

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ПРИЕМНЫХ МОДУЛЕЙ ВНУТРИТРУБНОГО ГЕРМЕТИЗАТОРА

Э. М. Виноградов, Ю. В. Крышнев, А. В. Сахарук, М. В. Столбов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

В настоящее время на кафедре «Промышленная электроника» УО «ГГТУ им. П. О. Сухого» ведется разработка системы управления и контроля состояния внутритрубного герметизатора для ОАО «Гомельтранснефть Дружба» [1]. Для передачи сигналов используется радиоканал, по которому передаются пакеты импульсов

длительностью 0,36 с, заполненные синусоидальным напряжением частоты 22 Гц. Эти параметры были выбраны для совместимости со штатной системой CD42 обнаружения внутритрубных снарядов, применяемой на нефтепроводах.

Основной проблемой при использовании радиоканала для связи герметизатора с наземным устройством (пультом управления) является сильное затухание сигнала при прохождении через стенки трубопровода, почву и воздух. Сигналы, снимаемые с приемной антенны, имеют малую амплитуду (порядка единиц милливольт). Кроме того, они содержат помехи, из которых наибольшую величину имеют помехи частоты 50 Гц и кратные ей. Фактически уровень полезного сигнала в несколько раз меньше уровня помех. Для выделения сигнала частоты 22 Гц и его усиления в разработанной системе используется специальный фильтр. Был выбран активный фильтр Баттерворта 10-го порядка, который обеспечивает высокую частотную избирательность. По расчетам отношение «сигнал (22 Гц) / шум (50 Гц)» на выходе фильтра составляет не менее 3000 (около 70 дБ). Для реализации фильтра использовалось последовательное соединение пяти низкочастотных звеньев Рауха. Принципиальная схема одного звена приведена на рис. 1, а. На рис. 2, а показана амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) фильтра (сплошная линия). Фильтр пропускает очень низкие частоты, что обеспечивает быстрое затухание переходных процессов при передаче пачек импульсов. На рис. 2, б приведена временная диаграмма напряжения на выходе фильтра (сплошная линия) при приеме пачки длительности 0,36 с.

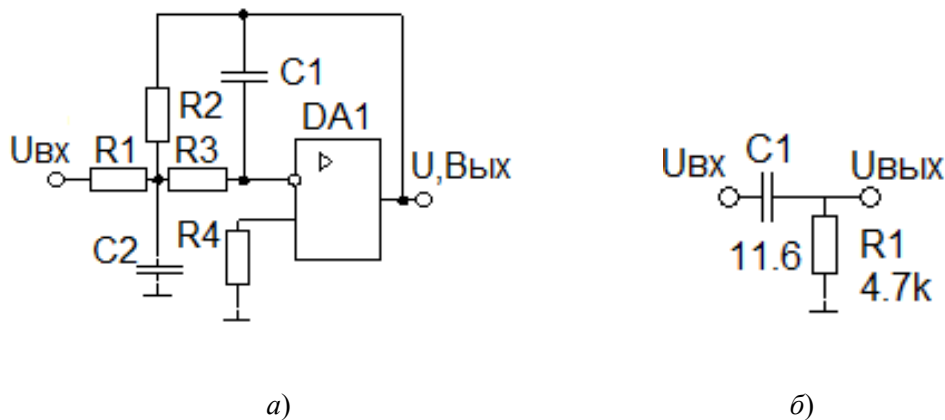
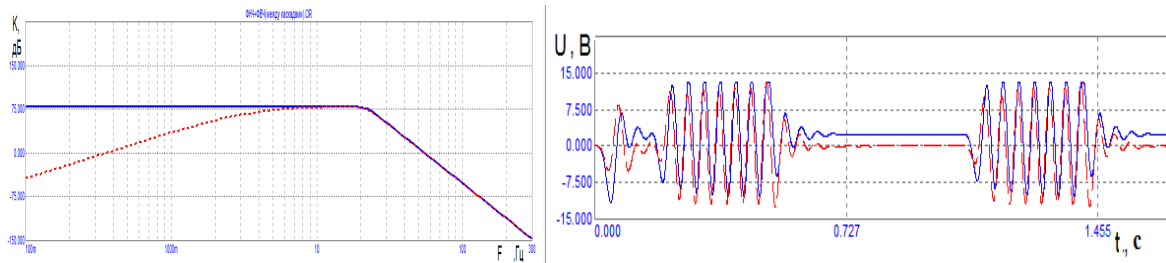


Рис. 1. Принципиальные схемы элементов фильтра:
а – звено Рауха; б – промежуточная CR-цепочка

Однако в ходе полевых испытаний на действующем трубопроводе была выявлена высокая чувствительность разработанной системы радиуправления к низкочастотным помехам порядка нескольких герц. Эти помехи возникают при работе штатного оборудования, используемого на трубопроводе (электродвигатели, электроинструмент и т. д.). Для устранения влияния низкочастотных составляющих сигнала фильтр был модернизирован. С этой целью для связи между отдельными каскадами фильтра были включены CR-цепочки, показанные на рис. 1, б. Введение этих цепочек уменьшило коэффициент передачи на низких частотах, но практически не изменило его в рабочем интервале 10...25 Гц. На рис. 2, а приведена АЧХ модернизированного фильтра (пунктирная линия). На рис. 2, б пунктирной линией приведена временная диаграмма импульсов на выходе фильтра при приеме пачки. Видно, что

модернизированный вариант фильтра не вызывает значительного увеличения времени переходного процесса. Дополнительное преимущество от введения цепочек – уменьшение постоянной составляющей напряжения на выходе фильтра, что также повышает устойчивость работы. Испытания в испытательной камере НПС «Бобовичи» показали эффективность модернизации фильтра системы управления и контроля состояния герметизатора.



а)

б)

Рис. 2. Сравнение характеристик исходного и модернизированного фильтра:

- а – амплитудно-частотные характеристики;
- б – временные диаграммы сигналов на выходе

Литература

1. Система управления и контроля состояния внутритрубного герметизатора / Э. М. Виноградов [и др.] // Современные проблемы машиноведения : тез. докл. VIII Междунар. науч.-техн. конф. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – С. 126–127.