

При превышении допустимых величин происходит подача сигнала о недопустимом дефекте и вычисление размеров дефектного участка для последующей замены. По результатам проведения обследования определяется остаточный ресурс резервуара в соответствии с нормативной документацией.

Таким образом, система для автоматизированного обследования резервуаров, основанная на графо-проекционном муаровом методе, позволяет в процессе обследования получить данные о геометрической форме стенки, провести расчет остаточных напряжений и деформаций, а также остаточного ресурса.

Список литературы

1. Купрейшвили С. М. Разрушения в процессе эксплуатации вертикальных цилиндрических резервуаров со стационарной крышей / С. М. Купрейшвили // Монтажные и специальные работы в строительстве. – 2005. – № 7. – С. 8-14.
2. ГОСТ Р 52910-2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. – М.: Стандартинформ, 2008. – 53 с.
3. РД 153-112-017-97 Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров. – М.: ОАО «Нефтемонтаж-диагностика», 1997. – 31 с.
4. Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса стальных вертикальных резервуаров. – М.: ОАО «АК «Роснефть», 2004. – 55 с.
5. Кучерюк В. И. Навыко Г. Ф. Системная оптимизация в проектировании / Материалы I Всероссийской конференции «Проблемы оптимального проектирования сооружений». – Новосибирск, 2008.
6. Кучерюк В. И. Патент № 2454657 «Устройство для изучения геометрических несовершенств резервуаров муаровым методом» / В. И. Кучерюк, А. А. Мишенёв. – ТюмГНГУ, 2011.

Сведения об авторах

Мишенёв Александр Анатольевич, аспирант, Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)201041, e-mail: alx88@mail.ru

Кучерюк Виктор Иванович, к. т. н., профессор кафедры «Прикладная механика», Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)201041

Mishenev A. A., postgraduate at the Tyumen State Oil and Gaz University, phone: e-mail: alx88@mail.ru

Kucheruk V. I., Candidate of Technical Sciences, professor of the chair «Applied mechanics» Tyumen State Oil and Gaz University, phone: 8(3452)201041

УДК 004.421

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ УСТРОЙСТВА ЗАЗЕМЛЕНИЯ И РАСЧЕТА МОЛНИЕЗАЩИТЫ

SOME FEATURES OF GROUNDING DEVICES AND CALCULATION OF LIGHTNING PROTECTION

О. В. Смирнов, И. С. Сухачев

O. V. Smirnov, I. S. Sukhachev

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

*Ключевые слова: заземление, молниезащита
Key words: grounding device, lightning protection*

Электробезопасность, пожарная и промышленная безопасность, повышение безопасности объектов нефтегазовой отрасли связаны с эффективностью и безотказностью работы систем молниезащиты и заземления. Это особенно актуально в отношении условий труда работников при эксплуатации трубопроводного транспорта углеводородов, баз и хранилищ. Одним из основных элементов в проектах зданий и сооружений являются технические средства, включая системы электробезопасности, обеспечивающие безопасность персонала объектов электроэнергетики и потребителей электроэнергии.

Глубина заземления в высокоомных грунтах в зависимости от их геоэлектрической структуры, определяющей удельное электрическое сопротивление земли, может достигать нескольких десятков метров, особенно при наличии многолетне-

мерзлых грунтов, галечников и скальных пород. Электрическая прочность грунта не зависит от его удельного сопротивления, равно как не зависит от него опасность воздействия на человека фиксированных по величине шаговых напряжений или напряжений прикосновения.

Затраты на устройство заземления подстанций, линейных объектов в сложных грунтовых условиях могут достигать 30–40 % их сметной стоимости.

Уменьшение затрат возможно за счет оптимального проектирования и использования разнообразных способов снижения сопротивления грунта, повышения качества систем заземления. Это достигается оснащением систем заземления элементами снижения сопротивления заземлительных комплексов, изменения параметров с течением времени, включая анодные процессы, металлоемкость контура заземления. К таким элементам можно отнести как минеральные соли, которые, растворяясь в околоэлектродной грунтовой влаге, увеличивают электропроводность грунта и снижают температуру его замерзания, так и высокоэлектропроводящую засыпку. За счет осаждения интерметаллов и образования анодных зон, низкой скорости нейтрализации разряда при грозе срок службы системы достаточно ограничен.

Одной из важнейших, не менее актуальной, чем другие проблемы при устройстве и эксплуатации заземлений, является электрохимическая коррозия металла и соединений металлов, имеющих разный потенциал.

Находит применение электролитическая система заземления «Бипрон», состоящая из горизонтальной перфорированной металлической многометровой трубки, подающей электролит в околоэлектродный грунт.

При проектировании объектов электроэнергетики выполняют автоматизированный расчет молниезащитных систем [1]. При этом может рассматриваться оборудование с активными и с пассивными молниеприемниками.

В большинстве случаев расчеты производятся для пассивных систем в соответствии с нормативными документами [1–3,5].

Существует комплекс средств молниезащиты зданий и сооружений, который включает в себя устройства защиты от прямых ударов молнии — внешняя молниезащитная система (ВМЗС), а также устройства защиты от вторичных воздействий молнии — перенапряжений, относящихся к внутренней молниезащитной системе [2].

