

УДК 622.016.25

ИСКРОБЕЗОПАСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СХЕМЫ МЕДИАКОНВЕРТЕРА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Бершадский И. А.

*(Донецкий национальный технический университет,
г. Донецк, Украина)*

Филатов В. Ф.

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

У статті подані результати аналізу й оцінювання іскробезпеки схем перетворювача сигналів (конвертера MC-213W) апаратури телевізійного моніторингу свердловин і стволів, з урахуванням іскробезпеки активних, реактивних навантажень (з рекомендаціями по установці іскрогасильних шунтів) та ємнісних елементів.

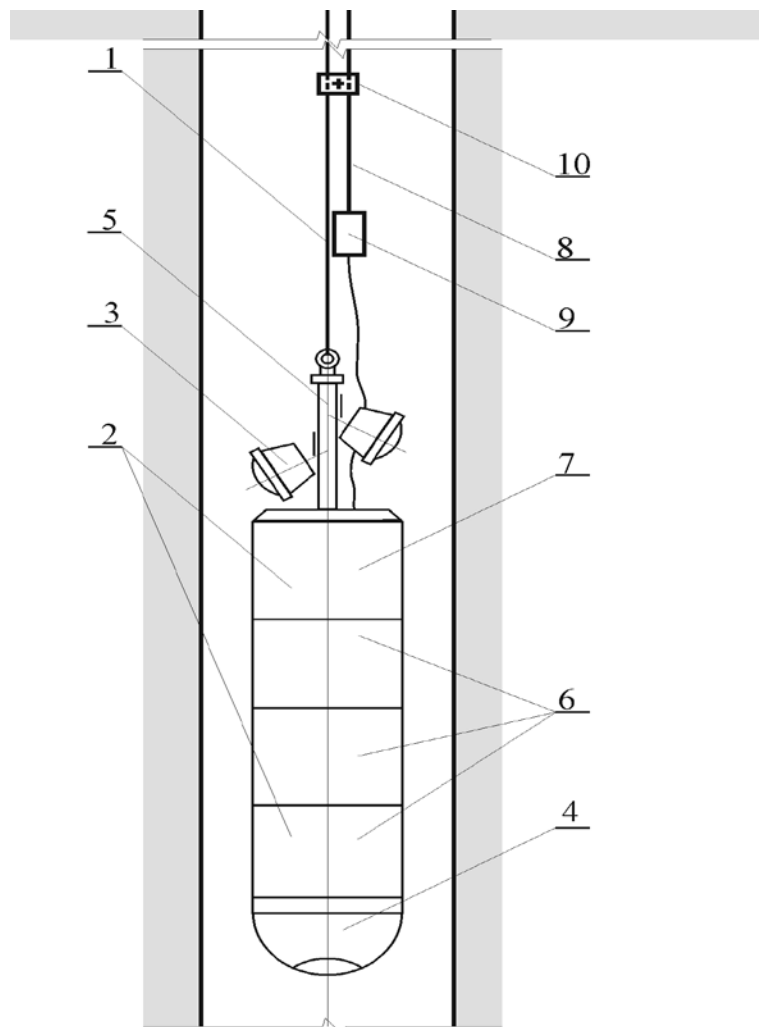
Spark safety of MC-213W signal converter circuit for TV monitoring equipment in bore holes and shafts is analyzed and evaluated taking into account spark safety of resistive, reactive loads (with the guidelines for mounting safe shunts) and capacitor elements.

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 опорны-

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



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.

Рис. 1. Телевизионный зонд



Рис. 2. Преобразователь сигналов

При обследовании вертикальной горной выработки приемопередающий 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.

Техническая характеристика медиаконвертора *MC-213W*

| | |
|--------------------------------|----------|
| Питающее напряжение, В | 5,0 |
| Ток, А | 1,0 |
| Потребляемая мощность, Вт | 5,0 |
| Масса, кг | 0,42 |
| Габариты, мм | 94×71×27 |
| Дальность передачи сигнала, км | 20,0 |

В блоках источника питания видеокамеры и преобразователя сигналов используются автономные источники питания с хи-

мическими источниками тока – аккумуляторами. Их параметры характеризуются малым напряжением (например, 5 В для преобразователя сигналов *МС-213W*), а также большими значениями токов короткого замыкания (КЗ) и размыкания. Оценка таких приборов на искробезопасность должна состоять из двух частей.

