

3. Мощенок В.И., Лалазорова Н.А., Симоненко Ю.П. Оценка обрабатываемости высокопрочного чугуна по составу и структуре // Вестник ХГАДТУ. – 1996. – № 3. – С.50-52.

4. Fahrenwaldt H.J., Theilen U. Prüfung der Zerpranbarkeit. Bei metallisehen Werkstoffen // Maschinenmarkt. – 1976. – № 95. – S.1838-1841.

Получено 26.06.2003

УДК 629.421

Л.М.КРУТИЙ, канд. техн. наук

Государственное научно-производственное предприятие «Метэнергомаш», г.Харьков

В.И.КОВАЛЕНКО

Харьковская государственная академия городского хозяйства

ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ТРОЛЛЕЙБУСА

Электробезопасность троллейбусов в основном зависит от электропроводимости покрышек шин и определяется напряжением прикосновения, не превышающим малое напряжение и измеряемым вольтметром с внутренним сопротивлением 1 кОм.

Троллейбус представляет собой электроустановку [1] повышенного электротравматизма [2], связанного с увеличением токов утечки на корпус из-за снижения уровня изоляции высоковольтного оборудования под воздействием влажности окружающей среды. Уровень электробезопасности определяется напряжением прикосновения [2]. Так как троллейбус имеет двухступенчатую изоляцию высоковольтного оборудования [3], то, соответственно, троллейбусу присущи два уровня электробезопасности. Первый уровень напряжения прикосновения между корпусом троллейбуса и землей опасен для пассажиров и обслуживающего персонала, а второй между корпусами высоковольтного оборудования и троллейбуса или землей – только для обслуживающего персонала. Поражающим фактором является ток, протекающий через тело человека $I_{ч}$, который определяется напряжением прикосновения $U_{пр}$ и сопротивлением человеческого тела $R_{ч}$, которое принято считать равным 1 кОм [4]. Напряжение прикосновения между корпусом троллейбуса и землей зависит от тока утечки $I_{у}$ через высоковольтную изоляцию и от суммарного сопротивления покрышек пневматических шин $\Sigma R_{ш}$:

$$U_{пр,к-з} = I_{у} \cdot \frac{\Sigma R_{ш} \cdot R_{ч}}{\Sigma R_{ш} + R_{ч}} \leq [U] = 42В. \quad (1)$$

Термин «безопасное напряжение» [U] согласно [2] заменен термином «малое напряжение», номинальное значение которого не превышает 42 В.

На рельсовом электротранспорте (метрополитен, трамвай, электропоезда) сопротивление между корпусом подвижного состава и землей (рельсом) незначительное из-за металлического контакта корпус – колесо – рельс. Сопротивление резиновых покрышек пневматических шин троллейбуса колеблется в пределах от 1 МОм до 500 Ом в зависимости от увлаженности и степени загрязнения их электропроводящими веществами. Поэтому электробезопасность троллейбуса определяется не только величиной тока утечки, но и сопротивлением покрышек пневматических шин.

Для увеличения электропроводимости покрышек пневматических шин троллейбусов можно воспользоваться технологией, применяемой при изготовлении кабелей марки КГЭ для горных разработок и земляных работ. В этих кабелях применено экранирование путем наложения внутреннего и внешнего слоя из электропроводящей резины. Электрическое сопротивление электропроводящей резины при температуре 20°С составляет не более 300 Ом/км [5]. Применяв такое покрытие боковин покрышек шин и промежутков протектора внешнего ряда, можно значительно снизить их электрическое сопротивление до требуемого значения.

Правила эксплуатации трамваев и троллейбусов, утвержденные приказом №103 от 10.12.96 г. Государственного комитета Украины по жилищно-коммунальному хозяйству [6, п.3.3.6.2.8], требуют оценивать электробезопасность только по величине тока утечки, указывая его предельное значение – 3 мА без учета состояния пневматических шин, средств и методики измерения.

Измерительные средства тока утечки, предложенные в экспресс-информации [7] и практически применяемые в троллейбусных депо, не выдерживают критики с точки зрения метрологии, так как они фактически измеряют не ток утечки, а падение напряжения между корпусом и землей без учета шунтирующего действия внутреннего сопротивления измерительных приборов и величины электрического сопротивления пневматических шин, которое зависит от их увлажненности.

