

грузкой (фото 5.2,в). При этом учтено влияние внутренних активных сопротивлений ($\pi = 0,037$). Несмотря на наличие конденсатора сравнительно большой емкости ($C = 18$ мкФ) или фильтрующего СЛС-звена, заметить какие-либо отличия в величине пульсаций выходного тока i_H (в дросселе $L = 4,56$ Гн) на сопоставимых картинах не представляется возможным. Изменяется лишь величина пульсации в полезной нагрузке, что естественно. Таким образом, при усложнении фильтра, начинающегося с индуктивности, и при относительно малых значениях внутренних сопротивлений, когда их влиянием на пульсации можно пренебречь, величину пульсации выходного тока можно рассчитывать по полученным во 2-ой главе упрощенным формулам. В последующих звеньях находить ее значение через коэффициенты фильтрации, полагая (как это принято в настоящее время), что эти звенья обладают "вентильным" свойством. Все это способствует устранению неопределенности, существующей в настоящее время при расчетах фильтров, начинающихся с дросселя.

В целом можно сказать, что результаты экспериментальных исследований, часть которых приведена выше, хорошо подтверждают справедливость физических выводов и эмпирических и графических зависимостей, полученных в результате теоретического анализа, проведенного во II-ой главе.

По главе III.

Цель:– Исследование параметрических состояний схем выпрямления с активными потерями.

1. Формы токов и напряжений при изменении определяющего параметра схемы (режимы от х.х. до к.з.).
2. Определение энергетических показателей схемы и их сравнение с данными расчетных номограмм.
3. Оценка погрешностей приближенных методов расчёта.

¹ См. стр.165–172 Гл.5 в НЭА PAE URL: <http://econf.rae.ru/article/9531>.

Выполнение и результаты эксперимента

Исследования осуществлены по схеме рис. 5.1, где следует удалить внутренние индуктивности и конденсатор фильтра, поставив ключи П2 и П4 в положение 2. Измерялись средние и действующие значения токов и напряжений. Осциллографировались и фотографировались формы токов вентиля (фазы либо в линейном проводе) и нагрузки, обратного напряжения на вентиле и между анодами и нулевым проводом. Изменение энергетических показателей при работе схем в коммутационных режимах достигалось путём изменения определяющего параметра $n = e/R$ с помощью реостатов и прецизионных сопротивлений, включенных во внутренние ветви и цепь нагрузки.

Фотографии осциллограмм, иллюстрирующих изменение состояний трёхфазной мостовой схемы, приведены на фото 5.3. На фото 5.3,в для сравнения с фото 5,3,б показаны формы тока нагрузки и вентиля лучевой трёхфазной схемы. Отличия в формах ясны из осциллограмм. Форма тока вентиля в мостовой схеме практически трапециевидальная. При небольших соотношениях внутренних сопротивлений и нагрузки эту форму можно в первом приближении рассматривать прямоугольной, т.е. как в случае работы на нагрузку индуктивного характера. Лишь при переходе в режим, близкий к к.з., форма тока приближается к синусоидальной, становясь таковой непосредственно при к.з. (фото 5,3,е). Длительность импульса тока вентиля в той и другой схемах не превышает π .

Состояние мостовой схемы в границном режиме, когда величина пульсации минимальная, а частота - удвоенная по отношению к другим режимам, иллюстрируется на фото 5,3,г. В заграничном режиме (фото 5.3,д) в коммутационном подинтервале \mathcal{K} (на фото соответствует подинтервалу, где ток вентиля начинает нарастать от нуля) размах колебания тока нагрузки становится больше, чем в смежном подинтервале \mathcal{K}^-

