

ВВЕДЕНИЕ

В агропромышленном комплексе Российской Федерации ежегодно происходит около 200 электротравм с летальным исходом и более 3 тыс. пожаров из-за неисправностей в электроустановках. Ущерб от пожаров составляет более двух миллиардов рублей в год.

Причинами электротравматизма и пожаров в АПК являются недостаточная техническая грамотность персонала, снижающая эффективность использования соответствующих технических средств, нарушение действующих правил и инструкций, слабое представление о механизме физиологического воздействия электрического тока на организм человека и о перегрузке электрических проводок, ведущих к пожарам при отсутствии необходимых защитных средств.

Снижению электротравматизма и количества пожаров способствует обучение специалистов, руководителей предприятий и работников охраны труда, контролирующих состояние электроустановок и средств пожаротушения на предприятиях, в организациях и хозяйствах. Согласно действующим Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок до 1000 В, специалисты служб, контролирующих электроустановки, должны иметь группу IV по электробезопасности.

В электроустановках низкого напряжения должны работать специалисты с группой по электробезопасности не менее III, а в установках высокого напряжения (выше 1000 В) — не менее IV группы. Ежегодно они должны проходить подготовку и проверку знаний требований электробезопасности. Для специалистов всех групп по электробезопасности обязательно знание правил оказания первой доврачебной помощи пострадавшим от действия электрического тока.

Электропожарную безопасность на предприятиях и в организациях АПК обеспечивают согласно Закону «О техническом регулировании», вступившему в силу с 01 июля 2003 года и устанавливающему минимальные требования пожарной безопасности.

Настоящее учебное пособие призвано формировать у обучающихся компетенций, необходимых для выполнения профессиональной деятельности и принятия решений, обеспечивающих электробезопасность и пожарную безопасность в электроустановках агропромышленного комплекса.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Электробезопасность	— система мер и технических средств по безопасности лиц, обслуживающих электроустановки
Ответственный за электрохозяйство	— работник из числа административного персонала, на которого приказом возложены обязанности по обеспечению электробезопасности согласно действующим нормам и правилам
Электротехнический персонал	— работники, осуществляющие монтаж, обслуживание и ремонт электроустановок
Электротехнологический персонал	— персонал, у которого технологический процесс связан с электрической энергией (электросварка, электронагрев, электролиз, электроинструмент)
Инструктаж	— указание по безопасному выполнению конкретной работы, регулируемое в соответствующем журнале или в наряде
Защитное заземление	— заземление частей электроустановки с целью электробезопасности (корпусов электродвигателей, электронагревателей, компьютеров и т. п.)
Электропатология животных	— снижение продуктивности животных под воздействием электрического напряжения
Группы по электробезопасности	— степень квалификации электротехнического персонала по электробезопасности
Электротравматизм	— результат воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитного поля

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Анализ электротравматизма

Ежегодно от действия электрического тока в аграрном секторе экономики Российской Федерации погибает около двухсот человек. Из них 70% — механизаторы и 30% — работники электротехнических специальностей. Среди погибших 3,2% женщины и 3,6% — подростки.

Более 60% случаев связано с непосредственным прикосновением к токоведущим частям, 35% случаев обусловлены касанием к токопроводящим корпусам электрических машин и аппаратов с нарушенной изоляцией. По уровню напряжения электроустановок количество электротравм, полученных в установках до 1000 В, составило 56, а выше 1000 В — 44%, что указывает на необходимость повышенных требований к ответственным за электрохозяйство в организациях и на предприятиях АПК, имеющих в основном электроустановки до 1000 В.

Наименьшее количество электротравм имеет хорошо подготовленный персонал с опытом работы в электроустановках около 20 лет (5%), а наибольшее количество электротравм приходится на слабо подготовленных работников со стажем работы до 1 года (29%).

По характеру травматизма больше других подвергались электротравмам водители мобильного транспорта, крановщики, трактористы, комбайнеры, стропальщики.

