

ПУТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВ МОНИТОРИНГА ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Зинченко Е.О., студент; Бершадский И.А., проф., д.т.н.
(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк)

Для решения проблемы визуального мониторинга состояния технических скважин и не оснащенных подъемными установками вертикальных стволов горных предприятий, в институте УкрНИМИ НАН Украины разработано малогабаритное устройство для телевизионного обследования с земной поверхности крепи и оборудования технических скважин диаметром от 0,15 м и стволов диаметром до 8 м на глубину более 600 м [1, 2].

Устройство состоит из телевизионного зонда, подвешиваемого на трос лебедки, и приемо-передающего блока с опорной конструкцией, выполненной в виде разъемной рамы, установленной на двух опорах. Разъемная рама оборудована двумя опорными площадками и отклоняющим шкивом. На одной опорной площадке рамы размещена барабан-лебедка с волоконно-оптическим кабелем и аппаратурой приема-передачи видеосигнала, а на другой – лебедка подвески зонда.

Телевизионный зонд (рис. 2) выполнен в виде цилиндрического стакана, в торцевой части которого закреплена цифровая видеокамера, а внутри размещены источники питания и преобразователь видеосигнала (медиаконвертор) *MC-213W* (рис. 1).



Рисунок 1 - Преобразователь сигналов

При обследовании вертикальной горной выработки приемо-передающий блок размещают на земной поверхности в зоне ее устья, а телевизионный зонд перемещают по скважине (стволу) во взрывоопасной атмосферной среде. В связи с этим, к зонду предъявляются особые требования – его электрооборудование должно быть взрывобезопасным. Базовым электрическим элементом в конструкции зонда, на который следует обратить внимание с точки зрения обеспечения взрывобезопасности, является конвертер.

Расчетные схемы блока питания медиаконвертера разделены на 8 групп в пределах двух модулей Power и Fiber. Группы схем с номерами 1-4, 6, 7 сводятся к последовательно-параллельным соединениям с возможностью их замены эквивалентными параметрами. Для оценки схем 5 и 8 с мостиковыми соединениями необходимо прибегнуть к экспресс-методу «бескамерной тепловой оценки» [4].

Результаты исследований показали, что во всех нормальных режимах по данным группам схем обеспечивается искробезопасный режим работы согласно [5].

Режим КЗ опасен для цепей в схемах 4 и 5. В схеме 4 используются ферритовые резисторы MLB-321611-0120p-N1 с сопротивлением по постоянному току $R_{DC} = 0,04$ Ом. Поэтому, в случае КЗ на выводах VCCIN-земля $I_{кз} \approx 5/0,08 = 62,5$ А ≤ 100 А. Это условие

соблюдается и при максимальном импедансе резистора MLB-321611-0120p-N1, соответствующего $1,91 \cdot 10^{-7}$ Гн.

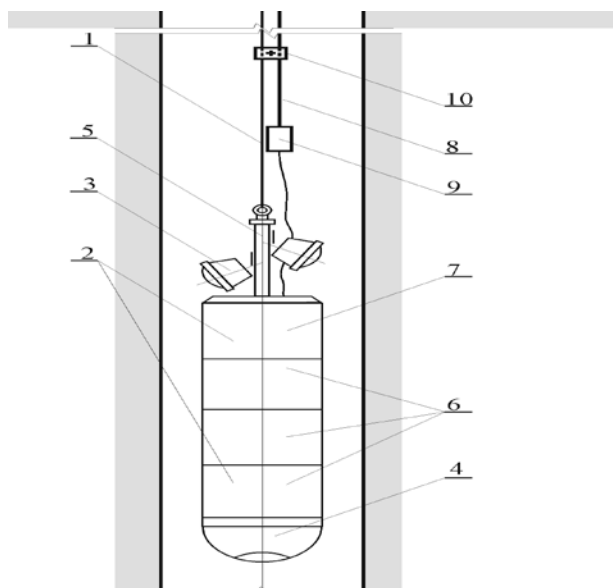


Рисунок 2 - Телевизионный зонд

1 – несущий трос; 2 – телевизионный зонд; 3 – светильник; 4 – видеокамера; 5 – стойка крепления светильников; 6 – блоки источников питания видеокамеры и питания преобразователя сигналов; 7 – блок преобразователя сигнала видеокамеры; 8 – волоконно-оптический кабель; 9 – разъем кабельной сети; 10 – монтажное приспособление

В схеме 5 (рис. 3) опасен режим КЗ при закорачивании выводов Е-С транзистора Q2 2SB1386 и последующего КЗ на выводах VCC33-земля. В этом случае $I_{кз} \approx VCC33/R55=5/0,22=23 \text{ А} \geq 3\text{А}$ при $L_4=100 \text{ мкГн}$. Поэтому необходимо рассмотреть возможность шунтирования указанной индуктивности диодом, а также в дальнейшем определить степень эффективности такого ограничения.

