

### **Секция 3: Охрана труда на предприятиях АПК**

содержанию и не будут отвечать принципу: «опиши, что и как нужно делать, и делай так, как написано».

Это направление работы не требует денежных затрат, поэтому документы должны разрабатываться, вестись и поддерживаться в актуальном состоянии, и быть доступными для всех работников организации. Из-за того, что в документах не закреплено, как безопасно выполнять тот или иной вид деятельности по охране труда, работники вынуждены делать это по своему разумению, по стихийно сложившимся обычаям. В таких условиях нет ни юридического, ни морального права предъявлять работнику какие-то требования. Мероприятия, обозначенные в документах (планах, программах, и др.) должны выполняться, их выполнение должно подвергаться постоянному учету, анализу, оценке и контролю.

К сожалению, до настоящего времени не принята единая методика оценки рисков, и эта работа выполняется каждой организацией субъективно, по своему разумению.

Поскольку истинная вероятность несчастного случая в данный день на данном рабочем месте в конкретном СПК настолько мала, что не существует математического аппарата, чтобы ее учесть (отсюда и использование в методиках понятия риска как не просто вероятности, а и еще и тяжести случая), то на практике чем больше статистическая база, тем точнее расчет рисков. В качестве базы можно взять все случаи травматизма за 10 лет по всем СПК, (привлекая к работе специалистов Минсельхозпрода) и распространить результаты на все СПК. Останется только привязать материалы к конкретным условиям в хозяйстве: у одних фермы с транспортерами навозоудаления, другие применяют беспривязное содержание КРС — риски разные.

#### ***Заключение***

На основе данных постоянно проводимого мониторинга за состоянием работы по охране труда, система управления охраной труда должна совершенствоваться, избирая при этом новые формы работы, отвечающие требованиям и условиям труда конкретной организации. Будущее СУОТ зависит от правильного соотношения между добровольным и обязательным подходом. Следует стремиться к более экономичной системе реализации, объединяющей добровольное начало и нормативный надзор.

#### ***Литература***

1. СТБ 18001–2009. Системы управления охраной труда. Требования. Взамен СТБ 18001–2005; введ. 2009–10–01. – Минск: Госстандарт, 2009. – 18с.

УДК 658.345

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОЛНИЕЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

*Федорчук А.И. к.т.н , доц., Довнар В.В , Самойлов А.С (БГАТУ, Минск)*

#### ***Введение***

Ежегодно в грозовой период от удара молнии гибнут люди и животные, повреждаются здания и сооружения, происходят пожары.

Как известно молния — это электрический разряд в атмосфере между заряженным облаком и землей или между разноименно заряженными частями облака. Разряд имеет преимущественно вид линейной молнии. Направленный вниз заряд между облаком и землей делится на лидерный (начальный) и главный (обратный). Обычно он начинается с прорастания от облака к земле слабо светящегося канала- ступенчатого лидера. При касании головки лидера земли возникает главный разряд. Он связан с нейтрализацией отрицательных зарядов лидера положительными зарядами земли и напоминает короткое замыкание.

Грозовой разряд оказывает тепловое, механическое и электромагнитное воздействие.

#### ***Основная часть***

Амплитуда тока молнии изменяется в широких пределах (от 20 до 250 кА). Наиболее вероятная скорость развития главного заряда приблизительно равна  $1/3$  скорости света. Ток главного разряда способен разогреть канал до температуры около  $10\,000...20\,000^{\circ}\text{C}$ .

Различают два вида поражений объектов молнией — первичное, связанное с прямым ударом, и вторичное, вызываемое электромагнитной и электростатической индукцией и заносом высоких потенциалов.

При прямом ударе, т.е. при непосредственном контакте молнии с объектом, через пораженный объект протекает весь ток молнии. Прохождение тока молнии через пораженный объект приводит к возникновению на нем волны импульсного напряжения с максимальным значением порядка сотен тысяч, а иногда и миллионов вольт. Появление столь высокого напряжения может вызвать электрические пробой на отдельные хорошо заземленные элементы объекта. Эти электрические разряды внутри незащищенного здания представляют большую опасность для жизни находящихся в нем людей, т.к. разряд может пройти через тело человека, если он в момент удара молнии в здании держался, например, за водопроводный кран или находился вблизи электро или радиопроводки, оказавшихся под воздействием разряда молний.

