

УДК 621.315.212.1.028.4

Ю.В.Соловьев (5 курс, каф. ЭиЭА), Н.В.Коровкин, д.т.н., проф.

## ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ПРОВОДИМОСТИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДГРОЗОВОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Исследования и теоретические обоснования влияния проводящих неоднородностей земной поверхности на характер распределения электрического поля в период предгрозовой обстановки необходимы для разработки молниезащитных систем на объектах газо- и нефтедобывающей промышленности. Поиск оптимальных решений для различных вариантов систем молниезащиты на нефте- и газодобывающих комплексах является в настоящее время одним из актуальных и важных вопросов. Источником аварий на объектах газо- и нефтедобычи может быть локальное усиление электрического поля, вызванное неоднородностью проводимости земной поверхности. При этом на внешних частях заземленных конструкций во время приближения к ним лидера нисходящей молнии от него возникают встречные разряды с высокотемпературным каналом длиной от сантиметров до десятков метров, которые способны поджечь газовые смеси, находящиеся в атмосфере даже в отсутствие удара молнии в объект [1]. Поэтому важно оценить влияние различных проводящих неоднородностей, расположенных в грунте, на избирательность поражения молнией. Интерес представляют также исследования силового взаимодействия между движущимся заряженным грозовым облаком и проводящей неоднородностью, способного изменить траекторию движения облака. Проводимые в настоящее время исследования по локализации мест ударов молний [2] показывают повышение их концентрации вблизи геофизических неоднородностей, что не нашло к настоящему времени ясного объяснения.

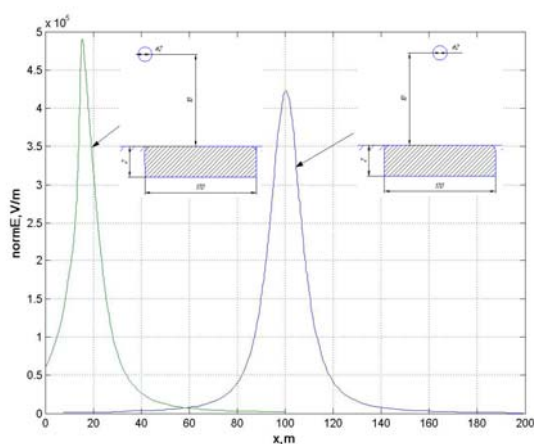


Рис. 1

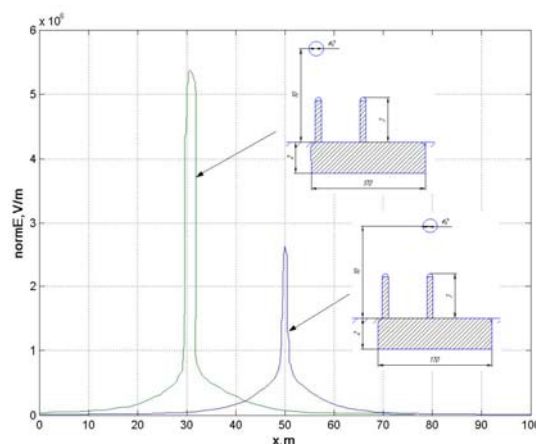


Рис. 2

Целью работы является анализ распределения электростатического поля предгрозовой обстановки в промежутке “грозное облако-земля” вблизи проводящей неоднородности и эффективности молниеотводов, расположенных на ней. Основным методом данного исследования было компьютерное моделирование и численный анализ электростатического поля в трехмерной области методом конечных элементов. Изучение поля и исследование влияния проводящих неоднородностей на его распределение также было проведено и на физической модели. В качестве физической модели рассматривалась система, состоящая из заряженной сферы и проводящей цилиндрической области (рис. 1 и рис. 2). Данная упрощенная модель приближенно воспроизводит реальную систему “грозное облако-

объект”. Для выявления ожидаемого эффекта искажения поля в качестве модели молниезащиты использовались два стержня, моделирующих молниеотвод, расположенный в геометрическом центре проводящей области (объекта), и молниеотвод, расположенный на ее периферии. Таким образом, необходимо рассчитать напряженность электрического поля в рассматриваемых промежутках и определить возникающие при этом силовые взаимодействия между объектами модели, что и позволит получить необходимые оценки.

