

УДК 621.315.2:62:52.01.04

Л.М. Мамаев, профессор, канд. техн. наук,

А.М. Кабаков, доцент, канд. техн. наук,

А.И. Пабат, доцент, канд. техн. наук

Днепродзержинский государственный технический университет

ул. Днепростроевская, 2, г. Днепродзержинск, Украина, 51318.

E-mail: G.Valentina61@mail.ru

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Разработана и изготовлена экспериментальная установка циклов наработки кабелей управления на отказ, которая позволяет построить алгоритм расчета интенсивности деформаций и напряжений в жилах кабеля, внести изменения в их конструкции.

Ключевые слова: *кабели управления, геометрическая устойчивость, алгоритм, установка.*

Введение. Задача обеспечения отечественной техники высокопрочными и надежными кабелями управления для подведения сигналов ко всевозможным устройствам и съема информации о характере протекающих в них процессах предъявляет повышенные требования к конструктивному исполнению этих кабелей. Практика эксплуатации большинства подобных конструкций говорит об их недостаточной долговечности. При определенных условиях эксплуатации элементы кабелей теряют свою геометрическую устойчивость, что снижает срок службы.

Предварительные исследования показали, что изучение вопросов связанных с повышением геометрической устойчивости, а следовательно, с повышением надежности и долговечности кабелей управления, требует глубоких и всесторонних теоретических и экспериментальных исследований по определению общего напряженного состояния, создания теории их механического расчета. Кабели управления отличаются существенно конструктивно (наличие токоведущих жил, оболочек покрытия), а также условиями эксплуатации от стальных подъемных канатов, расчет и конструирование которых исследовался многими учеными и достаточно освещен в литературе.

Постановка и решение задачи. К подвижным кабелям управления предъявляются жесткие требования по обеспечению нормального функционирования робототехнических систем. Эти требования следующие – надежный контакт во всех токоведущих жилах даже без кратковременной потери этого контакта (до 1 мкс), отсутствие кратковременного замыкания между токоведущими жилами даже на короткое время (до 1 мкс). Ситуация обрыва может возникнуть в той токоведущей жиле, где механические напряжения превышают допустимые. Поэтому при проектировании кабеля необходимо выбрать не только материал токоведущей жилы, но и изоляции, которые бы устраняли подобную ситуацию. Устранение коротких замыканий достигается правильным выбором изоляции и рядом технологических приемов, позволяющих снизить трение между жилами и повысить прочность наружной поверхности изоляции.

Для проведения исследований была сконструирована и изготовлена экспериментальная установка (рисунок 1), которая позволяет получить линейные перемещения до 0,5 м со скоростью до 1 м/с. Установка состоит из электродвигателя постоянного тока, редуктора и кривошипно-шатунного механизма с устройством крепления шести кабелей. Установка имеет два электромеханических счетчика циклов, которые считают число оборотов кривошипа.



Рисунок 1 – Общий вид установки

В установке (рисунок 2) использован электродвигатель постоянного тока типа П П-У4 мощностью 0,5 кВт, номинальное напряжение 50 В. Максимальное число оборотов двигателя – 2800 в минуту редуктор типа Р4Н-80А передает вращение двигателя кривошипно-шатунному механизму. Скорость вращения кривошипа один об/сек, который управляется электромеханическими счетчиками. Таким образом, за 1 час работы установка совершает 3600 циклов.

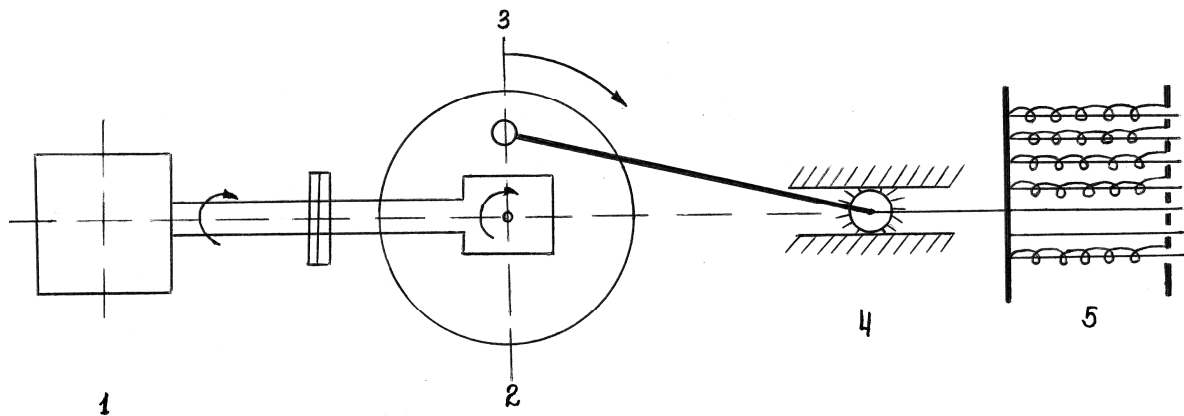


Рисунок 2 – Кинематическая схема экспериментальной установки:
1 – двигатель; 2 – редуктор; 3 – кривошип; 4 – ползун; 5 – приспособление крепления кабелей

Системы управления робототехнических систем построены на современной элементной базе, которыми являются цифровые интегральные микросхемы, работающие на частотах до 10 МГц. Поэтому даже кратковременная потеря контакта или кратковременное короткое замыкание между двумя токоведущими жилами кабеля приводит к утере значительной части информации и в конечном счете к сбою в работе.

