

В контуре регулирования сигнал рассогласования ΔU_d , поступающий из узла сравнения, управляет регулятором положения электрода, который запускает привод перемещения электрододержателя. При подъеме электрода дуга удлиняется. Поскольку напряжение дуги приблизительно пропорционально её длине, то это напряжение можно регулировать, используя указанный привод перемещения электрода.

Выходное напряжение преобразователя изменится автоматически в соответствии с напряжением дуги из-за изменения падений напряжения на реактивных элементах L_1 , L_2 и C . Ток дуги протекает через эти схемные элементы последовательно. Регулирование напряжения источника питания происходит параметрически. Оно быстрее, чем регулирование при помощи тиристоров, и стабильность дуги достигается легче. При регулировании напряжения коэффициент мощности не ухудшается, и значительного роста высших гармонических составляющих нет. Регулируемость режима электрической цепи без наличия регулируемых электрических схемных элементов является необычным свойством источника. Если, независимо от напряжения, необходимо регулировать ещё и ток, то для этого можно использовать тиристоры V_5 и V_6 и контур регулирования тока. При помощи тиристоров изменяется только ток индуктивной фазосдвигающей ветви $I_{д.1}$. Эти элементы позволяют уменьшить ток печи в 2...2,5 раза.

Рассматриваются характеристики элементов схемы резонансного преобразователя, анализируются электромагнитные процессы в установившемся режиме, а также нестационарные режимы и переходные процессы в преобразователе. Приводятся сведения о применении преобразователя для питания дуговых печей постоянного тока на практике.

Литература

1. A.Arlt and C.Eberlein, «Network disturbances caused by ultra high power electric arc furnaces and possible reduction methods», Proceedings of the 4th International Conference on Electrical Power Quality and Utilisation – September 1997, Cracow, Poland, pp. 389-396.
2. M.Wurstein, J.Du Parc and C.Glinski, «Converters with low disturbances for the electric power supply of DC furnaces», Proceedings of the 5th European Electric Steel Congress, Paris, 1995.
3. J.Järvik and K.Janson, «Controlled power supply», U.S. Patent 5 375 053, Dec. 20, 1993.
4. K.Janson and J.Järvik, «AC-DC converter with parametric reactive power compensation», IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 46, pp. 554-562, June 1999.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВАЛОВ И ИМПУЛЬСОВ НАПЯЖЕНИЯ В СЕТЯХ 110 И 6 КВ

О.Г. Широков, А.П. Скрипский, О.В. Лымарь

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь*

Измерения провалов и импульсов напряжения проводились на трансформаторных подстанциях 110/6 кВ следующих нефтеперекачивающих станций (НПС) РУП «Гомельтранснефть Дружба»: «Гомель», «Туров», «Кобрин», «Пинск», «Зашебье». Для измерений использовался комплекс по регистрации параметров электрических сигналов (КРПЭС). Измерительные каналы КРПЭС включены на фазные напряжения линий 110 кВ (за исключением НПС «Пинск», на которой каналы включены на фазные напряжения линий 6 кВ). КРПЭС предназначен для регистрации мгновенных значений напряжений в распределительных устройствах в нормальных и аварийных режимах работы электрических сетей, а также для последующего анализа событий,

зарегистрированных в виде осциллограмм. Результаты обработки событий представлены в таблицах 1-3.

Из общего числа зарегистрированных событий выделяются события, отображающие сложные процессы, которые нельзя классифицировать как провалы или импульсы напряжения. Поэтому при анализе данных измерений они не учитывались.

Таблица 1

Количество зарегистрированных событий/провалов/импульсов на НПС

Год	Месяц	НПС				
		“Гомель”	“Туров”	“Кобрин”	“Пинск”	“Зашебье”
1	2	3	4	5	6	7
1999	Сентябрь	128/2/119	19/0/19			
1999	Октябрь	47/0/44				
1999	Ноябрь	50/0/49				
1999	Декабрь	241/0/239				
2000	Январь	436/0/413				
2000	Февраль	385/4/347	15/1/9			
2000	Март	138/1/127		14/0/14		
2000	Апрель	60/4/54		50/7/23		
2000	Май	220/3/177				
2000	Июнь	216/0/212				
2000	Июль	81/2/76			20/6/12	
2000	Август				60/34/17	
2000	Сентябрь				4/0/3	
2000	Октябрь					2/0/0
2000	Ноябрь					19/1/8
2000	Декабрь					11/3/6
2001	Январь					7/3/3
2001	Февраль					46/1/33
2001	Март					42/1/31
2001	Апрель					31/1/15
2001	Май					18/2/13
Итого		2002/16/1857	34/1/28	64/7/37	84/40/32	176/12/109

Как видно из таблицы 1, кратковременные нарушения электроснабжения (КНЭ) в форме провалов и импульсов напряжения происходят довольно часто. Как правило, импульсы напряжения возникают сериями с небольшими интервалами времени, а длительность самих импульсов составляет в среднем 0,9 мс. Наблюдается также явная дифференциация появления КНЭ в форме импульсов напряжения по временам года, из представленных результатов видно, что пик КНЭ приходится на зимний период. Можно предположить, что это обусловлено метеорологическими условиями,

но окончательные выводы можно будет сделать только при дополнительных детальных исследованиях.

