

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические указания по разделу дипломного проекта
для студентов специальностей
1-74 06 05 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства»,
1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов
и производств»

Минск
БГАТУ
2009

УДК 614.8(07)
ББК 68.9 я7
Б 40

Рекомендовано научно-методическим советом агроэнергетического
факультета БГАТУ

Протокол № 7 от 11 марта 2009 г.

Авторы:

д-р техн. наук, проф. *Л.В. Мисун*;
канд. техн. наук, доц. *А.И. Федорчук*;
ст. преподаватель *В.Г. Андруш*;
ст. преподаватель *Л.Ю. Цвирко*

Рецензенты:

канд. техн. наук, доц. БНТУ *Л.П. Филянович*;
канд. техн. наук, доц. БГАТУ *Н.Е. Шевчик*

Безопасность жизнедеятельности : метод. указ. /
Б40 Л.В. Мисун [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2009. – 28 с.

© БГАТУ, 2009

Содержание

Введение.....	4
1. Общие положения.....	5
2. Методика сбора материала на преддипломной практике... ..	6
3. Структура и содержание раздела «Безопасность жизнедеятельности».....	7
3.1 Требования безопасности при монтаже и эксплуатации электрооборудования.....	7
3.2 Расчет (применительно к теме).....	7
3.3 Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных экологически неблагоприятных ситуациях.....	7
Литература.....	9
Приложение 1	
Расчетная проверка эффективности зануления электрооборудования на отключающую способность.....	11
Приложение 2	
Расчет заземляющего устройства ТП 10/0,4 кВ.....	15
Приложение 3	
Выбор и использование УЗО.....	19
Приложение 4	
Расчет молниезащиты объекта.....	22

Введение

Подготовка кадров по специальности «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства» и «Автоматизация технологических процессов и производств» не возможна без знания вопросов по обеспечению безопасных условий труда в электрифицированном производстве. Поэтому при работе над дипломным проектом, который является заключительным этапом обучения студентов в виде одной из основных задач, решаемых студентом, является обеспечение электробезопасности на объекте.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» студент должен показать наличие у него необходимых теоретических и практических знаний по требованиям электробезопасности при монтаже и эксплуатации электрооборудования объекта проектирования, по обеспечению безопасности труда, требований пожаро- и взрывобезопасности, в том числе в чрезвычайных экологически неблагоприятных ситуациях. Только при этих условиях проект может быть оценен положительно. Если в дипломном проекте эти вопросы не решены или рассмотрены поверхностно без видимого анализа и обоснования трудовых решений, то такая работа считается неполноценной и не допускается к защите.

1. Общие положения

Раздел «Безопасность жизнедеятельности» должен состоять из трех основных частей.

1.1. Требования безопасности при монтаже и эксплуатации электрооборудования объекта

1.2. Расчет применительно к теме проекта

1.3. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных и экологически неблагоприятных ситуациях

Ориентировочный объем раздела – 10–12 листов, включая таблицы, графики и т. д.

В разделе должны быть изложены конкретные решения вопросов по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарным мероприятиям, влияние производства на окружающую среду, вопросы обеспечения безопасной жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях, принятые на основании действующих норм, правил, расчетов, а в отдельных случаях – с необходимыми ссылками на типовые решения. Все вопросы должны разрабатываться не в форме инструкций по охране труда, а в форме научно-технического обоснования принимаемых решений. Стиль изложения должен носить характер инженерных пояснений, описания мероприятий по безопасности труда и экологической безопасности, которые разрабатываются в данном дипломном проекте.

Содержание раздела должно соответствовать теме дипломного проекта. Кроме того, вопросы охраны труда могут найти отражение и в других разделах дипломного проекта. При этом указываются отдельные правила охраны труда, связанные с разрабатываемой частью дипломного проекта. В таких случаях в разделе «Безопасность жизнедеятельности» должны быть ссылки на чертежи и страницы пояснительной записки дипломного проекта, где рассматриваются эти вопросы.

Ссылки на литературные источники и нормативные материалы даются в обычном порядке при помощи цифры, заключенной в прямые скобки, обозначающей порядковый номер источника в списке литературы. Литература по разделу «Безопасность жизнедеятельности» приводится в общем списке использованных источников, помещенной в конце пояснительной записки дипломного проекта.

Задание по дипломному проектированию раздела «Безопасность жизнедеятельности» ведется консультантом-преподавателем ка-

федры «Безопасность жизнедеятельности» после выдачи основного задания дипломного проектирования, до начала преддипломной практики.

Раздел «Безопасность жизнедеятельности» размещается перед разделом, который посвящен экономическому обоснованию дипломного проекта.

После выполнения студентом раздела консультант-преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности» проверяет и подписывает черновой экземпляр. После проверки раздела дипломного проекта консультант-преподаватель ставит свою подпись на титульном листе пояснительной записки проекта и на листах графической части, относящихся к разделу «Безопасность жизнедеятельности» до подписания дипломного проекта руководителем.

