	ЗИЛ-13ГЯ	7..8	Пропускная способность 120...150 т/ч
Загрузчик машин для внесения минеральных удобрений	ТЭК-30	Электродвигатель (5 шт.), 11,1 кВт	4,0	30
Погрузка картофеля из буртов	ТПК-30	Электродвигатель, 2,2 кВт	-	30
	ПЭ-0,8Б	ЮМЗ-6Л/М	0,8	
	ЭО-2621В (с обратной лопатой)	ЮМЗ-6Л	0,25	
	СПС-4,2	Самоходный на базе МТЗ-80	-	-
Погрузка свёклы из кетатов	ПСК-5	Класс 1,4	-	200
Погрузка кормов	ФН-1,4	«<->»	-	2,5...5,0
	ПСС-5,5	«<->»	-	4,0
	ЭО-К262В	ЮМЗ-6Л	-	4,0
Смешивание и загрузка минеральных удобрений и разбрасыватели	СЗУ-20	Класс 1,4 или электродвигатель, 13 кВт	3,0	35...75
	УТМ-30	Класс 1,4 или электродвигатель, 18 кВт	2,15	28...37
Погрузка токов сена и соломы в транспортные средства	ГУТ-2,5А	Класс 1,4	2,5	5...10
	МТ-1,0	Класс 0,9...1,4	0,03	10
	ПТН-4	Класс 1,4	-	6
Погрузка рулонов и транспортные средства	ПФ-0,5 + ППУ-0,5	«<->»	0,5	15
	ПКУ-0,8 + ПТ-Ф-500	«<->»	0,75	20
	ПКУ-0,8 + ППУ-0,5	«<->»	0,5	15
Подбор и погрузка снопов льна в транспортные средства	ППС-3	«<->»	-	8,0
То же, рулонов	ППЛ-0,5 + ПФ-0,5	«<->»	0,5	15

П26. Скорость движения тракторных транспортных агрегатов

Марка трактора	Номинальная грузоподъемность прицепа	Скорость движения, км/ч															
		без груза						с грузом класса									
		I			II			III			IV						
		Группы дорог															
1-я			2-я			3-я			1-я			2-я			3-я		
К-701	9	30	28,5	18,0	29,0	27,0	16,0	29,0	25,0	16,0	29,0	24,0	15,0	23,0	23,0	12,0	
	12	30	28,5	18,0	29,0	23,0	13,0	29,0	23,0	15,0	28,0	22,0	14,0	21,0	21,0	12,0	
	21	30	27,0	16,0	26,0	17,0	10,0	25,0	17,0	13,0	23,0	18,0	12,0	16,0	16,0	11,0	
К-700	9	30	26,0	16,0	28,0	24,0	14,0	28,0	24,0	15,0	28,0	23,0	13,0	24,0	20,0	10,0	
	12	30	26,0	16,0	28,0	19,0	11,0	28,0	21,0	13,0	26,0	20,0	13,0	23,0	19,0	9,0	
	21	30	25,0	14,0	24,0	16,0	8,0	24,0	16,0	10,0	21,0	14,0	11,0	18,0	12,0	9,0	
Т-150К	9	30	26,0	15,0	25,0	20,0	13,0	25,0	20,0	13,0	25,0	18,0	11,0	21,0	16,0	9,0	
	12	30	25,0	15,0	24,0	16,0	10,0	24,0	17,0	10,0	23,0	15,0	10,0	20,0	13,0	8,0	
	21	30	24,0	13,0	18,0	12,0	—	18,0	12,0	—	16,0	10,0	8,0	14,0	9,0	7,0	
МТЗ-80	4	25,0	20,0	18,0	21,0	17,0	15,0	21,0	19,0	15,0	21,0	19,0	14,0	20,0	16,0	13,0	
	3	25,0	20,0	18,0	21,0	17,0	15,0	21,0	19,0	15,0	21,0	19,0	14,0	20,0	16,0	12,0	
	6	24,0	24,0	17,0	20,0	17,0	14,0	20,0	18,0	14,0	20,0	17,0	14,0	17,0	15,0	12,0	
	4 + 4	23,0	23,0	—	17,0	12,0	—	19,0	14,0	—	19,0	15,0	—	17,0	14,0	—	
6 + 4	23,0	23,0	—	17,0	11,0	—	18,0	12,0	—	19,0	14,0	—	17,0	13,0	—		

