Записки Ленинградского горного института.
Т. 128. СПб, 1991

УДК 62-83.621.318.435.3

В.В.РУДАКОВ, А.С.СОЛОВЬЕВ,
Н.А.АМБАРЦУМЯН

ПРИМЕНЕНИЕ ТИРИСТОРНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ В МОСТОВЫХ СХЕМАХ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЭКСКАВАТОРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Разработка и внедрение тиристорного возбуждения для электроприводов экскаваторов по системе Г-Д является важной задачей, решение которой в нашей стране, к сожалению, недопустимо затянулось. В настоящее время практически на всех мощных экскаваторах применяются возбудители с трехфазными магнитными усилителями, включенными для получения реверсивного выхода в диагонали мостовой схемы, образованной двумя балластными сопротивлениями и двумя полуобмотками возбуждения генератора. Такая схема возбуждения отличается высокой эксплуатационной надежностью, но не обеспечивает требуемых уровней форсировки возбуждения генераторов.

Уровень форсировки возбуждения экскаваторных генераторов зависит от заданной длительности переходных процессов и инерционности обмоток возбуждения генераторов. Согласно рекомендациям[x], требуемые уровни форсировки возбуждения генератора могут быть оценены по следующим выражениям: для режима пуска с постоянным ускорением

$$\alpha_{п} = (1 + T_{в}/t_{п})/\beta,$$

для режима торможения с постоянным замедлением

$$\alpha_{т} = T_{в}/(t_{т}\beta),$$

для режима стопорения

$$\alpha_{ст} = T_{в}\Omega_{0}/\beta,$$

где $t_{п}$, $t_{т}$ – заданные значения времени пуска и торможения; $T_{в}$ – суммарная постоянная времени возбуждения; Ω_{0} – частота собственных колебаний при стопорении; β – коэффициент насыщения магнитной цепи.

Данные, приведенные в табл.I, показывают, что для копающих механизмов экскаваторов по условиям стопорения требуется форсировка генераторов с коэффициентом 4–7. Рекомендуется пятикратная форсировка, которая позволяет реализовать законы управления, обеспечивающие формирование динамики

[x] Вуль Ю.Я., Ключев В.И., Седаков Л.В. Наладка электроприводов экскаваторов. М.: Недра, 1975.

Таблица 1

Рассчитанные по экспериментальным данным величины коэффициентов форсировок для серийных экскаваторов

Тип экскаватора	Механизм	Тип генератора	Исходные данные			Коэффициент форсировки
			$T_в$, с	Ω_0, $с^{-1}$	β	
ЭКГ-4,6	Подъем	ПЭМ 2000	1,4	3,8	1,4	4
	Напор	ПЭМ 400	1	5,2	1,4	4
	Поворот	ПЭМ 1000	1,1	-	1,2	4
ЭКГ-8И,	Подъем	ПЭМ-151 -8К-У2	1,8	5,35	1,2	7,1
ЭКГ-4УС	Напор	ПЭМ-2000	1,4	4,4	1,25	5
	Поворот	ПЭМ-141 -4К-2У2	1,8	-	1,3	1,3
ЭКГ-12,5,	Подъем	ПЭ-170-5К2	1,8	4,6	1,4	5,9
ЭКГ-6,3УС	Напор	ПЭ-141-4К-1	1,5	3,8	1,3	4,4
	Поворот	ПЭ-151-5К-2	1,7	-	1,2	1,4

электромеханических систем и эффективное ограничение динамических нагрузок в них. Для электроприводов поворота, которым режимы стопорения не свойственны, коэффициент форсировки генераторов не превышает двух. В целях унификации возбудительных систем для приводов поворота могут быть взяты такие же коэффициенты форсировки, что и для копающих механизмов. Применяемые в экскаваторах возбудители на силовых магнитных усилителях подобных форсировок не обеспечивают, в результате чего циклы работы механизмов затянуты, а требуемое ограничение нагрузок в механической части привода невозможно.