P.S. См. продолжение диссертационного текста на стр.14 /177/ ниже. А здесь – уникальные фото. Единственные. В мире. **NB.** Изображения 5.3 а, б, в, г, д, е, впервые публикуемые в Интернете для всеобщего доступа в виде, представленном в 1971 году в кандидатской диссертации автора, есть фото-, ксеро-, скан-копии электронных осциллограмм на экране дулучевого осциллографа. Как и результаты физико-математических исследований, подготовка и проведение эксперимента в 1966–68 годах полностью автора. Формы реальных токов и напряжений наглядны. Иллюстрируют электромагнитные процессы в 3-фазном мостовом выпрямителе ЛЗ-БВК ЭЭ. В том числе реальность “абсурдности” (по оценке заявки на предполагаемое изобретение автора внештатным ‘экспертом’ института Госкомитета изобретений и открытий, ГКИ СССР) 12-кратной частоты пульсации при реальной, общеизвестной возможности максимум 6-кратной. Заявка загублена. Как и обращения в высшую инстанцию по изобретательству – т.н. Контрольный Совет. Что-то вроде Верховного суда, существующего и ныне в юриспруденции страны. Но тогда – КС в области изобретательства. И даже Председатель

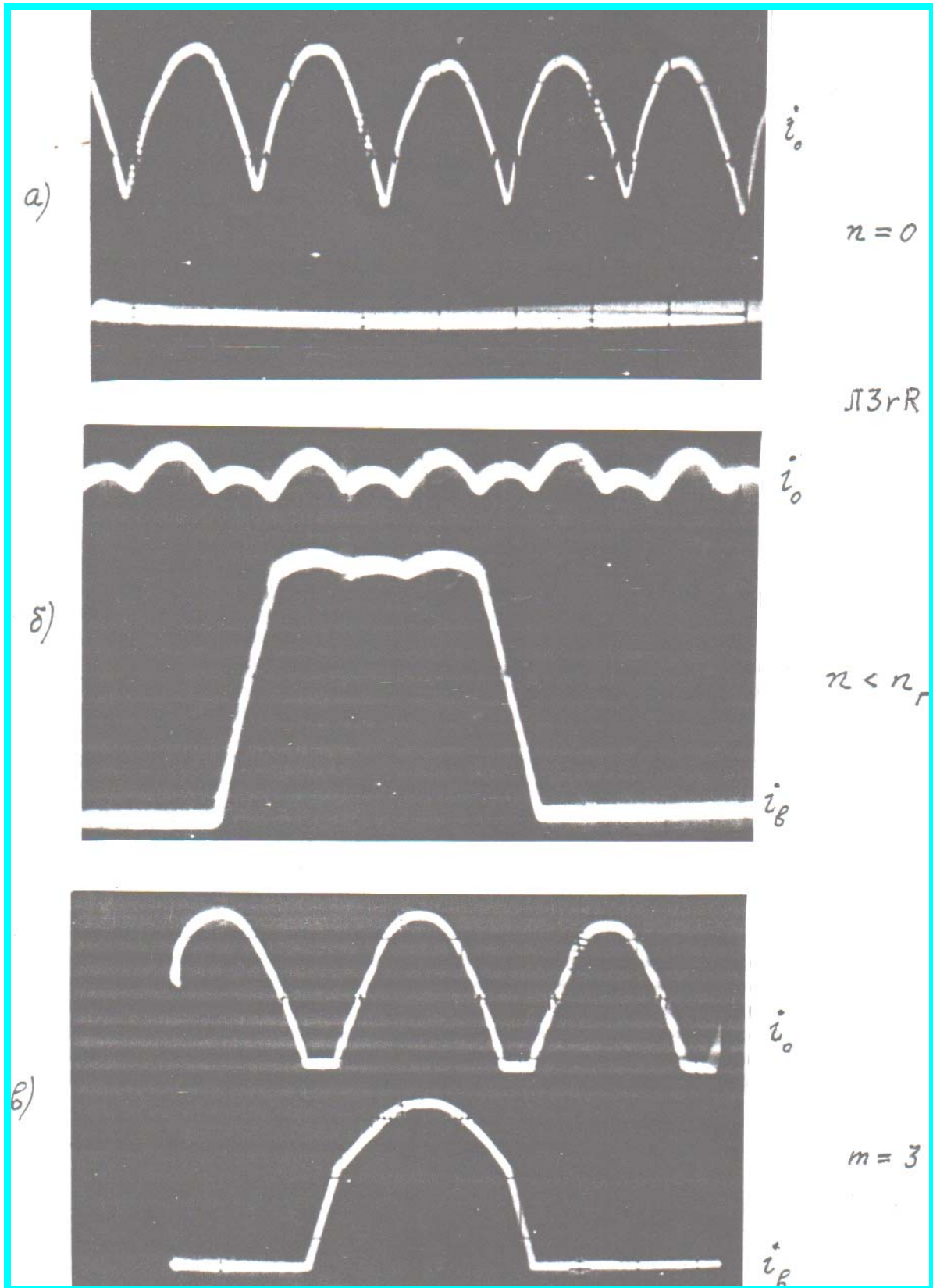


Фото 5.3.