Более 70% из них были травмированы, работая под высоковольтными линиями электропередачи на автокранах, комбайнах, навесных машинах и другой технике, не имеющей сигнализаторов сближения с воздушной линией электропередачи или превышающей транспортные габариты, а также в результате провисания или обрыва проводов.

Из-за отсутствия целевых инструктажей частые электротравмы происходят при выходе из кабины транспорта, попавшего под напряжение, или при посадке в него, а также при строповке груза.

Значительная часть электротравм происходит при работе в электроустановках и, прежде всего, на подстанциях, линиях электропередачи, в распределительных шкафах и электропроводах.

Анализ электротравматизма в АПК показал, что доля электротравм с летальным исходом в хозяйствах и на предприятиях АПК из-за неудовлетворительной организации работ по обслуживанию электроустановок из года в год не уменьшается.

Процентное распределение пострадавших от действия электрического тока выглядит следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Процентное распределение пострадавших от электрического тока

1	Комбайнеры, их помощники, разнорабочие	27%
2	Водители транспортных средств — шоферы, трактористы, крановщики	22%
3	Электромонтеры	20%
4	Пастухи, доярки, рабочие по уходу за животными	13%
5	Электросварщики	8%
6	Инженеры и техники-электрики	5%
7	Студенты, учащиеся специальных училищ	3%
8	Стропальщики	2%
9	Всего:	100%

Наибольшее количество электротравм приходится на рабочих тех профессий, которые не проходят специального курса обучения по электробезопасности и не имеют квалифицированного инструктажа перед началом работ.

Причиной поражения от электрического тока помощников комбайнеров является то, что, находясь наверху зерноуборочной машины, проходящей под линиями электропередач, они недооценивают опасности приближения на недопустимое расстояние к проводам линии. При пользовании металлическими прутьями или трубками для проталкивания зерна они уменьшают расстояние до проводов и получают электрический удар с тяжелыми последствиями, вплоть до летального исхода. Усугубляется опасная обстановка еще и тем, что провода линий электропередачи при высоких летних температурах увеличивают провис над землей. Нормированный просвет между проводами и землей, например, для линии напряжением 10 тысяч вольт, составляет 6 м, а с учетом неровностей поля и высокой температуры воздуха это расстояние может уменьшиться до 5,5 м. Поэтому перед началом работ на поле, через которое проходят линии электропередачи, необходимо пройти соответствующий инструктаж по технике безопасности.

Причина сравнительно частых случаев электротравматизма среди водителей и крановщиков состоит в невыполнении или незнании элементарных правил работы под линиями электропередачи. При разгрузке корма в бункеры перед фермой, где проходит воздушная линия (ВЛ), корпус подъемника кормов может касаться голых проводов ВЛ, и машины оказываются под напряжением линии. Водитель теряется, старается покинуть машину. Спускаясь с машины, он держится

за ручку двери машины и одновременно касается земли, образуя цепочку фаз — земля, получает тяжелую электротравму. Известны случаи, когда электротравму водитель получает после ликвидации аварийной ситуации. Так, при касании машиной проводов линии водитель заметил, что от падающих искр загорелось сено, сложенное рядом с фермой. Водитель прыгнул с автомашины, потушил сено и возвратился к машине, которая продолжала касаться провода и находилась под напряжением. Не заметив, он взялся за ручку дверцы машины и попал под напряжение линии, был травмирован током.

Аналогичные случаи происходят с крановщиками, работающими под линиями электропередачи или вблизи от них. Причина в незнании или игнорировании существующих безопасных приемов работ на кранах и других подъемных механизмах.

Электротравмы монтеров происходят обычно от невыполнения известных им требований электробезопасности. Чаще других травмы электриков имеют место на линиях или в распреустройствах, где они проводят работы без снятия напряжения, чем грубо нарушают требования Правил электробезопасности.

