

УДК 622.81

А.Т. Ерыгин, А.Ю. Охапкин, Ю.В. Буров

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕНОСНЫХ ПРИБОРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ВЗРЫВООПАСНЫХ СРЕДАХ КАТЕГОРИИ ВЗРЫВООПАСНОСТИ IIВ

Установлены, в результате теоретических и экспериментальных исследований, характеристики искробезопасности $I_b = f(L, E)$ для взрывоопасных сред IIВ категории взрывоопасности для новой ранее неисследованной области параметров электрических цепей, использование которых улучшит технико-экономические характеристики переносных приборов и электрооборудования, расширит область их применения, обеспечит доступ разработчикам данных приборов и электрооборудования к их расчетной оценке искробезопасности.

Ключевые слова: искробезопасность, электрическая цепь, электрооборудование, расчетная оценка.

Обеспечение взрывозащиты переносных приборов и электрооборудования приводит к их усложнению и удорожанию в сравнении с аналогичным электрооборудованием в общепромышленном исполнении. Прогрессивный вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» также не решает полностью эту задачу и также проигрывает по технико-экономическим показателям общепромышленному исполнению электрооборудования.

Целью данной работы является разработка новых методов оценки и обеспечения искробезопасности переносных приборов и электрооборудования, позволяющих максимально приблизить их конструкцию к общепромышленному исполнению и этим самым повысить их технико-экономические показатели (уменьшить вес, габариты и стоимость).

Переносные приборы обычно имеют автономные источники питания в виде аккумуляторов и батареек. Оценить их на искробезопасность без то-

коограничительных элементов традиционно с помощью взрывной камеры невозможно, так как индуктивность искрообразующего устройства и присоединительных проводов взрывной камеры будет на несколько порядков больше индуктивности автономного источника питания. Поэтому требуется разработать расчетный метод оценки искробезопасности переносных приборов и электрооборудования. Для этих целей необходимо было установить параметры автономных источников питания, определяющих их искробезопасность, а с помощью экспериментов установить исходные данные для оценки их искробезопасности. Такими исходными данными служат характеристики искробезопасности $I_b = f(L, E)$ для малых значений э.д.с. источников питания, малых индуктивностей и больших значений размыкаемых токов, охватывающих параметры встречающихся на практике автономных источников питания и отсутствующие в России и за рубежом. Для оценки искробезопас-

ности источников питания с емкостными нагрузками служат зависимости $U_B = f(C, R_1, R_2)$.

В работе намечено разработать методику оценки и обеспечения искробезопасности переносных приборов и электрооборудования на базе новых установленных данных, позволяющая существенно улучшить технико-экономические характеристики переносных приборов и электрооборудования, расширить область их применения, обеспечить доступность оценки искробезопасности разработчиками данных приборов и электрооборудования. Ранее данная работа была выполнена применительно к рудничному электрооборудованию со взрывоопасными смесями I и IIА категории взрывоопасности [1].

Приведенная в действующем стандарте [2] методика расчетной оценки искробезопасности электрической цепи [3] позволяет определить минимальный воспламеняющий ток и наиболее опасную скорость размыкания контактов, характерную для оцениваемой электрической цепи. Методика расчетной оценки дает возможность получать численные значения коэффициентов искробезопасности и из многих испытательных режимов электрических цепей выбирать наиболее опасный испытательный режим, который при необходимости можно подвергнуть камерным испытаниям, снижая тем самым сроки испытаний электрооборудования на искробезопасность. Использование данной методики позволяет осуществлять оптимальный выбор параметров разрабатываемого электрооборудования. В данной работе методика расчета будет использована только для определения минимальных воспламеняющих токов применительно к 'этиленовоздушной смеси для параметров электрических цепей, характерных для

химических источников тока. Полученные значения минимальных воспламеняющих токов применительно к этиленовоздушной смеси затем будут уменьшены на коэффициент искробезопасности, равный 1,5, чтобы затем оперировать при оценке искробезопасности с искробезопасными значениями токов применительно к электрооборудованию подгруппы IIIВ.

