



**Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Рубцовский индустриальный институт (филиал)  
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический  
университет им. И.И. Ползунова»**

**Е.М. Артеменко**

## **РАСЧЕТ ЗАРЯДНОГО БАЛАНСА ГЕНЕРАТОРОВ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН**

Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Электрооборудование колесных и гусеничных машин» для студентов всех форм обучения по направлению подготовки «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Рубцовск 2021

УДК 629.113.066 (075.8)

Артеменко Е.М. Расчет зарядного баланса генераторов колесных и гусеничных машин: Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Электрооборудование колесных и гусеничных машин» для студентов всех форм обучения по направлению подготовки «Наземные транспортно-технологические комплексы»/ Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2021. – 16 с.

Методические указания разработаны в соответствии с учебным планом дисциплины «Электрооборудование колесных и гусеничных машин».

В методических указаниях излагается методика расчета мощности потребителей колесных и гусеничных машин, расчет мощности генератора, выбор генератора и проверка его мощности на отрицательный или положительный баланс потребляемой энергии.

Рассмотрены и одобрены  
на заседании каф. НТС  
Протокол № от

Рецензент: к.т.н., доцент кафедры «Электроэнергетика» С.А. Гончаров

© Рубцовский индустриальный институт, 2021

## Введение

Совершенствование конструкции колесных и гусеничных машин сопровождается все увеличивающимся применением на них электроэнергетического оборудования. Электрические машины, аппараты и приборы, установленные на машинах, связанные с источниками электрической энергии общей сетью, образуют единую систему электрооборудования.

Надежность и исправность электрооборудования в значительной степени определяют работоспособность колесных и гусеничных машин.

Развитие и совершенствование конструкций автомобилей, автомобилей-тягачей и тракторов неразрывно связано с резким увеличением электрификации. Каждое десятилетие электрооборудование, установленное на автомобилях, тракторах и автомобилях-тягачах, значительно обновляется.

Основным источником электрической энергии в системе электрооборудования колесных и гусеничных машин является генератор постоянного или переменного тока, а вспомогательным источником электрической энергии – аккумуляторная батарея.

Генератор, установленный на колесных и гусеничных машинах, может отдавать электрическую энергию только при определенной частоте вращения коленчатого вала двигателя. При неработающем двигателе питание всех потребителей электрической энергией происходит от аккумуляторной батареи. Генератор и аккумуляторная батарея работают параллельно.

Заряд аккумуляторной батареи на машине зависит от частоты вращения генератора и его мощности. Поэтому расчет зарядного баланса имеет важное значение при работе электрооборудования колесных и гусеничных машин.

Дисциплина «Электрооборудование колесных и гусеничных машин» знакомит студентов направления подготовки «Наземные транспортно-технологические комплексы» с электрооборудованием колесных и гусеничных машин.

Цель освоения дисциплины «Электрооборудование колесных и гусеничных машин» – развитие профессиональных компетенций, в соответствии с которыми обучающийся приобретает способность участвовать в проектировании колесных и гусеничных машин и их компонентов, собирать и анализировать информацию для технико-экономических обоснований вариантов конструкций колесных и гусеничных машин и их компонентов.

В результате изучения курса «Электрооборудование колесных и гусеничных машин» обучающийся должен уметь:

- формировать технические требования к колесным и гусеничным машинам и их компонентам;
- проводить сравнительный анализ вариантов конструкций колесных и гусеничных машин и их компонентов.

## Мощность основных потребителей электроэнергии на современных колесных и гусеничных машинах

Особенности работы генератора в эксплуатационных условиях, как на автострадах, так и в условиях города, создают большие трудности для правильного выбора источников тока.

Малые скорости движения колесных и гусеничных машин в городе с частыми остановками у светофоров, особенно в зимний период, не могут обеспечить заряд аккумуляторной батареи и положительный энергобаланс системы электрооборудования машины. Аккумуляторная батарея отдает энергии больше, чем получает, и в результате недозаряжается.

Приблизительный расчет необходимой мощности генератора можно произвести по эмпирической формуле:

$$P_{г} = K \cdot P_{п.дл},$$

где  $K$  – коэффициент запаса мощности для заряда батареи и для питания потребителей, включаемых периодически;  $K = 1,5$ ;

$P_{п.дл}$  – мощность потребителей, которые включаются на длительное время.

Таблица 1 - Мощность основных потребителей электроэнергии на колесных и гусеничных машинах.