Таблица 2

Характеристики зарегистрированных провалов напряжения

НПС	Длительность провала, мс			Глубина провала, %		
	минимальная	средняя	максимальная	минимальная	средняя	максимальная
“Гомель”	127,6	235,5	1060,8	11	25,7	50
“Туров”	-	-	139	-	-	15,2
“Кобрин”	84	186,2	600	11,4	15,8	33,8
“Пинск”	83,2	850,3	3946	11,2	24,8	47
“Защепье”	107,6	169,9	213,2	11,3	26,5	46,9

Таблица 3

Характеристики импульсов напряжения, превышающих амплитуду фазных напряжений

Импульсное напряжение, кВ	НПС				
	“Гомель”	“Туров”	“Кобрин”	“Пинск”	“Защепье”
Минимальное	90	90,2	90,37	5,2	93,4
Среднее	125,8	102,8	129,4	6,6	103,4
Максимальное	216,9	129,7	244,1	12,4	166,6

Анализируя таблицы 2 и 3, можно сказать, что параметры зарегистрированных КНЭ не превышают норм, установленных ГОСТ 13109-97. Однако в упомянутом ГОСТе нормы на параметры провалов напряжения для сетей с номинальным напряжением выше 20 кВ не установлены, а для сетей с напряжением менее 20 кВ нормируется только продолжительность провала (30 с). Как показывают исследования, устойчивость электроприемников зависит не только от длительности провала, но и от его глубины. Поэтому последнее так же необходимо нормировать. Надо отметить также, что норма по допустимой длительности провала во многих случаях оказывается завышенной, т. к. существуют потребители, для которых перерыв электроснабжения даже в несколько секунд расстраивает технологический процесс. Следовательно, при разработке норм на КНЭ необходимо учитывать не только класс напряжения сети, но и подключенный к ней узел нагрузки на предмет наличия в последнем потребителей с непрерывным технологическим процессом.

В ходе исследований было выяснено, что КНЭ могут появляться одновременно на двух секциях шин, хотя параметры их различны. То есть, в большинстве случаев, к.з. на одной из питающих линий приводит к провалу напряжения на обеих секциях шин, поэтому наличие двух питающих линий и двухтрансформаторной подстанции не позволяет говорить о двух независимых источниках. В результате даже наличие быстродействующих устройств АВР не гарантирует сохранения технологического процесса предприятия.

В дальнейших исследованиях необходимо выяснить влияние импульсов напряжения на электрооборудование и разработать методику для его оценки.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТИРОВАНИЯ ПРИ РАСЧЕТАХ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОПРОТИВЛЕНИЙ УЗЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРЕДПРИЯТИЙ

В.В. Черепанов, А.Н. Ожегов

Вятский государственный технический университет, Россия

При анализе режимов высших гармоник на промышленных предприятиях возникает необходимость подготовки большого объема исходных данных. Это занимает значительное время, а иногда из-за отсутствия информации эту работу невозможно выполнить в полном объеме.

Проведенные численные эксперименты показали, что во многих случаях можно упростить схемы замещения узлов нагрузки и тем самым существенно снизить затраты времени на подготовку исходных данных. Показано, что эти упрощения приводят к незначительному увеличению погрешности расчетов режимов гармоник по сравнению с расчетом полной схемы.

В выполненных численных экспериментах вычислялись амплитуды гармоник с 1 по 50 для цеховой подстанции цехов машиностроительной промышленности, и оценивались погрешности расчета входных сопротивлений узлов нагрузок упрощенной схемы по отношению к полной схеме. Получены следующие результаты:

- если на цеховой подстанции установлена конденсаторная батарея, то ее нужно учитывать в расчетах при любой емкости батареи;
- кабели, питающие распределительные пункты и отдельные приемники можно не учитывать, что ведет к увеличению погрешности не более чем на 5 %. Однако, если нет конденсаторных батарей, то необходимо ввести емкость, эквивалентную суммарной емкости кабелей;
- множество асинхронных двигателей можно заменить одним, мощность которого вычисляется как средняя мощность группы двигателей, умноженная на количество двигателей в группе. Такое упрощение ведет к возникновению погрешности не более чем на 10 % для активного сопротивления узла нагрузки и не более чем на 5 % индуктивного и полного;
- учет осветительной нагрузки незначительно влияет на величину погрешности, поэтому осветительную нагрузку можно не учитывать при расчете высших гармоник.

Следует так же отметить, что погрешность определения $Z_{вх}$ во всех описанных исследованиях возрастает вблизи точки резонанса, и при дальнейшем увеличении номера гармоники остается практически постоянной и сравнительно небольшой.

Проведенные исследования показали, что при расчете частотных характеристик узла нагрузки в цехах машиностроения необходимо применять эквивалентирование, что позволяет значительно сократить время на подготовку исходных данных для расчета.