Работники по уходу за животными и пастухи получают электрические травмы чаще всего из-за незнания элементарных правил электробезопасности, при замене предохранителей или при попытке убрать упавший при обрыве провод линии электропередачи. Замечены случаи электротравматизма при попытке использовать проходящую рядом с водоемом линию для ловли рыбы. Набрасывая на линию металлический трос или проволоку либо заходя в воду, в которой оставлен провод от линии, люди попадают под напряжение линии в первом случае или под шаговое напряжение во втором. Исход нередко бывает смертельным.

Инженерно-технический персонал электрических служб получает электротравмы, как правило, от пренебрежения правилами безопасности. Так, например, инженер-электрик одного из предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию, при замере габаритов распределительного устройства, находящегося под напряжением, использовал металлический метр, которым коснулся шины и был смертельно травмирован электрическим током.

Электротравмы стропальщиков происходят в основном от нарушения правил электробезопасности крановщиками, работающими под линиями электропередачи или рядом с ними.

1.2. Нормативно-техническая документация

Действующими в настоящее время основными нормативно-техническими документами по электробезопасности являются:

- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок». Утверждены приказом Минтруда России от 24.07.13 № 328 Н;
- «Правила устройства электроустановок (ПУЭ)». Издание 7. М. : Изд-во Энергосервис, 2015;
- «Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках». М. : Изд-во НУ ЭНАС, 2004;
- «УЗО — устройство защитного отключения»;
- Учебно-справочное пособие. М. : ЗАО «Энергосервис», 2003;
- «Межотраслевая инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве». М. : Изд-во НУ ЭНАС, 2001.

1.3. Физиологическое воздействие электрического тока

По степени физиологического воздействия на человека выделяют пороговые значения тока: неощутимый ток, ощутимый ток, отпускающий ток, неотпускающий ток, смертельный ток. При прохождении через тело человека электрический ток вызывает следующие виды электрических травм: электрический удар, электрический ожог, электрознаки, электрометаллизация кожи, электрический шок.

Электрический удар вызывает — паралич сердца или дыхательного центра, а иногда того и другого одновременно. При этом наблюдается либо полное прекращение работы сердца, когда поражается сердечная мышца полностью, либо при частичном ее поражении наблюдается нарушение ритма сокращения мышцы. Это явление называют фибрилляцией от слова фибриллы — отдельные волокна сердечной мышцы.

При фибрилляции сердце бьется беспорядочно, разрозненно. Число ударов достигает 700 в минуту. Сердце прекращает перекачку крови. Исследованиями установлено, что при электрических ударах только 20% приходится на фибрилляцию, а в 80% случаев наблюдается полная остановка сердца.

Электрические ожоги образуются на теле при прохождении через него тока в несколько ампер при касании токоведущих частей электроустановки (например, шин), находящихся под высоким напряжением, либо от электрической дуги, возникающей при отключении большой нагрузки рубильником или включении его на короткозамкнутую сеть, а также при электросварке.

Учитывая, что температура дуги около четырех тысяч градусов, ожоги могут быть очень болезненными и даже опасными для жизни человека, а излучение при этом может повредить сетчатку глаза, его чувствительные нервные окончания.

Различают четыре степени ожогов.

При *первой степени* ожогов происходит покраснение кожи и отечность.

При ожогах *второй степени* омертвляется верхний покров кожи с появлением пузырей, наполненных жидкостью, которые ни в коем случае нельзя вскрывать при оказании доврачебной помощи.

При ожогах *третьей степени* поражается и обугливается кожа на определенном участке тела.

При ожогах *четвертой степени* поражается не только кожа, но и подкожная ткань. Такие травмы очень болезненны и долго не заживают. Необходимо быть очень внимательными при оказании первой помощи пострадавшему на месте. В процессе перевязки раны бинтом не следует удалять с обожженного участка тела приставшую одежду, смолистые вещества и пр.

