

УДК 621.3:658.34

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Л. Г. ЧЕРНАЯ¹, В. Н. АБАБУРКО¹, А. Е. САЗОНКО²

¹Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

²Департамент по надзору за безопасным ведением работ
в промышленности (Госпромнадзор)

Минск, Беларусь

Промышленное взрывозащищенное электрооборудование, а также его системы управления проектируются в соответствии с требованиями технического регламента ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах». Указанный технический регламент нормирует допустимые требования к взрывобезопасности и электробезопасности. Однако для повышения общего уровня безопасности при эксплуатации оборудования в промышленных условиях их не всегда достаточно. Это связано с тем, что стремление минимизации как временных, так и материальных затрат при изготовлении и монтаже электрооборудования приводит к упрощению схемотехнических решений и использованию более дешевых комплектующих, характеристики которых удовлетворяют требованиям ТР ТС 012/2011 в течение оговоренного срока эксплуатации. Однако не всегда имеется возможность у промышленных предприятий обновить или модернизировать существующие системы управления взрывозащищенным электрооборудованием.

В этом случае возникают иные опасности, не учитываемые требованиями ТР ТС 012/2011 и иными нормативными документами в сфере электробезопасности: получение механических и термических травм вследствие нештатной работы технологического оборудования; поломки технологического оборудования; выпуск бракованной продукции из-за несоответствия показателей качества заданной программе производства.

Для повышения безопасности и снижения риска возникновения негативных факторов предлагаются следующие мероприятия:

1) дублировать датчики контроля нештатных режимов оборудования не только в системах противоаварийной защиты, но и в остальных системах управления оборудованием;

2) дублировать критически важные с точки зрения предотвращения аварийного или аномального режима исполнительные элементы (например, обеспечивать разрыв главной электрической цепи питания не одним, а двумя последовательно включенными контакторами, которые гарантировано обесточат электрические цепи даже в случае отказа одного из них);

3) использовать специализированные реле безопасности, отслеживающие сигналы как с датчиков техпроцесса, так и контролирующие состояние отдельных исполнительных компонентов (замыкание контакторов и магнитных пускателей, промежуточных реле, положение элементов ограждения рабочей

зоны и т. п.); для микропроцессорных модульных систем управления следует использовать специализированные модули безопасности для входных и выходных цепей;

4) правильно оценивать требуемый уровень полноты безопасности системы и использовать оборудование, имеющее соответствующую маркировку уровня функциональной безопасности, подтвержденную соответствующим сертификатом.

Комплекс стандартов СТБ ИЕС 61508-1–2014 «Функциональная безопасность электрических, электронных, программируемых электронных систем, относящихся к безопасности» позволяет дать оценку безопасности системы и обеспечить меры по достижению требуемого уровня полноты безопасности, который зависит от вероятности отказов.

Вероятность отказа исходной системы без резервирования определяем по формуле

$$Q_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^n P_i(t),$$

где P_i – вероятность безотказной работы i -го элемента системы.

Вероятность отказа системы с общим резервированием всех элементов находим по формуле

$$Q_c(t) = Q_{OC}(t) \cdot Q_{PC}(t),$$

где $Q_{OC}(t)$ – вероятность отказа основной системы; $Q_{PC}(t)$ – вероятность отказа резервной системы.

Вероятность отказа системы с поэлементным резервированием определяем по формуле

$$Q_c(t) = 1 - P_c(t),$$

где P_i – вероятность безотказной работы системы с поэлементным резервированием.

$$P_c(t) = P_{11-21}(t) \cdot P_{12-22}(t) \cdot P_{13-23}(t),$$

где $P_{11-21}(t)$ – вероятность безотказной работы группы из первого основного и резервного элементов; $P_{12-22}(t)$ – вероятность безотказной работы группы из второго основного и резервного элементов; $P_{13-23}(t)$ – вероятность безотказной работы группы из третьего основного и резервного элементов.

Самая низкая вероятность отказов – в системе с поэлементным резервированием, но которая требует не только дополнительных материальных затрат, но и особой методики монтажа.

Указанные мероприятия позволят повысить уровень безопасности и продлить эксплуатацию систем промышленного взрывозащищенного электрооборудования.