

режимов, что способствует более глубокому изучению аварийной ситуации, но не позволяет провести анализ предаварийного режима.

Анализ работы современных цифровых осциллографов и моделирование перенапряжений позволяет проектировать защиты от внутренних и грозовых

перенапряжений в высоковольтных сетях различного исполнения и назначения. Этому предшествуют расчеты электромагнитных переходных процессов, позволяющие, в том числе, сформулировать требования к коммутационной аппаратуре и к аппаратным мерам защиты от перенапряже-

ний. Широкое использование достаточно мощной вычислительной техники позволяет в настоящее время существенно повысить достоверность этих расчетов путем более полного моделирования как самих процессов, так и коммутирующих и защитных аппаратов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов Е.А., Зубков А.С., Кадомская К.П. Повышение достоверности математического моделирования электромагнитных процессов в сетях средних классов напряжений . Материалы международной научно-технической конференции «Перенапряжения и надёжность эксплуатации электрооборудования». Выпуск 1. СПб: Минэнерго. - 2003. -246 с.
2. Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений. - РД 153-34.3-35.125-99.-РАО "ЭС России".- СПб: Изд-во ПЭИПК. - 1999. - 353 с.
3. Выключатель масляный серии МКП. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ИБКЖ.674143,001 ТО. – М. – 1989. -62 с.
4. Типовые технологические карты на капитальный и текущий ремонты электрооборудования распределительных устройств электростанций и подстанций на напряжение 6-500 кВ.- Союзтехэнерго.- М. – 1981. – 96 с.

□ Автор статьи:

Сарычев
Игорь Викторович
аспирант, старший преп. каф. электроснабжения горных и промышленных предприятий

УДК 621.3.015.38

И.В. Сарычев

АНАЛИЗ ОТКЛЮЧЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ КЕМЕРОВСКОГО РАЙОНА

В 1936 г. завершилось строительство линии электропередач Белово – Прокопьевск напряжением 110 кВ. Стали работать в параллель на общую электрическую сеть ТЭЦ КМК и Кемеровская ГРЭС. Это был ввод первой воздушной линии 110 кВ и начало создания энергетической системы Кузбасса.

За семьдесят лет мощность энергосистемы возросла многократно, в настоящее время в эксплуатации находятся 224 электроподстанции высокого напряжения и более 30 тысяч км. воздушных линий электропередач.

На сегодняшний день протяженность воздушных линий (ВЛ) составляет: 110 кВ – 2814 км., в то время как ВЛ 500 кВ –

311 км., ВЛ 220 кВ – 985 км., и ВЛ 35 кВ – 2683 км. Эти данные наглядно показаны на рис. 1.

Наиболее протяженная сеть 110 кВ - это составляет 41% от общей сети воздушных линий электропередач, 35 кВ – 39%, 220 кВ – 15%, 500 кВ – 5%.

По данным статистики ОАО

«Кузбассэнерго» за последние 10 лет в энергосистеме произошло 3300 отключений воздушных линий 35 кВ и выше. Из них на ВЛ 500 кВ – 136 отключений, на ВЛ 220 кВ – 252 отключения, в то время как на ВЛ 110 кВ произошло 2055 отключений, оставшаяся часть

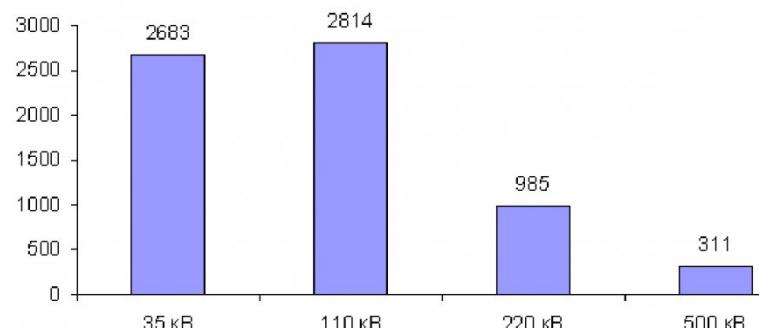


Рис.1. Диаграмма протяженности воздушных линий

отключений приходится на ВЛ 35 кВ – 923. В процентном соотношении отключения в сети 35 кВ и выше приведены в табл. 1. Количество отключений по энергосистеме за последние 10 лет показано на рис.2..

Большую часть отключений ВЛ составляют самоликвидирующиеся нарушения работы линий, длительность которых не превышает времени действия релейной защиты и автоматики.

Сведения об устойчивых отключениях воздушных линий электропередач за прошедшие 10 лет приведены также в табл. 1. На рис.3. приведено количество отключений с неуспешным АПВ за последние 10 лет.