В сельской местности — разряды молнии приносят огромные убытки, особенно связанные с последующими пожарами.

Как указывалось, кроме прямых разрядов молнии в дом или постройку и проникновения в него высоких потенциалов через коммуникации, для взрывоопасных и пожароопасных помещений дома представляют также опасность вторичные воздействия молнии. Дело в том, что при разрядах молнии даже на удалении до 0,5–0,7 км от дома вследствие электростатической индукции на изолированных от земли металлических частях, находящихся внутри здания и на крыше, могут наводиться высокие потенциалы относительно земли. Разряд молнии сопровождается появлением в окружающем пространстве изменяющегося во времени магнитного поля. Магнитное поле индуцирует в контурах, образованных из протяженных различных металлических предметов (трубопроводов, электрических проводов и пр.), электродвижущую силу, величина которой зависит от силы тока прямого разряда молнии, размеров и конфигурации контура, взаимного расположения канала молнии по отношению к этому контуру. В замкнутых контурах появляется ток, нагревающий их отдельные элементы. Но в силу незначительной величины и кратковременного протекания, наведенный ток не представляет опасности.

В незамкнутых контурах ток вызывает искрение или сильный нагрев. Под действием наведенных напряжений, достигающих по величине десятков тысяч вольт, внутри дома могут возникать искры длиной в несколько сантиметров. Такая искра вряд ли может воспламенить горючие материалы, однако, если в помещении содержится взрывоопасная концентрация паров, газов или пыли горючих веществ, она может вызвать взрыв.

Ко вторичным проявлениям молнии относят также появления разности потенциалов внутри здания вследствие заноса высоких потенциалов по подземным и надземным металлическим коммуникациям (трубопроводам, кабелям, воздушным линиям связи, воздушным линиям электропередачи и т.п.), радио и телевизионным антеннам и др.

Таким образом, сельскохозяйственные постройки должны быть защищены от разрядов молнии. Защищая здания, мы защищаем находящихся в них людей и животных, которые могли быть поражены током молнии или могли пострадать в результате вызванного молнией взрыва или пожара.

Меры молниезащиты направлены на уменьшение риска в соответствии с типом повреждения. С экономической точки зрения меры молниезащиты рассматривают как эффективные, только если они соответствуют требованиям:

- по защите людей от поражения и от повреждений в здании;
- по защите от повреждения внутренних систем;
- по защите систем энергоснабжения.

Выбор наиболее подходящих мер молниезащиты должен проводиться в соответствии с долей каждого элемента риска в общем объеме риска R и в соответствии с техническими и экономическими аспектами различных защитных мер. Устанавливают самые важные параметры для определения наиболее эффективной меры для снижения риска R.

В соответствии с принятой классификацией зданий и сооружений по условиям защиты их от воздействия молнии в зависимости от степени опасности поражения молнией и выбора необходимых мер защиты все здания и сооружения разделяются на четыре категории.

К первой категории относятся здания и сооружения, в которых хранятся или перерабатываются в открытом виде взрывчатые вещества или внутри которых длительно сохраняются или систематически возникают смеси газов, паров или пыли горючих веществ с воздухом или другими окислителями, способные взорваться от электрической искры.

Ко второй категории относятся здания и сооружения, в которых взрывчатые или легковоспламеняющиеся вещества хранятся прочно закупоренными, а взрывоопасные смеси газов, паров или пыли с воздухом могут возникать только во время аварий или неисправностей.

Все прочие здания и сооружения, в том числе жилые дома и сельхозпостройки, разряд молнии в которые может вызвать пожар, механические разрушения и поражения людей и животных, относятся к третьей или четвертой категории. Они могут защищаться как отдельно стоящими молниеотводами, так и молниезащитными устройствами, устанавливаемыми на самом защищаемом объекте.

Защитные функции молниеотводов различных конструкций основываются на свойстве молнии с большей вероятностью поражать более высокие и хорошо заземленные металлические предметы по сравнению с другими, отличными по электропроводности и степени заземления предметами.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода имеет форму, показанную на рисунок 1.