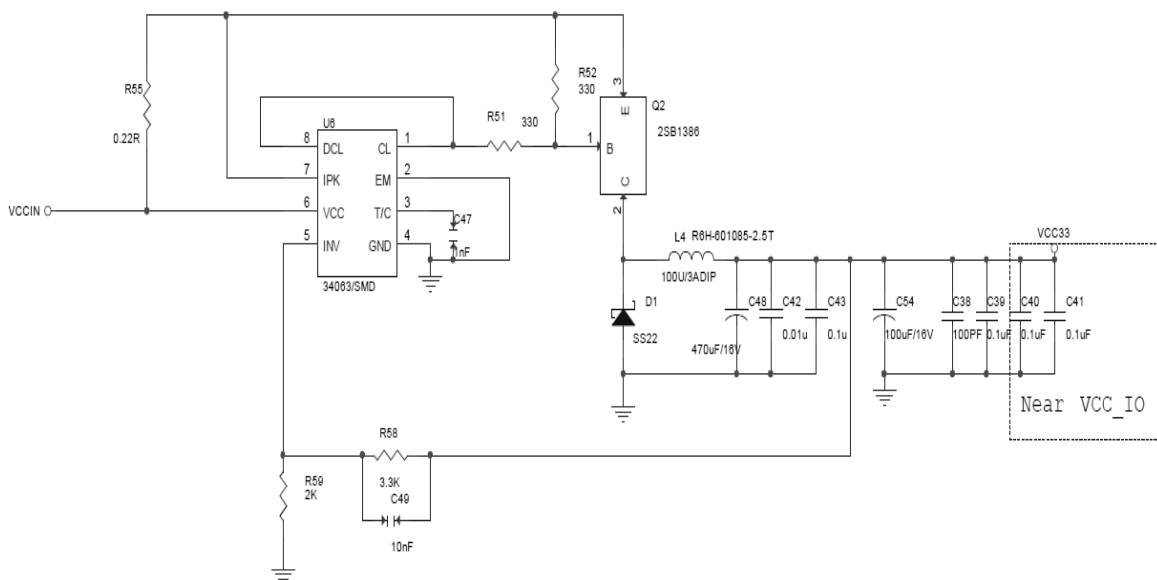


Рисунок 3 - Схема 5 модуля Power

В схеме медиакамеры (рис. 4) присутствует дополнительный источник тепла – самовосстанавливающийся предохранитель FSMD050-2920 (рис. 4), который необходимо исследовать, чтобы узнать его время нагрева.