Потребители	Потребляемая мощность в Вт	Коэффициент времени работы при езде ночью зимой	
		по шоссе	по улицам города
Нити дальнего света фар . . . . .	80 – 100	0,96 – 1,0	0,05
Нити ближнего света фар . . . . .	60 – 80	0,05 – 0	0,05
Подфарники . . . . .	16	0	0,90
Задние и номерной фонари . . . . .	25	1,0	1,0
Сигнал торможения . . . . .	35	0,10	0,15
Указатели поворота . . . . .	35	0,05	0,10
Лампы освещения приборов . . . . .	10	1,0	1,0
Система зажигания . . . . .	12	1,0	1,0
Приборы . . . . .	10	1,0	1,0
Электродвигатель отопителя или обдува стекла . . . . .	40 – 60	0,4 – 0,6	0,4 – 0,6
Стеклоочиститель . . . . .	50	0,25	0,25
Радиоприемник . . . . .	40 – 60	0,5 – 1,0	0,4 – 0,6

Скорость движения колесных и гусеничных машин, при которой должен начинаться заряд аккумуляторной батареи, принимается равной 25 – 35 км/ч.

Более точный подсчет величины мощности генератора для обеспечения положительного энергобаланса разработан в НИИ Автоприборов.

Согласно предложенной методике, отдаваемый генератором ток  $I_{н}$  умножают на коэффициент времени отдачи  $I_{экр} = \sum J_{н} \cdot K$  с учетом работы колесных и гусеничных машин в ночное время зимой по загородным дорогам и в городе.

На рисунке 1 приведены характеристики распределения частот вращения роторов генераторов для различных колесных и гусеничных машин в городских

условиях. Согласно рисунку 1 колесные и гусеничные машины большую часть времени в городе работают с малыми частотами вращения коленчатого вала.

Частота вращения ротора генератора определяется из следующего:

$$K_0 = \frac{n_r}{\vartheta_a},$$

где  $K_0$  – коэффициент оборотности;

$n_r$  – частота вращения генератора;

$\vartheta_a$  – скорость движения колесных и гусеничных машин.

Считая коэффициент оборотности  $K_0 = 60 - 75$ , а номинальную частоту вращения ротора генератора в пределах 2000 об/мин, получим скорость движения колесных и гусеничных машин  $\vartheta_a = 27 - 35$  км/ч.

Очевидно, при движении колесных и гусеничных машин по асфальтобетонной дороге со средней скоростью  $\vartheta_a = 60$  км/ч генератор может обеспечить полную отдачу при любой нагрузке. Разряд батареи в этом случае возможен только при накате, когда двигатель работает на холостом ходу.

Относительная продолжительность разряда батареи (ПР) в условиях движения колесных и гусеничных машин по асфальтобетонной дороге на основании эксплуатационных исследований принимается для легковых автомобилей 0,10 – 0,15 и для грузовых 0,15 – 0,20, тракторов 20 – 25..

Минимальную мощность генератора, при которой будет обеспечен баланс электроэнергии определяют по формуле:

$$P_G = \frac{P_{\text{экв}}}{1 - ПР},$$

где  $P_{\text{экв}}$  – мощность, эквивалентная нагрузке от потребителей при движении колесных и гусеничных машин в заданных условиях.

Мощность, эквивалентная нагрузке, равна:

$$P_{\text{экв}} = U_{\text{н.ном.}} \cdot I_{\text{экв.}},$$

где  $U_{\text{н.ном.}}$  – номинальное напряжение генератора;

$I_{\text{экв.}}$  – ток, эквивалентный нагрузке от потребителей, А.

Значение величины  $I_{\text{экв.}}$  подсчитывается по формуле:

$$I_{\text{экв.}} = \sum I_{\text{ном.}} \cdot K_t,$$

где  $I_{\text{ном.}}$  – номинальный ток потребителя;

$K_t$  – коэффициент времени работы потребителя (коэффициент спроса).

$K_t$  изменяется в пределах от 0 до 1 в зависимости от типа потребителей и условий движения колесных и гусеничных машин.

Получив значение  $P_G$ , подбирают из существующих генераторов, наиболее близкий по мощности генератор (Приложение 1).

Для проверки соответствия характеристик выбранного генератора городским условиям движения производят расчет зарядного баланса.

На диаграмме рисунка 2 совмещены характеристика относительного времени  $t$  работы генератора (см. рисунок 1) и характеристика генератора с регулятором напряжения  $I_r = f(n)$  (трехэлементный реле-регулятор).

Согласно диаграмме (см. рисунок 2), ток генератора растет от нулевых значений до  $I_r = I_{r.ном}$ , после чего остается без изменений.

Ток, получаемый аккумуляторной батареей от генератора, определяется как разность  $I_б = I_r - I_n$ , где начало отдачи генератора соответствует (см. рисунок 2) частоте вращения  $n_0$ . Вертикаль, проведенная через  $n_0$  до кривой  $t$ , позволит определить величину относительной продолжительности разряда ПР для данных условий.