2. Методика сбора материала на преддипломной практике

2.1. Изучить состояние охраны труда: организация, проведение и оформление инструктажей по технике безопасности (ТБ) и обучение по охране труда, состояние отчетности, соблюдение правил расследования и учета несчастных случаев на производстве, организация контроля по охране труда.

2.2. Изучить состояние электробезопасности на объекте проектирования (соответствие электроустановок и электросетей требованиям нормативной документации). При этом особое внимание обратить на защитные средства, своевременность контроля изоляции, заземляющих устройств, проверку изолирующих защитных средств, соответствие электроустановок видам помещений, нагрузке и т. д.

2.3. Изучить организацию пожарной охраны на объекте, наличие пожарного оборудования и средств тушения пожаров, средств защиты электрических линий и зданий от атмосферного электричества, средств защиты от заноса высоких потенциалов через наземные и подземные коммуникации и от статического электричества, наличие средств автоматизации для этих целей.

2.4. Необходимо установить виды электрооборудования, электрических сетей, коммутирующих устройств, защитных средств, средств автоматизации и др., не соответствующих нормативной документации, и сделать предложения по их совершенствованию или предложить заменить новыми.

2.5. Разработать мероприятия по улучшению электробезопасности и производственной санитарии.

2.6. Ознакомить администрацию предприятия с полученными результатами и оценками.

3. Структура и содержание раздела «Безопасность жизнедеятельности»

3.1. Требования безопасности при монтаже и эксплуатации электрооборудования (а дальше каждый дипломник пишет свое название объекта)

По этому вопросу необходимо излагать материал конкретно относящийся к своему объекту и привязать его к своему специальному вопросу. Например, если задание связано с внешними сетями (тема: «Электроснабжение или энергоснабжение или электрификация объекта...»), то описывается техника безопасности при монтаже электрооборудования для внешних сетей или трансформаторных подстанций, при работах на высоте на опорах, погрузочно-разгрузочных работах, сварочных и земляных работах и т. д.

Если задание связано с монтажом электрооборудования внутри помещений, то надо охарактеризовать объект по классу опасности поражения электрическим током, указать меры защиты от поражения электрическим током (заземление, зануление, УВЭП, УЗО), организационные и технические мероприятия электробезопасности.

3.2. Расчет применительно к теме

В этом пункте надо дать один из расчетов. Могут быть расчеты в зависимости от темы проекта и специального вопроса (по указанию консультанта проекта):

- расчетная проверка эффективности зануления электрооборудования на отключающую способность (приложение 1);
- расчет заземляющих устройств (приложение 2);
- выбор устройства защитного отключения (УЗО) (приложение 3);
- расчет молниезащиты (приложение 4).

3.3. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных экологически неблагоприятных ситуациях

Возможно выполнение расчета по указанию консультанта проекта по одному из вариантов:

- оценка устойчивости функционирования объекта в чрезвычайной ситуации;
 - определение категории объекта АПК по пожарной опасности;
 - оценка радиационной обстановки и режим работы обслуживающего персонала в условиях радиоактивного заражения местности;
 - расчет зоны химического заражения при аварии на объекте АПК;
 - оценка инженерной защиты работников сельскохозяйственных предприятий;
 - расчет выбросов вредных веществ и топлива сгораемого в котлоагрегатах;
 - определение опасности источника выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
 - оценка загрязнения окружающей среды от размещения отходов производства и потребления объектов АПК.
- В зависимости от темы дипломного проекта и выполненного расчета рекомендуется рассмотреть один из предложенных консультантом дипломного проекта вопросов:
- пути и способы повышения устойчивости функционирования объекта АПК в чрезвычайных ситуациях;
 - меры пожароопасности и обеспечение объекта АПК средствами пожаротушения;
 - приборное обеспечение для измерения удельной или объемной активности радионуклидов в пробах продуктов питания и объектов природной среды;
 - организация контроля радиоактивного и химического заражения людей, техники и оборудования;
 - оценка возможных последствий чрезвычайной ситуации на объектах АПК;
 - организация и порядок проведения дезактивации оборудования на объекте АПК;
 - подготовка заглубленных помещений объекта АПК (подвала, погреба и т. д.) под противорадиационное укрытие;
 - пути снижения энергетическими объектами выбросов в атмосферу;
 - организация производственного экологического контроля на объекте АПК;
 - периодичность контроля и отчетности объекта АПК за атмосферно-охранную деятельность.

