

2. Прокопчик В.В., Головач Ю.Д. Заводские ТЭЦ как независимые источники питания для предприятий //Электрика. – 2001. – № 9.

ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ И МИНИ-ТЭЦ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВАЛОВ НАПРЯЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В.В. Довгаль

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

В настоящее время системы электроснабжения Беларуси, России и других стран СНГ можно представить в следующем виде – большие тепловые и атомные электростанции, связанные между собой системообразующими линиями электропередачи (ЛЭП) высокого напряжения. Затем от этих мощных энергообъединений осуществляется питание потребителей электрической энергии. Следует отметить, что данной конфигурации систем электроснабжения объективно присущи кратковременные нарушения электроснабжения потребителей (КНЭ) в виде провалов напряжения, возникающие из-за коротких замыканий и грозовых перенапряжений в ЛЭП высокого напряжения. Эти внешние КНЭ являются одной из основных причин остановок непрерывных технологических процессов (черная и цветная металлургия, химия, транспорт нефти и газа и т.д.) по цепи питания, содержащих в своем составе помехочувствительные электроприемники. К этим электроприемникам можно отнести большинство высокотехнологичного оборудования (регулируемый электропривод, микропроцессорные системы управления и т.п.). Кроме того, пускозащитная аппаратура большинства электродвигателей с номинальным напряжением 0,4 кВ выполнена в виде систем, содержащих контакторы и пускатели, и при возникновении провалов напряжения малой длительности, но достаточной глубины, электродвигатели оказываются обесточенными.

Нарушения и остановки непрерывных технологических процессов приводят к значительному материальному ущербу. Если данные остановки происходят из-за воздействия КНЭ, то, как правило, они являются предметом споров между потребителями и энергосистемой. В связи с этим, становятся актуальными задачи контроля качества электрической энергии на границе раздела энергосистема-потребитель и снижения воздействия КНЭ на помехочувствительные электроприемники.

В настоящее время с введением в Республике Беларусь ГОСТ 13109-97 на качество электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения провалы напряжения характеризуются показателем "длительность провала напряжения", предельно допустимое значение которого в электрических сетях до 20 кВ составляет 30 с. Глубина провала напряжения не нормируется. Однако, как показывает практика, оборудование непрерывных технологических процессов весьма чувствительно к воздействию КНЭ и аварийно останавливается при глубине провалов напряжения более 20 % и длительностью более 25-35 мс.

Существует несколько основных путей решения данной проблемы:

1. Питание помехочувствительных электроприемников от двух независимых источников питания в совокупности с установкой на шинах подстанций быстродействующего АВР, которое, при возникновении провала напряжения, переключало бы питание потребителей на второй, независимый источник питания. Однако следует отметить, что действительно независимыми источниками питания являются только те, между которыми не существует электрической связи. Поэтому, при существую-

щей конфигурации системы электроснабжения, питание потребителей от двух ЛЭП энергосистемы нельзя считать независимым – при возникновении провала напряжения на одном таком источнике питания, провал напряжения наблюдается, как правило, и на другом.

2. Питание помехочувствительных электроприемников от систем бесперебойного питания (СБП) – установок, содержащих в себе какой-либо аккумулятор электроэнергии. Это достаточно эффективное решение, но стоимость СБП на кВт установленной мощности чрезвычайно высока.