Первая часть представляет собой оценку химического источника тока без ограничительного сопротивления в режиме короткого замыкания. Воспламеняющая способность разрядов в этом случае определяется по трем основным параметрам:

- э.д.с. источника E ;
- ток короткого замыкания $I_{КЗ}$;
- индуктивность цепи источника питания L .

Данные параметры должны определяться электроизмерительным методом [3].

Вторая часть предполагает анализ всех схем конвертера с учетом искробезопасности активных, реактивных нагрузок (с рекомендациями по установке искрогасящих шунтов) и емкостных элементов. Рассмотрим далее именно эту часть указанной задачи.

Напряжение источника питания $VCCIN$ ($VCC\ INPUT$) составляет 5 В, кроме того в схемах имеется часть цепей, питаемых напряжением 3,3 В через импульсный стабилизатор-преобразователь 34063. Необходимо учесть, что при э.д.с. источника питания ниже минимального напряжения зажигания дуги, равного для пары контактов из кадмия и вольфрама 8 В, цепь может иметь только индуктивный характер, т.к. электрические разряды при малой скорости разведения контактов будут невозможны.

Одним из наиболее апробированных является метод оценки с помощью характеристик искробезопасности $I_b = f(L, E)$ для расширенного диапазона напряжений и токов цепи [3, 5].

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 (рис. 3 и 4) с мостиковыми соединениями необходимо прибегнуть к экспресс-методу «бескамерной тепловой оценки» [4].

Основные соотношения максимальных воспламеняющих активных, индуктивных токов и напряжений на емкостях приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1

Характеристика активно индуктивных искробезопасных цепей
 медиаконвертера

| № схе- мы | U_{\max} | I_{\max} | Характер цепи | I_6 | Вы- вод | Примечание |
|-----------------|------------|------------|---------------------------|--|------------|--|
| 1,2 | 7,5 В | 0,45 А | а. | $I_6 \leq 100$ А | б. р. | - |
| 3 | | 0,15 А | а. | | | |
| 4 | | 1,5 А | а. | | | |
| 5 | | 1,56 мА | а.-и., $L=100$ мкГн | $I_6 \leq 3$ А | б. р. | т1 – закорочены выводы Е - С транзистора Q2: обрыв цепи VCCIN-R55-Q22ЕС- L4-R58-R59-земля |
| | | 4,12 мА | а.-и., $L=100$ мкГн | $I_6 \leq 3$ А | б. р. | т2 – закорочены выводы 6- 5 микросхемы 34063: об- рыв цепи VCCIN-R59- земля |
| | | 22 мА | а.-и., $L=100$ мкГн | $I_6 \leq 3$ А | б. р. | т3 – закорочены выводы 7- 8 В – С транзистора Q2: VCCIN-Q55-7-8-R51-BC Q22-земля |
| | | 1,5 А | а.-и., $L=100$ мкГн | $I_6 \leq 3$ А | б. р. | обрыв цепи с полной нагрузкой |
| 7 | | 22 мА | а. | $I_6 \leq 100$ А | б. р. | - |
| 8 | | 508 мА | а. | | | т1 – обрыв в конце |
| | | 137 мА | а. | $T_p=156$ мкс, $W_p=48$ мкДж $\leq 0,28$ мДж | б. р. | т2 – КЗ в ветви (рис. 4) |

Примечание: а, а. –и. – активный и активно-индуктивный ха-
 рактер электрической цепи, б.р. – безопасный режим, т1, т2, ... –
 точка испытания в схеме, I_6 – безопасный ток, T_p , W_p – длительность
 и энергия искрового разряда.

Таблица 2

Характеристика активно индуктивных искробезопасных цепей
 медиаконвертера

| № схемы | U_{\max} , В | C_{Σ} , мкФ | Безопасные параметры | Вывод |
|---------|----------------|--------------------|----------------------|-------|
| 4 | 7,5 | 101 | $C_6=7000$ мкФ | б. р. |
| 5 | | 570 | | |
| 6 | | 200 | | |
| 7 | | 10 | | |

Из их анализа следует, 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.