Литература

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. — Мн.: «Дизайн ПРО», 2007.
2. Правила устройства электроустановок. – 6-е изд., перераб. и дополненное с изменениями, – М.: Главгосэнергонадзор, 1998.
3. ГОСТ 30331.3–95 Электроустановки зданий.
4. РД 34.21.122–87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. – М.: Союзтехэнерго. 1989.
5. Федорчук, А.И. Охрана труда при эксплуатации электроустановок / А.И. Федорчук, Л.П. Филянович, Е.А. Милаш. — Мн.: ЗАО «Техноперспектива», 2003.
6. Федорчук, А.И. Защита от атмосферного электричества: метод. указания / А.И. Федорчук, Л.Ю. Цвирко, Р.А. Репин – Мн.: БГАТУ, 1986.
7. Федорчук, А.И. Производственная безопасность / А.И. Федорчук. – Мн.: Техноперспектива, 2005.
8. Федорчук, А.И. Расчет заземляющих устройств трансформаторных подстанций: метод. указания / А.И. Федорчук, Л.Ю. Цвирко. – Мн.: БГАТУ, 1998.
9. Федорчук, А.И. Устройство выравнивания электрических потенциалов на животноводческих фермах. – Мн.: БГАТУ, 2002.
10. Кордюмов, В.И., Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности / В.И. Кордюмов, Б.И. Зотов. – М.: Колос С, 2005.
11. Луковников, А.В. Охрана труда / В.С. Шкрабак, А.В. Луковников. – М.: Агропромиздат, 1991.
12. Мисун, Л.В. Инженерная экология в АПК : пособие для студ. инженерных специальностей с.-х. вузов / Л.В. Мисун, И.Н. Мисун, В.М. Гришук. – Мн.: БГАТУ, 2007.
13. Мисун, Л.В. Оценка радиационной и химической обстановки : метод. пособие / Л.В. Мисун, В.В. Ковалевич, И.Н. Марцуль. – Мн.: БГАТУ, 2001.
14. Оценка устойчивости потенциально опасных объектов : метод. указания / сост. Л.В. Мисун, В.В. Ковалевич. – Мн.: БГАТУ, 1999.
15. Использование защитных сооружений в чрезвычайных ситуациях : метод. указания / сост. Мисун Л.В. [и др.]. – Мн.: БГАТУ, 2008.
16. Оценка обстановки при авариях на химически опасных объектах : метод. указания / сост. Мисун Л.В. [и др.]. – Мн.: БГАТУ, 2008.
17. Организация и проведение производственного экологического контроля объекта-природопользователя : метод. указания / сост. Мисун Л.В. [и др.]. – Мн.: БГАТУ, 2005.
18. Дорожко, С.В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие. В 3 ч. Ч. 1 Чрезвычайные ситуации и их предупреждение / С.В. Дорожко [и др.]. – 2-е изд. – Мн.: Дикта, 2008.
19. Дорожко, С.В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие. В 3 ч. Ч. 2 Система выживания населения и защита территорий в чрезвычайных ситуациях / С.В. Дорожко [и др.]. – 2-е изд. – Мн.: Дикта, 2008.
20. Дорожко, С.В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие. В 3 ч. Ч. 3 Радиационная безопасность / С.В. Дорожко [и др.]. – 2-е изд. – Мн.: Дикта, 2008.

Приложение 1

Расчетная проверка эффективности зануления электрооборудования на отключающую способность

Данная проверка производится на стадии проектирования объекта электрификации. Для быстрого автоматического отключения участка сети с зануленными электроприемниками следует соблюдать условие:

$$I_{кз}^{(1)} \geq \kappa I_y,$$

где $I_{кз}^{(1)}$ – ток однофазного короткого замыкания в конце данного участка;

κ – коэффициент чувствительности защиты (кратности тока);

I_y – ток уставки защитного аппарата данной электрической установки.

Исходя из этого, необходимо, чтобы ток $I_{кз}^{(1)}$ не менее чем в 3 раза превышал номинальный ток плавкой вставки (ток уставки) I_y защищающего его предохранителя или номинальный ток расцепителя автомата с зависимой от тока характеристикой, например, тепловой расцепитель, т. е.

$$I_{кз}^{(1)} \geq 3I_y.$$

Во взрывоопасных помещениях или взрывоопасных наружных электроустановках при использовании предохранителей необходимо выполнить условие:

$$I_{кз}^{(1)} \geq 4I_y,$$

а при использовании автоматов с зависимой характеристикой:

$$I_{кз}^{(1)} \geq 6I_y.$$

При защите сетей автоматическими выключателями, имеющими только электромагнитный расцепитель (отсечку), должен обеспечиваться ток не ниже уставки тока мгновенного срабатывания, умноженный на коэффициент, учитывающий разброс (по заводским данным), и на коэффициент запаса 1,1. В случае отсутствия заводских данных при использовании автоматического выключателя, имеющего расцепитель с независимой характеристикой (отсечкой),

при номинальном токе автомата до 100 А ток однофазного короткого замыкания на зануленной электроустановке должен быть [2]:

$$I_{кз}^{(1)} \geq 1,4I_y,$$

а при номинальном токе более 100 А

$$I_{кз}^{(1)} \geq 1,25I_y.$$

Ток однофазного короткого замыкания для проверки указанных выше соотношений:

$$I_{кз} = U_{\phi} / (Z_{\Pi} + Z_T),$$

где U_{ϕ} – фазное номинальное напряжение (обычно 220 В);

Z_{Π} – полное сопротивление петли фаза-нуль, Ом;

Z_T – сопротивление фазы трансформатора току однофазного короткого замыкания, Ом.