Величина зарядного тока, который батарея примет только в случае значительного ее разряда, определится из разности:

$$I_{r.ном} - I_n = I_{з.мах},$$

где  $I_{r.ном}$  – ток генератора при наличии ограничителя;

$I_n$  – ток, отдаваемый потребителям;

$I_{з.мах}$  – максимальный ток заряда батареи.

В процессе заряда ЭДС батареи увеличивается, а зарядный ток уменьшается. Указанный процесс будет продолжаться до состояния равновесия, что соответствует установившемуся зарядному балансу. Условие установившегося зарядного баланса можно сформулировать так: произведение тока нагрузки  $I_n$  на продолжительность разряда ПР должно быть равно произведению установившегося значения зарядного тока  $I_{з.уст}$  на время заряда  $(1 - ПР)$ , т.е.

$$I_n ПР = I_{з.уст} \cdot (1 - ПР),$$

или

$$I_{з.уст} = I_n \frac{ПР}{1 - ПР}.$$

Выражая токи в относительных единицах, получим

$$i_{з.уст} = i_n \frac{ПР}{1 - ПР}.$$

На основании приведенной формулы построена номограмма (рисунок 3), которая делится диагональю  $K_б = 1$  на две части. Область номограммы ниже линии  $K_б = 1$  представляет положительный баланс. Верхняя часть номограммы выше линии  $K_б = 1$  является отрицательной.

Если рабочая точка окажется в положительной области, то излишек по зарядному току для батареи определится коэффициентом баланса

$$K_б = \frac{I_{з.мах}}{I_{з.уст}}.$$

В отрицательной области зарядный ток  $I_{з.мах}$  меньше необходимого для уравновешивания зарядного баланса.

Характеристикой отрицательного баланса будет время, в течение которого батарея полностью разрядится. Время разряда  $T$  будет зависеть от отношения номинальной емкости  $C_{ном}$  аккумуляторной батареи к номинальному току генератора  $I_{r.ном}$

$$T = K \frac{C_{ном}}{I_{г.ном}}$$

Коэффициент  $K$  может быть равен 7, 10, 20 и, таким образом, определение зарядного баланса по номограмме производится в следующей последовательности (для генератора Г21):

а) подсчитывают величину потребляемого тока потребителями электроэнергии колесных и гусеничных машин в городских условиях и определяют

$$i_n = \frac{I_n}{I_{г.ном}},$$

при  $U = 12$  В;  $I_{г.ном} = 20$  А и токе нагрузки  $I_n = 13,2$  А, тогда

$$i_n = \frac{I_n}{I_{г.ном}} = 0,66;$$

б) определяют частоту вращения генератора, при которой начинается заряд батареи:

$$n_0 = n_x + i_n \cdot (n_n - n_x).$$

Для рассматриваемого примера  $n_x = 1040$  об/мин, а  $n_n = 1980$  об/мин, тогда  $n_0 = 1040 + 0,66 \cdot (1980 - 1040) = 1660$  об/мин.

в) находят фактический коэффициент оборотности генератора  $K_0 = 57,2$ ;

г) по характеристикам (см. рисунок 1) определяют для данного колесных и гусеничных машин величину продолжительности разряда ПР = 0,49;

д) зная ПР и относительный ток нагрузки, находят на номограмме (см. рисунок 3) рабочую точку;

е) для данного примера баланс получился отрицательный. Время, в течение которого батарея полностью разрядится,

$$T_p = K \frac{C_{ном}}{I_{г.ном}} = 6,7 \frac{54}{20} = 18,1 \text{ ч.}$$

Фактически, если колесная или гусеничная машина работает в две смены, можно допустить некоторый отрицательный зарядный баланс. Разряд батареи за время ночной смены допускается до 30 %.