Устройство оперативного контроля жил кабеля на обрыв и короткое замыкание «опрашивают» токоведущие жилы кабеля и при отказе кабеля отключают счетчик циклов и останавливают установку.

Блок-схема устройства оперативного контроля представлена на рисунке 3

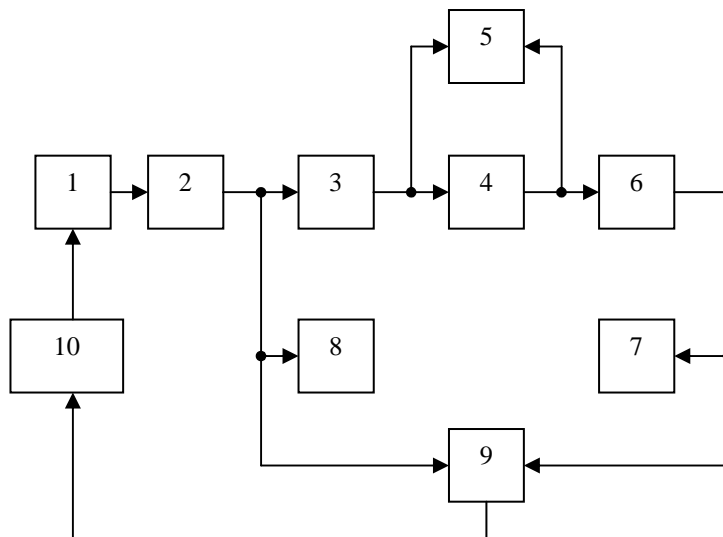


Рисунок 3: 1 – генератор; 2 – счетчик импульсов; 3 – дешифратор; 4 – кабель; 5 – схема совпадений; 6 – шифратор; 7, 8 – индикаторы; 9 – схема совпадений, 10 – входной ключ

Генератор прямоугольных импульсов собран по схеме мультивибратора. Импульсы с выхода мультивибратора поступают на вход счетчика импульсов. Трехрядный счетчик выполнен на двух микросхемах К155ТВ1 и К155Т М2. Дешифратором служит микросхема К155МД3, к выходам которой подключается исследуемый кабель, а также схема совпадений. В схеме совпадений использованы логические элементы «исключающие или» (микросхемы К155 ЛП5). Далее сигнал с кабеля поступает на шифратор (6), где преобразуется вновь в двоичный код и сравнивается с кодом счетчика (2) в схеме совпадений (9).

Код счетчика (2) регистрируется индикатором (8), выполненном на светодиодах АЛ 307А, который должен совпадать с кодом цифратора (6), регистрируемый индикатором (7). При отказе кабеля по индикаторам 7 и 8 можно определить номер жилы кабеля, в которой произошел отказ.

Сигнал из схемы совпадений (9) поступает на входной ключ, который управляет работой генератора и выдает сигнал при отказе кабеля в систему электропитания установки, для ее отключения.

Схема работает следующим образом. При обрыве или коротком замыкании в жилах кабеля сигнал, поступающий на кабель, представленный в двоичном коде, не совпадает с выходным сигналом, что приведет к появлению сигнала в схемах совпадений, управляющих входным ключом (10). Входной ключ выключает генератор и останавливает счетчик импульсов. Код счетчика соответствует номеру жилы кабеля. Если код шифратора на единицу меньше кода счетчика, то это означает, что в кабеле произошел обрыв, в другом случае, останов произошел в результате короткого замыкания между токоведущими жилами.

Исследованы кабели трех типов, отличающиеся диаметром токоведущих жил и изоляцией.