Полное сопротивление петли фаза-нуль определяют по формуле:

$$Z_n = \sum_i^n l \sqrt{(R_{\phi} + R_n)^2 + (X_{\phi} + X_n + X_{\Pi})^2},$$

где n – количество участков линии определенного сечения;

l – длина данного участка линии, м;

R_{ϕ}, R_n – удельные активные сопротивления соответственно фазного и нулевого проводников, Ом/км, рассчитывают по формуле:

$$R = \rho / S,$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление материала: для меди $\rho = 18$ Ом·мм²/км, для алюминия $\rho = 28$ Ом·мм²/км;

S – площадь сечения проводника, мм²;

X_{ϕ}, X_n – удельные внутренние индуктивные сопротивления соответственно фазного и нулевого проводников, Ом/км (если проводники выполнены из цветных металлов X_{ϕ} и X_n можно считать равными нулю);

X_{Π} – удельное внешнее индуктивное сопротивление петли проводников фаза-нуль: для воздушных линий ориентировочно 0,6 Ом/км; для проводки на изоляторах внутри помещений 0,5 Ом/км; для проводки на роликах 0,4 Ом/км; для проводки в трубах 0,15 Ом/км; для кабелей – 0.

Сопротивление фазы трансформатора току однофазного короткого замыкания, Ом, при вторичном номинальном напряжении трансформатора 400/230 В можно приближенно рассчитать по формуле:

$$Z_T = K_T / P_H,$$

где $K_T = 26$ при схеме трансформатора звезда-звезда с нулем и номинальном первичном напряжении $U_{H1} = 6...35$ кВ; $K_T = 7,5$ при схеме звезда-зигзаг с нулем и $U_{H1} = 6...10$ кВ и $K_T = 10$ при той же схеме и $U_{H1} = 20...35$ кВ;

P_H – номинальная мощность трансформатора, кВа.

Если разные участки линии выполнены проводниками неодинаковых марок, то Z_n вычисляют для каждого участка отдельно, а затем находят их арифметическую сумму.

Пример

Определить, обеспечивается ли отключающая способность зануления электроустановки, запитываемой от воздушной линии 380/220 В длиной $l = 200$ м. Электроустановка защищена автоматическим выключателем с номинальным током теплового расцепителя $I_v = 80$ А. Фазные провода и нулевой провод сети выполнены из алюминия и имеют сечение соответственно 25 и 16 мм². Сеть питается от трансформатора 10/0,4 кВ мощностью $P_H = 250$ кВА.

Решение.

Наименьшее допустимое значение тока короткого однофазного замыкания:

$$I_{кз доп}^{(1)} \geq 3 I_v = 3 \times 80 = 240 \text{ А.}$$

Сопротивление фазы трансформатора току однофазного короткого замыкания:

$$Z_T = K_T / P_H = 26 / 250 = 0,104 \text{ Ом.}$$

Принимая для проводников, выполненных из цветных металлов, X_ϕ и X_n равными нулю, определяем полное сопротивление петли фаза-нуль:

$$Z_n = \sum l \sqrt{(R_\phi + R_n)^2 + (X_\phi + X_n + X_n)^2} = 0,2 \sqrt{\left(\frac{28}{25} + \frac{28}{16}\right)^2 + 0,6^2} = 0,678 \text{ Ом.}$$

Находим действительную силу тока однофазного короткого замыкания, проходящего по петле фаза-нуль,

$$I_{кз} = U_\phi / (Z_n + Z_T) = 220 / (0,678 + 0,104) = 281 \text{ А.}$$

Так как полученное расчетное значение тока короткого замыкания $I_{кз.р} = 281$ А превышает наименьший допустимый ток по условиям срабатывания автомата защиты $I_{кз доп} = 240$ А, то отключающая способность зануления в рассматриваемом случае обеспечена.

Приложение 2

Расчет заземляющего устройства ТП 10/0,4 кВ

Исходные данные

ТП 10/0,4 кВ расположена в третьей климатической зоне. От подстанции отходят две воздушные линии 380/220 В, на которых, согласно ПУЭ, намечено выполнить 6 повторных заземлений нулевого провода. Удельное сопротивление грунта, измеренное при нормальной влажности, $\rho_{\text{изм}} = 120 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Заземляющий контур в виде прямоугольного четырехугольника выполняется путем заложения в грунт вертикальных стальных стержней длиной $l_{\text{в}} = 5 \text{ м}$ и диаметром $d = 12 \text{ мм}$, соединенных между собой стальной полосой 40 х 4 мм. Глубина заложения стержней $t_{\text{в}} = 0,6 \text{ м}$, полосы $t_{\text{г}} = 0,7 \text{ м}$. Ток замыкания на землю на стороне 10 кВ по данным РЭС $I_3 = 8 \text{ А}$.