Использование реверсивных тиристорных возбудителей с высоким коэффициентом форсировки приводит к тому, что даже при нормальном напряжении генератора возбудитель будет сильно зарегулирован. В режимах пуска и стопорения электроприводов такие тиристорные возбудители работают в режиме прерывистого тока, что вызывает изменение коэффициентов передачи возбудителя и влияет на настройку системы управления.

Система тиристорного возбуждения при мостовой схеме соединения полуобмоток возбуждения $L1G, L2G$ генератора позволяет устранить этот недостаток (рис.I,а). Нереверсивные возбудители $UV1, UV2$ в предложенной схеме включены в диагонали моста и могут быть выполнены как по трехфазной мостовой, так и по трехфазной нулевой схемам. Мостовая схема возбуждения генератора решает проблему ограничения уравнительных токов и в то же время позволяет исключить работу возбудителей в зоне прерывистых токов.

Управление нереверсивными тиристорными возбудителями должно быть близким к согласованному, т.е. $\alpha_1 + \alpha_2 \approx \pi$, с той лишь разницей, что в обычных системах преобразователей $\alpha_1 + \alpha_2 \geq \pi$, а в рассматриваемом случае вполне допустима работа при $\alpha_1 + \alpha_2 < \pi$.

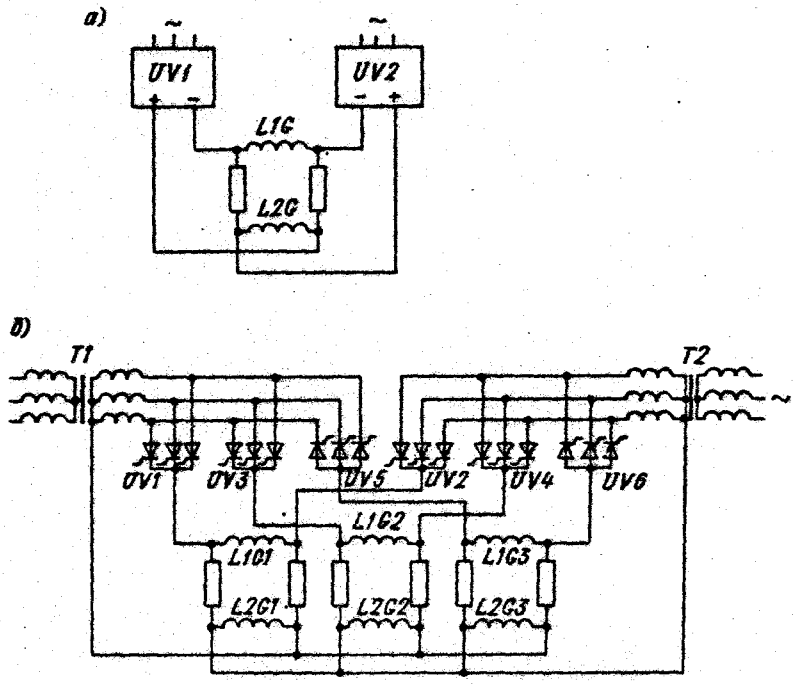


Рис.1. Схема возбуждения экскаваторных генераторов

Для уменьшения габаритов и удобства обслуживания тиристорные возбудители экскаваторных генераторов целесообразно выполнять в виде единого блока с двумя силовыми трансформаторами $T1, T2$ (рис.I,б). Если тиристорные возбудители построены по трехфазной нулевой схеме, то для улучшения использования питающих трансформаторов целесообразно, чтобы к каждому из них были подключены две катодных и одна анодная группа выпрямителей или наоборот. Параметры возбудителей для экскаваторных электроприводов могут быть определены, исходя из номинального тока возбуждения генератора и максимального напряжения, определяемого с учетом требуемого уровня форсировки.

Результаты указанных расчетов сведены в табл.2, составленную для генераторов, применяемых в электроприводах серийных экскаваторов, и для генераторов новой серии ГПЭ.