Электрические знаки появляются на коже в виде невозвышающихся пятен кожных отвердений, напоминающих мозоли, диаметром до 10 мм в местах входа электрического тока в тело и выхода из него.

У животных такие знаки остаются на теле и после разделки туши подтверждают факт электротравматизма.

Электрометаллизация кожи образуется в результате проникновения в кожу частиц металла, расплавленного образовавшейся электрической дугой, либо в процессе сварки, либо при коммутации линии, имеющей короткое замыкание рубильником или разъединителем. Поверхность кожи становится жесткой и шероховатой. Появляется болезненное ощущение присутствия инородного тела. Исход зависит от площади поражения и глубины проникновения.

Электрический шок наступает после очень болезненной электротравмы. После фазы возбуждения в организме человека быстро наступает торможение функций главных его органов, которое проявляется в виде слабо заметного дыхания и слабого пульса. Непринятие срочных мер по оказанию первой помощи может привести к летальному исходу.

1.4. Факторы поражения электрическим током

Основными факторами, определяющими поражение электрическим током, являются:

- значение электрического тока, проходящего через тело человека или животного;
- электрическое сопротивление тела;
- напряжение прикосновения;
- путь прохождения тока через тело;
- род электрического тока (постоянный или переменный), частота переменного тока;
- длительность прохождения тока через тело пострадавшего;
- площадь контакта;
- плотность прикосновения;
- психологическое состояние человека;
- температура окружающей среды.

Сила тока, проходящего через тело человека в результате его прикосновения к токоведущей части электроустановки, зависит от напряжения прикосновения и сопротивления тела в момент касания электроустановки. Установлено, что сила тока 20 миллиампер является неотпускающей, а 100 миллиампер — смертельной при времени протекания 1 с и более. С уменьшением времени протекания значение допустимого тока через тело увеличивается. При времени воздействия 0,1 с допустимый ток через тело человека возрастает до 400 мА (0,4 А).

Напряжение прикосновения определяет величину (силу) тока через тело человека. Летальный исход по результатам исследований увеличивается с изменением напряжения прикосновения от 42 до 220 В. Затем процент смертности постоянный до 800 В.

Сопротивление тела человека колеблется в широких пределах. Оно зависит, прежде всего, от состояния кожи человека. При сухой неповрежденной коже сопротивление тела колеблется от 10 тысяч до 100 тысяч Ом, при снятом роговом слое, который имеет толщину около 0,2 мм, сопротивление падает до 800 Ом, а при полном отсутствии кожи тело человека имеет сопротивление току от 500 до 600 Ом. За расчетное сопротивление тела человека принято сопротивление $R_{\text{ч}} = 1000 \text{ Ом}$.

Умножая его на допустимый ток, мы получим допустимое напряжение прикосновения.

Сопротивление электрическому току животного также изменяется в широких пределах.

С увеличением напряжения до 80 В сопротивление крупного животного уменьшается от 40 000 до 90 Ом. При дальнейшем повышении приложенного напряжения сопротивление тела животного практически не изменяется.

Путь прохождения тока через тело человека оказывает существенное влияние на исход электротравматизма.

В соответствии с проведенными исследованиями наиболее опасными прохождениями тока являются петля: правая рука — ноги (6,7%); левая рука — ноги (3,7%); рука — рука (3,3%); нога — нога (0,4%). В скобках приведена часть тока, проходящая через сердце пострадавшего.