Решение

Для определения расчетного сопротивления грунта для вертикальных заземлителей $\rho_{\text{р.в}}$ находим коэффициент сезонности $K_c = 1,15$ и коэффициент состояния грунта при измерении $K_1 = 1$ [8, 11].

$$\rho_{\text{р.в}} = K_c K_1 \rho_{\text{изм}}, \text{ Ом}\cdot\text{м};$$

$$\rho_{\text{р.в}} = 1,15 \times 1,0 \times 120 = 138, \text{ Ом}\cdot\text{м}.$$

Определяем сопротивление растеканию тока одного вертикального электрода.

$$R_{\text{в}} = \frac{0,366 \rho_{\text{р.в}}}{l_{\text{в}}} \left(\lg \frac{K_{\text{в}} l_{\text{в}}}{d} + 0,5 \lg \frac{4t_{\text{в.с}} + l_{\text{в}}}{4t_{\text{в.с}} - l_{\text{в}}} \right), \text{ Ом}$$

где $K_{\text{в}}$ – числовой коэффициент (для круглых стержней $K_{\text{в}} = 2$; для уголков $K_{\text{в}} = 2,1$);

$t_{\text{в.с}}$ – расстояние от поверхности земли до середины вертикального электрода

$$t_{\text{в.с}} = t_{\text{в}} + \frac{l_{\text{в}}}{2}, \text{ м}$$

$$t_{\text{в.с}} = 0,6 + \frac{5}{2} = 3,1, \text{ м},$$

находим:

$$R_{\text{в}} = \frac{0,366 \times 138}{5} \left(\lg \frac{2 \times 5}{0,012} + 0,5 \lg \frac{4 \times 3,1 + 5}{4 \times 3,1 - 5} \right) = 31,4, \text{ Ом}.$$

Согласно ПУЭ, сопротивление повторного заземления нулевого провода $r_{\text{зп}}$ на ВЛ напряжением 380/220 В не должно превышать 30 Ом, а для всех повторных и грозозащитных заземлений одной такой линии $r_{\text{зпл}} \leq 10 \text{ Ом}$ при $\rho \leq 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. При $\rho > 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ для одного повторного заземлителя допускается принимать:

$$r_{\text{зп}} \leq \frac{30\rho}{100}, \text{ Ом}$$

Для нашего примера:

$$r_{\text{зп}} = \frac{30\rho}{100} = \frac{30 \cdot 138}{100} \approx 41, \text{ Ом}$$

Для повторного заземления принимаем один стержень длиной $l_{\text{в}} = 5 \text{ м}$ и диаметром 12 мм, сопротивление которого $r_{\text{зп}} = 31,4 \text{ Ом} < 41 \text{ Ом}$ (стержень для повторных заземлений такой же как и для контура заземления).

Общее сопротивление всех шести повторных заземлений:

$$r_{\text{зпл}} = \frac{R_{\text{в}}}{n} = \frac{31,4}{6} = 5,2, \text{ Ом}.$$

Определяем расчетное сопротивление заземления нейтрали трансформатора с учетом повторных заземлений при условии, что $r_3 \leq 4 \text{ Ом}$.

Так как $\rho_{\text{р.в}} = 138 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, то

$$r_3 \leq 4 \times \frac{138}{100} = 5,5, \text{ Ом}.$$

Таким образом, повторное заземление обеспечивает условие, т. к. $r_{\text{зпл}} < r_3$.

Согласно другому условию сопротивление искусственного заземляющего устройства при подсоединении к нему электрооборудования до и выше 1000 В не должно быть более 10 Ом и $\frac{125}{I_3}$, если последнее

значение меньше 10 Ом:

$$r_u = \frac{125}{8} = 15,6, \text{ Ом.}$$

Так как $10 \text{ Ом} < 15,6 \text{ Ом}$, принимаем для расчета $r_u = 10 \text{ Ом}$.
 Определяем теоретическое число стержней:

$$n_T = \frac{R_B}{r_u} = \frac{31,4}{10} = 3,14$$

Принимаем 4 стержня и располагаем их на расстоянии друг от друга a , не меньше длины стержня, т. е. $a = l_B = 5 \text{ м}$.

Получаем длину полосы связи $l_n = an = 5 \times 4 = 20 \text{ м}$.

По таблицам [8, 11] для полосы связи находим $K_c = 2,1$, $K_1 = 1$.