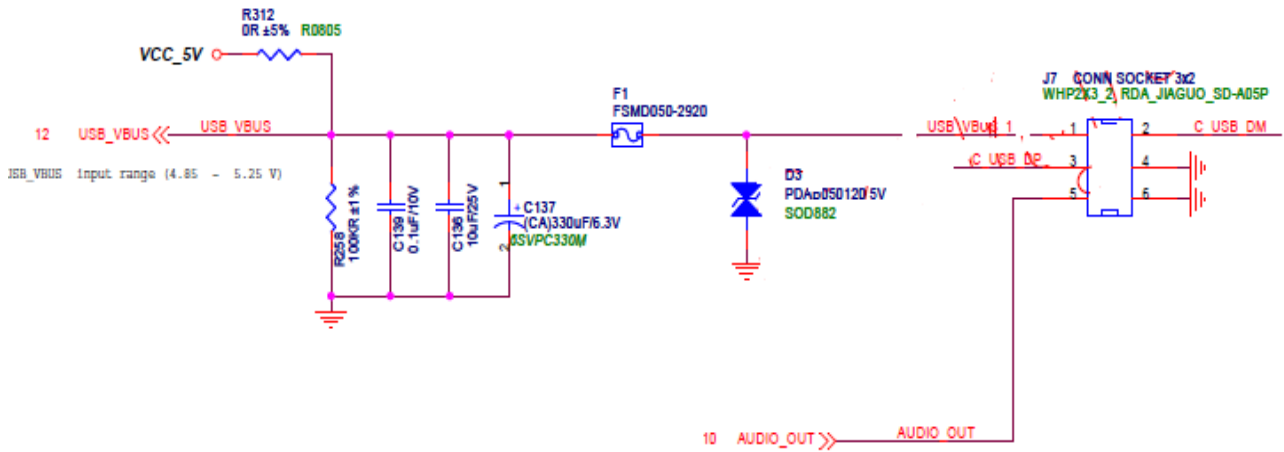


Рисунок 4 - Схема медиакмеры

Для исследования самовосстанавливающегося предохранителя был создан стенд, схема которого изображена на рис. 5. Были исследованы различные тепловые характеристики предохранителя (рис. 6-8).

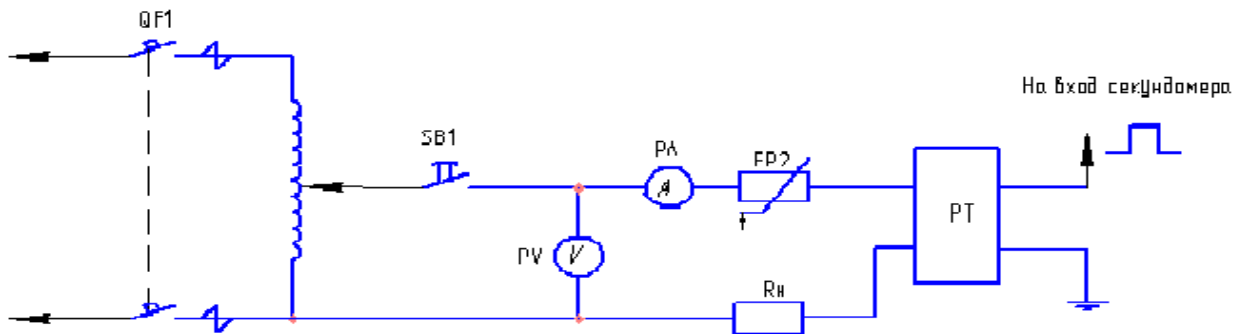


Рисунок 5 - Схема для исследования тепловых характеристик самовосстанавливающегося предохранителя

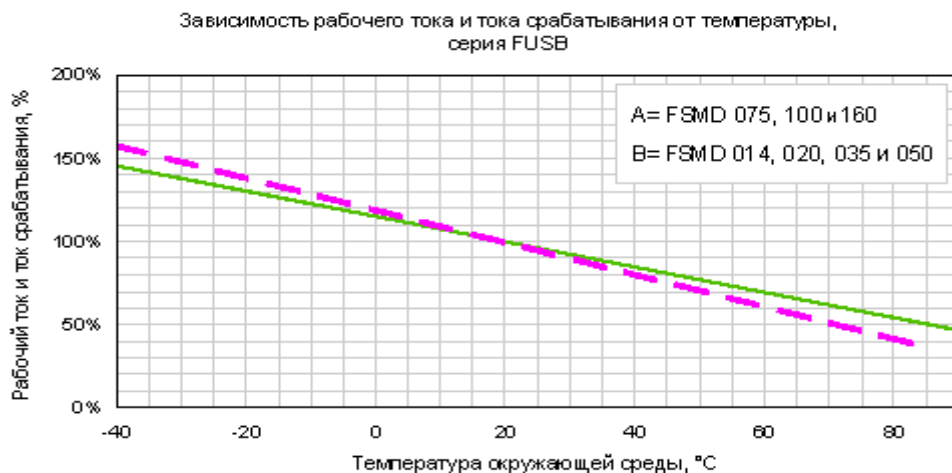


Рисунок 6 - Зависимость рабочего тока и тока срабатывания температуры предохранителя