Таблица 2

**Реакция организма на прохождение переменного
и постоянного тока через тело человека**

Сила тока мА	Переменный ток частотой 50 Гц	Постоянный ток
1	Легкое дрожание рук, безопасно	Не ощущается
2	Покалывание, сильное дрожание рук, безопасно	Не ощущается
3–5	Резкое сокращение мышц рук и ног, но еще можно оторваться от электроустановки	Зуд, ощущение нагрева
6–11	Судороги в руках, трудно самому оторваться от электроустановки	Усиленное ощущение нагрева
12–19	Неотпускающий ток. Сокращение мышц, не позволяющее самому оторваться от электроустановки	Сокращение мышц, но еще позволяющее оторваться от электроустановки
20–25	Затрудняется дыхание, руки парализуются мгновенно, ощущаются сильные боли	Неотпускающий ток. Усиление нагрева, сокращение мышц
50–80	Паралич дыхания. Фибрилляция сердца	Судороги, затрудненное дыхание
90–100	Паралич дыхания, паралич сердца, расстройство кровообращения, летальный исход, если в течение 5 минут не будет оказана грамотная доврачебная помощь, обеспечивающая после освобождения от действия тока восстановление кровообращения и вентиляцию легких пострадавшего, т. к. после пяти минут клинической смерти начинается отмирание клеток и в первую очередь клеток головного мозга	Паралич дыхания. Фибрилляция сердца

Таким образом, наиболее опасной для прохождения поражающего тока является петля правая рука — ноги, так как эта петля проходит по продольной оси сердца. Наименее опасная петля ноги — ноги (0,4%) бывает не менее коварной, так как она возникает при шаговом напряжении, когда человек или животное приближается к заземленной фазе, например, упавшему на землю оборванному проводу. При легком ощущении напряжения шага у человека могут появиться судороги мышц, и он падает, тогда шаговое напряжение повышается до опасной величины, так как увеличивается расстояние между точками соприкосновения человека с землей. Почувствовав под ногами разность потенциалов — легкое пощипывание, следует до предела уменьшить ширину шага и выйти из опасной зоны.

Род электрического тока оказывает разное влияние на тело человека. Величина (сила тока), которая вызывает паралич дыхания и фибрилляцию сердца, составляет для постоянного тока 90–100 миллиампер, а для переменного с промышленной частотой 50 Гц — 50–80 миллиампер. Неотпускающий переменный ток 12–15 миллиампер, постоянный 20–25 мА, однако с повышением номинального напряжения до 380 В и более менее опасным становится переменный ток.

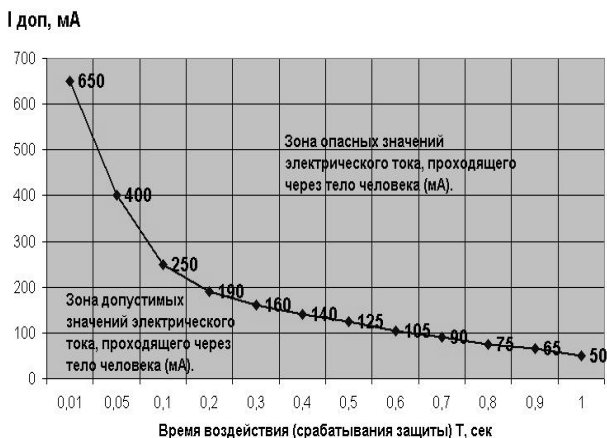
Частота переменного тока является одним из важных факторов, определяющих исход электротравматизма, так как она оказывает влияние на сопротивление тела человека и животного, а следовательно, и на величину (силу) тока, проходящего через него в случае электрической травмы. С повышением частоты тока от 50 до 400 Гц сопротивление тела как у человека, так и у животного уменьшается, если уровень напряжения не вызывает пробоя кожи. Дальнейшее повышение частоты изменяет сопротивление тела незначительно.

Длительность прохождения тока через тело человека или животного определяет допустимый ток, а также ток, вызывающий летальный исход. При длительности прохождения тока не более одной секунды допустимый ток определяется согласно ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ (табл. 3).

Таблица 3

Допустимое значение тока в секундном интервале времени воздействия на человека

Длительность воздействия, с	0,1	0,2	0,4	1
Допустимый расчетный ток по ГОСТ 12.1.038-82, мА	400	190	140	50



В животноводстве длительное действие допустимого напряжения прикосновения вызывает электропатологию животных. Снижается продуктивность сельскохозяйственных животных, хотя и не опасно для жизни.