Расчетное сопротивление грунта для полосы связи:

$$\rho_{\text{пр}} = K_c K_1 \rho_{\text{изм}} = 2,1 \times 1,0 \times 120 = 252, \text{ Ом}\cdot\text{м.}$$

Расчетное сопротивление полосы связи определяем по формуле:

$$R_{\Gamma} = \frac{0,366 \rho_{\text{пр}}}{l_n} \lg \frac{K_{\Gamma} l_n^2}{d_{\Gamma} t_{\Gamma}}, \text{ Ом}$$

где K_{Γ} – коэффициент горизонтального заземлителя (для круглого сечения $K_{\Gamma} = 1$, для прямоугольной полосы $K_{\Gamma} = 2$).

Получаем:

$$R_{\Gamma} = \frac{0,366 \times 252}{20} \lg \frac{2 \times 20^2}{0,04 \times 0,7} = 20,5, \text{ Ом.}$$

Определяем коэффициенты использования (экранирования) вертикальных заземлителей η_B и горизонтальных η_{Γ} в зависимости от n и $\frac{a}{l_B}$

При $n = 4$ и $\frac{a}{l_B} = \frac{5}{5} = 1$ по графикам (или таблицам) [8, 11] находим соответственно $\eta_B = 0,68$; $\eta_{\Gamma} = 0,45$.

Определяем в первом приближении действительное число стержней n_d :

$$n_d = \frac{R_B \eta_{\Gamma}}{\eta_B} \left(\frac{1}{r_u \eta_{\Gamma}} - \frac{1}{R_{\Gamma}} \right);$$

$$n_d = \frac{31,4 \times 0,45}{0,68} \left(\frac{1}{10 \times 0,45} - \frac{1}{20,5} \right) = 3,6.$$

Принимаем к монтажу $n_d = 4$ стержня и проводим поверочный расчет.

Действительное сопротивление искусственного заземления определяем по формуле:

$$r_d = \frac{R_B R_{\Gamma}}{R_{\Gamma} n_d \eta_B + R_B \eta_{\Gamma}} = 9,2;$$

$$r_d = \frac{31,4 \times 20,5}{20,5 \times 4 \times 0,68 + 31,4 \times 0,45} = 9,2 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом.}$$

Сопротивление заземляющего устройства с учетом повторных заземлений находим по формуле:

$$r_3 = \frac{r_d r_{\text{зпл}}}{r_d + r_{\text{зпл}}}.$$

Получаем

$$r_3 = \frac{9,2 \times 5,2}{9,2 + 5,2} = 3,3 \text{ Ом} < 5,5 \text{ Ом,}$$

что удовлетворяет требованиям ПУЭ.

Заземлитель представляет собой квадрат $5 \times 5 \text{ м}$, внутри которого расположена подстанция. К заземлителю подключены нулевые провода линий, имеющих шесть повторных заземлений, одно из повторных заземлений каждой линии расположено в непосредственной близости от ТП (не более 100 м).

Приложение 3

Выбор и использование УЗО

В сельскохозяйственном производстве устройством защитного отключения (УЗО) в первую очередь рекомендуется снабжать передвижные электрифицированные установки с кабельным способом питания: на животноводческих фермах — кормораздаточные агрегаты, особенно с использованием для канализации энергии кабель-штор; на открытых зерноочистительных токах, зернопунктах — передвижные транспортеры, зернопогрузчики, зернопульты и другие машины; в механических мастерских, гаражах — передвижные моечные агрегаты, насосы. Место установки УЗО для этих машин нужно выбрать так, чтобы в зону его защиты входил питающий кабель. Зоной защиты УЗО является вся цепь, расположенная после УЗО по ходу энергии.

Для передвижных установок целесообразно применять в качестве индивидуальной защиты устройства с номинальным отключающим дифференциальным током (током уставки) не более 10 мА. Тип заземления сети (*TN-C*, *TN-S* или *TN-C-S*) в этом случае не имеет значения.

Допускается защищать одним УЗО группу, состоящую из 2–4 электроприемников. При групповой защите ток уставки устройства не должен превышать 30 мА.

В производственных зданиях (механических, ремонтных, столярных мастерских, животноводческих фермах, теплицах и др.) устройствами защитного отключения должны быть оснащены розеточные группы, используемые для подключения переносных электроприборов, ручного электрифицированного инструмента. Номинальный отключающий дифференциальный ток устройства не должен превышать 30 мА.

При ограниченном числе ручного электрифицированного инструмента можно применять розетки со встроенными УЗО, так называемые УЗО-розетки или УЗО-вилки.

Для стационарных потребителей важное значение имеет место установки УЗО, назначение (для защиты от пожаров, для групповой или индивидуальной защиты), обеспечение селективности работы при двух- или трехступенчатой системе защиты, выбор типа устройства.

Применение УЗО требует определенной подготовки всей внутренней сети. Она заключается в выявлении (измерении) естественных токов утечки защищаемой сети и приведении их в соответствие

с номинальными отключающими дифференциальными токами УЗО во избежание ложных срабатываний. Если токи утечки превышают требуемое значение, необходимо найти и устранить места локальных утечек тока в проводке.

