

УДК 621.382.2.3

АВАРИЙНАЯ ПЕРЕДАЧА НАГРУЗКИ В СЕТЬ С ИСТОЧНИКА ГАРАНТИРОВАННОГО ПИТАНИЯ, ВЫБОР ЕГО СТРУКТУРЫ

Щербаков Б.Ф., Щербаков М.Б.

ОАО «Электровыпрямитель – завод специальных преобразователей», г. Саранск

ОАО «Волгателеком», г. Саранск

Тел. (8342) 246460 e-mail: csheer@newmail.ru

Аннотация: исследованы электромагнитные процессы аварийной передачи нагрузки источника гарантированного питания (ИГП) на электрическую сеть. Предложена структура ИГП. Проверена работоспособность инвертора тока на активно-емкостную нагрузку.

Ключевые слова: аварийная ситуация, электрическая сеть, источник гарантированного питания, качество переходных электромагнитных процессов.

Summary: The electromagnetic processes emergency load transfer source guaranteed supply (GPI) on the grid. A structure of the GPI. Verify the operation of the inverter current in an active-capacitive load.

Keywords: emergency, electrical network, the source of a guaranteed supply, quality of transient electromagnetic processes.

Исследованы на математических моделях переходные электромагнитные процессы при аварийной передаче нагрузки с источника гарантированного питания на сеть (рис. 1) при нулевом сдвиге ($\psi=0^\circ$) напряжения сети относительно напряжения инвертора и в противофазе ($\psi=180^\circ$).

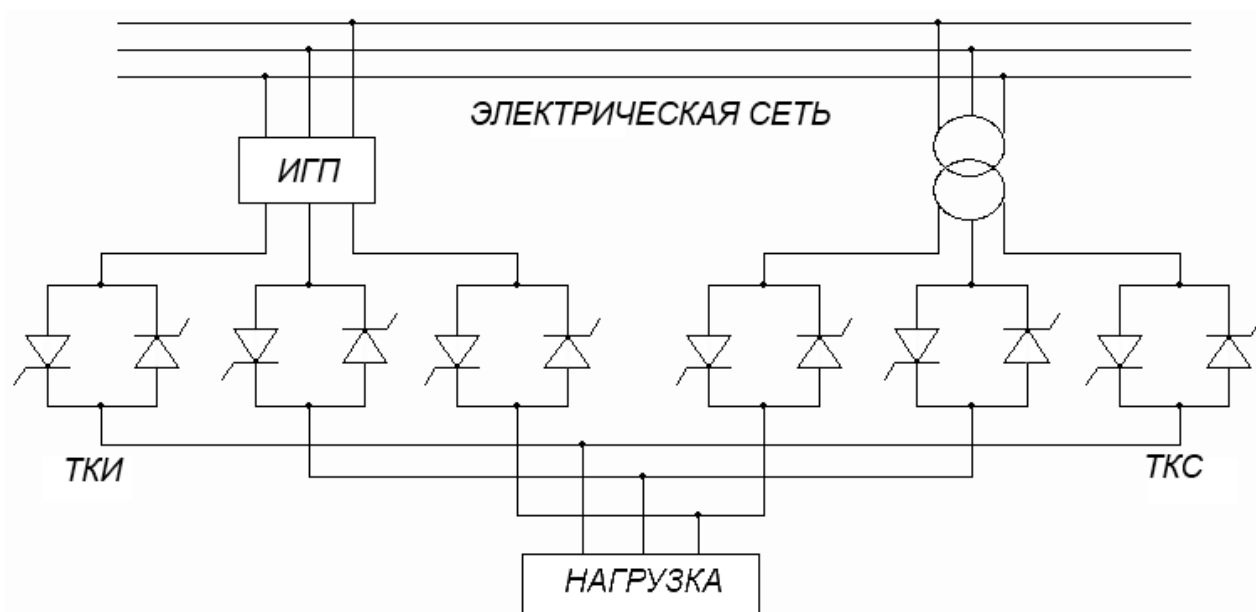


Рис. 1. Схема аварийной передачи нагрузки с источника гарантированного питания на сеть.

Результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Исходные и расчетные данные	ВАРИАНТЫ						
	1	2	3	4	5	6	7
Ψ (град.)	0	0	0	180	180	180	180
ΔU_m (%)	-38	-41	-21	-71	-67	-63	-97
ΔU_{m1} (%)	5,5	0	0	0	-93	-97	-36,5
t_y (мс)	0,7	3,3	0	7,5	12,5	14,5	3,3

Первый вариант (осциллограмма, рис. 2) соответствует короткому замыканию (КЗ) в одной фазе инвертора при одновременном запрете импульсов на вентили тиристорного контактора инвертора (ТКИ) и подачи импульсов на тиристорный контактор сети (ТКС).

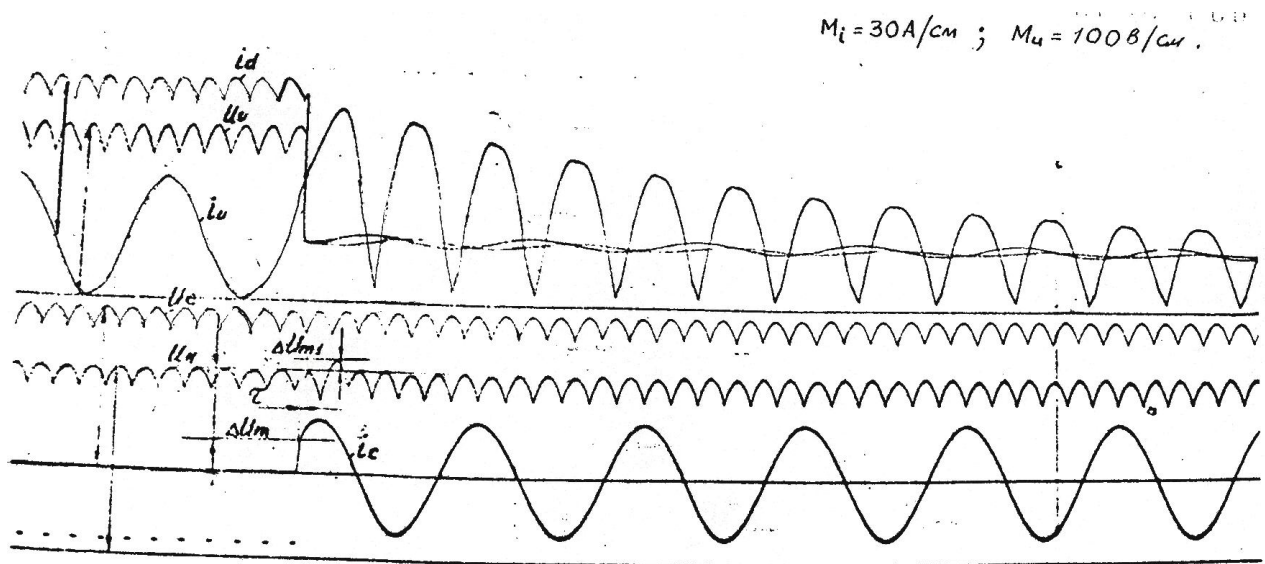


Рис. 2. Осциллограмма переходного процесса при нулевом сдвиге напряжения сети относительно напряжения инвертора тока.

Второй – отличается тем, что запрет импульсов на ТКИ и подачи их на ТКС производится через $t=4$ мс после КЗ в фазе. В третьем – передача нагрузки происходит при повышении напряжения инвертора на 20% против номинального значения, а запрет импульсов на ТКИ и подача их на ТКС производится одновременно (ΔU_m , ΔU_{m1} – величины провала и всплеска напряжения нагрузки). Результаты вариантов 4-7 соответствуют сдвигу $\psi=180^\circ$ (осциллограмма, рис. 3).

В четвертом варианте (таблице 1) выходное напряжение превышает на 20% номинальное значение. Запрет импульсов на вентили инвертора и ТКИ производится одновременно, а ТКС включается после отключения ТКИ. В пятом – при КЗ в фазе одновременно снимались импульсы с инвертора и ТКИ; ТКС включался после отключения ТКИ. Шестой – отличается тем, что запрет импульсов на инвертор и ТКИ производится через 4,5мс после КЗ в фазе. Наконец, седьмой – отличается от предыдущего тем, что импульсы на ТКС подавались в момент их снятия с ТКИ.