ГКИ должен был обращаться в КС, как Президент России в ВС. А уж на обращения простого, якобы, изобретателя 'ответ' (ежели "эксперт"/ша КС соизволит) априори один: "Решение принято. Обсуждению не подлежит". Так из-за тупого, по сути, заключения (что, мол, такого явления – удвоения частотной кратности пульсации и снижения её уровня в 4 раза – не может быть, т.к. не может быть никогда) лишь одного, облечённого правом "эксперта" (в кавычках) страна (Россия, СССР) потеряла право на юридически защищённое изобретение. Но, слава Богу, автор не потерял права авторства на открытие. См. фото.

А спустя пару лет после опубликования автором в 1974 году результатов с редуционно-редупликационными эффектами k -го порядка (P_{rk} – явлениями) в книге "Стабилизаторы низких и милливольтовых напряжений", по ведущим странам мира (США, Япония, Германия, Англия, Франция, Канада, СССР, пр.) прошла волна плагиата (воровства, присвоения чужого).

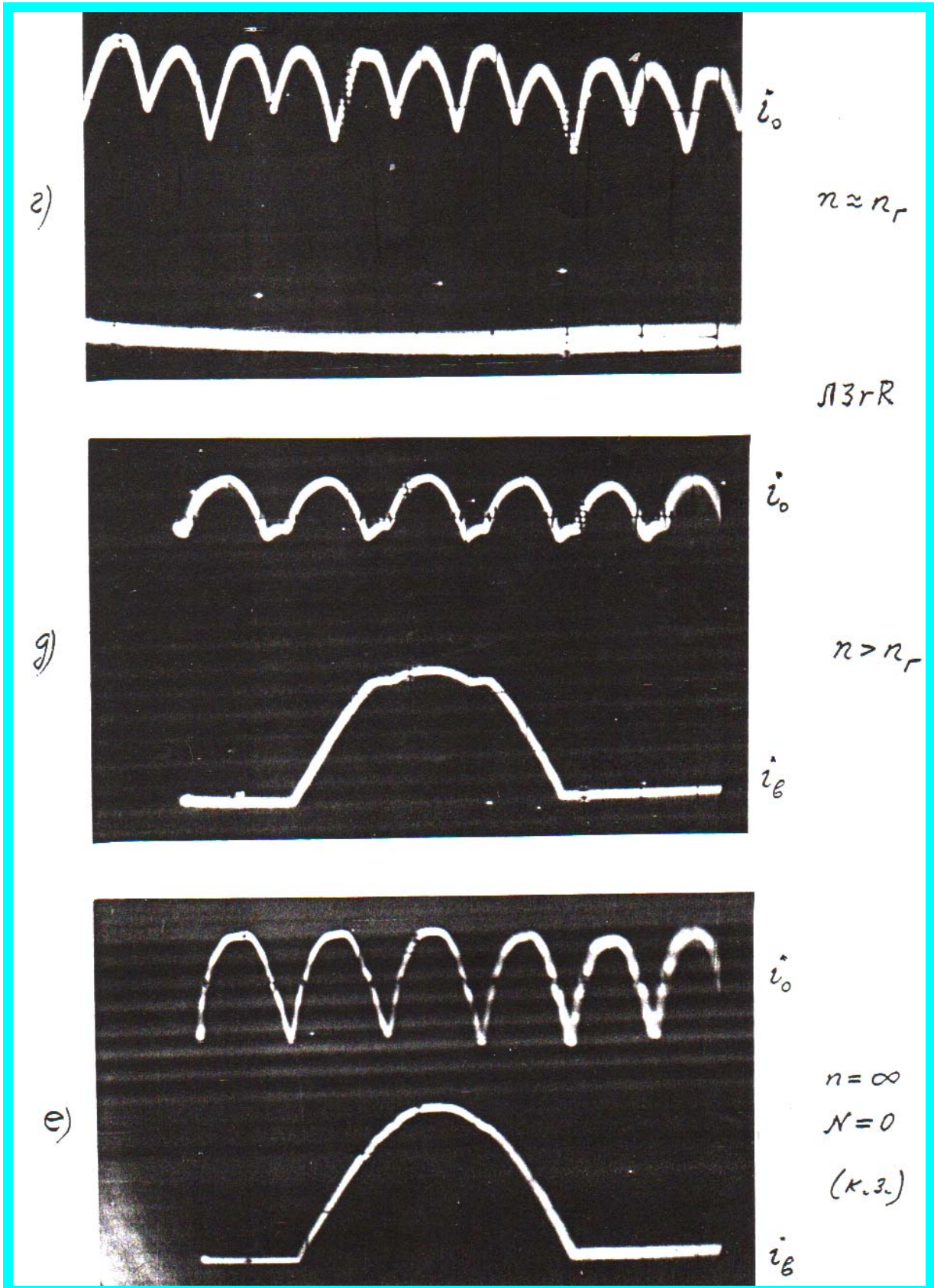


Фото 5.3.

Но осциллограмм реальных процессов, форм токов и напряжений в реальном устройстве (а не без опыта, не на бумаге) **НЕТ**. Ни в одной из виденных автором воровских публикаций. Как в прошлом веке. Так и в этом. 21-м. В свежих публикациях, диссертациях новоявленных Российских (Московских) жуликов. Это, прежде всего, **Мыцык Г.С.** (проф. МЭИ). **Коняхин С.Ф.** (якобы к.т.н., предпр. "Якорь"). И иже с ними. **Позор.** МЭИ. МАИ. НскГТУ. Др. Снизу. Доверху. До Председателя ВАК. До Министра образования и науки. И контролирующих органов. Всех, проигнорировавших обращения о преступлениях. Всех пособников.