На отключения в сети 110 кВ приходится наибольшая часть – 62,5% общих отключений. Общий экономический ущерб по энергосистеме за этот период составил около двух миллионов рублей. По инцидентам с ВЛ 110 кВ это составляет примерно сто тридцать миллионов рублей. Одним из

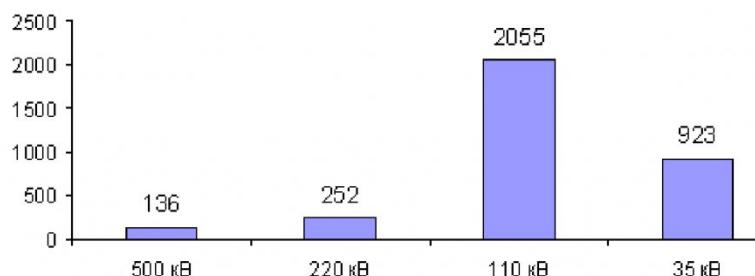


Рис.2. Диаграмма количества отключений за 10 лет

обход ВЛ эксплуатационным персоналом сетей не выполняется (особенно в последние годы со ссылкой на отсутствие ГСМ и т.д.) и причина отключения не устанавливается. Таким

образом, остаются на ВЛ места с ослабленной изоляцией или повреждёнными элементами, которые представляют собой аварийные потенциальные очаги, приводящие в дальнейшем к

Таблица 1
Количество отключений по напряжениям, в том числе
с неуспешным АПВ

| Отключения ВЛ | Кол-во от- ключений | В том числе по напряжениям, кВ | | | |
|---|------------------------|--------------------------------|---------------|-----------------|--------------|
| | | 500 | 220 | 110 | 35 |
| Всего | 3300 | 136 (4%) | 252 (7,5%) | 2055 (62,5%) | 923 (28%) |
| В т.ч. с неусп. АПВ | 1163 | 83 | 108 | 652 | 347 |
| % от общего количество отключений | 35,2% | 61% | 42,8% | 31,7% | 37,6% |

Таблица 2
Причины отключений в сети 110 кВ за 10 лет

| Причина отключений | Всего: | 2055 | 100% |
|--|--------|------|------|
| По невыясненным причинам | | 720 | 35% |
| Грозовые перенапряжения | | 508 | 25% |
| Причина на участке потребителей или другой энергосистемы | | 248 | 12% |
| Повреждение оборудования подстанций энергосистемы | | 221 | 11% |
| Нарушения правил охраны ВЛ (хищения) | | 215 | 10% |
| Незначительные отключения по различным причинам | | 143 | 7% |

факторов такого количества отключений является большая протяженность линий электропередач 110 кВ. Вторым фактором является то, что для сетевых предприятий линии 220 кВ и 500 кВ более значительны в подведомственном плане. Предприятиями уделяется большое внимание на обслуживание и ремонт этих ВЛ с вытекающими отсюда последствиями.

Следует отметить, что после отключений линий с успешным АПВ, в большинстве случаев

Таблица 3
Отключения ВЛ 110 кВ по месяцам и за год

| Месяц | ПС Кемеровская | ПС Рудничная | ПС Заинскитимская | ПС Крохалёвская | Всего |
|--------------|----------------|--------------|-------------------|-----------------|-------|
| Январь | 1 | 1 | 2 | 0 | 4 |
| Февраль | 1 | 5 | 4 | 8 | 18 |
| Март | 2 | 5 | 6 | 8 | 21 |
| Апрель | 0 | 12 | 19 | 21 | 52 |
| Май | 4 | 8 | 12 | 14 | 38 |
| Июнь | 3 | 9 | 7 | 20 | 39 |
| Июль | 9 | 13 | 11 | 20 | 53 |
| Август | 3 | 9 | 8 | 20 | 40 |
| Сентябрь | 9 | 9 | 6 | 15 | 39 |
| Октябрь | 0 | 3 | 7 | 5 | 15 |
| Ноябрь | 0 | 5 | 6 | 10 | 21 |
| Декабрь | 2 | 1 | 3 | 7 | 13 |
| Всего за год | 34 | 80 | 91 | 148 | 353 |