Устройство в [8], реализуя зависимость

$$I_y = \varphi \cdot U_{\text{пр}} \cdot \frac{1}{\varphi - U_{\text{пр}}}, \quad (2)$$

где φ – потенциал корпуса троллейбуса относительно земли, измеренный вольтметром с внутренним сопротивлением более 20 МОм, В; $U_{\text{пр}}$ – напряжение прикосновения, измеренное вольтметром с внутренним сопротивлением 1 кОм, В, позволяет определить численное значение тока утечки независимо от

степени увлажнения пневматических шин, в мА.

Выражение (2) даёт приемлемые результаты при условии $\sum R_{ш} \rightarrow 0$, т.е. для рельсового электротранспорта или для троллейбусов с малым сопротивлением пневматических шин.

В общем случае для троллейбусов, когда $\sum R_{ш} \rightarrow \infty$, необходимо пользоваться зависимостью

$$I_y = \varphi \cdot U_{пр} \cdot \frac{1}{\varphi - U_{пр}} \cdot \left(1 - \frac{\varphi}{U_{кc}}\right), \quad (3)$$

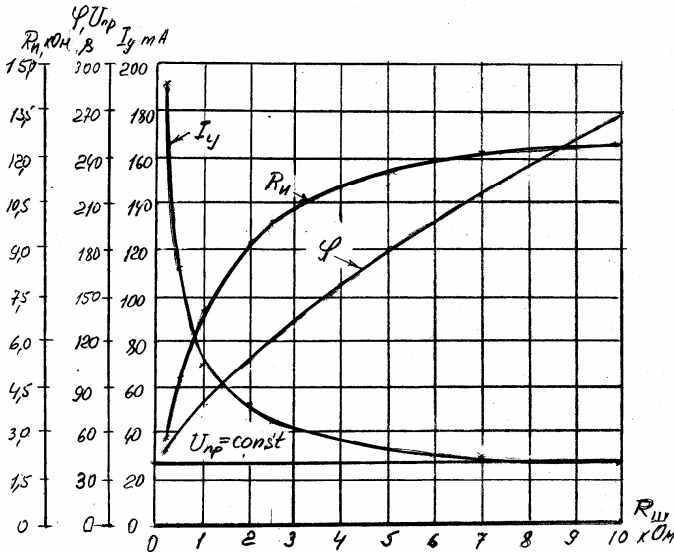
которая дополнительно учитывает $U_{кc}$ – напряжение контактной сети.

Но ведь ток утечки, как было показано ранее, не является критерием электробезопасности троллейбуса, а выступает как диагностический параметр [9] состояния изоляции высоковольтного оборудования троллейбуса в момент измерений. По известной закономерности изменения тока утечки, приведенного к стандартным атмосферным условиям по влажности, величине измеренного тока утечки в данный момент и ранее по методике [10], можно прогнозировать состояние изоляции высоковольтного оборудования троллейбуса, и, следовательно, электробезопасность его эксплуатации.

При увлажнении изоляции происходит снижение её электрического сопротивления и увеличение тока утечки. Если принять за предельное значение ток утечки равным 3 мА [6], то при номинальном значении напряжения контактной сети $U_{кc}=600$ В сопротивление высоковольтной изоляции должно быть не менее 200 кОм даже при влажной погоде. Следует заметить, что установившееся значение влажности изоляция приобретает только через трое суток при изменении влажности атмосферного воздуха. При сырой погоде происходит также снижение сопротивления пневматических шин из-за поверхностного увлажнения, что в конечном счете приводит к снижению электроопасности троллейбуса.

С целью идентичности условий при измерении напряжения прикосновения и при касании пассажиром корпуса троллейбуса необходимо измерения проводить вольтметром класса не ниже 2,5 с внутренним сопротивлением, равным сопротивлению тела человека, т.е. $R_b=R_q=1,0$ кОм $\pm 10\%$ со шкалой 50 В и защитой от перегрузки при повышенном напряжении прикосновения. Как при касании пассажиром корпуса троллейбуса, так и при измерениях пренебрегаем переходным сопротивлением между дорожным покрытием и пневматическими шинами (человеком). Если возникает необходимость его учета, то снижаем уровень допустимого напряжения прикосновения [U], на-

пример до 40 В [4].