что и обуславливает рост величины пульсации с увеличением определяющего параметра τ , в отличие от дограничного режима, когда размах колебания в подинтервале \mathcal{K} был меньше, чем в подинтервале \mathcal{K}^- (фото 5.3, а,б,в,), и с ростом τ пульсация падала. Тем самым, экспериментально подтверждён рассмотренный в главе III эффект пульсирующего характера величины пульсации тока нагрузки при работе многофазных схем в различных коммутационных режимах.

Для определения числа коммутируемых вентилях и последовательности их работы на фото 5.4 приведены осциллограммы токов вентилей моста. Для временной привязки и наглядности кривые токов сняты попарно. Осциллографирование диаграмм любых вентилей осуществлялось последовательно, но при неизменных параметрах схемы. Ток какого-либо вентиля одновременно снимался вначале с током одного, затем другого вентиля, ток которого осциллографировался с током следующего вентиля. Далее операции повторялись до завершения полного цикла. Для устранения возможности коротких замыканий в схеме через общие точки (через корпус) сигнальных шлангов при снятии парных диаграмм в схеме выбирались точки, общие для токов обеих контролируемых вентилей. Поэтому контролируемые сигналы подавались на осциллограф либо с прецизионных сопротивлений, установленных в анодной либо в катодной цепях вентилей. При снятии парных диаграмм тока вентиля и нагрузки сигнал по току вентиля подавался только с сопротивлений, включённых в цепи катодов катодной группы вентилей, либо в цепи анодов анодной группы вентилей.

Из фото 5.4 нетрудно заметить поочередность работы вентилей то по 3, то по 2. При работе схемы в \mathcal{K} -м коммутационном подинтервале (что на фото соответствует одновременному участию в работе 3-х вентилей и фаз) один из вентилей моста нагружен полным током нагрузки, который в двух остальных работающих в это же время вентилях