В одних случаях целесообразно применять групповую защиту, при которой одно УЗО обеспечивает безопасность нескольких установок, в других — индивидуальную, предусматривающую размещение защитного аппарата непосредственно на каждой электроустановке.

В электроустановках общественных и жилых зданий суммарная величина тока утечки с учетом присоединяемых стационарных и переносных электроприемников в нормальном режиме работы не должна превосходить 1/3 номинального тока УЗО. При отсутствии данных о токах утечки электроприемников ее следует принимать из расчета 0,4 мА на 1 А тока нагрузки, а ток утечки сети — из расчета 10 мкА на 1 м длины фазного проводника. При выборе уставки УЗО необходимо учитывать, что значение отключающего дифференциального тока находится в диапазоне от 0,5 до 1 номинального тока уставки.

При последовательной установке УЗО должны выполняться, как указывалось, требования селективности. При двух- и многоступенчатых схемах УЗО, расположенное ближе к источнику питания, должно иметь уставку и время срабатывания не менее чем в три раза большую, чем у УЗО, расположенного ближе к потребителю.

По наличию расцепителей УЗО изготавливаются как имеющими, так и не имеющими защиту от сверхтока. Преимущественно должны использоваться УЗО, представляющие единый аппарат с автоматическим выключателем, обеспечивающим защиту от сверхтока. Использовать УЗО в групповых линиях, не имеющих защиты от сверхтока, без дополнительного аппарата, обеспечивающего эту защиту, недопустимо. При использовании УЗО, не имеющих защиты от сверхтока, должна быть проведена расчетная проверка УЗО в режимах сверхтока с учетом защитных характеристик вышестоящего аппарата, обеспечивающего защиту от сверхтока.

При выборе конкретных типов УЗО необходимо руководствоваться следующим:

- устройства должны быть сертифицированы в Республике Беларусь в установленном порядке;
- технические условия на изготовление должны быть согласованы с Госэнергонадзором Республики Беларусь и УГПН МЧС Республики Беларусь.

В жилых зданиях могут применяться УЗО типа «А», реагирующие не только на переменные, но и на пульсирующие токи повреждений, или типа «АС», реагирующие только на переменные токи утечки. Источником пульсирующего тока являются, например, стиральные машины с регуляторами скорости, регулируемые источники света, телевизоры, видеомэгафоны, персональные компьютеры и др.

В жилых зданиях не допускается применять УЗО, автоматически отключающие потребителя от сети при кратковременном исчезновении или недопустимом падении напряжения сети. При этом УЗО должно сохранять работоспособность на время не менее 5 с при снижении напряжения до 50 % номинального.

ПУЭ, ГОСТ 30331 и другими нормативными документами РФ на розеточных группах требуется установка УЗО.

Согласно ПУЭ, если не известны токи утечки в линии, то можно произвести упрощенный выбор УЗО по условию: ток утечки в линии $I_{ут}$ должен быть в три раза меньше номинального тока УЗО ($I_{н.УЗО}$).

$$I_{ут} \leq \frac{1}{3} I_{н.УЗО}.$$

Ток утечки линии $I_{ут}$, мА состоит из двух составляющих, которые рассчитываются следующим образом:

$$I_{ут} = I_y + I_{yc}.$$

Ток утечки I_y , мА принимается равным, из расчета 0,4 мА на 1 ампер нагрузки электроприемников:

$$I_y = 0,4 \cdot I_n.$$

Ток утечки сети I_{yc} , мА принимается равным, из расчета 0,01 мА на 1 метр длины фазного проводника питающего электроприемники $L_{ф.пр}$:

$$I_{yc} = 0,01 L_{ф.пр}.$$

Выбираем соответствующее УЗО с номинальными данными: числом полюсов, номинальным током, током срабатывания (уставки), номинальным напряжением, временем срабатывания.

Расчет молниезащиты объекта

Исходные данные

Требуется защитить от прямых ударов молнии сельскохозяйственный объект например, склад запчастей по следующим данным:

высота здания $h_{x1} = 10$ м;

высота стены здания $h_{x2} = 6$ м;

длина крыши здания $L = 12$ м; ширина крыши здания $S = 8$ м;

фундамент бетонный; стены кирпичные; кровля рулонная; крыша здания двускатная.

Склад расположен в местности с грозовой активностью 60 грозовых часов в год. Электрическая структура земли в летнее время в месте сооружения склада двухслойная; удельное сопротивление верхнего слоя ρ_1 (супесь) толщиной $h_1 = 2,6$ м составляет 450 Ом/м, ρ_2 нижнего слоя (суглинок) – 150 Ом/м.

Расчет

В соответствии с Правилами пожарной безопасности и ПУЭ склад относится к взрывоопасным помещениям класса В-II а.