Для молниеотводов высотой  $h \leq 30$  м коэффициент защиты одиночного стержневого молниеотвода равен:

$$K_x = \frac{r_x}{h_a} = \frac{1,6}{\left(1 + \frac{h_x}{h}\right)} \quad (1)$$

где:  $r_x$  — радиус защиты на высоте  $h_x$ ;

$h$  — высота молниеотвода;

$h_x$  — высота защищаемого объекта;

$h_a = h - h_x$  — активная высота молниеотвода.

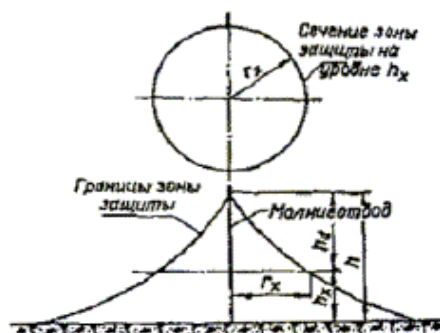


Рисунок 1 — Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Решая уравнение (1) относительно  $r_x$ , получим формулу\* для определения радиуса защиты молниеотвода при заданной его высоте:

$$r_x = \frac{1,6h_a}{1 + \frac{h_x}{h}} \quad (2)$$

Принимая высоту молниеотвода  $h$  для защиты объекта определенной высоты, вычисляем радиус зоны защиты  $r_x$ . Если полученная зона перекрывает по ширине защищаемый объект, значит высота молниеотвода выбрана верно.

Если же ширина зоны недостаточна, то надо увеличить высоту молниеотвода и сделать расчет вторично, и так до тех пор, пока не будет подобрана необходимая высота молниеотвода.

В целях упрощения выбора высоты молниеотводов приводится номограмма рисунок 2, по которой, зная высоту защищаемого объекта и необходимый радиус зоны защиты на этой высоте  $r_x$ , определяем высоту молниеотвода.

Или, наоборот, зная высоту молниеотвода и высоту защищаемого объекта, можно определить радиус зоны защиты на этой высоте.

Заземление молниеотводов выполняется с помощью забитых в землю вертикальных стальных стержней, уголков или труб, которые объединяются стальной полосой или прутком.

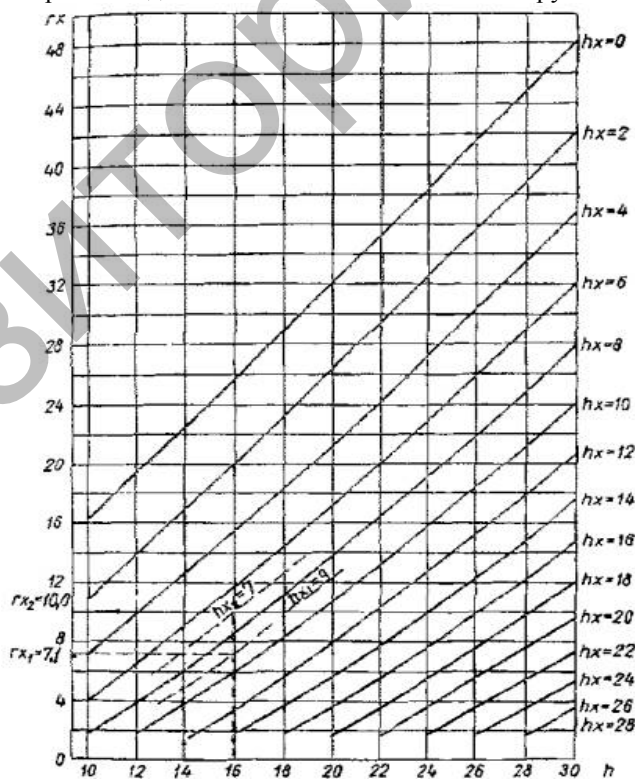


Рисунок 2 — Номограмма для определения высоты одиночного стержневого молниеотвода

Сопротивление одного вертикально забитого заземляющего электрода  $R$  может быть рассчитано по формуле, Ом:

$$R = 0,37 \frac{\rho}{l} \lg \frac{4l}{d} \quad (3)$$

где  $\rho$  — удельное сопротивление грунта, Ом · м;

$l$  — длина электрода, м;

$d$  — внешний диаметр для стержней и труб (или ширина полки уголка), м.