Изменение тока утечки I_y и сопротивления высоковольтной изоляции R_i в зависимости от сопротивления пневматических шин $R_{ш}$ при неизменной электробезопасности, напряжениях прикосновения $U_{пр}=40$ В и контактной сети $U_{кв}=600$ В

Из рисунка видно, что снижение сопротивления пневматических шин с целью повышения электробезопасности троллейбусов наиболее эффективно в диапазоне до 2,5 кОм. Если учесть, что количество пневматических шин у односекционного троллейбуса составляет $n=6$, то нужно каждой пневматической шине обеспечить сопротивление порядка

$$R_{ш} = K_3 \cdot n \cdot \sum R_{ш} = 0,5 \cdot 6 \cdot 2,5 = 7,5 \text{ кОм} \quad (4)$$

при двукратном запасе по проводимости. Учитывая [5], это вполне реально.

Следовательно, с целью повышения электробезопасности троллейбусов необходимо покрышки их пневматических шин покрывать электропроводящей резиной, а контроль уровня электробезопасности оценивать по напряжению прикосновения, измеренного вольтметром с внутренним сопротивлением 1,0 кОм $\pm 10\%$ при выполнении требований [4, п.3], которые предписывают подключать вольтметр к металлическому листу размером 25x25 см, расположенному на земле и нагруженному массой не менее 50 кг.

1. СТ СЭВ 2726–80.
2. ГОСТ 12.1.009–76.
3. Троллейбус пассажирский ЗиУ–682Б. – М.: Транспорт, 1977. – 208 с.
4. ГОСТ 12.1.038–82.
5. Электрические кабели, провода и шнуры: Справочник / Под ред. Н.И.Белоруссова. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 536 с.
6. Правила эксплуатации трамвая та троллейбуса. – Харків: ХДАМГ, 1997. – 103 с.
7. Приборы для контроля токов утечки троллейбуса // Экспресс-информация. "Городской электрический транспорт". – №7. – Вып.2. – М.: ЦВНТИ, 1978. – 30 с.
8. Патент на винахід "Пристрій для вимірювання струму витікання високовольтного обладнання транспортних засобів". №24679А. МПК G01 R19/00. Авт. Крутий Л.М., Міренський І.Г., Коваленко В.І. та ін. Пріоритет від 30.10.97.
9. Пархоменко П.П., Сагомонян Е.С. Основы технической диагностики. – М.: Энергоиздат, 1981. – 320 с.
10. Терещенков В.К., Крутий Л.М., Кононов Б.Т. и др. Первичные источники энергии. – МО СССР, 1979. – 554 с.

Получено 10.07.2003

УДК 330.341.1.001.16

В.О.ПОКОЛЕНКО, канд. техн. наук, А.В.ШПАКОВ

Київський національний університет будівництва і архітектури

ОРГАНІЗАЦІЯ ДІАГНОСТИКИ ІННОВАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПРОЕКТІВ

З метою реалізації обсягів і структури портфелю реальних інвестицій пропонується алгоритм сценарно-стохастичної діагностики проектів та їх попереднього добору до складу портфеля, який дозволяє врахувати вплив на результат капіталовкладень з боку невизначеності, пов'язаної з провідними проектними змінними, і одержати кількісну оцінку дисперсії віддачі проектів.

Актуальність проблеми зумовлена обов'язковою економічною потребою її доведення до практичного використання і одержання прибутку, тобто перетворення ідеї в товар, що примушує інвестора звертатись для здійснення такого обґрунтування до специфічних учасників інвестиційного процесу – інвестиційно-діагностичних фірм, організацій, якщо відповідні підрозділи не створені в самій структурі організації-інвестора [1]. Проблеми актуалізації діяльності таких учасників в інвестиційному просторі, формування їх організаційних структур викладені в роботах [2, 3]. Однак ці дослідження не в повній мірі відповідають вимогам будівельної галузі щодо ефективного використання інвестицій і вимагають розробки детальних методик для вирішення цих проблем, чому і присвячена ця робота.

У даній роботі створено методико-алгоритмічні основи класифікації, добору та діагностики інноваційних проектів, що пропонуються для використання і впроваджуються в практику діяльності фірм з інве-