По устройству молниезащиты согласно [4] склад относится к III категории и подлежит защите от прямых ударов молнии, заноса высоких потенциалов по наземным и подземным коммуникациям, а также от электростатической и электромагнитной индукции.

Так как здание имеет небольшие размеры, прямоугольного плана, то защиту от прямых ударов молнии целесообразно выполнить одиночным стержневым молниеотводом, зоны защиты которого показаны на рисунке.

1. Определяем тип зоны защиты. Ожидаемое число поражений склада молнией в год:

$$N = [(S + 6h)(L + 6h) - 7,7h^2]n \cdot 10^{-6},$$

где h – наибольшая высота здания или сооружения;

n – удельная плотность ударов молнии в землю, $1/(\text{км}^2 \cdot \text{год})$.

Согласно [4] $n = 5,5$.

$$N = [(8 + 6 \times 10)(12 + 6 \times 10) - 7,7 \times 10] \times 5,5 \times 10^{-6} = 0,2.$$

Так как $N < I$, то для склада должна быть обеспечена зона защиты типа Б.

2. Определяем высоту молниеотвода h при $r_{x1} = L/2$ (молниеприемник устанавливаем в центре крыши из условия перекрытия зоной Б конька здания).

$$h = \frac{r_{x1} + 1,63 h_{x1}}{1,5} = \frac{6 + 1,63 \times 10}{1,5} = 14,9 \approx 15 \text{ м.}$$

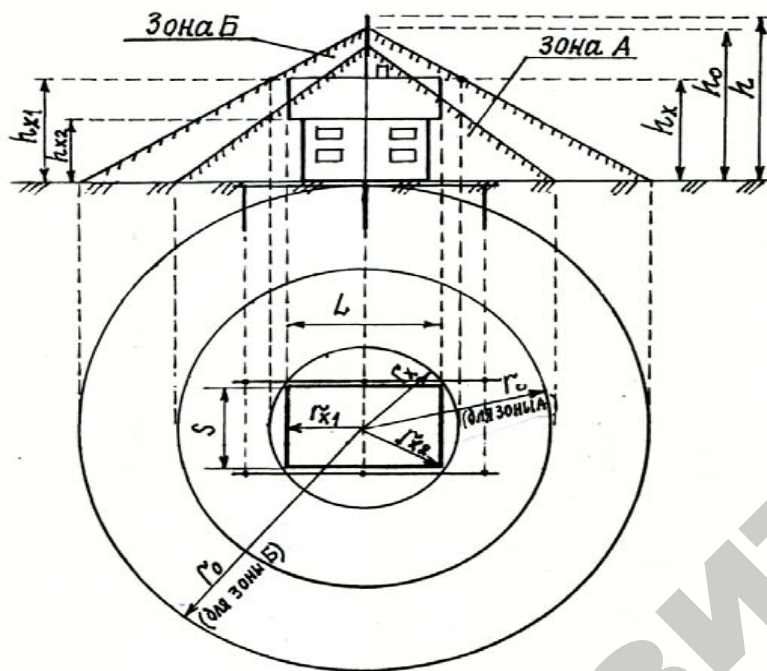


Рисунок – Зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода на сельскохозяйственном объекте

3. Находим расстояние в плане от оси молниеприемника до угла крыши здания:

$$r_{x2} = \sqrt{\left(\frac{S}{2}\right)^2 + r_{x1}^2} = \sqrt{4^2 + 6^2} = 7,2 \text{ м.}$$

4. Определяем высоту молниеотвода h при h_{x2} и r_{x2} (исходя из условия перекрытия зоной Б углов крыши здания, которые расположены на высоте h_{x2}):

$$h = \frac{r_{x2} + 1,63 h_{x2}}{1,5} = \frac{7,2 + 1,63 \times 6}{1,5} = 11,32 \text{ м.}$$

5. Из двух полученных результатов выбираем большую высоту $h = 15 \text{ м.}$

Молниеотвод высотой 5 м от конька крыши устанавливается в центре крыши.

Учебное издание

Мисун Леонид Владимирович
Федорчук Александр Иванович
Андруш Виталий Григорьевич
Цвирко Леокадия Юльяновна

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические указания

Ответственный за выпуск *Л.В. Мисун*
Корректор *М.А. Макрецкая*
Компьютерная верстка *М.А. Макрецкая*

Издано в редакции авторов

Подписано в печать 14.07.2009 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Ризография. Усл. печ. л. 1,63.
Уч.-изд. л. 1,27. Тираж 70 экз. Заказ 633.

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный аграрный технический университет
ЛИ № 02330/0131734 от 10.02.2006. ЛП № 02330/0131656 от 02.02.2006.
220023, г. Минск, пр. Независимости, 99, к. 2

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра безопасности жизнедеятельности

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические указания

**Минск
БГАТУ
2009**