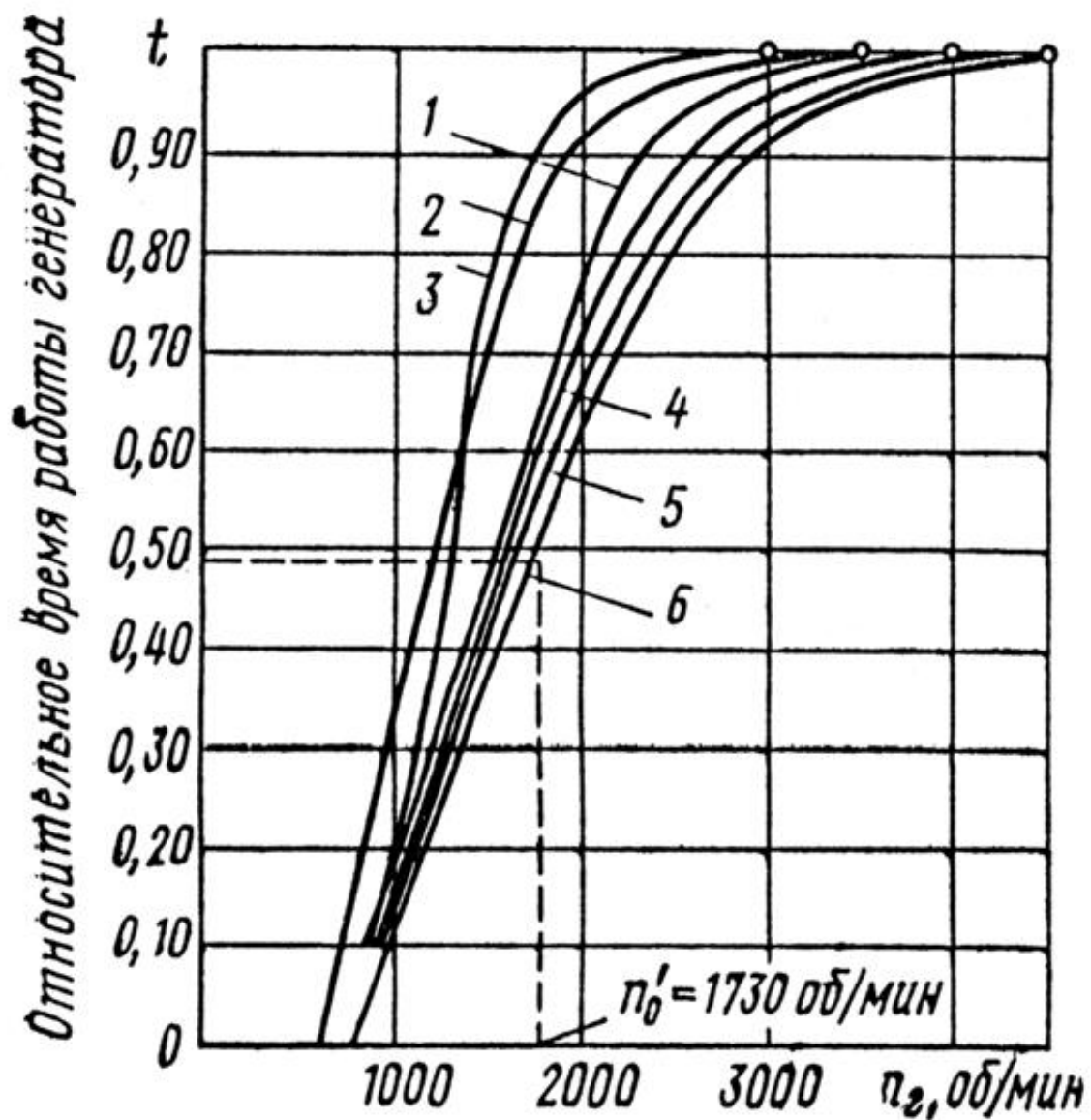


Рисунок 1 – Типовые интегральные кривые распределения частоты вращения генераторов при эксплуатации автомобилей в городе:

1 – ГАЗ-3307; 2 – ЗИЛ- 431410; 3 – МАЗ-5335; 4 – «Москвич-21412»; 6 – ГАЗ-3110 «Волга»; ГАЗ-31029, ГАЗ-3302



