

няемых на нефтескладах и топливозаправочных пунктах сельскохозяйственных предприятий, устанавливаемых на подвижных средствах заправки сельскохозяйственной техники в полевых условиях и являющихся составной частью топливных, масляных и гидравлических систем мобильных машин, а также в конструкциях малогабаритных передвижных регенерационных установок для восстановления качества отработанных масел в условиях сельского хозяйства и других отраслей экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко В.П. и др. Использование ПЭС-полимеров для очистки жидкостей в сельскохозяйственном производстве / В.П. Коваленко, К.Я. Лесной, С.С. Гусев, // Вест. ФГОУ ВПО МГАУ «Технический сервис в агропромышленном комплексе». – М., 2003.
2. Рыбаков К.В., Коваленко В.П. Регенерация отработанных масел и их повторное использование. – М.: АгроНИИТЭИТО, 1989.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ В РЕМОНТНЫХ МАСТЕРСКИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ УНПК БГАТУ)

А.И. Федорчук, канд. техн. наук, профессор;
Е.В. Мельник, студентка
УО «БГАТУ»
(г. Минск, Республика Беларусь)

Efficiency of electric shock protective measures in УНПК BSATU repair shops was investigated

The following conclusion is drawn: it is advisable to use protective switching off devices of the differential type in addition to protective neutral earthing and earthing of the repair shops electrical equipment.

Условия эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве и, в частности, в ремонтном производстве, значительно тяжелее, чем в промышленности из-за повышенной влажности, пыли, агрессивных паров и газов, разрушающих изоляцию. Помещения ремонтных мастерских можно отнести по степени опасности поражения электрическим током к особо опасным и повышенной опас-

ности (по классифицируемым признакам). Коэффициент частоты травмирования сельских электриков в 3 раза выше, чем в системе Белэнерго.

В этой связи проведено исследование эффективности мер защиты от поражения электрическим током на примере ремонтных мастерских учебно-научно-производственного комплекса (УНПК) БГАТУ с помощью разработанной компьютерной программы и экспериментальных испытаний. Проанализировано 6 ситуаций, которые могут реально возникнуть с определенной степенью вероятности. Первая ситуация – пробой напряжения на открытые проводящие части при исправной системе зануления и заземления оборудования мастерских, вторая – обрыв нулевого защитного проводника РЕ, третья – отсутствие на опоре ввода повторного заземления нулевого провода и защитного заземления, четвертая – отсутствие только повторного заземления, пятая – выполнение только повторного заземления нулевого провода, шестая – выполнение в мастерских защитного заземления и отсутствие зануления.

Установлено, что во всех шести ситуациях сохраняется опасность поражения работающего персонала электрическим током, в том числе и при первой наиболее благополучной ситуации в случае неправильной эксплуатации коммутационных аппаратов, коррозии в зажимах и соединениях и т.д.

В целях проверки данных выводов, полученных расчетным путем, произведено экспериментальное исследование. Измерение производили с помощью приборов Щ – 41160 (измеритель тока короткого замыкания цифровой), М – 416 (измерение сопротивления заземляющих устройств), вольтметра: на станках токарных (3 станка), сверлильных (2), наждачном (1), шлифовальном (1), гидравлическом прессе (1) и контуре заземления.

Проверялось выполнение неравенства

$$I_{кз}^{(1)} \geq K I_y,$$

где $I_{кз}^{(1)}$ – ток однофазного короткого замыкания, получаемый в результате пробоя фазы на зануленные открытые проводящие части;

I_y – ток уставки защитных аппаратов данных установок (применены предохранители и автоматические выключатели);

K – коэффициент кратности тока (чувствительность защиты) для обеспечения надежного и быстрого (менее 0,2 с) отключения установки: $K \geq 3$ в случае защиты плавким предохранителем, $K \geq 1,25-1,4$ – автоматическим выключателем с независимой время-токовой характеристикой (отсечкой).

Полученные данные измерений соответствуют расчетным: при $I_y = 100\text{А}$, $I_{кз}^{(1)}$ изменялся от 610 А (станок сверлильный) до 830 А (наждачный станок). Сделан вывод, что в дополнение к защитному занулению и заземлению (система TN-C-S) целесообразно использовать в мехмастерских УНПК БГАТУ устройства защитного отключения (УЗО) дифференциального типа. Данное УЗО должно выполнять три основные функции:

- обнаружение дифференциального тока в первичной цепи с помощью трансформатора тока тороидального типа, который выполняет векторное суммирование токов в этой цепи;

- измерение и сравнение дифференциального тока с током уставки;

- отключение защищаемых электрических цепей (размыкание первичной цепи), если дифференциальный ток в первичной цепи превышает значение отключающего дифференциального тока (тока уставки).