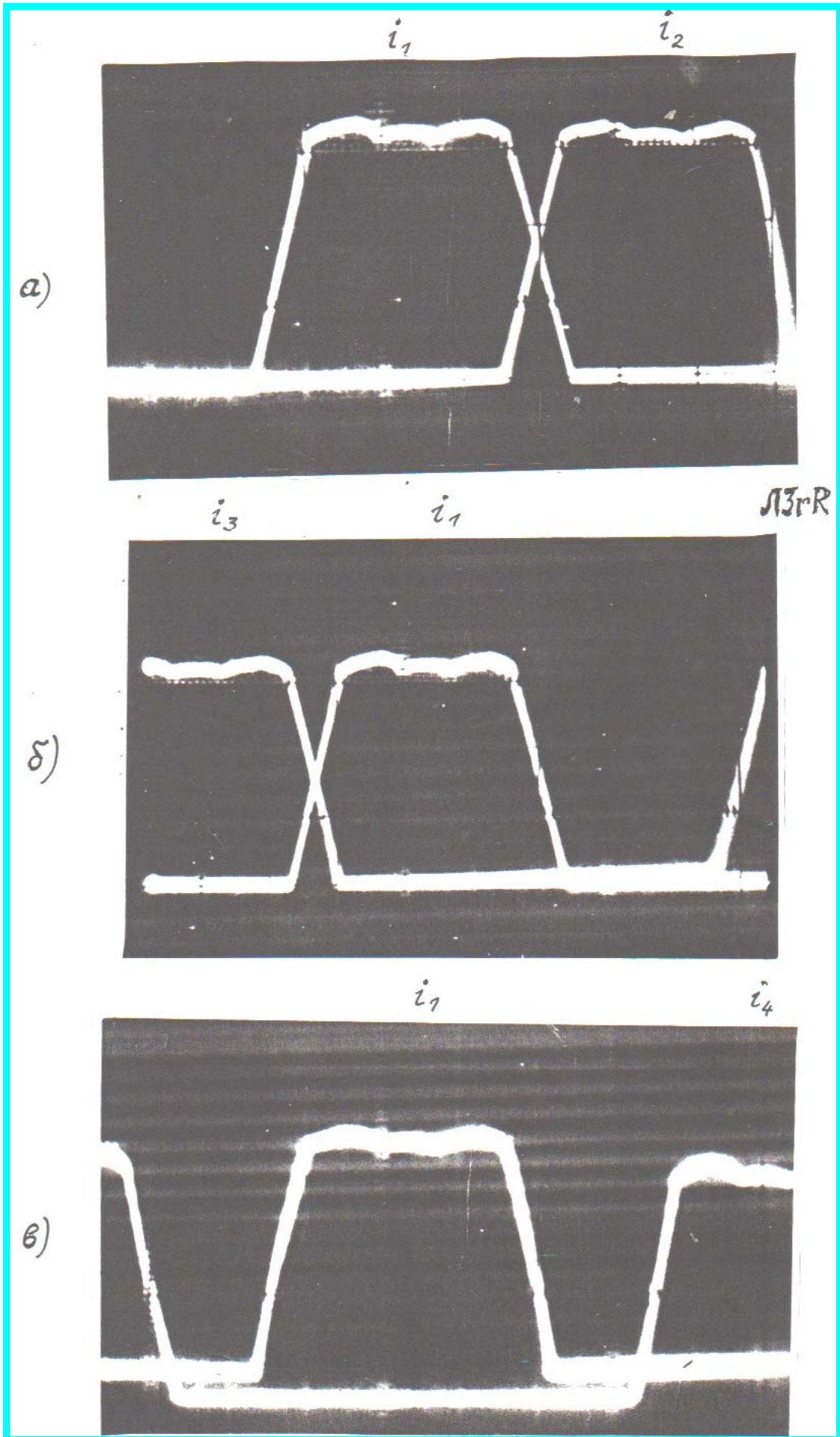