Численный анализ электрического поля исследуемой системы позволил получить зависимости его напряженности вблизи неоднородностей от положения грозового облака при отсутствии и при различных вариантах исполнения двухстержневой молниезащиты. Из полученных зависимостей можно сделать следующие выводы.

1. При отсутствии молниеотводов напряженность поля на уровне поверхности земли при расположении облака над периферией проводящей области больше таковой в случае расположения облака над центром проводящей области на 17% (см. рис. 1);

2. Установка молниеотводов в десятки раз повышает уровни напряженности поля, причем при расположении сферы над молниеотводом, установленным на периферии области, напряженность поля вблизи поверхности земли превышает таковую в случае расположения облака над центральным молниеотводом в 2 раза, что предопределяет сильное взаимодействие между облаком и областью с установленными на ней молниеотводами (см. рис. 2);

3. В случае использования одностержневой молниезащиты, расположенной на поверхности проводящей области в ее центре при перемещении сферы на периферию области происходит уменьшение напряженности поля вблизи поверхности земли, но на границе неоднородности наблюдается скачок поля, что можно и увидеть на рис. 3. При расположении сферы над периферией области центральный молниеотвод не влияет на напряженность поля за счет большого диаметра проводящей области. На рис. 4 показано распределение напряженности поля в случае установки одиночного молниеотвода у границы раздела “проводящая область-грунт”. При расположении сферы над молниеотводом наблюдается резкий скачок поля до уровня 3,5 МВ/м, что на 53% больше, чем при расположении сферы над центральным молниеотводом.

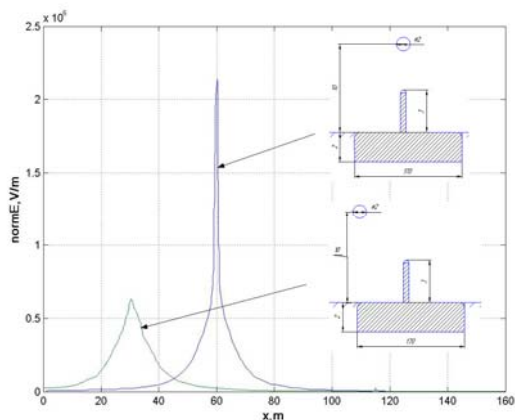


Рис. 3

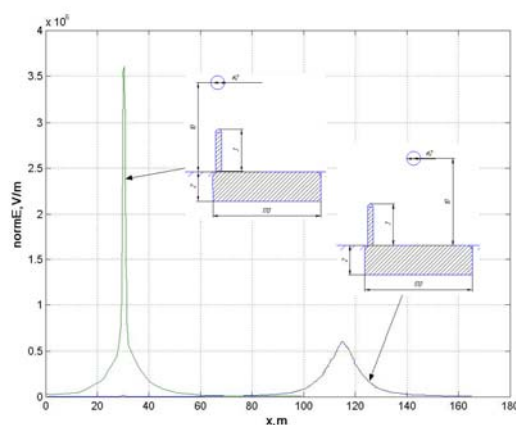


Рис. 4

На основании полученных результатов можно сделать вывод о нецелесообразности применения молниеотвода, расположенного на поверхности проводящей области в ее центре (в составе комплексной молниезащиты). Характер взаимодействия между грозовым облаком и защищаемым объектом будет полностью определяться молниеотводами, установленными на периферии объекта (на границе грунт-объект), т.е. расположенными на нем диаметрально.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Базелян Э.М. Энергетика №3: Известия Академии наук. – М.: 2005. с. 55-74.
2. Nickolaenko A.P., Hayakawa M., Resonances in the Earth-Ionosphere Cavity, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London, 2002, 380 p.