Расчет минимальных воспламеняющих значений тока выполнен путем определения таких значений тока, при которых в разряд размыкания электрической цепи выделяется минимальное воспламеняющее значение энергии. Для этиленовоздушной смеси минимальное значение воспламеняющей энергии принималось равным для индуктивных цепей 0,115 мДж, а для омических цепей 1,82 мДж соответственно. Скорости размыкания контактов принимались равными 7,80 м/с и 0,15 м/с для индуктивных и омических электрических цепей соответственно. Электрический разряд моделировался на основе его статических вольтамперных характеристик, полученных экспериментально. Значения минимальных воспламеняющих токов определялись на основе нахождения параметров разряда при размыкании простых индуктивных цепей. Использовался численный метод решения соответствующих уравнений. Данный метод расчета в сравнении с испытаниями во взрывной камере учитывает наиболее опасные условия коммутации для всех электрических цепей. Искрообразующий механизм не имеет возможности обеспечить весь диапазон скоростей разведения контактов, что обуславливает более объективную оценку расчетного метода для всех видов электрических цепей. Простые индуктивные и омические цепи имеют наиболее опасную скорость разведения контактов при

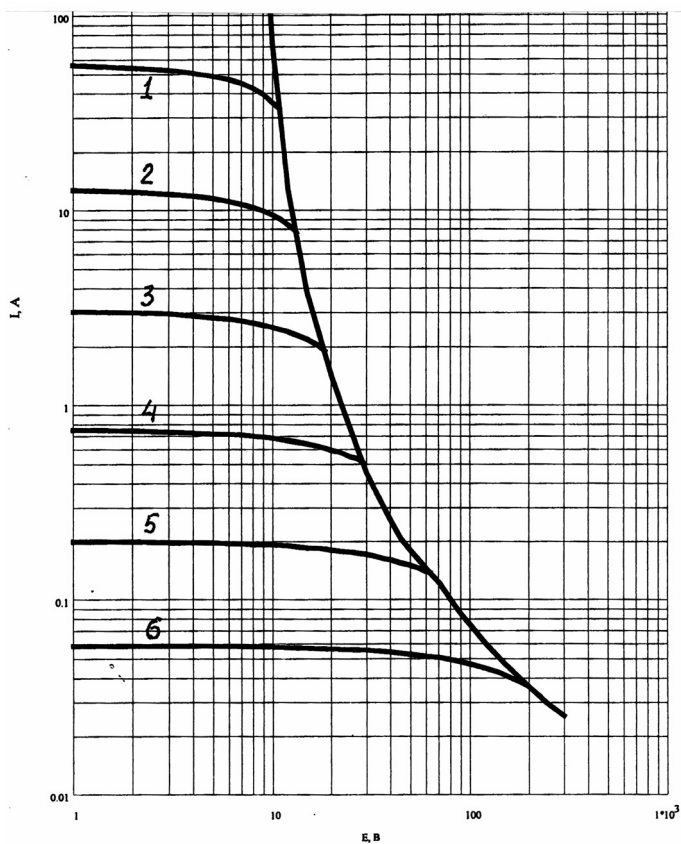


Рис. 1. Искробезопасный ток для этиленовоздушной смеси в зависимости от э.д.с. источника питания и индуктивности цепи: 1 – 10^{-6} Гн; 2 – 10^{-5} Гн; 3 – 10^{-4} Гн; 4 – 10^{-3} Гн; 5 – 10^{-2} Гн; 6 – 10^{-1} Гн

малой (омические цепи) или большой (простые индуктивные цепи), поэтому для этих цепей искрообразующий механизм реализует наиболее опасные условия коммутации контактов. Поэтому для этих электрических цепей результаты оценки искробезопасности при условии, что источником воспламенения является только электрический разряд, будут полностью равноценны. Полученные в результате расчета значения минимальных воспламеняющих токов в зависимости от параметров простых индуктивных и омической цепей представлены в виде характеристик искробезопасности

$I_B = f(L, E)$. Кроме этого, для тех же электрических цепей приведены характеристики искробезопасности (рис. 1), соответствующие активизированному составу взрывоопасных испытательных электрических цепей и полученные путем уменьшения в 1,5 раза значений минимальных воспламеняющих токов, полученные для этиленовоздушной смеси.

