

энергии (солнце и ветер) отличаются рассредоточенностью. Их серьезное использование, без которого в будущем не обойтись, немислимо без емких аккумуляторов, запаасающих энергию в той или иной форме.

Проблема накопления актуальна уже сегодня: суточные и недельные колебания нагрузки энергосистем заметно снижают их эффективность и требуют так называемых маневренных мощностей. Один из вариантов электрохимического накопителя энергии – топливный элемент в сочетании с электролизерами и газгольдерами (хранилище для больших количеств газа).

Топливные элементы могут стать широко используемым источником энергии на транспорте, в промышленности и домашнем хозяйстве. Обладая высоким КПД, топливные элементы имеют еще одно важное качество – экологическая чистота. Все ныне существующие энергоустановки уступают установкам на топливных элементах по экологической чистоте в десятки и сотни раз.

Высокая стоимость топливных элементов ограничивала их применение военными и космическими приложениями.

Предполагаемые применения топливных элементов включают их применение в качестве переносных источников энергии для армейских нужд и компактных альтернативных источников энергии для околоземных спутников с солнечными батареями при прохождении ими протяженных теневых участков орбиты. Небольшие размеры и масса топливных элементов позволили использовать их при пилотируемых полетах к Луне. Топливные элементы на борту трехместных кораблей «Аполлон» применялись для питания бортовых компьютеров и систем радиосвязи. Топливные элементы можно использовать в качестве источников питания оборудования в удаленных районах, для внедорожных транспортных средств, например в строительстве. В сочетании с электродвигателем постоянного тока топливный элемент будет эффективным источником движущей силы автомобиля.

Энергоустановки на топливных элементах наряду с АЭС нового поколения, возобновляемыми источниками энергии (ветер, вода, солнце) будут определять облик энергетики первой половины XXI века. Япония, например, уже к 2010 году планирует 13 % всей энергии вырабатывать за счет топливных элементов.

Для широкого применения топливных элементов необходим значительный технический прогресс, снижение их стоимости и возможность эффективного использования дешевого топлива. При выполнении этих условий топливные элементы сделают электрическую и механическую энергию широко доступными во всем мире.

УДК 621.313

ОБ ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА КАБЕЛЕЙ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Романов Р.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент РАДКЕВИЧ В.Н.

В системах электроснабжения все большее применение находят кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ). К началу 2007 года в городе Минске эксплуатировалось более 40 км таких линий на напряжении 10 кВ. Все питающие линии, прокладываемые от шин 10 кВ понижающих подстанций до распределительных пунктов, как правило, проектируются в однофазном исполнении с применением кабелей, изоляция которых выполнена из СПЭ. Кабели такого типа существенно отличаются от кабелей традиционного исполнения с бумажной изоляцией, как по конструкции, так и по при-

меняемым материалам. Это вызывает необходимость учитывать некоторые особенности, возникающие при выборе кабелей с полимерной изоляцией.

Условно процесс выбора кабеля с изоляцией из СПЭ можно подразделить на этапы:

1. Принятие решения о применении трехжильных либо одножильных кабелей.
2. Выбор рабочего напряжения (уровня изоляции) кабеля.
3. Выбор сечений жил и сечения экрана кабеля.
4. Выбор конструктивных особенностей (герметизация, материал жилы, материал оболочки, исполнение оболочки, способ производства изоляции и т. п.).

В настоящее время городские распределительные сети работают на напряжении 6–10 кВ. Такие сети в большинстве случаев работают в режиме компенсированной нейтрали. Поскольку технические условия, по которым выпускаются кабели с изоляцией из СПЭ, разрабатываются согласно требованиям МЭК, то при выборе кабеля необходимо пользоваться стандартом МЭК 60502-2. Данным документом определяется номинальное напряжение кабельной линии и вводится понятие категории сети – А, В, С. Категории регламентируют время работы сети с однофазным замыканием на землю: А – менее 1 минуты, В – менее 8 часов но не более 125 часов в год, С – все остальные. В соответствии с этим документом, если предполагается, что система электроснабжения довольно часто будет работать с однофазными замыканиями на землю, то рекомендуется ее классифицировать по категории С. По условиям наихудших возможных режимов было принято решение отнести сети электроснабжения города Минска к категории С. Для сети категории С номинальное напряжение кабеля выбирается по максимальному линейному напряжению, которое в данном случае равно 12 кВ. Для сети категории С номинальное фазное напряжение принимается 8,7 кВ. Следовательно, необходимо применять кабель на напряжение 8,7/15(17,5) кВ с номинальной толщиной изоляции 4,5 мм.