В зависимости от длительности воздействия значения допустимого электрического тока и напряжения прикосновения меняются. Для сельскохозяйственных животных они приведены в таблице 4.

Таблица 4

Допустимые для сельскохозяйственных животных значения напряжения прикосновения и тока

Длительность воздействия, секунды (с)	Не ограничено	30	10	5	1	0,7	0,5	0,2
Допустимое напряжение прикосновения, вольт (В)	2	12	20	30	80	100	120	180
Допустимый ток, миллиампер (мА)	—	25	80	150	300	400	500	1000

При проектировании электромашинных средств кормления, поения и навозоудаления необходимо рассчитывать на допустимое напряжение прикосновения не более 2 вольт, которое не только безопасно, но и не оказывает влияния на продуктивность животных. Этому требованию отвечают устройства выравнивания электрических потенциалов, выполненные в соответствии с ОСТ 46 180-85 «Защита сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током.

Выравнивание электрических потенциалов. Общие технические требования».

1.5. Механизм электротравматизма

Системы электроснабжения напряжением до 1000 В делятся на установки с изолированной и глухозаземленной нейтралью. Системы с изолированной нейтралью не нашли применения в сельском хозяйстве. В современном агропромышленном комплексе силовые и осветительные электроустановки питаются от трехфазных сетей с глухозаземленной нейтралью (рис. 1).

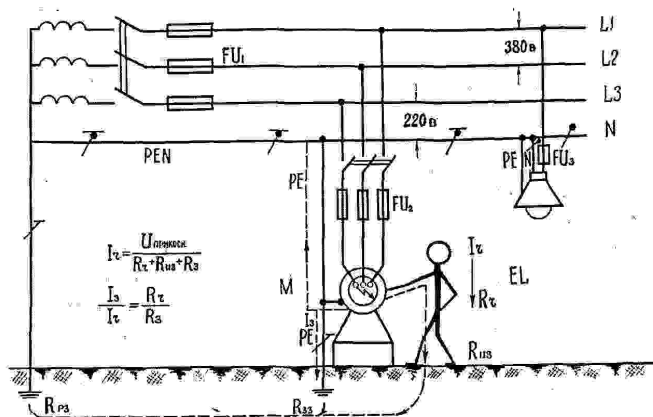


Рис. 1

Принципиальная схема низковольтной сети 380/220 В с системой заземления TN-C:

FU1-Fu3 — предохранители; M — электродвигатель; E — электрический светильник; N — нейтральный рабочий проводник; PE — проводник защитного заземления; PEN — проводник, совмещающий функции нулевого рабочего и защитного проводников; $R_{\text{ч}}$ — сопротивление тела человека; $R_{\text{пз}}$ — сопротивление изоляции между человеком и землей; R_{Σ} — сопротивление защитного заземления; $R_{\text{пз}}$ — сопротивление рабочего заземления; $I_{\text{ч}}$ — величина тока через тело человека.

Рассмотрим электрическую сеть с глухозаземленной нейтралью (380/220 В) с точки зрения электротравматизма.

При пробое изоляции в незаземленных и зануленных электродвигателе, электрокалорифере или электроводонагревателе на корпусе электроустановки появляется напряжение фазы, которое по отношению к земле равно 220 В.

Если человек, стоя на земле, касается незаземленного корпуса поврежденной электроустановки, он фактически оказывается под этим напряжением и через его тело пройдет электрический ток. Учитывая, что сила тока обратно пропорциональна сопротивлению, величина тока будет зависеть от сопротивления тела человека и сопротивления заземляющего устройства силового трансформатора, от которого питается сеть.