Обычно рассматривается только ВМЗС, так как она воспринимает прямой удар молнии и отводит токи молнии в землю по контролируемому пути [3].

Одним из авторов с помощью Visual C++ Builder — инструмента для программирования компании Microsoft — разработана программа автоматизации расчета молниезащиты. Среда программирования выбрана исходя из целей — оптимизация времени проектирования, удобство для конечного пользователя и минимизация системных ресурсов. Также было учтено, что у пользователя может быть персональный компьютер любой мощности, поддерживающий системы Windows NT, в их числе и Windows XP. Операционная система Windows компании Microsoft выбрана как самая распространенная в производственной среде [4].

Особенность программы — использование следующего функционала:

- интерактивное проектирование молниезащиты;
- расчет и построение зон молниезащиты;
- формирование документации по объекту строительства и некоторые другие.

Программа [4] позволяет загрузить план территории любого размера и разрешения и включает в себя следующие виды расчетов:

- выбор параметров (длина, ширина, наибольшая высота) здания или сооружения;
- выбор формы объекта;
- выбор местоположения по карте грозовой деятельности, ч/год;

- выбор типа молниеотвода;
- выбор высоты молниеотвода.

Исходные данные защищаемого здания или сооружения для расчета вводятся в окно интерфейса программы (рис.1).

Рис.1. Интерфейс ввода исходных параметров защищаемого здания

Например, для объекта прямоугольной формы с шириной 3 м, длиной 6 м, наибольшей высотой 5 м и средним числом ударов молнии в год на 1 км^2 поверхности земли, равным 6, ожидаемым числом поражений объекта молнией в год будет 0,007128. Среднегодовое число ударов молнии на 1 км^2 земной поверхности в год определяется по карте районирования территории по среднегодовой продолжительности гроз в часах [5], которая заложена в интерфейс программы.

Таким образом, программа после окончания расчетов выдает следующие результаты:

- ожидаемое количество поражений объекта молнией в год;
- радиус защиты на уровне земли;
- вершину защищаемой зоны;
- изображение молниеотводов с рассчитанными значениями;
- графическое изображение, аналогичное приведенному на рис. 2.

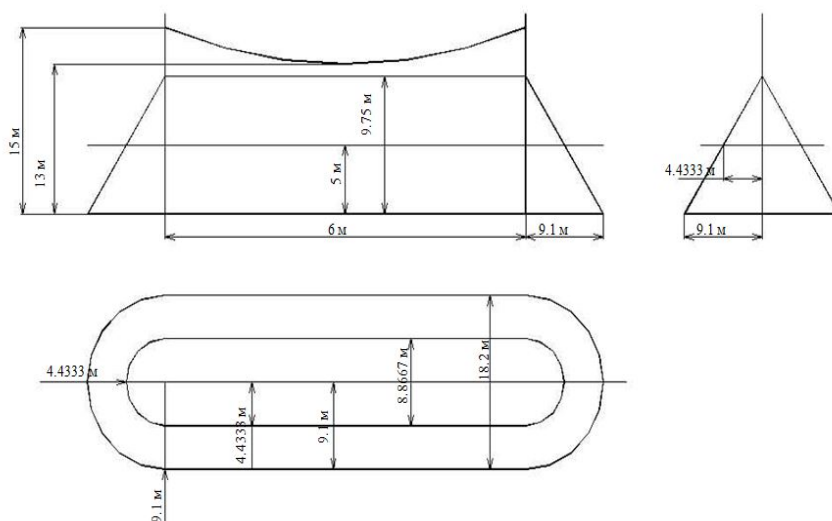


Рис. 2. Пример графической части результатов расчета защиты одиночным тросовым молниеотводом

Кроме всего перечисленного в программе предусмотрены различные защиты для устойчивости и исключения ошибок при расчетах.

Для повышения функциональных возможностей программы планируется добавить: выбор материала изготовления молниезащиты по его свойствам; включить справочную и нормативную документацию; реализацию прямого воздействия пользователя на алгоритм расчета программы и т. д.

К пассивной защите также можно отнести и использование молниеприемных сеток, что допускается почти всеми известными нормативными документами по молниезащите. Сетка укладывается на кровле здания и, как правило, не выходит за ее внешние границы. Размеры ячеек сетки зависят от требуемой надежности защиты [6].

Норматив по молниезащите относится в основном к регионам с хорошо проводящими грунтами, но не к вечномерзлотным или скальным грунтам, где удельное сопротивление велико и предписывает объединение заземлителей электроустановок и молниезащиты в единое заземляющее устройство. Исключения касаются особо чувствительной аппаратуры, которая по технологическим соображениям может требовать отдельного (независимого) заземлителя. Присоединение молниеотводов к технологическому заземлителю электроустановок, как правило, приемлемо, поскольку сопротивление заземления здесь не превышает 10 Ом.