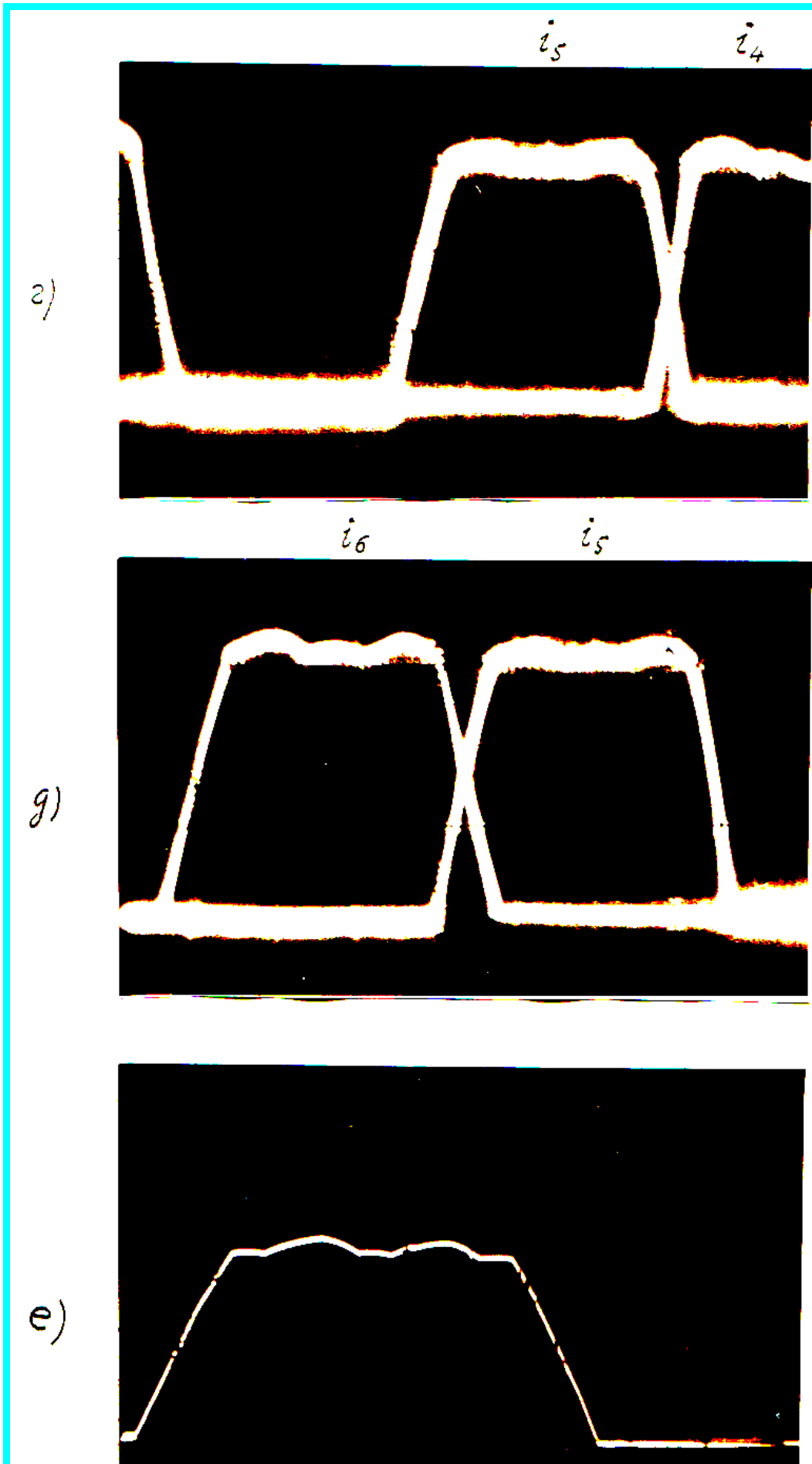