Применяются также заземлители, выполненные из стали круглого сечения или из полосовой стали, которые закладываются горизонтально на глубине 0,5–0,7 м. Сопротивление горизонтального заземлителя в виде луча рассчитывается по формуле, Ом:

$$R = 0,37 \frac{\rho}{l} \lg \frac{l^2}{td} \quad (4)$$

где  $l$  — длина электрода, м;

$t$  — глубина заложения, м;

$d$  — диаметр проводника круглого сечения или половина ширины стальной полосы, м.

Сопротивление горизонтального заземлителя в виде кольца диаметром  $D$  из круглой стали диаметром  $d$  (или полосы шириной  $2d$ ), уложенного на глубине  $t$  ( $t < D/2$ ), равно, Ом:

$$R = 0,37 \frac{\rho}{l} \lg \frac{4\pi D^2}{td} \quad (5)$$

Однако, при токах молнии плотность стекающего с электрода тока велика, поэтому в земле вблизи поверхности электрода создаются очень высокие напряженности электрического поля, превосходящие по величине пробивные напряженности для земли. Другими словами, в земле вблизи поверхности электрода ток молнии создает очень большое падение напряжения. Под действием этого падения напряжения вблизи электрода происходит пробой почвы, образуется зона искрения, как бы увеличивающая поперечные размеры электрода. Сопротивление электрода уменьшается. Этот эффект, возникающий при растекании тока молнии, учитывается так называемым импульсным коэффициентом  $\alpha_{II}$ , который определяется экспериментально. Для вертикальных электродов и полос небольшой длины (до 10 м)  $\alpha_{II} < 1$ . Сопротивление электрода  $R_{II}$  при стекании с него тока молнии определяется как

$$R_{II} = \alpha_{II} R \quad (6)$$

и носит название импульсного сопротивления заземления. Эту величину используют при определении допустимых расстояний между молниеотводом и защищаемым объектом.

Коэффициент  $\alpha_{II}$  зависит от рода грунта и от величины тока, проходящего через один электрод заземлителя. Значения  $\alpha_{II}$  приведены в таблице 1.

Если заземление выполняется несколькими стержнями или полосами, то сопротивление его при прохождении тока молнии будет иметь величину, Ом:

$$R_{II} = \frac{\alpha_{II} R}{\eta_{II} n} \quad (7)$$

где  $n$  — число электродов;  $\eta_{II}$  — импульсный коэффициент использования.

Таблица 1 — Значения импульсного коэффициента

Заземлитель	Грунт			
	Глина, чернозем	Суглинок	Супесок	Песок
1	2	3	4	5
Вертикальные стержни, шт.:				
2–4	0,5	0,45	0,3	–
8	0,7	0,55	0,4	0,3
Две горизонтальные полосы длиной по 5 м, расходящиеся в противоположные стороны от точки присоединения токоотвода	0,65	0,55	0,45	0,4
Три полосы длиной по 5 м, симметрично расходящиеся от точки присоединения токоотвода (под углом 120°)	0,7	0,6	0,5	0,45

Коэффициент  $\eta_{II}$  учитывает ухудшение условий стекания тока с заземлителя, состоящего из нескольких близко расположенных электродов, вследствие взаимного экранирования последних.

При устройстве молниезащиты животноводческих построек необходимо учесть то обстоятельство, что животные (особенно лошади) очень чувствительны к шаговым напряжениям, возникающим при растекании тока разряда от прямого удара в молниеотвод. Опасность шаговых напряжений для животных усугубляется тем, что полы в помещениях для скота в достаточной мере электропроводны. Поэтому, кроме защиты от прямых ударов молнии самих животноводческих строений, нужно обратить особое внимание на защиту животных от шаговых напряжений.

Наилучшим видом защиты животноводческих строений, совмещающим решение обеих задач, является молниезащита с помощью отдельно стоящих молниеотводов, заземлители которых удалены на достаточное

### **Секция 3: Охрана труда на предприятиях АПК**

---

расстояние от зданий.

Для животноводческих построек расстояние от заземлителей молниеотводов до сети водопровода и заземлителей электроустановок должно быть не менее 4 м.