П27. Нормы времени простоя автомобилей-самосвалов при погрузке и разгрузке, мин на 1 т груза

Грузоподъёмность, т	Способ погрузки и вид груза								Из бункера или транспортёра	
	Экскаваторы с ёмкостью ковша				Из бункера	Из смесителя	Из бункера	Из смесителя		
	до 0,5 м ³	свыше 0,5 до 3 м ³	свыше 1 до 3 м ³	свыше 1 до 3 м ³						
2,25	4,5	3,20	2,31	3,37	2,90	3,35	6,04	2,78	Сыпучие грузы	
3,0	4,0	2,59	1,90	2,78	2,33	2,84	5,94	2,19		
3,5	3,8	2,32	1,73	2,66	2,01	2,72	5,93	2,03		
4,0	3,6	2,25	1,51	2,65	1,87	2,67	5,92	1,83		
4,5	3,4	2,24	1,50	2,63	1,75	2,65	5,92	1,70		
6,0	3,0	1,97	1,25	2,35	1,43	2,35	5,91	1,38		
7,0	2,6	1,89	1,09	2,27	1,25	2,33	5,90	1,24		
10,0	–	–	0,84	–	1,03	2,30	5,89	1,00		
11,0	–	–	0,75	–	0,95	2,18	5,76	0,91		

**П28. Нормы времени простоя бортовых автомобилей
при погрузке и разгрузке навалочных грузов**

Наименование груза	Способы		Нормы времени в мин на 1 т груза			
			Грузоподъёмность, т			
	погрузки	разгрузки	свыше 1,5 до 3,0	свыше 3,0 до 5,0	свыше 5,0 до 7,0	свыше 7,0 до 10,0
Удобрения, навоз и т.п.	Экскаватором до 1 м ³	Скребками, сетками	5,00	4,30	3,60	3,47
	Экскаватором от 1 до 3 м ³	Скребками, сетками	3,25	2,80	2,34	2,25
Зерновые (рожь, ячмень, пшеница и др.)	Бункером, зернопогрузчиком, транспортером	Автомобиле-погрузчиком	2,70	2,36	1,97	1,85
		Автомобиле-разгрузчиком	4,85	4,20	3,54	3,32
Овощи (картофель, свекла и др.)	Из бункера комбайна, погрузчиком					

**П29. Нормы времени на 1 тонно-километр
при работе автомобилей и фурунов [12]**

Грузоподъёмность автомобиля, т	Группа дорог		
	I	II	III
0,8	3,06	4,05	5,35
1,0	2,45	3,24	4,28
2,0	1,22	1,62	2,14
2,5	0,98	1,30	1,71
3,0	0,82	1,08	1,43
3,5	0,70	0,92	1,22
4,0	0,61	0,81	1,07
4,5	0,54	0,72	0,95
5,0	0,49	0,65	0,86
6,0	0,41	0,54	0,71
7,0	0,35	0,46	0,61
7,5	0,33	0,43	0,57
8,0	0,31	0,40	0,54
9,0	0,27	0,36	0,48
10,0	0,24	0,32	0,43
11,5	0,21	0,28	0,37
12,0	0,20	0,27	0,36
14,5	0,17	0,22	0,30

**П30. Линейные нормы расхода топлива на 100 км пробега
для автомобилей**

Марка и модель автомобиля	Расходы топлива, л
1	2

Грузовые автомобили бортовые:

УАЗ-451, 451Д, 45-1М, 45ЩМ	15
ГАЗ-52, 52-03, 52-04, 52-05	22
ГАЗ-53,53А	25
ЗИЛ-130Г, 130-76, 130Г-76	31
ЗИЛ-133, 133Г1, 133Г2	38
«УРАЛ-377», 377Н	44
МАЗ-53352	24
МАЗ-516,506Б	26
КрАЗ-257,257Б1, 257С	40
КамАЗ-5320	25
КамАЗ-53202, 53212, 53213	25,5

Бортовые повышенной проходимости:

УАЗ-452ДМ, 452Д, 452	17
ГАЗ-66,66А	29
ЗИЛ-131, 131А	42
«УРАЛ-357»б 357Д, 375Д	61
КрАЗ-214, 214Б	54
КрАЗ-255Б, 255Б1	40
КрАЗ-260, 260М	42,5