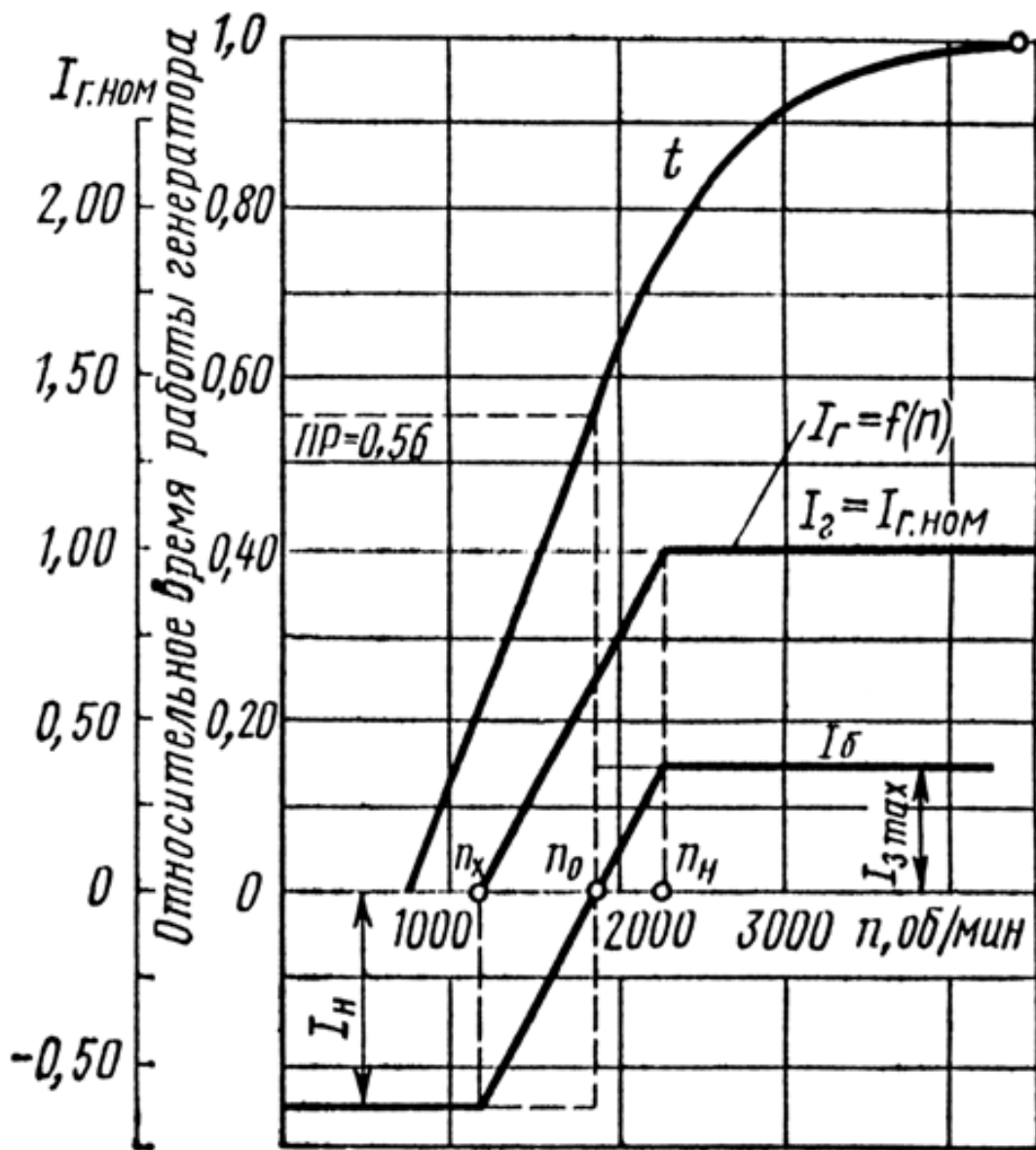


Рисунок 2 - Определение относительной продолжительности разряда батареи ПР при езде по городу по заданным характеристикам генератора