Экспериментальные исследования воспламеняющей способности электрических разрядов проводились в водородокислородной смеси с содержанием водорода 75 %, которая согласно ГОСТ Р 51330.10-99 [2] является испытательной активизированной взрывоопасной смесью при оценке на искробезопасность электрооборудования для подгруппы IIА.

Для приготовления данной взрывоопасной смеси использовано также электролитическое питающее устройство ПУЭ [4], позволяющее получать любые составы водородокислородной смеси с высокой точностью. В качестве искрообразующего устройства был использован механизм МЭК, являющийся стандартным при проведении на искробезопасность электрических цепей как в России, так и за рубежом. Искрообразующее устройство устанавливалась во взрывной камере БВК-3 [5]. Исследуемые электрические цепи подключались к аккумуляторным батареям.

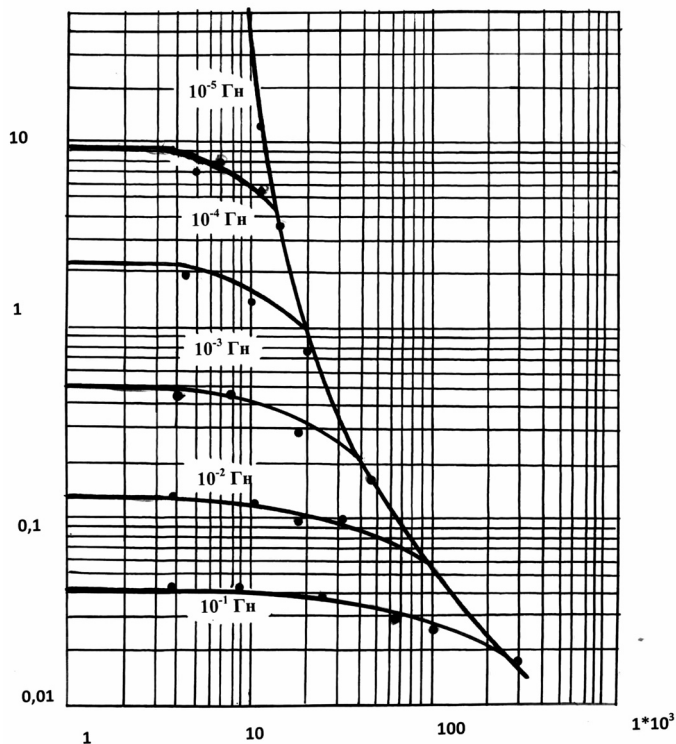


Рис. 2. Зависимости минимального воспламеняющего тока от э.д.с. источника питания и индуктивности цепи для водородокислородной (75% H_2 + 25% O_2) смеси

Регулировка силы тока в электрической цепи осуществлялась ограничительным сопротивлением, в качестве которого использован магазин сопротивлений Р-58, имеющий бифилярную катушку для снижения его индуктивности. При больших значениях размыкаемых токов вместо магазина сопротивлений использовались угольные и проволочные сопротивления. Верхнее значение размыкаемого тока будет ограничиваться индуктивностью искрообразующего механизма и соединительных проводов от источника питания к клеммам взрывной камеры.