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 $I_{кз} \approx VCC33/R55 = 5/0,22 = 23$ А ≥ 3 А при $L_4 = 100$ мкГн. Поэтому необходимо рассмотреть возможность шунтирования указанной индуктивности диодом, а также в дальнейшем определить степень эффективности такого ограничения.

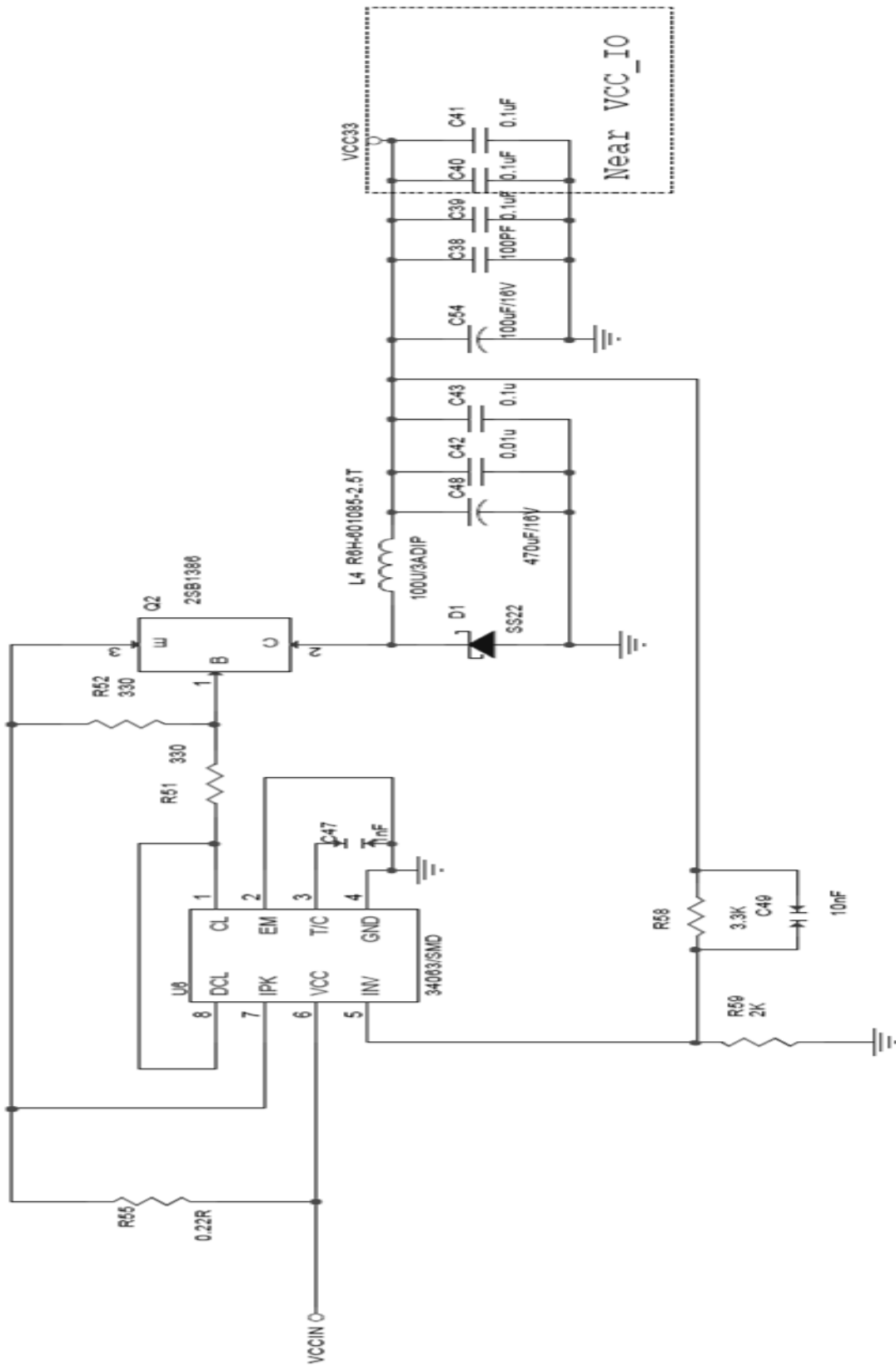


Рис. 3. Схема № 5 модуля Power

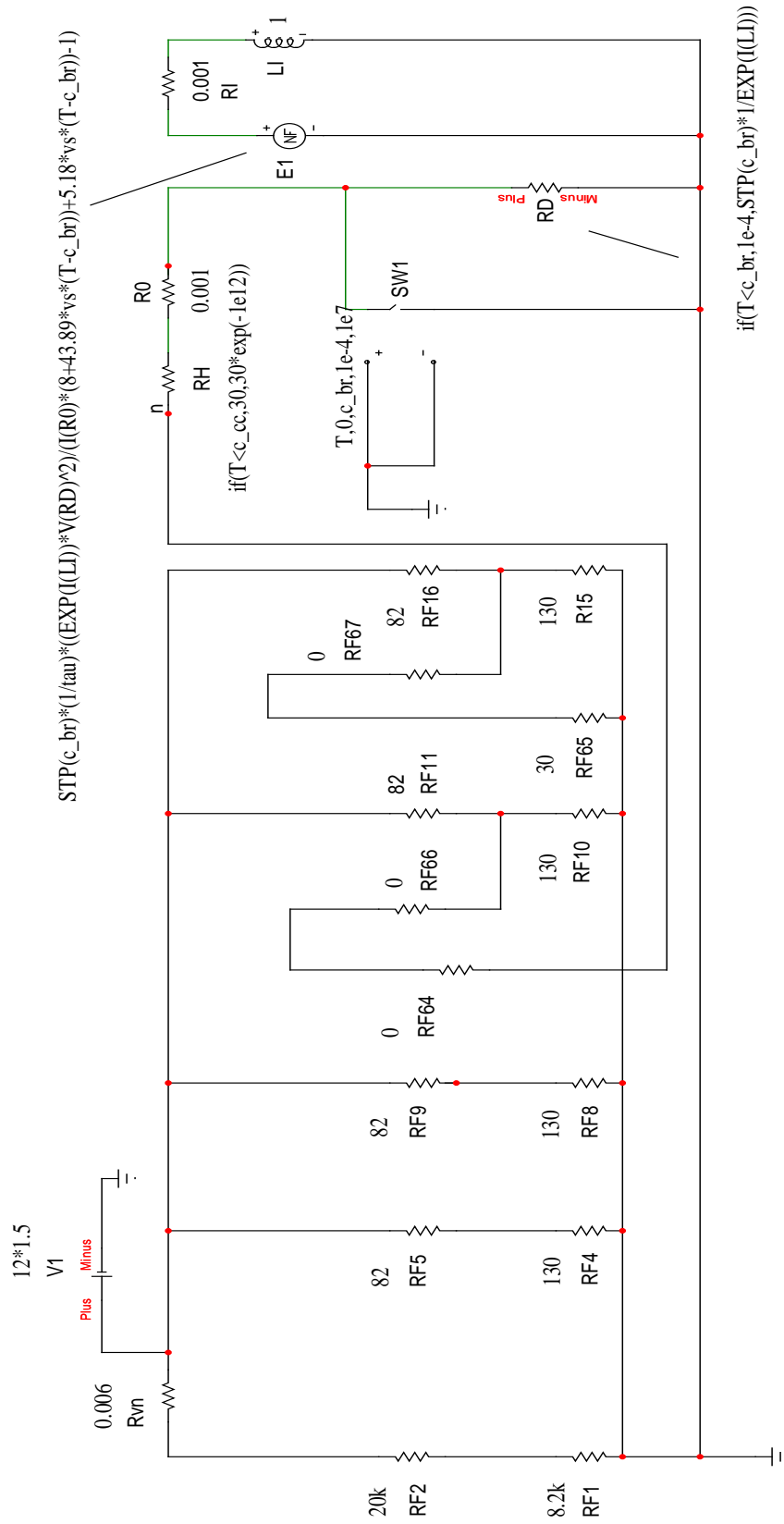


Рис. 4. Расчетная схема определения опасности КЗ в схеме 8

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 VСС33-земля схемы 5 необходимо предусмотреть защитное шунтирование индуктивности $L_4 = 100$ мкГн.

СПИСОК 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 Е 21 В 49 / 00 / Кулібаба С. Б., Филатов 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 «і». — [Введ. с 01.01.2001]. — М. : Госстандарт России, 2000. — 118 с.