Фото 5.4.



$U_{обр}$

Фото 5.4.

распределен пропорционально. В смежном подинтервале κ^- (что на фото соответствует коммутации 2-х вентиляй и фаз) весь ток нагрузки проходит через оба участвующих в работе и соединённых последовательно вентиля (фазы). Таким образом, в 3-х из 5-ти коммутационных подинтервалах за время работы вентиля последний нагружен полным током нагрузки. И лишь в подинтервалах нарастания (открытия вентиля) и спадания (закрытия вентиля) токи через вентили меньше тока нагрузки. Коротких замыканий фазных эдс не наблюдается, что совпадает с результатами третьей главы. Форма обратного напряжения на вентиле показана на фото 5.4,е.

В табл. 5.3 приведены данные по выходным показателям выпрямителя и по действующему значению тока вентиля (фазы), полученные при эксперименте и с помощью расчётных номограмм.

Таблица 5.3

	\underline{U}_o [в]	148	121	100	80	60	40	20	8
Эксперимент	\underline{I} [ма]	0	100	185	260	344	434	552	596
	R [ом]	∞	1210	541	308	174,5	92,3	36,3	13,4
	\underline{I}_{φ} [ма]	0	49	107	148	194	237	293	310
	$\bar{U} = \underline{U}_o / \underline{U}_{o,xx}$	1	0,817	0,675	0,54	0,405	0,27	0,135	0,054
	$\bar{I} = \underline{I} / \underline{I}_{к.з.}$	0	0,157	0,291	0,408	0,541	0,682	0,868	0,938
	$n = z/R$	0	0,223	0,498	0,876	0,646	0,342	0,135	0,05
Номограммы	U_o	0,827	0,677	0,557	0,445	0,335	0,225	0,11	0,045
	$I(z)$	0	0,151	0,278	0,39	0,518	0,658	0,815	0,9
	$I_{\varphi}(z)$	0	0,075	0,163	0,225	0,292	0,36	0,433	0,474
	$\underline{U}_o = U_o S_a$	148,7	121,8	100,2	80	60,2	40,5	19,7	8,1
	$\underline{I} = I(z) S_a / z$	0	100,5	185	260	345	438	543	600
	$\underline{I}_{\varphi} = I_{\varphi}(z) S_a / z$	0	50	109	150	195	240	289	316
	$\delta U_o = \left(\frac{U_{o,расч}}{U_{o,эксп}} - 1 \right) [\%]$	0,5	0,7	0,2	0	0,3	1,25	-1,5	1,25
	$\delta I_{\varphi} = \left(\frac{I_{\varphi,расч}}{I_{\varphi,эксп}} - 1 \right) [\%]$	0	2,0	1,87	1,3	0,52	1,25	-1,4	1,9

По результатам табл. 5.3 на рис. 5.5 построены внешние характеристики. Расчётные и экспериментальные кривые близки к совпадению. Погрешности δU_o и $\delta \mathcal{I}_\varphi$ подсчитаны по отношению к экспериментальным данным и вполне приемлемы. Это даёт основание рекомендовать полученные в третьей главе расчётные номограммы для практического использования и по отношению к результатам расчёта по ним определить погрешности расчётов по упрощённым методикам. (Нижеприводимые величины в последнем случае отмечены штрихом).

Для определённости выберем трёхфазную схему, исследованную выше и 12-фазную схему, реализованную для электропитания устройств на твёрдотельных схемах и работающую в нормальных эксплуатационных условиях в 3-м коммутационном режиме ($k = 3, n \approx 1$). Используя, как и ранее, безразмерные единицы, найдём погрешности указанных ниже приближённых методов по формуле

$$\delta U_o = (U_o' / U_o - 1) 100\% .$$

Метод 1. Характеристика вентиля и внутренние сопротивления не учитываются

а/ относительно высоковольтный выпрямитель (т.е. когда напряжением смещения вентиля можно пренебречь, $\varepsilon = 0$)

$$\delta U_o^{(12)} = (0,987 / 0,675 - 1) 100\% = 46,4\% ,$$

$$\delta U_o^{(3)} (\varphi = 5^\circ) = (0,827 / 0,612 - 1) 100\% = 35\% ,$$

$$\delta U_o^{(3)} (\varphi = 20^\circ) = (0,827 / 0,2 - 1) 100\% = 314\% ,$$

б/ выпрямитель ИИИ ($\varepsilon = 0,5$)

$$\delta U_o^{(12)} = (0,927 / 0,31 - 1) 100\% = 219\% .$$

Метод 2. Внутренние сопротивления не учитываются, влияние начального участка характеристики вентиля учтено в напряжении нагрузки ($U_o'' = U_o' + \varepsilon$) - выпрямители ИИИ

$$а/ \varepsilon = 0,1 : \delta U_o^{(12)} = (0,887 / 0,6 - 1) 100\% = 48\% ,$$

$$б/ \varepsilon = 0,5 : \delta U_o^{(12)} = (0,487 / 0,31 - 1) 100\% = 57\% .$$