Марка и модель автомобиля	Расходы топлива, л
<i>Отдельные тягачи и автопоезда:</i>	
ГАЗ-52П с полуприцепом ПАЗ-744	25
ГАЗ-52-063 (одиночный тягач)	22
ГАЗ-52-06 с полуприцепом ПАЗ-744	25
ЗИЛ-ШВ, 130В1 (одиночные тягачи)	31
ЗШ1-130В, 130В1 с полуприцепом ОвАЗ-885	37
ЗИЛ-130В1 (одиночный тягач)	31
ЗИЛ-130В1-76 с полуприцепом ОиАЗ-885	37
ЗИЛ-131В (одиночный тягач)	41
ЗИЛ- 130В с полуприцепом ОяАЗ-885	47
<i>Самосвалы:</i>	
ГАЗ-САЗ-2500, 3502, 53Б	29
САЗ-3503, 3504	26
ЗИЛ-ММЗ-555,555А, 555Г, 555ГА, 4502,45021,45022,554, 554В,555В	37
МАЗ-503,503А, 503Б	28
КрАЗ-256, 256Б, 256Б1, 257Б1, 256БС	48
КамАЗ-5510, 55102	32
КамАЗ-5511	34

**П31. Нормы времени на погрузку и разгрузку
транспортных средств**

Класс	Механизованная погрузка при производительности погрузчика, мин/т		Самосвальная разгрузка, мин	Ручная погрузка, мин	Ручная разгрузка, мин
	менее 60 т/ч	более 60 т/ч			
I	0,9	0,6	3	35	20
II	1,1	0,8	4	40	24
III	9,0	–	5	55	30
IV	7,0	–	6	130	38

П32. Расход топлива тракторами на транспортных работах

Марка трактора	Грузоподъёмность прицепа, т	Расход топлива, кг/ч																	
		при движении без груза						при движении с грузом класса											
		I		II		III		IV		Группы дорог									
		1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я			
К-701	9	20,0	23,0	24,0	23,5	25,0	28,8	21,0	23,0	27,0	20,0	21,3	25,0	19,9	20,5	22,0			
	12	21,0	25,0	25,0	25,0	26,0	32,0	23,0	24,6	30,0	21,5	23,4	27,0	20,7	21,1	23,0			
	21	21,5	27,0	26,5	28,0	29,5	33,5	25,6	27,0	31,5	23,1	25,0	28,0	23,0	24,0	24,0			
К-700	9	17,0	19,0	20,0	20,0	21,0	23,7	18,0	18,4	21,5	17,3	17,9	20,7	17,0	17,6	19,3			
	12	18,0	20,5	21,0	22,0	22,5	26,0	20,0	20,8	24,1	19,0	19,5	22,2	18,1	18,8	20,0			
	21	18,1	22,0	22,5	23,7	24,5	27,4	22,6	23,3	25,0	21,3	22,0	24,5	19,5	20,5	21,7			
Т-150К	9	10,7	13,0	15,1	13,0	16,7	21,1	11,5	14,9	18,6	10,8	12,7	15,9	10,5	12,0	13,5			
	12	11,7	14,3	15,5	14,7	18,6	20,1	13,0	16,7	19,3	12,0	14,7	16,2	11,0	13,4	15,1			
	21	12,6	16,3	16,2	16,7	19,7	—	15,0	17,7	—	13,6	15,0	16,9	11,6	13,7	16,5			
МТЗ-80	3	7,1	7,9	8,6	8,6	11,2	13,0	8,2	10,0	11,5	7,8	9,3	9,8	7,4	7,8	8,4			
	4	7,3	8,1	9,5	9,8	12,5	14,0	8,9	11,4	13,4	8,2	10,0	10,7	7,7	8,3	9,3			
	6	7,7	8,8	10,0	11,3	14,5	14,7	9,7	13,0	13,9	9,0	11,3	13,5	8,0	9,4	10,9			
	4+4	6,5	7,1	8,2	9,8	10,9	—	8,8	9,5	—	7,1	7,3	11,4	6,5	7,3	9,9			
6+4	6,7	7,5	7,5	7,7	10,7	—	10,2	0,8	—	—	8,5	9,1	11,0	7,6	7,3	9,9			