Заглубление заземлителей в грунте должно быть не менее 0,5–0,7 м, а вблизи животноводческих построек – не менее 1 м.

Минимальное расстояние от стен строения до места установки молниеотвода и заземлителя — 4–5 м при сопротивлении растекания заземлителя молниеотвода 10 Ом.

Выбор места установки молниеотводов должен быть произведен с таким расчетом, чтобы зона защиты молниеотводов перекрывала габарит защищаемого здания при минимальной высоте молниеотводов.

Во всех случаях надо стремиться к тому, чтобы молниеотводы и их заземлители не устраивались у мест входов в здания, так как молниеотводы у входов мешают выгону скота, а во время грозового разряда могут явиться причиной гибели животных. Поэтому желательно оградить места установки молниеотводов на расстоянии 3–4 м от него.

#### **Заключение**

Для пожароопасных и взрывоопасных помещений сельскохозяйственных объектов, значительную опасность представляет вторичное воздействие молнии вследствие электрической индукции, магнитного поля и запаса высоких потенциалов.

Представлена номограмма для определения высоты поднятия стержневых молниеотводов, обеспечивающих необходимые зоны защиты; рассмотрены расчетные зависимости и необходимые параметры заземлений молниеотводов; указаны особенности молниезащиты животноводческих построек.

#### **Литература**

1. ТКП 336–2011 (02230) Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций.
  2. Стандарт МЭК 1024-1-1 Молниезащита сооружений. Часть 1. Общие положения. Раздел 1. Руководство А – выбор уровней (категорий) защиты для систем молниезащиты, 1993.
  3. IEC 62305–1:2006 Protection against lightning Part 1: General principles (Защита от атмосферного электричества. Часть 1. Общие принципы).
  4. IEC 62305–3:2006 Protection against lightning — Part3: Physical damage to structures and life hazard (Защита от атмосферного электричества. Часть 3. Физические повреждения конструкций и опасность).
  5. Федорчук А.И. Производственная безопасность – Минск: Техноперспектива. — 2005.
- 

УДК 631.363

### **МЕХАНИЗМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИЦЕПНЫХ ПОЛЕВЫХ ШТАНГОВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ С ШИРИНОЙ ЗАХВАТА 18 И БОЛЕЕ МЕТРОВ**

*Крук И.С., к.т.н., доц., Назарова Г.Ф., (БГАТУ, Минск);*

*Гордеенко О.В., к.т.н., доц., (БГСХА, Горки); Агейчик В.А., к.т.н., доц., (БГАТУ, Минск);*

*Бабич В.Е., к.т.н., Новиков А.А., (ИП и ПК МЧС Республики Беларусь, Минск);*

*Корженевич П.С. (БГАТУ, Минск)*

#### **Введение**

Современный уровень развития полевых штанговых опрыскивателей характеризуется возрастающими требованиями к их конструкциям. Данные агрегаты должны обеспечивать не только качественное выполнение технологического процесса, но и безопасные условия труда для механизаторов и обслуживающего персонала в процессе эксплуатации. Штанги широкозахватных полевых опрыскивателей в процессе работы подвержены вертикальным и горизонтальным динамическим нагрузкам, которые могут быть вызваны резкими изменениями рабочей скорости и направления движения агрегата, копированием его колесами неровностей поля. Их воздействие может привести к поломкам несущей конструкции, для устранения которых необходимо проведение сварочных работ. Чтобы перевести поломанную штангу из рабочего в транспортное положение, механизатору необходимо приложить физические усилия, в результате которых можно получить травму. Поэтому при проектировании полевых опрыскивателей особое внимание уделяется разработке систем гашения колебания штанги и обеспечения плавности ее хода.

#### **Основная часть**

Исполнение несущей конструкции штанги и способ ее крепления к раме опрыскивателя определяют его надежность и технологические режимы работы, а также качество выполняемого процесса. Жесткое крепление штанги или ее составных частей к несущей раме машины оправдано при ширине захвата до 15 м и рабочих скоростях до 7 км/ч [1] при условии обработки полей с выровненным микрорельефом и не засоренных камнями. Несоблюдение данных требований приводит к поломке металлических секций штанги (рисунок 1), временным простоям техники, а следовательно, нарушению сроков проведения операций химической защиты растений.