Несмотря на то, что только 10 % устанавливаемых молниезащит — активные, молниеприемники с ранним возбуждением стримера пользуются возрастающим спросом в России. Для притяжения молнии важен рост плазменного канала от вершины объекта — так называемого встречного лидера, а развитие лидера сопровождается током через сопротивление заземления молниеотвода. Основные потребители — частное строительство, промышленные производства, сооружения, возводимые по европейским проектам, и заказчики, которых не останавливает отсутствие нормативной базы. С каждым годом активная молниезащита совершенствуется, занимая все большую долю рынка.

Одна из малочисленных (если не единственная) активная система, выпускаемая отечественным производителем, содержит электронный блок, работающий по принципу автономного генератора. Он способен заряжаться от энергии электрического поля грозового фронта и инициировать встречный лидер, опережающий все восходящие лидеры от близлежащих объектов. Генерируются импульсы высокого напряжения с амплитудой выше 200 кВ. Все элементы смонтированы в герметичном корпусе, предохраняющем молниеотвод от разрушения в момент разряда молнии.

Таким образом, представлены особенности подхода к устройству заземления и его конструкции в экстремальных условиях севера и использованию программы автоматизации расчета пассивной молниезащиты.

Список литературы

1. Карякин Р. Н. Заземляющие устройства электроустановок: справочник / Р. Н. Карякин. — М.: ЗАО «Энергосервис», 2000. — 376 с.
2. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций (СО 153-34.21.122-2003). — СПб.: ДЕАН, 2005. — 64 с.
3. Руководство по защите электрических сетей 6-1150кВ от грозовых и внутренних перенапряжений РД 153-34.3-35.125-99. 2-ое изд. — СПб.: ПЭИПК, 1999.
4. Сухачев И. С., Леонов Е. Н. Разработка программы автоматизации расчета молниезащиты и заземления / Энергосберегающие и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов / отв. редактор О. Н. Кузяков. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. — С. 28-30.
5. Правила устройства электроустановок. — 7-е изд. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. — 600 с.
6. Официальный сайт ООО «Амнис» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.amnis.ru/staty/?ELEMENT_ID=387.

Сведения об авторах

Смирнов Олег Владимирович, д. т. н., профессор кафедры «Электроэнергетика», Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, тел. 89129215192, e-mail: oleg_smirnov_1940@mail.ru

Сухачев Илья Сергеевич, ассистент кафедры «Электроэнергетика», Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, тел. 89829210000, e-mail: ilya@suhachev.com

Smirnov O. V., Doctor of Technical Sciences, professor of the chair «Electric power engineering», Tyumen State Oil and Gas University, phone: 89129215192, e-mail: oleg_smirnov_1940@mail.ru

Suhachev I. S. assistant of the chair «Electric power engineering», Tyumen State Oil and Gas University, phone: 89829210000, e-mail: ilya@suhachev.com

УДК 62-97/-98

**КАВИТАЦИЯ КАК ИНТЕНСИФИКАТОР В ПРОЦЕССАХ
МАССООБМЕНА**

CAVITATION AS INTENSIFIER IN MASS TRANSFER PROCESSES

И. Ф. Хафизов, Ю. Г. Матвеев, Д. Б. Доронин

I. F. Khafizov, Yu. G. Matveev, D. B. Doronin

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

Ключевые слова: процессы, массообмен, кавитация, гидродинамика, турбулизация, роторные аппараты

Key words: processes, mass transfer, cavitation, fluid dynamics, turbulence, rotary phones

Основная тенденция современной подготовки нефти к транспорту, нефтепереработки и нефтехимии — создание крупнотоннажных и комбинированных установок на базе аппаратов и агрегатов большой мощности. Значительное расширение ассортимента газа, нефти, нефтепродуктов и дальнейшее повышение требований к их качеству обусловило необходимость использования таких технологических процессов, как ректификация, абсорбция, экстракция, адсорбция, сушка, отстаивание, фильтрование, смешение и др.

Осуществление столь разнообразных процессов при переработке нефти и газа потребовало применения аппаратуры, работающей в широком интервале изменения рабочих параметров. Например, температуры могут составлять от -60°C (кристаллизация) до $800\text{--}900^{\circ}\text{C}$ (пиролиз), а давления — от глубокого вакуума (переработка тяжелых нефтяных остатков) до 150 МПа (производство полиэтилена).

Это предъявляет высокие требования к расчету аппаратуры, конструированию и обоснованию рабочих параметров процесса. При этом необходимо опираться на открытия, научные основы, опыт.

В основу классификации этих процессов могут быть положены разные принципы, однако ввиду большого разнообразия представляется наиболее целесообразным классифицировать их по способу создания движущей силы процесса. В связи с этим основные технологические процессы можно разделить на следующие классы: массообменные или диффузионные, гидродинамические или гидромеханические, механические, тепловые и химические [1].

Процессы могут протекать только под действием некоторой движущей силы, которая для гидромеханических процессов определяется разностью давлений, для теплообменных — разностью температур, для массообменных — разностью концентраций вещества и т. д.

Движущую силу массообменных процессов и аппаратов можно выразить в следующем виде:

$$\Delta = \frac{M}{K \cdot A \cdot \tau}, \quad (1)$$