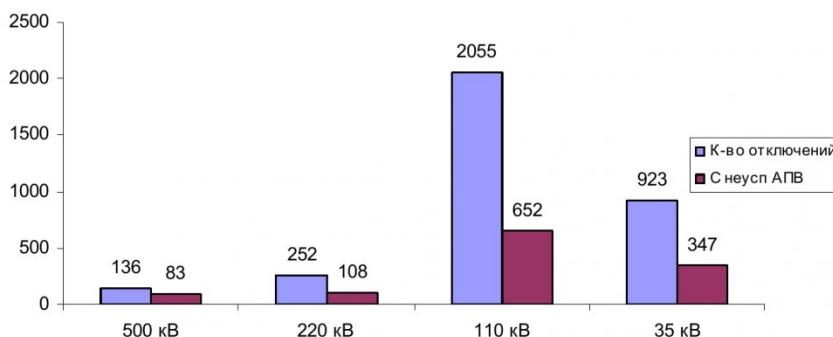


Рис.3. Диаграмма количества отключений, в том числе с неуспешным АПВ, за 10 лет

устойчивым отключениям линий [1].

Основными причинами отключений ВЛ 110 кВ в системе являются – повреждения оборудования подстанций энергосистемы, грозовые перенапряжения, нарушение правил охраны ВЛ, по вине эксплуатационного персонала [3]. Сведения по причинам отключений за 10 лет приведены в табл. 2.

На рис. 4. показаны причины отключений в сети 110 кВ за последние 10 лет.

На долю отключений из-за грозовых перенапряжений приходится четверть всех отключений в сети 110 кВ. Экономический ущерб по этим причинам за последние 10 лет составил около пятидесяти миллионов рублей (по ценам 2004 г.).

За 2003 г. в энергосистеме произошло 239 отключений, экономический ущерб составил 23.3 млн. руб. В сети 110 кВ – 147 отключений, из-за атмосферных и грозовых перенапряжений 27 отключений. К примеру, за 2002 г. произошло 222 отключения, экономический

ущерб составил 21.5 млн. руб.

Для анализа отключений в сети 110 кВ были прослежены отключения воздушных линий электропередач за последние 10 лет по оперативным журналам подстанций Северных электрических сетей ОАО «Кузбассэнерго» «Кемеровская 220», «Заискитимская 220», «Крохалёвская 220», «Рудничная 110».

Отключения за 10 лет по месяцам в течение года приве-

наибольшее количество отключений электрооборудования происходит в грозовой весенне-летний период времени. Грозовые перенапряжения представляют самую большую угрозу сетям. Они возникают при атмосферных разрядах, и достигают своих пиковых значений за несколько миллисекунд, впоследствии затухают очень быстро. Величина этих перенапряжений в сети может достигать больших значений

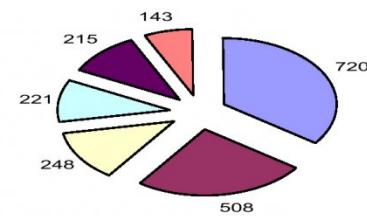


Рис.4. Причины отключений в сети 110 кВ за 10 лет

[2].

Перенапряжения подвергают опасности электрооборудо-

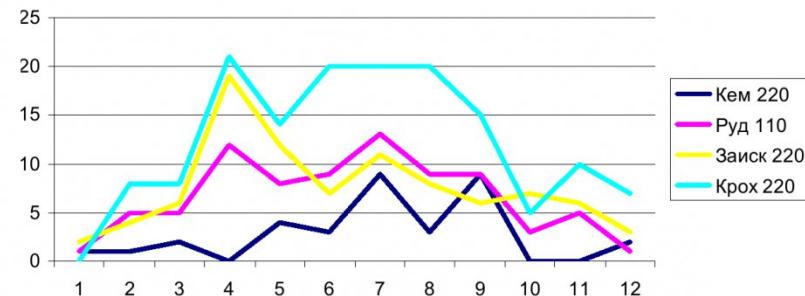


Рис.5. Диаграммы отключений по месяцам за год.

дены в табл. 3.

Динамика количества отключений подстанций ОАО «Кузбассэнерго» по месяцам за год представлена на рис.5.

Диаграммы показывают, что

вание, поскольку необходимый уровень изоляции оборудования не может быть достигнут по экономическим соображениям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатация электрических аппаратов / Под ред. проф. Г.Н. Александрова. СПБ. 2000. 460с.
2. «Выбор, испытание и применение металлооксидных ограничителей перенапряжения в сети среднего напряжения» ABB High voltage Technologies Ltd. Wettingen/Schweiz. Рекламное издание. 1994 . 52 с.
3. Вайнштейн Р.А. Колоско С.И. Коломиец Н.В. Режимы работы нейтрали электрических системах. Томск, ТПИ, 1981. 79 с.

□ Автор статьи:

Сарычев

Игорь Викторович

- ст. преп. каф. электроснабжения горных и промышленных предприятий