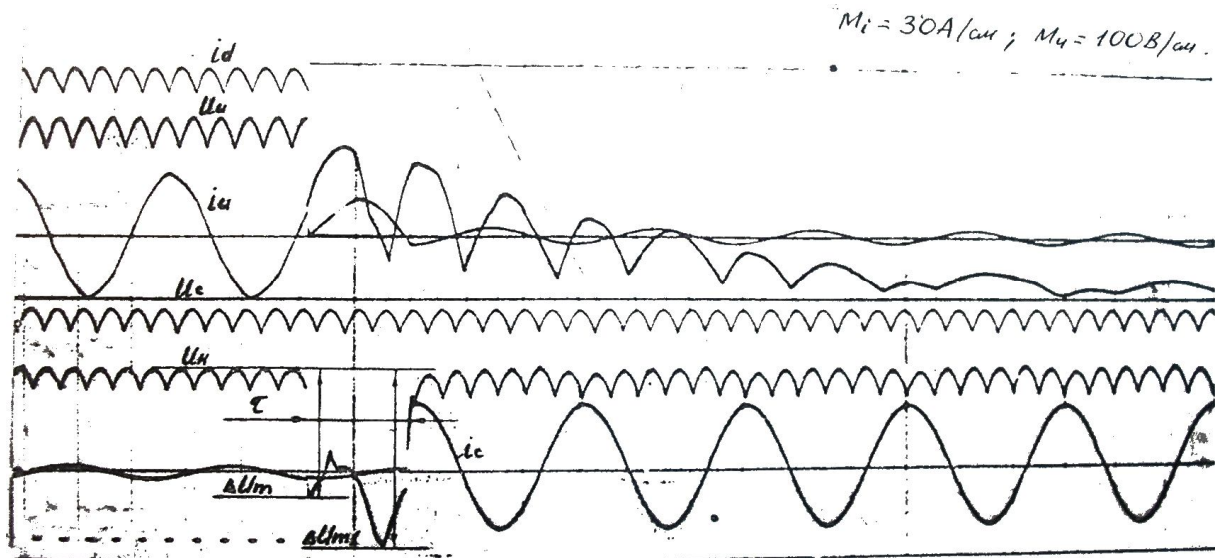


Рис. 3. Осциллограмма сдвига $\psi=180^\circ$ напряжения сети относительно напряжение инвертора.

Все варианты исследованы для случаев безынерционной автоматики (или незначительного запаздывания на 4мс) и внешней сети с реактансом 10%. Приведенные в таблице величины можно получить в случае применения современных силовых полупроводниковых приборов (IGBT) и быстродействующих систем управления.

Из таблицы 1 видно, что качество переходных процессов при аварийной сдаче нагрузки значительно лучше в случае, когда напряжения инвертора и сети синфазны.

С целью выбора типа выпрямителя для ИГП исследованы переходные процессы в аварийных режимах работы ИГП при питании трехфазного мостового инвертора тока ($P=12\text{кВт}$, $K_i=15\%$, $\cos\varphi=0,8$) с фильтром на входе от аккумуляторной батареи (АБ), подключаемой к входу (рис. 4) или к выходу (рис. 4, штриховые связи с АБ) фильтра.