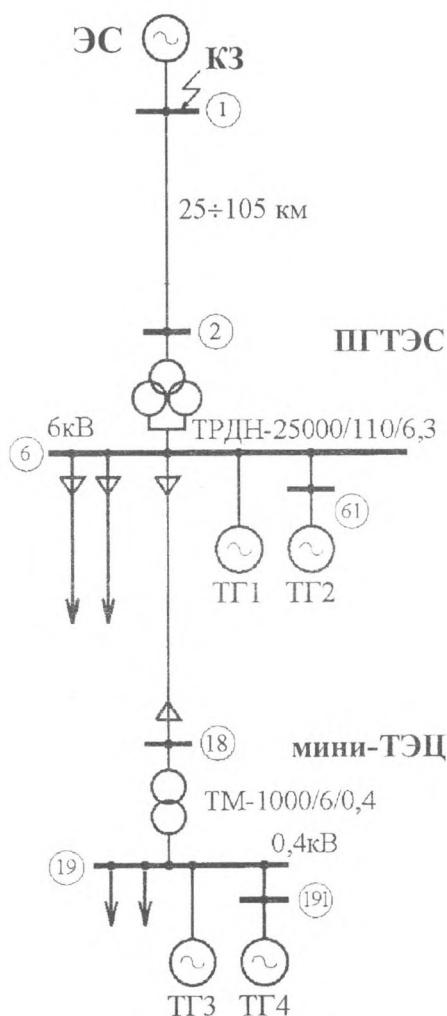


Рис.

3. Подключение к электрическим сетям предприятий с непрерывными технологическими процессами малых и мини-ТЭЦ на напряжении 10, 6 и 0,4 кВ, которые при возникновении внешних провалов напряжения снижали бы (демпфировали) их глубину, что позволило бы в ряде случаев избежать остановок непрерывных технологических процессов.

В данной работе рассматривается третий путь решения проблемы. Предпосылкой к исследованию послужило появление на ряде предприятий Беларуси малых и мини-ТЭЦ. Исследования проводились посредством вычислительного эксперимента

с помощью программного комплекса моделирования и расчета установившихся и переходных электромеханических режимов энергосистем.

На рисунке изображен фрагмент исследуемой системы электроснабжения, который включает в себя заводскую парогазотурбинную электростанцию (ПГТЭС) с двумя генераторами мощностью по 16 МВт и мини-ТЭЦ с двумя генераторами мощностью по 0,63 МВт.

Цель исследования состояла в следующем:

1. Выяснить, как состав и место подключения генераторных мощностей влияет на глубину провалов напряжения на шинах 6 и 0,4 кВ подстанций систем электроснабжения предприятия при различных видах КЗ в энергосистеме.

2. Определить, каким образом электрическая удаленность места КЗ от шин 6 и 0,4 кВ подстанций предприятия, при наличии в электрической сети предприятия генераторных мощностей, влияет на глубину провалов напряжения на этих шинах.

Результаты расчетов по п. 1 приведены в таблице.

Анализируя результаты расчетов, можно отметить следующее:

1. При коротких замыканиях в сетях 110 кВ энергосистемы наличие в сети предприятия генераторов, подключенных на напряжении 6 и 0,4 кВ, во многих случаях позволяет снизить глубину провалов напряжения на шинах 0,4 кВ до величин менее 20 %.

2. Наибольшим демпфирующим эффектом обладают генераторы с номинальным напряжением 0,4 кВ. Это объясняется большей электрической удаленностью их от места КЗ за счет сопротивления трансформаторов цеховых подстанций.

Таблица

Глубины провалов напряжения в зависимости от состава генераторных мощностей и вида короткого замыкания в узле № 1 схемы, %

Режим	Номер узла и вид короткого замыкания							
	6 К ³	19 К ³	6 К ²	19 К ²	6 К ¹	19 К ¹	6 К ^{1,1}	19 К ^{1,1}
1111	59,7	37,2	32,0	15,6	23,2	11,6	46,0	23,9
1110	59,9	40,7	32,1	20,1	23,2	14,6	46,1	29,6
1100	60,2	60,2	32,3	32,3	23,4	23,4	46,4	46,4
1000	73,2	73,2	38,7	38,8	28,4	28,4	55,5	55,5
1011	72,4	42,0	38,3	21,1	28,1	15,6	54,9	31,2
1010	72,7	52,8	38,4	27,1	28,2	19,8	55,2	39,7
0010	99,0	67,1	51,8	34,7	38,7	25,4	72,9	50,0
0011	97,8	52,6	51,6	26,8	38,6	19,5	72,5	38,8
0000	100,0	100,0	52,3	52,2	39,1	38,9	73,4	73,5

Примечание. В столбце "Режим" наличие знака "1" в первой позиции кода означает, что включен генератор № 1, во второй генератор № 2 и т. д.