Воспламеняющие токи для каждой электрической цепи определялись при трех – пяти вероятностях воспламенения водородокислородной (75 % H_2 + 25 % O_2) смеси. По полученным данным строилась зависимость вероятности воспламенения взрывоопасной смеси от размыкаемого тока $P = f(I_v)$ и путем интерполяции и экстраполяции определялись воспламеняющие токи при стандартном значении вероятности воспламенения взрывоопасной смеси $P = 10^{-3}$. В результате выполненных экспериментальных исследований построены характеристики искробезопасности $I_v = f(L, E)$, которые предназначены для оценки искробезопасности химических источников тока как в режиме их короткого замыкания, так и совместно

с линией связи и индуктивными нагрузками. Анализ результатов экспериментальных исследований, приведенных на рис. 2, показывает, что полученные расчетом и с помощью эксперимента значения искробезопасных токов в изученном диапазоне практически полностью совпадают.

Это подтверждает справедливость основ, на которых базируется метод расчета, а также тот факт, что нагрев контактов искрообразующего механизма в результате протекания по ним больших токов (до 10 А) не влияет на процесс воспламенения (не снижает уровень воспламеняющей энергии

электрического разряда). Только при токах более 10 А замечено незначительное влияние нагрева контактов на уровень воспламеняющих токов. В результате выполненных исследований в диапазоне размыкаемых токов до 20 А может быть сделан важный вывод о том, что для оценки искробезопасности химических источников тока с индуктивными нагрузками может быть использован как расчетный метод, так и характеристики искробезопасности $I_b = f(L, E)$ (рисунок 2), установленные на основании экспериментальных исследований.

1. На основании теоретических исследований установлены характеристики искробезопасности $I_b = f(L, E)$, применительно к активизированным взрывоопасным смесям IIВ категории взрывоопасности. Характеристики искробезопасности установлены для ранее неизученной области параметров электрических цепей, характерной для малых напряжений источников питания и его индуктивностей и больших значений размыкаемых токов.

2. На основании экспериментальных исследований установлены зависимости минимального воспламеняющего тока химического источника тока от значения его э.д.с. и индуктивности для испытательной активизированной взрывоопасной смеси IIВ категории взрывоопасности, позволяющие оценивать на искробезопасность химические источники тока в режиме короткого замыкания и совместно с линией связи и индуктивными нагрузками переносных приборов и электрооборудования.

3. Сопоставление характеристик искробезопасности, установленных теоретически и экспериментально, свидетельствует о не влиянии контактного перегрева на уровень воспламеняющих параметров электрической цепи при установленных значениях размыкаемых токов.

4. Использование новых установленных зависимостей позволяет разрабатывать переносные приборы и электрооборудование с более высокими технико-экономическими показателями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерыгин А.Т., Толченкин Р.Ю. Способ обеспечения искробезопасности переносных приборов, № 2336417. Изобретения и полезные модели. – М.: РОСПАТЕНТ, 2008, - № 29, с.11-12.

2. ГОСТ Р 51330.10-99. Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь. Введ. От 010100. – М.: Издательство стандартов, 2000. – 117 с.

3. Ерыгин А.Т., Трембицкий А.Л., Яковлев В.П. Методы оценки искробезопасности

электрических цепей. – М.: Наука, 1984.- 256 с.

4. Серов В.И., Виноградов В.П. Электролитическое питающее устройство. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1966. – 28 с.

5. Серов В.И., Хмель Г.В. Автоматическая взрывная камера типа БВК-3 для испытаний на искробезопасность электрических цепей. Руководство по эксплуатации. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1966. – 28 с. **ИДБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Ерыгин А.Т. – профессор, доктор технических наук,

Охапкин А.Ю. – кандидат технических наук,

Буров Ю.В. – аспирант отдела проблем горной аэрогазопылединамики и безопасности освоения, аттестованный Ростехрегулированием эксперт по сертификации взрывозащищенного и рудничного оборудования Негосударственного фонда МОС «Сертиум», УРАН ИПКОН РАН.