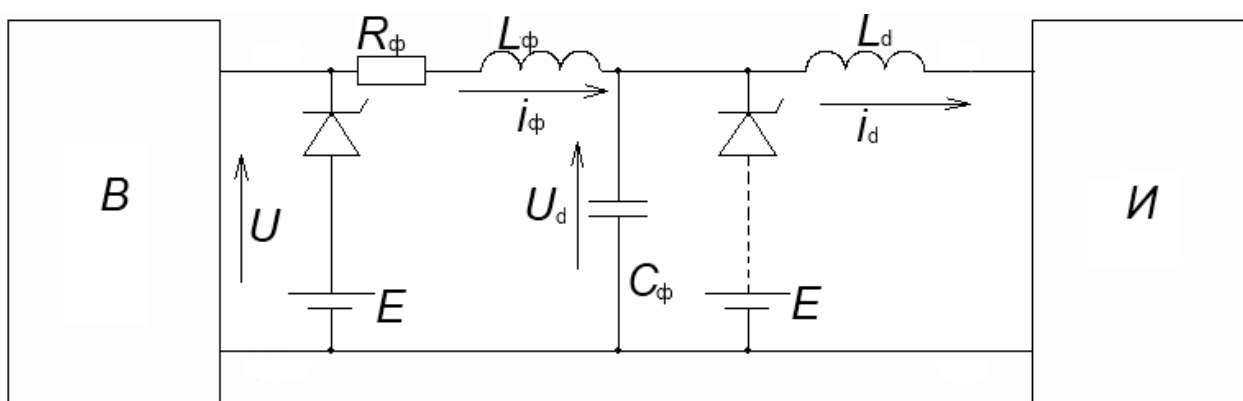


Рис. 4 Схема выбора типа выпрямителя и структуры устройств.

Результаты исследования сведены в таблицы 2 и 3.

Таблица 2

Исходные и расчетные данные	ВАРИАНТЫ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
L_{ϕ} (мГн)	0,515	0,515	2,5	2,5	0,515	0,515	2,5	2,5
E (В)	259-200	200-259	259-200	200-259	285-200	200-285	285-200	200-285
ΔU_m (%)	-33	34,5	-30,5	32,8	28,4	59,4	-28,8	56,4
t_y (мс)	6	4	5	4	6	6	7	7

Таблица 3

Исходные и расчетные данные	ВАРИАНТЫ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
L_{ϕ} (мГн)	0,515	0,515	2,5	2,5	0,515	0,515	2,5	2,5
E (В)	259-200	200-259	259-200	200-259	285-200	200-285	285-200	200-285
ΔU_m (%)	-27,5	30	-25	25,5	-29	60,5	-27	54,5
t_y (мс)	8	6	9	7	10	7	11	10

В таблице 2 (варианты 1-4) приведены результаты скачкообразных изменений напряжений при номинальной нагрузке, а варианты 5-8 – на холостом ходу (XX) в случае подключения АБ ко входу фильтра. В таблице 3 представлены варианты 1-4 – при номинальной нагрузке, а варианты 5-8 – на холостом ходу в случае подключения АБ к выходу фильтра.

Сравнение качества переходных процессов в вариантах, приведенных в таблицах 2,3, показывает, что длительность переходного процесса t_y в случае предвключенной АБ несколько выше. Однако величина всплеска и провала выходного напряжения инвертора ΔU_m меньше, чем в схеме рисунка 2 с АБ на входе фильтра. Величина возмущения выходного напряжения на XX в этих схемах отличается незначительно по сравнению с разницей времен установления.

Из приведенных таблиц видно, что при восстановлении внешней сети на XX всплеск напряжения на выходе инвертора достигает 60%; даже пятикратное увеличение индуктивности фильтра не дает почти никакого эффекта, всплеск около 55%.

Наряду с этим проверена работоспособность инвертора тока ИГП на активно-емкостную нагрузку с $\cos \varphi = 0,8$. Исследования показали, что в режиме сброса активно-емкостной нагрузки величина всплеска достигла $\Delta U_m = 19\%$, а $t_y = 3,5T$. При набросе нагрузки $\Delta U_m = \pm 13\%$, $t_y = 3T$. Таким образом, инвертор тока может работать на активно-емкостную нагрузку с удовлетворительными переходными процессами. Причем качество электроэнергии, отдаваемой в активно-емкостную нагрузку, ниже, чем при активно-индуктивной нагрузке.

Выводы: Для обеспечения достаточного качества переходных процессов при аварийной передаче нагрузки напряжение ИГП должно быть синхронно и синфазно с напряжением внешней сети; наименьшие величины всплесков и провалов напряжений можно получить в случае предвключенной к инвертору тока аккумуляторной батареи; в системе ИГП выпрямитель должен быть управляемый, поскольку неуправляемый не обеспечивает требуемое качество электроэнергии в переходных процессах; инвертор тока, входящий в состав ИГП, работоспособен на активно-емкостную нагрузку.

Сведения об авторах

Щербаков Борис Федорович – кандидат технических наук, научный сотрудник ЗАО «Электровыпрямитель – Завод специальных преобразователей». Тел. (8342) 246460.
E-mail: csher@newmail.ru

Щербаков Максим Борисович – ведущий инженер-программист ОАО «Волгателеком». Тел. (8342) 246460. E-mail: csher@newmail.ru