П33. Нормативы трудоёмкости на техническое обслуживание тракторов

Марка трактора	Трудоёмкость одного технического обслуживания, ч					СТО	Удельная суммарная трудоёмкость технического обслуживания (без ЕТО)	
	ч (1000 мото-ч)							ч (1000 эт. Га)
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	ТО-3	СТО			
К-701	0,6	2,2	11,6(10,3)	25,2(21,8)	18,3(16,1)	105(96)	33(30)	
К-700А	1,0	2,5	10,6(8,7)	43,2(24,5)	29,3(25,7)	134(106)	54(42)	
Т-150К	0,2	1,9	6,8(5,7)	42,3(23,0)	5,3(4,6)	91(68)	46(34)	
		2,3	8,1(6,8)			70(48)	35(24)	
Т-150	0,5	2,1	7,5(6,3)	46,5(25,0)	5,8(5,1)	104(77)	53(29)	
		2,5	8,9(7,5)			76(53)	38(27)	
Т-4А	0,5	1,7	5,6	29,1	16,3	86	50	
		2,0	6,8			64	39	
ДТ-75М	0,5	2,7	6,4	21,4	17,1	90	70	
ДТ-75В	0,5	2,5	6,2	20,7	11,3	77	71	
		3,0	7,4			57	54	
Т-70С	0,2	2,3	6,9	14,0	6,8	57	54	
Т-54В	0,2	2,3	6,9	14,0	6,8	56	64	
МТ3-80, МТ3-82	0,4	2,7	6,9(4,3)	19,8(11,12)	3,5(3,5)	76(60)	87(69)	
		3,2	8,3(5,2)			51(40)	58(46)	
ЮМ3-6М, ЮМ3-6Л	0,4	2,2	5,9	26,1	14,9	89	113	
		2,5	7,3			63	104	
Т-40М, Т-40АМ	0,4	2,0	6,8	18,0	19,8	82	132	
Т-28Х4М	0,4	1,7	4,7	10	3,9	48	77	
		2,1	5,6			32	51	
Т-25А, Т-25А1	0,5	2,1	2,8	10,8	0,9	47	78	
		2,4	3,8			31	52	
Т-16М	0,5	0,9	2,7	7,7	1,8	29	104	
		1,1	3,2					

П34. Нормативы трудоёмкости на текущий ремонт тракторов и комбайнов (с учётом ремонта составных частей)

Марка тракторов	Суммарная удельная трудоёмкость			
	для хозяйства		для районных ремонтно-обслуживающих предприятий	
	ч (1000 мо- точасов)	ч (1000 эт. га)	ч (1000 мо- точасов)	ч (1000 эт. га)
К-701	185	58	155	48
К-700А	185	74	155	62
Т-150К	151	76	126	63
Т-4А	158	96	132	801
Т-130М	207	135	173	113
Т-100М	173	113	144	94
ДТ-75М	140	110	117	92
Т-70С	102	97	85	81
Т-54В	92	105	77	87
МТЗ-100	90	90	75	75
МТЗ-80, МТЗ-82	85	97	70	80
ЮМЗ-6М, ЮМЗ-6Л	70	102	64	85
Т-40М, Т-40АМ	66	106	55	88
Т-28Х4М	60	116	50	96
Т-30	60	160	52	125
Т-25А, Т-25А1	60	158	50	128
Т-16М	42	157	35	130
Марка комбайна	Суммарная годовая трудоёмкость, ч			
	для ПРОП		для хозяйств	
«Дон-1500»	125		165	
«Дон-1200»	125		165	
СК-5	120		150	
СК-6	126		157	
СКД-5	106		132	
ККУ-2А	55		69	
КСС-2,6	32		40	
КСК-100	162		200	
КС-6Б	90		112	
РКС-6	67		86	
ЛКВ-4А	37		46	
Е-281	139		173	
Е-301	99		124	
КПС-5Г	104		131	

П35. Нормативы трудоёмкости технического обслуживания и текущего ремонта сельскохозяйственных машин

Наименование и марка машин	Суммарная трудоёмкость ежемесячного технического обслуживания, ч	Суммарная годовая трудоёмкость, ч	
		номерного технического обслуживания	текущего ремонта
1	2	3	4
Плуги:			
ГШН-5-35	0,12	–	21
ПЛН-4-35	0,12	–	17
ПЛН-3-35	0,12	–	14
ПТК-9-35	0,25	–	50
ПЛП-6-35	0,20	–	35
Плуги-луцильники:			
ППЛ-5-25	0,10	–	20
ППЛ-10-25	0,20	–	29
ПЛС-5-25	0,12	–	21
Глубокорыхлители:			
ПН-80Б	0,20	–	45
КПГ-2Д	0,18	–	36
КПГ-250	0,25	–	10
КПГ-2-150	0,25	–	10
Дисковые луцильники:			
ЛДГ-5	0,10	–	17
ЛДГ-15	0,20	–	33
ЛДГ-20	0,25	–	81
Бороны дисковые:			
БДН-3	0,10	–	29
БДСТ-2,5	0,10	–	34
БДН-1,3	0,10	–	12
БДС-3,5	0,10	–	24
БД-10	0,25	–	67
Бороны:			
– зубовые:			
БЗСС-1, БЗТС-1	–	–	4
– игольчатая:			
БИГ-ЗА	0,22	–	39
Катки:			
ЗККШ-6	0,10	–	20
ККН-2,8	0,10	–	6
СКГ-2	0,10	–	14
Сцепки:			
СП-16	0,10	–	28
С-11У	0,10	–	11
СГ-21	0,10	–	34
СН-75	0,10	–	21

1	2	3	4
Культиваторы:			
КПС-4	0,11	–	22
КРН-4,2	0,25	–	38
КРН-5,6	0,25	–	48
КРН-2,8А	0,18	–	27
КФ-5,4	0,50	1,5	33

П36. Периодичность технического обслуживания трактора

Марка трактора	Периодичность технического обслуживания					
	ТО-1		ТО-2		ТО-3	
	л	эт. га	л	эт. га	л	эт. га
К-701, К-701М	<u>5500</u>	<u>400</u>	<u>22 000</u>	<u>1600</u>	<u>44 000</u>	<u>3200</u>
	2700	195	10 800	780	43 200	3120
К-700А	<u>2000</u>	<u>160</u>	<u>8000</u>	<u>640</u>	<u>32 000</u>	<u>2560</u>
	<u>2500</u>	<u>250</u>	<u>10 000</u>	<u>1000</u>	<u>20 000</u>	<u>2000</u>
Т-150, Т-150К, ДТ475С	1200	120	4800	480	19 200	1920
	<u>2100</u>	<u>145</u>	<u>8400</u>	<u>580</u>	<u>16 800</u>	<u>1160</u>
Т4А	1000	70	4000	280	16 000	1120
	<u>1450</u>	<u>110</u>	<u>5800</u>	<u>440</u>	<u>11 600</u>	<u>880</u>
ДТ-75М, ДТ-75МВ, ДТ-75МЛ	700	54	2800	216	11 200	864
	<u>2200</u>	<u>170</u>	<u>8800</u>	<u>680</u>	<u>17 600</u>	<u>1360</u>
ДТ-75Н	–	–	–	–	–	–
	<u>2080</u>	<u>190</u>	<u>8320</u>	<u>760</u>	<u>16 640</u>	<u>1520</u>
Т-130М, Т-100М	1000	92	4000	370	16 000	1480
	<u>600</u>	<u>63</u>	<u>2400</u>	<u>250</u>	<u>9600</u>	<u>1000</u>
Т-70С	–	–	–	–	–	–
	<u>540</u>	<u>37</u>	<u>2160</u>	<u>150</u>	<u>8640</u>	<u>600</u>
Т-54В, Т-40М, Т-40АМ	1550	125	6200	500	12 400	1000
	–	–	–	–	–	–
МТЗ-100, МТЗ-102	<u>1250</u>	<u>110</u>	<u>5000</u>	<u>440</u>	<u>10 000</u>	<u>880</u>
	600	52	2400	210	9600	840
МТЗ-80, МТЗ-82	<u>1000</u>	<u>94</u>	<u>4000</u>	<u>380</u>	<u>8000</u>	<u>760</u>
	480	45	1920	180	7680	720
ЮМЗ-6АЛ, ЮМЗ-АМ	<u>500</u>	<u>48</u>	<u>2000</u>	<u>190</u>	<u>4000</u>	<u>380</u>
	240	23	960	92	3840	370
Т-25А1, Т-25А3, Т-16	<u>560</u>	<u>52</u>	<u>2240</u>	<u>210</u>	<u>4500</u>	<u>420</u>
	–	–	–	–	–	–

Примечание: в знаменателе указана периодичность 60-240-960 моточасов.

П37. Нормативы трудоёмкости технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей

Марка машины	Техническое обслуживание										Текущий ремонт	
	Трудоёмкость одного технического обслуживания $T_{нi}$, ч						Удельная суммарная трудоёмкость $T_{нi}$, ч/1000 км				Удельная суммарная трудоёмкость, ч/1000 км	для хозяйств
	ЕТО для хозяйств	ТО-1		ТО-2		Без учёта ЕТО		С учётом ЕТО для хозяйств	для СТОА	для хозяйств		
		для СТОА	для хозяйств	для СТОА	для хозяйств	для СТОА	для хозяйств					
ГАЗ-52-04	0,52	2,1	2,7	9,0	11,7	2,5	3,2	6,3	4,3	5,6		
ГАЗ-53А	0,55	2,2	2,9	9,1	11,8	2,3	3,0	6,3	4,5	5,9		
ГАЗ-53Б	0,65	2,5	3,3	10,5	13,6	3,5	4,5	8,4	5,2	6,8		
ЗИЛ-130	0,59	2,7	3,5	10,8	14,0	2,8	3,6	7,0	4,8/4,1	6,2/5,3		
ЗИЛ-ММЗ-555	0,68	3,1	4,0	12,4	16,1	4,5	5,9	10,0	5,5/4,7	7,2/6,1		
МАЗ-500	0,59	3,4	4,4	13,8	17,9	3,5	4,5	7,9	7,2	9,4		
КрАЗ-257	0,65	3,5	4,6	14,7	19,1	3,7	4,8	8,7	7,5	9,8		
КамАЗ-5320	0,98	3,4	4,4	16,5	21,5	3,7	4,8	10,7	8,1	10,5		
УАЗ-469	0,52	1,7	2,2	8,5	11,1	1,3	1,7	4,8	7,9	10,3		

Примечания: 1. При расчёте суммарной трудоёмкости с учётом ЕТО продолжительность пробега – 150 км;
2. В знаменателе – данные для автомобилей выпуска с 1980 г.

**П38. Нормативы трудоёмкости технического обслуживания
сложных уборочных машин**

Марка комбайна	Суммарная трудоёмкость технического обслуживания, ч			Удельная трудоёмкость технического обслуживания, ч/100 моточасов	
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	без ЕТО	с ЕТО
«Дон-1500»	0,8	5,1	6,0	9	16
«Дон-1200»	0,8	5,1	6,6	9	16
СК-5	0,7	5,1	6,6	9	15
СК-6	0,8	5,1	6,6	9	16
СКД-5	1,0	5,2	6,6	9	17
ККУ-2А	0,5	3,6	–	7	11
КСС-2,6	0,5	2,7	–	5	9
КСК-100	0,5	2,7	7,2	5	9
КС-6Б	0,6	3,6	7,2	7	12
РКС-6	0,5	3,6	7,2	7	11
ЛКВ-4А	0,5	2,7	–	5	9
Е-281	0,3	3,6	7,2	7	9
Е-301, КПС-5Г	0,3	0,36	7,2	7	9

Примечание: При расчёте суммарной трудоёмкости с учётом ЕТО дневная наработка принимается равной 10 моточасов.

П39. Размеры технологических ёмкостей посевных и уборочных машин

Марка	Размер технологических ёмкостей V, м ³		Марка	Размер технологических ёмкостей V, м ³	
	для семян	для удобрений		для семян	для удобрений
<i>Зерновые сеялки</i>					
СЗО-3,6	0,453	0,212	СЗП-3,6	0,453	0,212
СЗТ-3,6	0,453	0,212	СЗС-2,1	0,275	0,140
СЗ-3,6	0,453	0,212	СЗПЦ-12	2,00	0,90
СЗУ-3,6	0,453	0,212	СЗС-14	3,89	–
СЗА-3,6	0,453	0,212			
<i>Кукурузные сеялки</i>					
СПЧ-6МФ	0,108	0,180	СПЧ-8	0,096	0,224
СКНК-8	0,104	0,120	СБК-4	0,026	0,060
СУПН-8	0,176	0,120			
<i>Свекловичные сеялки</i>					
ССТ-12А	0,007×12	0,030×6	ССТ-8	0,007×8	0,030×4
ССТ-12Б	0,015×12	0,060×6			
<i>Овощные сеялки</i>					
ГС-1,4	0,040	0,058	СЛН-8Б	0,550	–
СКОН-4,2	0,094	–	СУПО-6	0,132	–
СО-4,2	0,132	0,175			
<i>Зерноуборочные комбайны</i>					
СК-5, СКД-5	3,0	–	«Дон-1500»	6,0	–
СК-6	3,0	–	СК-10	6,0	–
«Дон-1200»	6,0	–	«Ротор»		
<i>Картофелесажалки</i>					
СКС-4	1500 кг	540 кг	КСМГ-6	3200	–
КСМ-4	1600 кг	60 кг	КСМ-6	2000	900
КСМГ-4	2300	–	САЯ-4	250	96
СКМ-6	1200	–			

П40. Основные показатели двигателей самоходных машин

Наименование и марка машины	Марка двигателя	Номинальная мощность двигателя, кВт	Часовой расход топлива при номинальной мощности, кг/ч
Зерноуборочный комбайн:			
«Дон-1500»	СМД-31А	173	39,9
«Дон-1200»	СМД-23/24	125	29,3
«Енисей-1200»	СМД-22А	106,7	23,6
«Дон-1500» «Ротор»	СМД-31-01	195	43,9
СК-6-Ц «Колос»	СМД-60-02/61-02	117,7	28,0
СК-5М «Нива»	СМД-19/20	92	21,3
СКЛ-5 «Нива»	СМД-18К	73,6	19,5
Е-516	8VD14,5/12,5-1SVW	168	36,1
Кормоуборочный комбайн:			
КСК-100А	СМД-72	158	37,0
УЭС-250 «Полесье»	СМД-31-01	195	43,9
Е-281С	6 VD14,5/12-2SRW	125	27,3
Е-282	6VD14,5/12,5-1SVW	146/180	31,4/38,7
«Дон-680»	СМД-31Б-04	213	47,7
Косилка-плющилка:			
Е 302/303	Д-242	46	10,1
КЛС-5Г	Д-240	58,9	14,8
Машины для уборки сахарной и кормовой свёклы:			
МКК-6, РКС-6	Д-240	58,9	14,8
РКМ-6	СМД-24-02	125	29,3
КС-6Б, МБС-6	СМД-60-02/61-02	117,7	28,0

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ	4
1.1. Общие положения	4
1.2. Эксплуатационные показатели двигателей	4
1.3. Примеры решения задач	17
1.4. Тягово-сцепные свойства тракторов	20
1.5. Примеры решения задач	25
2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА РАБОЧИХ МАШИН ...	29
2.1. Расчёт эксплуатационных свойств рабочих машин	29
2.2. Примеры решения задач	35
3. РАСЧЁТ СОСТАВА И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ	38
3.1. Способы и методика расчёта состава машинно-тракторных агрегатов	38
3.2. Примеры решения задач	49
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ	56
4.1. Кинематические характеристики машинно-тракторных агрегатов	56
4.2. Виды и способы движения машинно-тракторных агрегатов	57
4.3. Примеры решения задач	62
5. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И ЗАТРАТЫ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ АГРЕГАТОВ	66
5.1. Расчёт производительности агрегатов	66
5.2. Расчёт эксплуатационных затрат при работе агрегатов	69
5.3. Примеры решения задач	72

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСПОРТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	75
6.1. Общие положения	75
6.2. Расчёт производительности, норм выработки и расхода топлива при работе транспортных средств	78
6.3. Показатели работы транспортного парка	82
6.4. Рациональный состав транспортных средств	84
6.5. Транспортное обслуживание сельскохозяйственных процессов	85
6.6. Примеры решения задач	89
7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАШИН	93
7.1. Система технического обслуживания и ремонта машин	93
7.2. Расчёт трудоёмкости технического обслуживания машин	96
7.3. Планирование технического обслуживания и ремонта машин	100
7.4. Примеры решения задач	105
8. РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩАЯ БАЗА МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА	108
9. РАСЧЁТ НЕФТЕХОЗЯЙСТВА	112
9.1. Организация снабжения нефтепродуктами	112
9.2. Расчёт потребности в нефтепродуктах	113
9.3. Расчёт нефтесклада и управление запасами топлива в хозяйствах	115
9.4. Примеры решения задач	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	123
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	124
ПРИЛОЖЕНИЕ	125

Для заметок

Учебное издание

КУРОЧКИН Иван Михайлович,
ДОРОВСКИХ Дмитрий Владимирович

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МТП

Учебное пособие

Редактор Л.В. Комбарова
Инженер по компьютерному макетированию М.Н. Рыжкова

Подписано в печать 10.04.2012.
Формат 60 × 84 / 16. 11,63 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 172

Издательско-полиграфический центр ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14