Анализ полученных результатов показывает, что для всех генераторов серии ГПЭ мощностью до I250 кВт и для генераторов ранее выпускаемых серий той же мощности может быть применен единый тип нереверсивных тиристорных возбудителей с номинальными данными 250 В, I00 А (эти возбудители обеспечивают пятикратную форсировку напряжения возбуждения). Для оценки свойств такой системы возбуждения проводились исследования на экскаваторном генераторе новой серии ГПЭ-250-I500.

Исследования быстродействия генератора проводилось для режимов увеличения ЭДС от 0 до $E_{ном}$ и изменения знака ЭДС генератора от $+E_{ном}$

Таблица 2

Заводские и расчетные параметры экскаваторных генераторов

Тип генератора	$P_н$, кВт	Применение генератора		Номинальные данные полуобмотки		Параметры возбудителя	
		экскаватор	механизм	$I_б$, А	$U_б$, В	$I_н$, А	$U_н$, В
ПЭМ-400	42	ЭКГ-4,6	Напор	12	30	24	150
ПЭМ-1000	100	ЭКГ-4,6	Поворот	12	30	24	150
ПЭМ-2000	115	ЭКГ-8И	Напор	14,3	31	28,6	155
ПЭМ-2000	192	ЭКГ-4,6	Подъем	14	30	28	150
ПЭМ-141-4К-2У2	250	ЭКГ-8И	Поворот	13,5	32,5	27	162,5
ПЭ-141-4К-1У2	250	ЭКГ-12,5	Напор	13,5	32,5	27	162,5
ГПЭ-250	250	Новая серия		13,32	52,5	26,7	262,5
ГПЭ-315	315	Новая серия		16,8	48,3	33,6	241,5
ПЭМ-151-8К-У2	500	ЭКГ-8И	Подъем	29	38,5	58	192,5
ПЭМ-151-5К-2	520	ЭКГ-12,5	Поворот	29	48	58	240
ГПЭ-630	630	Новая серия		31	41	62	205
ГПЭ-85/36-6К2	1000	ЭКГ-12,5	Подъем	28	55	56	260

до $-E_{ном}$, а также снижения ЭДС от $E_{ном}$ до 0. Закон изменения во всех случаях задавался линейным. Генератор при этом работал на холостом ходу.

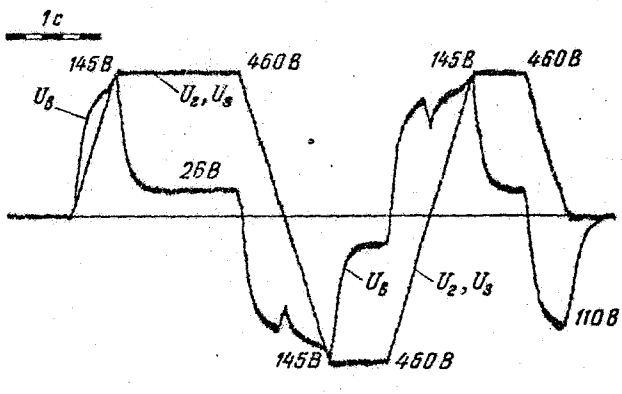


Рис.2. Осциллограмма изменения ЭДС генератора, задающего сигнала и напряжения возбудителя

На рис.2 приведена одна из осциллограмм изменения ЭДС генератора, задающего сигнала и напряжения возбудителя для указанных выше режимов. Заданное время увеличения и снижения ЭДС составляет 0,5 с, а время реверсирования напряжения - 1 с. Отработка заданного сигнала при таком темпе получается практически без погрешности.

Исследования показали, что скорость изменения ЭДС определяется имеющимися уровнями форсировки. При введении контура регулирования напряжения влияние вихревых токов не сказывается на темпе нарастания ЭДС генератора, т.е. имеющиеся запасы по напряжению возбуждения могут быть эффективно использованы для повышения быстродействия преобразовательного агрегата.

Анализ режимов работы экскаваторных генераторов, проведенный в условиях эксплуатации на всех типах серийно выпускаемых экскаваторах-лопат, а также экспериментальные исследования экспериментального электропривода с генератором новой серии ГПЭ-250-1500 показали, что коэффициент форсировки напряжения возбуждения генераторов может быть принят в среднем равным 5.