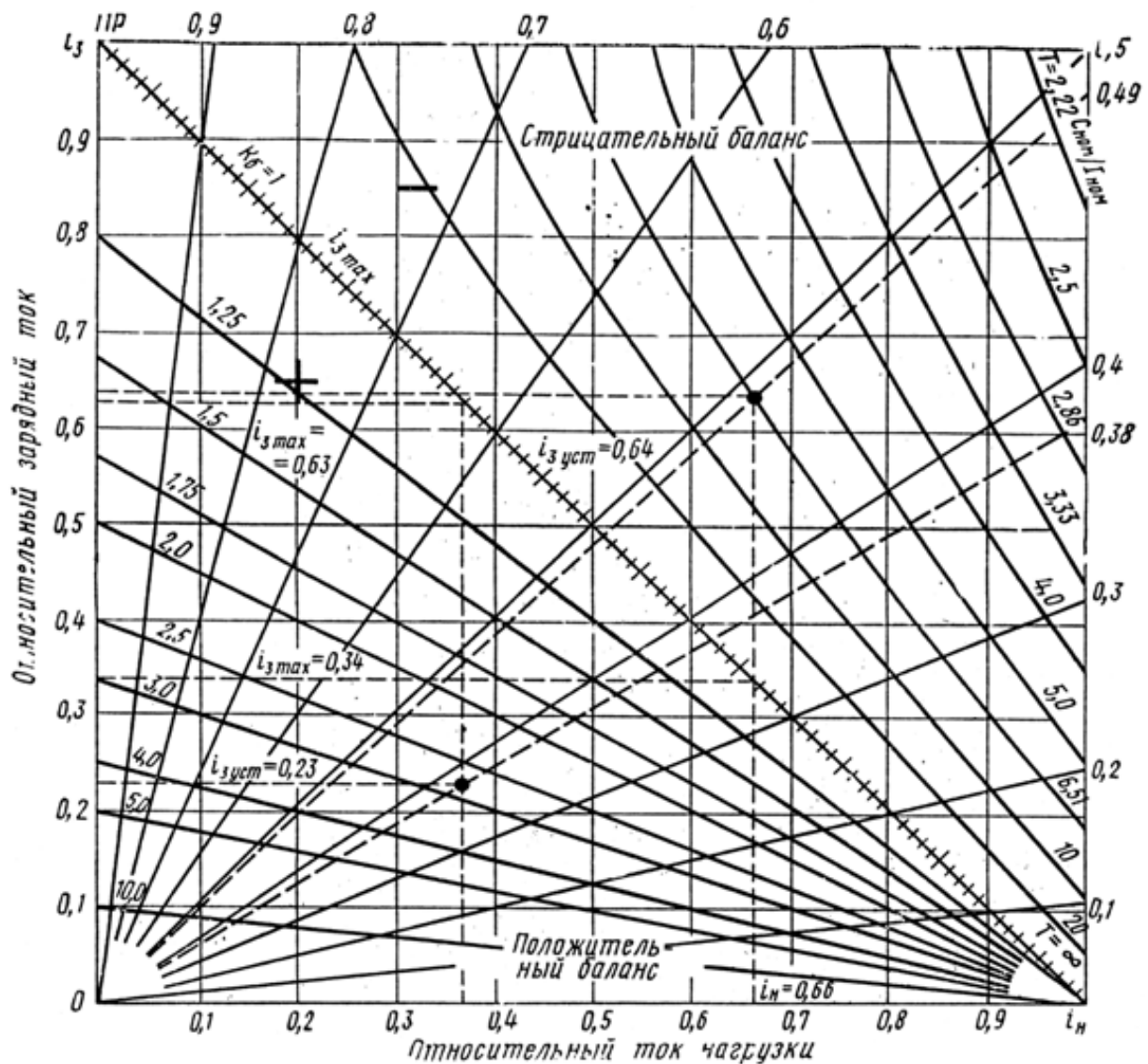


Рисунок 3 - Номограмма для расчета зарядного баланса системы электрооборудования с трехэлементным реле - регулятором

## Основные данные генераторов отечественного производства

Генератор	Применение	$P_{ном},$ Вт	$U_{ном},$ В	$I_{д ном},$ А	$n_о, \text{мин}^{-1}$ , не более	$n_{р.м}, \text{мин}^{-1},$ не более	$U_{др},$ В	$I_{др},$ А	Масса кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ГГ221А	ВАЗ-2101, -21011, -2103, -2106	600	14	42	1150	2500	14	30	4,2
Г222	ВАЗ-2105, -2107, ЗАЗ-1102	700	14	50	1250	2400	13	35	4,3
Г273В	КамАЗ-5320, МАЗ-5335	780	28	28	1050	2200	28	20	5,4
37.3701	ВАЗ-2108, -2109, -21213, АЗЛК-214201-10	770	14	55	1100	2000	13	35	4,4
16.3701	ГАЗ-24-10, -31029, -33021	900	14	65	1100	2500	14	45	5,6
29.3701	«Москвич-2140»; ИЖ-2125; -2715	700	14	50	1250	2250	13	32	5,0
32.3701	ЗИЛ-431410	840	14	60	1050	2200	14	40	5,0
38.3701	ЗИЛ-4331, -133ГЯ	1260	14	90	900	1800	14	60	8,7
58.3701	«Москвич-21412»; ИЖ-2125, -2715	730	14	52	1400	2400	13	32	4,8
63.3701	БелАЗ	4200	28	150	1500	2500	28	150	22,0
65.3701	ЛАЗ-42021, ЛиАЗ-5256	2500	28	90	1250	2400	26	60	9,0
66.3701	ПАЗ-672М, -3201	840	14	60	1150	2600	13	40	4,6
25.3771*	ГАЗ-3110	1120	14	80	1100	2200	13	53	5,4
1702.3771	МАЗ, КамАЗ-5332	1260	28	45	1150	2100	28	30	5,2
2022.3771	ЗИЛ-53014	1260	14	90	1100	2400	14	60	6,0
16.3771	УАЗ	800	14	57	1000	2050	13	40	3,4
19.3771	ГАЗ-31029, -3302, -3110	940	14	67	800	2200	14	45	5,8
26.3771	ВАЗ-2104, -2105, -2108, -2109	770	14	55	1100	2200	14	37	3,8
851.3701	ЗИЛ-53012	1150	14	82	1200	3000	14	55	5,2
9002.3701	ЗИЛ-4334	2240	28	80	1350	2600	18	53	8,7
94.3701*	ГАЗ-3302, ВАЗ-2110	1000	14	70	900	1800	14	40	4,5
955.3701**	ВАЗ-2108, -2109	900	14	65	1050	2800	13	50	6,0