Согласно существующим нормам проектирования площадь сечения жил кабелей выбирается по экономической плотности тока и проверяется по нагреву расчетным в послеаварийном или ремонтном режиме, а также по термической стойкости. До настоящего времени не разработаны экономические плотности тока для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена, а использование норм, установленных для кабелей с пластмассовой изоляцией, может привести к ошибкам при проектировании. Поэтому выбор кабелей с изоляцией из СПЭ следует осуществлять на основе сопоставительного технико-экономического расчета. Длительно допустимые токи для кабелей 6–10 кВ с пластмассовой изоляцией в нормативно-справочной литературе отсутствуют. Отметим, что кабели с изоляцией из СПЭ имеют допустимую температуру нагрева жилы 90 °С, что обеспечивает их значительно большую токовую нагрузку по сравнению с аналогичными кабелями, имеющими бумажную изоляцию. По данным заводо-производителей длительно допустимые токи кабелей с изоляцией из СПЭ примерно на 17 % больше, чем кабелей с бумажной изоляцией. Температура нагрева жилы при коротких замыканиях для кабелей с изоляцией из СПЭ составляет 250 °С, а для кабелей с бумажной изоляцией – 200 °С. При проверке кабелей с изоляцией из СПЭ на термическую стойкость пользуются информацией заводо-производителей, в которой указываются допустимые односекундные токи КЗ для сечений и поправочный коэффициент

$$K = \frac{1}{\sqrt{t}}$$

для учета фактического времени отключения t линии при КЗ.

Одной из особенностей выбора кабельных линий одножильных с изоляцией из СПЭ является определение необходимого сечения экрана. Основой для определения сечения экрана является его термическая стойкость при КЗ. Согласно существующим правилам в качестве расчетного вида КЗ для определения термической стойкости сле-

дует принимать трехфазное. Расчет трехфазного тока КЗ производится в наихудшем месте, т. е. непосредственно у шин центра питания. Остальные действия аналогичны выбору сечения жилы по допустимому току КЗ. Другая особенность выбора экранов состоит в возможности протекания по экрану тока замыкания на землю в некомпенсированной сети. Данную проверку можно легко осуществить с помощью расчетного значения тока замыкания на землю.

Герметизация кабелей с изоляцией из СПЭ может быть двух типов: Г и 2Г. У кабелей с герметизацией (типа Г и 2Г) накладывается водоблокирующая лента на основную изоляцию поверх проводящего слоя под экран. Кабели с герметизацией типа 2Г имеют дополнительный алюмополимерный слой под оболочкой. Такие кабели прокладываются в земле, а также в воде (в несудоходных водоемах). В земле, независимо от коррозионной активности грунтов, могут прокладываться кабели с изоляцией из СПЭ без герметизации. Оболочка может быть изготовлена из полиэтилена для наружной прокладки либо из ПВХ пластика для прокладки внутренней.

Вывод

Выбор кабелей с изоляцией из СПЭ необходимо производить с учетом их технико-экономических и конструктивных особенностей. Для этого требуется внести соответствующие дополнения в нормы проектирования, регламентирующие выбор кабелей.

УДК 621.313

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА: КОГЕНЕРАЦИЯ И ТРИГЕНЕРАЦИЯ

Гончаров П.Ю.

Научный руководитель – ОЛЕШКЕВИЧ В.М.

Американские эксперты по распределенной энергетике предполагают, что США к 2010 году понадобится около 137 000 МВт новых мощностей. Выполнение этих требований потребует 84 миллиарда долларов для строительства новых электростанций и 220 миллиардов для создания новых средств передачи и распределения электроэнергии. Выполнение того же требования с применением распределенной энергетике потребует всего 168 миллиардов долларов для строительства новых электростанций без затрат на строительство линий электропередачи.

Когенератор представляет собой электрогенераторную установку с поршневым двигателем, работающим на природном газе (дизельном топливе, биогазе), оснащенную системой утилизации выделяемого тепла. Когенераторы – это установки небольшой мощности, располагаемые непосредственно у потребителей.

«Когенерация» снижает потребности в новых линиях электропередач – позволяет избежать строительства дорогостоящих и опасных высоковольтных линий. Распределенная энергетика в будущем могла бы значительно уменьшить капитальные вложения и уменьшить стоимость электроэнергии до 3 центов за 1 кВт·ч. С когенерационными системами, расположенными в непосредственной близости от потребителя, исключаются потери энергии при передаче. Величины потерь нынешних сетей лежат в пределах от 5 до 20 % суммарной мощности.

Передача газа по газопроводам в 10–12 раз экономичнее передачи электрической энергии по высоковольтным линиям электропередачи. Нормативные потери в теплосетях – 5 %, а реальные, в среднем, – 12–16 % от передаваемой тепловой энергии.

Лучшей альтернативой существующему энергоснабжению являются газопоршневые электростанции, вырабатывающие гораздо более дешевые электроэнергию и тепло.