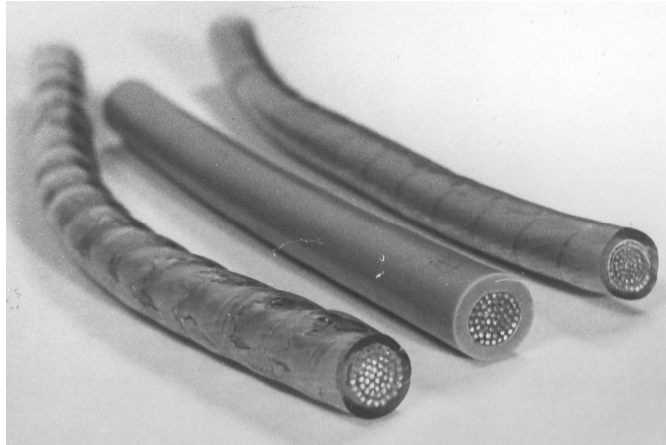


Рисунок 4 – Тип исследуемых кабелей

На установке укреплялись 6 кабелей по два каждого типа. Каждый из кабелей содержит 52 жилы, расположенные в четырех слоях. Внешний слой содержит 22 жилы, затем следующий 16, 10 и внутренний 4. Слои изолированы друг от друга фторопластовой пленкой. Жилы кабеля, между которыми короткое замыкание исключается, соединялись последовательно и подключались к измерительной установке. В результате исследований оказалось, что обрыв жил наблюдается в первую очередь во внутреннем слое, содержащем 4 жилы, в 10-15 мм от места крепления кабеля к столу экспериментальной установки, т.е. в месте наибольших динамических нагрузок. При дальнейшей работе кабеля обрыв наступает в следующем слое (10 жил). Следует отметить, что изоляция в месте разрыва не нарушается.

Выводы. Проведенные испытания кабелей показали, что отказ кабелей управления робототехнических систем происходит в результате обрыва в первую очередь внутренних слоев кабеля, без нарушения изоляции между слоями. Отказ кабелей в результате короткого замыкания между жилами в исследованных нами образцах кабелей не наблюдалось. Количество циклов наработки колеблется от 50 до 1.750 тыс. в зависимости от конструкции кабеля. Таким образом, проведенные исследования обеспечивают многократное растяжение образцов кабелей с одновременным опросом отдельных жил при помощи электронной схемы с целью определения количества циклов наработки кабелей различных конструкций на отказ.

Результаты исследований позволяют построить алгоритм для расчета интенсивности напряжений и деформаций в отдельных жилах кабеля, внести изменения в конструкции кабеля.

Библиографический список использованной литературы

1. Мамаев Л.М. К расчету кабелей управления в условиях подвижной эксплуатации / Л.М. Мамаев, Д.С. Самойленко // Математические проблемы технической механики: тезисы докладов, статей Всеукраинской конференции. — Днепропетровск, 2003. — С. 94.
2. Мамаев Л.М. К расчету кабелей повышенной деформации / Л.М. Мамаев, Д.С. Самойленко / Сб. научных трудов ДГТУ. — Днепропетровск, 2001. — С. 101–105.
3. Мамаев Л.М. Расчет геометрических параметров кабелей повышенной удлинения / Л.М. Мамаев, В.А. Костюченко, Д.С. Самойленко // Подъемно-транспортная техника: науч.-техн. журнал. — Днепропетровск, 2003. — № 4. — С. 86–89.

4. Мамаев Л.М. К расчету оптимальных параметров токоведущих жил бронированных кабелей / Л.М. Мамаев, А.М. Кабаков, Д.С. Самойленко // Сб. научных трудов Керченского морского технологического института. — Керчь, 2003. — Вып. 5. — С. 118–126.

5. Мамаев Л.М. Выбор критерия геометрической устойчивости кабелей / Л.М. Мамаев, А.С. Михайлусь // Математические проблемы технической механики: матер. Международной науч. конф. — Днепропетровск, 2006. — С. 192–193.

6. Мамаев Л.М. К расчету кабелей повышенного удлинения / Л.М. Мамаев, А.С. Михайлусь, Д.С. Самойленко // Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях: матер. Седьмой международной промышленной конференции. — Славск, 2007. — С. 121–123.

7. Мамаев Л.М. Расчет кабель-канатов с учетом поперечной податливости его сечения / Л.М. Мамаев, С.Е. Понизов // Математическое моделирование: науч. журнал. — 2007. — № 2 (17). — С. 59–60.

8. Мамаев Л.М. Экспериментальные исследования геометрической устойчивости кабелей управления / Л.М. Мамаев, А.М. Кабаков, А.И. Пабат // Вісник СевНТУ. — Севастополь, 2013. — № 137. — С. 92–95.

Поступила в редакцию 14.03.2014 г.

Мамаєв Л.М., Кабаков А.М., Пабат А.І. Розробка системи контролю параметрів механічних систем

Розроблена та виготовлена експериментальна установка, проведені дослідження по визначенню кількості циклів напрацювання кабелів управління на відмову, що дозволяє побудувати алгоритм для розрахунку інтенсивності деформацій та напружень в жилах кабелю та внести зміни до їх конструкцій.

Ключеві слова: кабелі управління, геометрична стійкість, алгоритм, установка.

Mamaev L.M., Kabakov A.M., Pabat A.I. Development of mechanical systems parameters checking

The experimental setup of cycles of control of cable failures is developed and produced, which allows to elaborate an algorithm for the calculation and the intensity of strains and stresses in the cable wires, to make changes to their design.

Keywords: control cables, geometric stability, algorithm, setting.