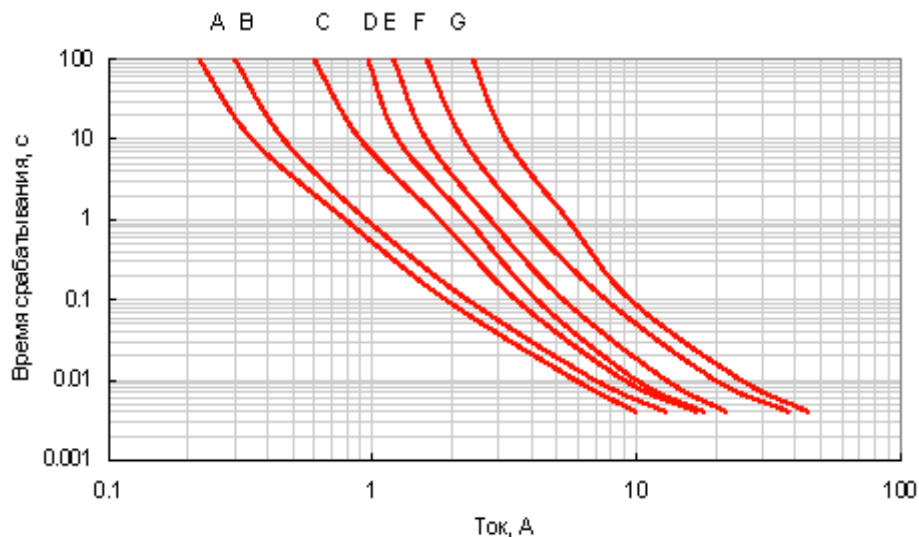


Рисунок 7 - Зависимость времени срабатывания предохранителя от прохождения тока

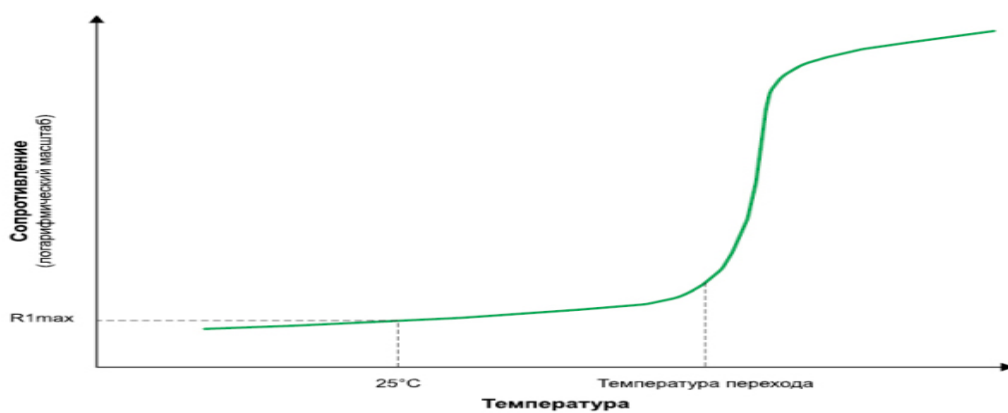


Рисунок 8 – Зависимость температуры предохранителя от сопротивления

Выводы

Выполненные анализ и оценка искробезопасности схем медиаконвертера аппаратуры телевизионного обследования состояния технических скважин позволили установить, что в нормальном режиме работы все схемы его модулей Power и Fiber искробезопасны.

При аварийном КЗ на выводах VCC33-земля схемы 5 необходимо предусмотреть защитное шунтирование индуктивности $L_4=100$ мкГн.

Перечень ссылок

1. Кулибаба С. Б. Мониторинг состояния вертикальных горных выработок / С.Б. Кулибаба, В. Ф. Филатов, Б. В. Хохлов // Уголь Украины. — 2013. — №5. — С. 25–27.
2. Пристрій для огляду стінок свердловини [Текст]: пат. 83132 Україна: МПК E 21 B 49 / 00 / Кулібаба С. Б., Філатов В.Ф., Хохлов Б. В., Гільман В. Я.; заявник та патентовласник УкрНДМІ НАН України. — № u2013 03246; Заявл. 18.03.2013; Опубл. 27.08.2013, Бюл. № 16.
3. Толченкин Р. Ю. Разработка метода оценки и способов обеспечения искробезопасности рудничных переносных приборов и электрооборудования: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук.– М., 2009. – 18 с. – УРАН ИПКОН РАН.
4. Бершадский И.А. Сравнительный анализ способов обеспечения искробезопасности шахтных головных аккумуляторных светильников / И.А. Бершадский, Г.Л. Федоренко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – Серія гірничо-електромеханічна. – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – випуск 21 (189). – С.3–13.
5. ГОСТ Р 51330.10–99. Электрооборудование взрывозащищенное, Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь «i». – [Введ. с 01.01.2001]. – М.: Госстандарт России, 2000. – 118 с.