Силу тока, проходящего через тело человека, определим по формуле:

$$I_q = \frac{U_{\phi}}{R_q + R_3}, A. \quad (1)$$

Подставляя значение величин, входящих в формулу, получим:

$$I_q = \frac{220}{1000 + 10} = 0,218 \text{ A} = 218 \text{ mA}.$$

Учитывая, что ток в два раза меньшей величины является смертельным, такое касание корпуса поврежденной установки может привести к серьезной электротравме, вплоть до летального исхода.

Уменьшить опасность тока, проходящего через тело человека, согласно приведенной формуле, можно тремя способами: либо уменьшить числитель, т. е. уменьшить напряжение прикосновения, либо увеличить сопротивление между человеком и землей, либо отключить установку в тот момент, когда фаза коснулась корпуса, и не допустить тем самым касания опасной установки.

На решении этих задач и сосредоточено внимание всей системы электробезопасности.

Если идти по пути снижения напряжения, то его нужно уменьшить до 12 В, тогда ток через тело человека по приведенной формуле будет снижен до безопасной величины:

$$I_q = \frac{12}{1000 + 10} = 0,0118 \text{ A} = 11,8 \text{ mA}.$$

В ряде случаев так и поступают, снижая напряжение сети или выравнивая потенциалы между установкой и персоналом до безопасной величины, например, путем заземления корпуса установки.

Второй путь снижения тока через тело человека требует увеличения сопротивления изоляции между человеком и землей согласно той же формуле.

Преобразовав приведенную формулу (1), получим:

$$R_{из} = \frac{U_{\phi}}{I_{ч.дон}} - R_{ч.},$$

где $R_{из}$ — сопротивление изоляции между человеком и землей, Ом; $I_{ч. доп.}$ — допустимый ток через тело человека, А; U_{ϕ} — фазное напряжение, В; $R_{ч.}$ — сопротивление тела человека, Ом.

Полагая, что сила тока, полученная при снижении напряжения по первому варианту (11,8 мА), не является очень опасной для человека, получим сопротивление изоляции между человеком и землей, оказывающее такое же снижение тока:

$$R_{из} = \frac{220}{0,0118} - 1000 = 17644 \text{ Ом} = 17,6 \text{ кОм}.$$

Таким образом, если перед неисправной электроустановкой имеется подставка или диэлектрический коврик с сопротивлением более 17,6 кОм, то опасность поражения будет минимальной, хотя напряжение прикосновения 220 В.

Третий путь защиты человека от прохождения через его тело опасного тока при касании аварийной установки состоит в отключении ее в возможно короткий срок при пробое изоляции.

Эту функцию выполняют либо предохранители, либо автоматические выключатели, но при одном обязательном условии, что аварийная электроустановка занулена, т. е. ее корпус присоединен к нулевому проводу сваркой или болтовым соединением. Тогда при пробое изоляции или касании фазы корпуса появляется короткое замыкание фазы на нулевой провод, в несколько раз увеличивается электрический ток в поврежденной фазе и срабатывает защита, установленная в шкафу управления электроустановкой. Перегорают плавкие вставки предохранителей либо срабатывает автоматический выключатель. Установка отключается и не представляет опасности для обслуживающего персонала. Для снижения потенциала поврежденной электроустановки относительно земли установку не только зануляют, но и заземляют, т. е. присоединяют ее корпус к заземляющему устройству, расположенному в земле (РЕ-провод).

Однако заземление без зануления дает возможность выноса опасного потенциала на другие установки.

Для полной безопасности электроустановку зануляют, заземляют, а рядом располагают защитный коврик или диэлектрическую подставку. В особо опасных местах (ямы для накопления навоза, емкости, помещения насосных установок и др.) используют все три варианта защиты людей от действия электрического тока, т. е. пользуются, например, переносными светильниками напряжением 12 В, диэлектрическими ковриками, а установки заземляют и зануляют.

Большое распространение в АПК нашли устройства защитного отключения, которые отключают аварийную установку или участок

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru