

УДК 614.841.245

## АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ИЗДЕЛИЯ

*П. Н. Садчиков, Л. Н. Черкаева*

*Астраханский инженерно-строительный институт (Россия)*

Рассмотрены вопросы надежности технических систем к возникновению и распространению пожара в вероятностной постановке. Предложена методика, позволяющая оценить степень пожарной опасности электротехнического изделия на основе формулы полной вероятности. Алгоритм реализации данной методики построен при учете полной группы событий, появление каждого из которых способно привести к возгоранию.

**Ключевые слова:** *техническая система, электротехническое изделие, надежность, пожарная опасность, полная вероятность, гипотеза, сценарий пожара, натурное испытание.*

The paper considers the problems of reliability of technical systems to the emergence and spread of fire in a probabilistic formulation. On the basis of the formula of total probability the authors suggest a method to evaluate the degree of fire hazard for electro technical products. Algorithm for implementation of this methodology has been worked out taking into account the full group of events, the occurrence of each can lead to fire.

**Key words:** *technical system, electrical product, reliability, fire danger, total probability, hypothesis, fire scenario, full-scale tests.*

Исследование вопросов надежности технических систем связано с изучением их способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях длительного обслуживания. Под технической системой следует понимать множество элементов, объединенных функционально и имеющих единое назначение. К числу таковых относится любой бытовой либо промышленный прибор. В качестве объекта в рамках настоящего исследования рассматривается электротехническое изделие.

Одной из основных характеристик при эксплуатации электротехнического изделия является его пожаробезопасность. Она отображает степень защищенности отдельно взятого человека или группы людей при целевом использовании данной технической системы. При проектировании, макетировании, апробации и запуске в серийное производство требования к обеспечению пожарной безопасности объекта остаются неизменными. Они регламентируются на уровне государства в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании».

Несоблюдение установленной нормы пожарной безопасности, предъявляемой к технической системе, может привести к травмированию людей и животных, а также нанесению ущерба имуществу. Строго говоря, какова бы ни была электрическая цепь, ей всегда свойственна опасность порождения пожароопасной ситуации. Однако степень этой опасности в зависимости от соблюдения регламентирующих правил и норм может значительно варьироваться.

Степень возможного возгорания изделия в результате протекания тока является вероятностной характеристикой. Одним из вариантов количественного представления данной характеристики является пожарный риск. Данная величина определяется в виде произведения частоты возникновения аварийной ситуации на размер ущерба вследствие пожара. Причем, указанная частота должна фиксироваться при всех возможных состояниях изделия в ходе проведения натурных испытаний. Таким образом, требуются сбор и обработка соответствующей статистической информации о поведении объекта при различных условиях эксплуатации. Предложенная методика даст более достоверный результат при увеличении числа искусственно поставленных опытов с учетом полной группы возможных их исходов.

Основной задачей настоящего исследования является разработка методов анализа по оценке риска возникновения пожара, а также степени и площади распространения в случае его появления при эксплуатации конкретного электротехнического изделия.

Снижение пожарного риска зависит от выбранного материала, компонентов и самой конструкции электротехнического изделия. При непра-

вильной эксплуатации, ошибках на производстве, аварийных ситуациях, а так же при человеческом факторе – риск следует снижать настолько, чтобы он не был существенным.

Если источником пожара все же стало изделие, то следует предусмотреть меры, чтобы пожар не распространялся за пределы оболочки самого изделия.

В случае когда изделия сами подвергаются пожарной опасности от внешнего источника, важно, чтобы они не способствовали распространению пожара в большей степени, чем строительные материалы или конструкции, являющиеся источником зажигания.

Значение вероятности возникновения пожара при использовании электротехнического изделия зависит от возможного появления целого ряда других событий, а потому может быть рассчитано по формуле полной вероятности:

$$p(B) = \sum_{i=1}^n p(A_i)p(B|A_i),$$

где  $B$  – основное событие,  $A_i$  –  $i$ -ая гипотеза появления  $B$ .

В качестве гипотез в данном случае могут выступить следующие события:

- $A_1$  – возникновение сверхтока в проводнике,
- $A_2$  – обнаружение дефектный контакт,
- $A_3$  – потеря изоляционных свойств,
- $A_4$  – самопроизвольное нагревание изделия,
- $A_5$  – выход из строя взаимосвязанных систем, к примеру, системы вентиляции,
- $A_6$  – появление механических повреждений электрических контактов,
- $A_7$  – проявление преждевременного термостарения,
- $A_8$  – ослабление клемм,
- $A_9$  – попадание внутрь либо на поверхность прибора инородных тел,
- $A_{10}$  – износ деталей электрического ключа при частых переключениях,
- $A_{11}$  – потеря работоспособности вследствие попадания влаги,
- $A_{12}$  – тепловыделение при перегрузке,
- $A_{13}$  – возникновение искр и разрядов и т. д.

Представленные события подтверждают тот факт, что применение и накопление энергии любого вида сопряжено с вероятностью возникновения пожара в здании.

С точки зрения теории вероятностей степень возможного появления отдельно взятого события, входящего в полную группу, транслируется как частный случай вероятности основного события, позволяющего дать

обобщенную оценку пожарной опасности технической системы в целом. К числу таких событий следует отнести:

- возникновение пожара,
- распространение пожара,
- тепловыделение,
- токсичность и коррозионную активность дыма горящего изделия,
- оптическую плотность при возникновении пожара.

Оценка пожарной опасности изделия, согласно предложенной схеме, строится на результатах анализа его технических показателей, условий эксплуатации и качества обслуживания, а также характеристик окружающей среды. Результаты данного анализа позволяют ответить на вопросы:

- о назначении, соответствии конкретной классификационной группе и возможности замены рассматриваемого изделия объектом-аналогом;
- о размещении изделия и периодичности его применения;
- об организации рабочего места пользователя;
- о системах контроля показателей внешней среды.

Приведенный алгоритм оценки основан на поиске вероятности возникновения пожара при эксплуатации конкретного электротехнического изделия при учете целой совокупности процессов, приводящих к возгоранию. Для случая же развития критической ситуации необходимо провести идентификацию сценариев пожара. Для полноты исследования следует рассмотреть как можно большее число таких сценариев, отображающих очередность проявлений от момента зажигания до развитого горения и полномасштабного пожара.

Возможные варианты сценариев возникновения и распространения пожара могут быть определены по результатам поведения электротехнического изделия в ходе искусственно поставленных натуральных испытаний. В зависимости от постановки эксперимента, все испытания целесообразно классифицировать, как:

1) *по имитации пожара*, позволяющие воспроизвести реальные условия с целью построения прогноза аварийных режимов эксплуатации изделия;

2) *с проверкой на огнестойкость*, для возможности установления промежутков времени, при которых узловыe элементы изделия способны сохранять свои свойства в условиях теплового воздействия;

3) *по поведению изделия при горении*, с целью осуществления проверки свойств объекта по воспламеняемости, зажигаемости, скорости распространения пламени, плотности дыма и скорости тепловыделения;

4) *по определению свойств материалов*, определяющих:

- теплоту сгорания, парообразования и проводимости,
- температуры плавления, вспышки, воспламенения и самовоспламенения вещества.

Выводы, интерпретирующие полученные результаты представленного исследования:

1. Оценку пожарной опасности электротехнического изделия следует строить на вероятностном подходе, определяющем средства и методы поиска степени возможного появления пожара, времени и площади его распространения.

2. При рассмотрении нескольких сценариев пожара итоговая оценка представляется в обобщенном виде через величину пожарного риска.

3. Если пожарную опасность оценивают не в величинах прямых потерь, включая гибель людей, травматизм и материальный ущерб, то следует применять косвенные методы, включающие время эвакуации, скорость распространения пламени, размеры пожара.

4. При оценке должны соблюдаться все этапы, необходимые для установления значимого порога безопасности.