Устройства защитного отключения данного типа способны защитить человека, коснувшегося непосредственно токоведущей части, отключить электроприемник при снижении сопротивления его изоляции ниже допустимого значения (0,5 МОм), при замыкании на открытые проводящие части и предотвратить пожары, возникающие при неисправности изоляции.

Относительная электрорезистивная эффективность УЗО

$$\mathcal{E} = \frac{\lambda T}{\lambda T + e^{-\lambda T} - 1},$$

где λ – средняя плотность потока отказов;

T – период между контрольными испытаниями.

Величина \mathcal{E} определяет, во сколько раз увеличивается электробезопасность при использовании УЗО по сравнению с электробезопасностью электроприемника без его применения, принимаемой за единицу. Для обеспечения электробезопасности при допустимой вероятности электропоражения $1 \cdot 10^{-6}$ средняя наработка на отказ

устройств защитного отключения должна быть не менее 80 тыс. часов, а $\Sigma \geq 85$.

Согласно ПУЭ, устройства защитного отключения следует применять в качестве как основной, так и дополнительной меры при косвенном прикосновении.

В качестве основной меры защиты УЗО рекомендуется использовать для удаленных электроприемников, так как отключение питания с помощью автоматических выключателей или предохранителей в таких случаях затруднительно. Допускается заземлять открытые проводящие части для более четкого срабатывания УЗО. Для обеспечения требуемого уровня электробезопасности сопротивление заземляющего устройства должно удовлетворять условию

$$R_3 \cdot I_{\Delta n} \leq U_{\text{доп}},$$

где R_3 – суммарное сопротивление заземлителя и заземляющего проводника;

$I_{\Delta n}$ – номинальный отключающий дифференциальный ток УЗО, вызывающий его срабатывание;

$U_{\text{доп}}$ – допустимое напряжение на открытых проводящих частях.

В ремонтных мастерских допустимое напряжение в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также в наружных установках должно быть не более 25 В. Исходя из номинальных отключающих дифференциальных токов УЗО от 6 до 500 мА, сопротивление заземляющего устройства R_3 при допустимом напряжении 25 В должно находиться в диапазоне 400 – 50 Ом.

Рассмотрим пример оценки электробезопасности при использовании УЗО в УНК БГАТУ. Предположим, что электроприемник находится в помещении с повышенной опасностью и оснащен в качестве защитного аппарата УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током 100 мА. В этих условиях сопротивление заземляющего устройства должно быть $R_3 \leq 250$ Ом.

При внезапном замыкании на корпус электроприемника (не постепенном снижении сопротивления изоляции) ток замыкания:

$$I_z = \frac{U_{\phi}}{R_0 + R_3},$$

где U_{ϕ} – фазное напряжение сети;

R_0 – сопротивление контура заземления трансформаторной подстанции;

R_3 – сопротивление заземляющего устройства удаленного электроприемника.

При $U_{\phi} = 220$ В и $R_o = 4$ Ом ток замыкания $I_s \leq 0,856$ А, а напряжение на открытых проводящих частях заземленного электроприемника $U_{np} = 216$ В. Это напряжение неопасно при времени срабатывания УЗО не более 0,04 с. Таким быстродействием УЗО обладает потому, что значение дифференциального тока во много раз превышает номинальный отключающий дифференциальный ток устройства и, следовательно, безопасность обслуживающего персонала при коротком замыкании на корпус электроприемника будет обеспечена.

Устройствами защитного отключения должны быть оснащены розеточные группы, используемые для подключения переносных электроприборов в мастерских, ручного электрифицированного инструмента. Номинальный отключающий дифференциальный ток устройства не должен превышать 30 мА.

Для обеспечения пожарной безопасности пожароопасных производств УЗО необходимо устанавливать на вводе во вводном распределительном щитке так, чтобы оно контролировало состояние всей внутренней электрической цепи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федорчук А.И. и др. Охрана труда при эксплуатации электроустановок / А.И. Федорчук, Л.П. Филянович, Е.А. Милаш; Под общей ред. А.И. Федорчука. – Мн.: ЗАО «Техноперспектива», 2003. – 259 с.