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
46.3701	Беларус-422, ВТЗ-2048А, ВТЗ-45АТ, 60 ТК, 50 ТК, Т-28Х4М, Т-40М, Т-40, ЛТЗ-60АБ, ЛТЗ-60АБ-10, ЛТЗ-55, ЛТЗ-55А, ЛТЗ-55АН, 85ТК, МТЗ-80.1, МТЗ-82, Беларус-923, ЮМЗ-6АКМ, ЮМЗ-6ДМ, ЛТЗ-60АБ, ЮМЗ-6, 160 ТК, ЛТЗ-155, ЛТЗ-95, Т-90С, МТЗ-1221, ШУ-356, Т-54, Т-70, Т-70СМ	780	14	50	1400	3000	12,5	36	5,4
Г287Д, Е	К700, К701	1200	14	85	1050	2300	14	60	10
15.3701	Т150К, ТТ4, комбайны	1260	14	72	1300	3000	14	60	10
12.3701	Т130	1260	28	36	1250	3000	28	30	10,5
11.3701	Т330	2700	28	72	1500	2500	28	72	75

\* - генератор компактной конструкции,

\*\* - генератор бесщеточный.

## Основные данные генераторов зарубежного производства

Фирма, страна	Тип	Ток отдачи, А, при частоте вращения		Наружный диаметр статора, мм	Масса (без шкива), кг
		1500 мин <sup>-1</sup>	6000 мин <sup>-1</sup>		
1	2	3	4	5	6
Bosch Германия	K1-14V 20/45A	20	45	125	4
	23/55A	23	55	125	4,2
	23/65A	23	65	125	4,5
	28/70A	28	70	125	4,7
	30/85A	30	85	125	5,1
	N1-14V 36/80A	36	80	138	5,6
	34/90A	34	90	138	5,6
	40/115A	40	115	142	6,2
	25/140A	25	140	142	6,4
	*GC-14V 27-50A	27	50	116	4
	27-60A	27	60	116	4
	30-70A	30	70	116	4,2
	*KC-14V 40-70A	40	70	125	4,9
	40-80A	40	80	125	4,9
	45-80A	45	80	125	5,4
	45-90A	45	90	125	5,4
	*NC-14V 50-100A	50	100	142	6
	60-120A	60	120	142	6,2
	40-140A	40	140	142	6,7
	Valeo Франция	A13N14B 50A	28	52	128
60A		28	64	128	4,1
70A		28	71	128	4,1
80A		28	80	128	4,1
A14N14V 75A		35	77	136	5,6
80A		31	82	136	5,6
90A		42	96	136	5,6
105A		40	110	142	6,3
*A11VI 21		35	70	125	4,5
*A11VI 22, 23		30	60	125	4,5

1	2	3	4	5	6
Valeo Франция	*A13VI 40, 41	40	90	136	5,8
Magneti Marelli Италия	AA125R- 14v -45 -55 -65	20 22 35	48 57 68	125...128 125...128 125...128	4...4,3 4...4,3 4...4,3
Lucas Англия	A127 -45 -55 -65 -70 -72	19 24 24 25 25	45 55 65 70 72	127 127 127 127 127	4 4,2 4,3 4,3 4,4

\* - генераторы компактной конструкции.

Приложение 3

Электрические и светотехнические параметры автомобильных ламп  
накаливания

Обозначение лампы		Мощность, Вт	Световой поток, лм	Средняя продолжитель- ность горения, ч	Тип цоколя
по ГОСТ 2023- 88	Междуна- родное				
A 12-45+40	R2	45/40*	740/450*	100/200*	P45t/41
A 24-55+50	R2	55/50	700/450	75/150	P45t/41
АКГ 12-55-2	H1	55	1550	150	P14,5s
АКГ 24-70-2	H1	70	1900	150	P14,5s
АКГ 12-55-1	H3	55	1450	150	P22s
АКГ 24-70-1	H3	70	1750	150	P22s
АКГ 12-60+55	H4	60/55	1650/1000	100/200	P43t/38
АКГ 24-75+70	H4	75/70	1900/1200	100/200	P43t/38
A 12-21-3	P21W	25	529	100	BA12s/19
A 24-21-3	P21W	28	529	100	BA12s/19
A 12-21+5	P21/5W	25/6	506	100/1000	BAY15d
A 24-21+5	P21/5W	28	440/35	100/1000	BAY15d
A 12-4-1	T4W	4	35	200	BA9s/14
AMH 24-4	T4W	5	35	200	BA9s/14
A 12-3-1	W3W	3	22	200	W2,1×9,5d
A 12-5-2	W5W	5	50	200	W2,1×9,5d
A 24-5-2	W5W	7	50	200	W2,1×9,5d
A 12-5-1	C5W	10	45	200	SV8,5/8
A 24-5-1	C5W	10	45	200	SV8,5/8

\* - двухнитевые лампы.