Изменение электрической удаленности контролируемого узла сети от места КЗ моделировалось путем изменения длины ЛЭП 110 кВ в диапазоне 25÷105 км. Результаты расчетов остаточных напряжений для узла сети № 19 (все генераторы включены) приведены на диаграмме (рис. 1).

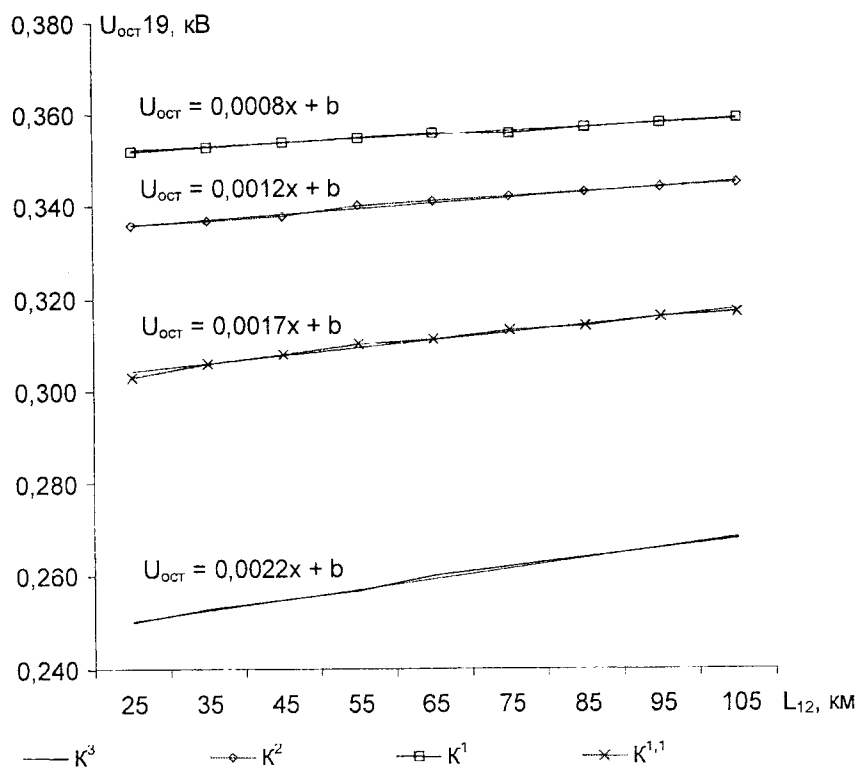


Рис. 1

По результатам расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Чем более "тяжелое" КЗ происходит в энергосистеме, тем больший регулирующий эффект на глубину провала напряжения в контролируемом узле сети оказывает электрическая удаленность этого узла от места КЗ (см. коэффициенты наклона линий тренда на диаграмме).

2. При трехфазных коротких замыканиях имеющих даже значительную удаленность от места КЗ глубина провала напряжения превышает допустимые пределы и демпфирующего влияния генераторных мощностей оказывается недостаточно.

В целом, по результатам исследований, можно отметить, что малые и мини-ТЭЦ промышленных предприятий являются эффективным средством снижения глубины внешних провалов напряжения и позволяют сохранить в работе помехочувствительное электрооборудование при однофазных замыканиях в основных сетях энергосистемы.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗОНАНСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ ЧЕРЕДОВАНИЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО РЕЗОНАНСА (ЧППР) ДЛЯ ПИТАНИЯ ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

К. Янсон, Я. Ярвик, В. Болгов

Таллинский технический университет, Эстония

При работе дуговых сталеплавильных печей обычно возникают резкие и глубокие толчки реактивной составляющей тока, которые могут вызывать фликер. Для предотвращения фликера необходимо или повысить мощность питающей сети или снизить потребление реактивной мощности [1]. Последнее осуществимо или при