Технические данные электродвигателей с электромагнитным  
возбуждением

Электродвигатель	Напряжение, В	Полезная мощность, Вт	Сила потребляемого тока, А	Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Масса, кг
<b>Параллельное возбуждение</b>					
МЭ7Б,Д	12	15	3,8	2000	0,83
МЭ7Г	12	10	3	2600	0,83
МЭ12	12	15	3,8	6500	1,3
МЭ22А	12	120	28	3000	6,3
МЭ230	24	15	2,1	5500	1,3
МЭ231	24	12	1,8	2200	1,3
<b>Последовательное возбуждение</b>					
МЭ65В	24	40/16*	5,5/4*	3000/2000	2,7
МЭ106	12	40/16*	11/6,5	3000/2000	3,5
МЭ201	12	11	3,5	5500	0,5
МЭ202А	12	11	3,5	4500	0,5
МЭ202Б,В	24	11	1,9	4500	0,5
МЭ208	24	11	1,7	5500	0,5
МЭ211Б	12	25	5,3	3000	1,3
МЭ218В	12	25	5,3	3000	1,3
МЭ222	12	220	43	6500	5,0
МЭ226	12	40	7,5	3500	1,65
МЭ226 В	24	40	4	3000	1,65
МЭ225 А	12	12	4,5	4000	0,85
МЭ247 А	24	25	2,1	3600	1,3
МЭ252	24	180	12,5	6500	4,7
МЭ252 Б	24	280	18,1	8000	4,8
МЭ256 Б	24	220	22	7000	5,2
11.3730	24	150	16,5	3000	6,5
<b>Смешанное возбуждение</b>					
32.3730	12	180	29	6500	4,7
МЭ14А,Б	12	15	4,2	1500	1,3

\* - дробью представлены параметры двухскоростных двигателей.

Приложение 5

Основные данные электродвигателей с возбуждением от постоянных магнитов

Электродвигатель	Привод	Напряжение, В	Полезная мощность, Вт	Частота вращения вала, мин <sup>-1</sup>	Масса, кг
МЭ268	Омывателя	12	10	9000	0,14
МЭ268В	-«-	24	10	9000	0,15
45.3730	Отопителя	12	90	4100	1,0
МЭ11.81.3730	-«-	12	6	3000	0,5
МЭ237	-«-	24	25	3000	0,9
МЭ236	-«-	12	25	3000	1
МЭ255	-«-	12	20	3000	0,8
19.3730	-«-	12	40	3000	1,3
МЭ250	-«-	24	40	3000	1,3
51.3730	-«-	12	90	3000	1,3
49.3730	-«-	12	27	4500	0,68
491.3730	-«-	12	50	5000	0,68
492.3730	-«-	24	27	4500	0,68
493.3730	-«-	24	50	5000	0,68
74.3730	-«-	12	11	5500	0,5
9702.3730	-«-	24	90	3000	1,6
9742.3730	-«-	12	90	3000	1,6
МЭ237Б	Стеклоочистителя	12	12	2000	0,9
МЭ237Е	-«-	24	12	2000	0,9
МЭ251	Вентилятора	24	5	2500	0,5
МЭ272, 68.3730	-«-	12	110	2600	2,5
70.3730	-«-	12	110	2600	1,8
73.3730	-«-	24	5	2500	0,5
62.3730	-«-	24	5	2500	0,5
81.3730	-«-	12	6	3000	0,5

Список литературы

1. Акимов С.В. Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. Учебник для ВУЗов. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем»», 2004. – 384 с.: ил.
2. Банников С. П. Электрооборудование автомобилей. Изд. 2-е. – М.: Транспорт, 1977. – 288 с.
3. Галкин Ю.М. Электрооборудование автомобилей и тракторов. – М.: Машиностроение, 1967. – 280 с.
4. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 440 с.: ил.
5. Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей и тракторов: учебник /Ю.П. Чижков. М.: Машиностроение, 2007. - 656 с.



Составитель

Артеменко Елена Михайловна

**РАСЧЕТ ЗАРЯДНОГО БАЛАНСА ГЕНЕРАТОРОВ КОЛЕСНЫХ И  
ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН**

Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Электрооборудование колесных и гусеничных машин» для студентов всех форм обучения по направлению подготовки «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Редактор Е.Ф. Изотова

Подготовка оригинала-макета О.В. Щекотихина

Подписано к печати..... Формат 60x84 /16.

Усл. печ. л. .... Тираж экз. Заказ Рег.

Отпечатано в РИО Рубцовского индустриального института  
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.