

– с использованием специальных фиксаторов для исследования образцов из КМ круглого сечения показана возможность экспериментального исследования и оценки влияния параметров неметаллических композиционных штифтов (диаметра и их количества) на усталость конструкции из КМ;

– показано, что методика и технология испытания образцов сложных КМ с помощью регулирования режимов нагружения (амплитуды, напряжений, формы цикла, направления изгибающего момента) и параметров образцов позволяет моделировать реальное состояние исследуемого объекта для оптимизации конфигурации (габаритов и состава) матрицы и схемы армирования (количества, материала и диаметра штифтов).

1. Арзамасов В.Б., Черепяхин А.А. *Материаловедение: учебник для ВУЗов* – М.: Экзамен, 2009. – 350 с.
2. D’Arcangelo, C. Fracture resistance and deflection of pulpless anterior teeth restored with composite or porcelain veneers / C. D’Arcangelo, F. De Angelis, M. Vadini, M. D’Amario, S. Caputi // *J Endod.* – 2010. – №36. – P. 153-156.
3. Бусько, В.Н. Лабораторная установка для исследования усталостной повреждаемости плоских ферромагнитных образцов / В.Н. Бусько // *Приборы и техника эксперимента.* – 2011. – № 1. – С. 165–167.
4. Рубникович, С.П. Методика усталостных испытаний композитно-армируемых культевых штифтовых вкладок с армирующими элементами/С.П. Рубникович, А.Д. Фисюнов, В.Н. Бусько // *Стоматолог*, 2017. – №2. – С. 14–18.

УДК 681

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ГОРИЗОНТИРОВАНИЯ ПЛАТФОРМЫ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ

Гладкий А.В., Жарин А.Л.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Ряд мобильных устройств, техники, вооружения при подготовке их к эксплуатации, а также в процессе эксплуатации, требуют горизонтирования платформ, на которых они установлены. Система горизонтирования предназначена для проведения прецизионных операций выставки установок платформы, проведения операций подъема, горизонтирования и опускания самоходных пусковых установок, горизонтирования платформ транспортных установок [1].

Объектом разработки является система автоматизированного горизонтирования платформы радиолокационной станции (РЛС), состоящая из нескольких отдельных блоков, собранных на одной платформе.

Решение задачи горизонтирования складывается из решения следующих подзадач:

- обеспечение требуемой точности выравнивания несущего основания;
- обеспечение требуемой оперативности процесса горизонтирования;
- сохранение максимально устойчивого положения после горизонтирования;
- распределение нагрузки на опоры.

Реализация системы автоматизированного горизонтирования на базе микроконтроллера позволяет выполнять полностью как в автоматическом режиме, так и в ручном вывешивание платформы на выносных электромеханических цилиндрах и ее горизонтирование. При этом предотвращаются ситуации отрыва опор от грунта [2].

Электроцилиндры конструктивно выполнены на базе механической планетарной роликвинтовой передачи, преобразующей вращательное движение в поступательное, которая интегрирована

непосредственно в ротор сервомотора с постоянными магнитами. Сервомотор оснащается датчиков обратной связи – прецизионный абсолютный многооборотный датчик с интерфейсом связи *EnDat Heidenhain*, которые используются для линейного позиционирования. Разрешение датчика составляет от 4096 импульсов до 8 млн. импульсов, что дает линейное разрешение до одного микрона. Обмотки статора электромотора выполнены по специальной технологии T-LAM, ламинированные сегменты которых не имеют лобовых частей, что увеличивает крутящий момент и уменьшает габариты. Обмотки залиты специальным компаундом и впрессованы в корпус электроцилиндра. Это обеспечивает полную герметичность и нечувствительность к окружающей среде.

Алгоритм горизонтирования платформы основан на применении системы координат, привязанной к диагоналям основания (рисунок 1).

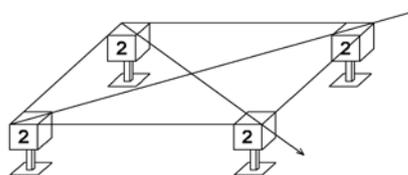


Рисунок 1 – Схема расположения электроцилиндров

Осями координат будут являться прямые, проходящие через расположенные на концах одной диагонали электроцилиндры. Это позволит обеспечить независимое регулирование по двум диагоналям. Таким образом, гарантируется возможность одновременной работы всех четырех электроцилиндров. Электроцилиндры, расположенные на концах одной диагонали объединяются в пары и

работают одновременно. От инклинометра поступает информация о текущем отклонении основания по продольной и поперечной осям, относительно горизонта. На основании этих данных рассчитывается отклонение по осям диагоналей, исходя из чего, определяется направление вращения для каждого электродвигателя. Для каждой пары электроцилиндров, направление вращения двигателя будет противоположным. Таким образом, первый двигатель поднимает, второй опускает. Это ускоряет процесс горизонтирования. После того, как направления вращения заданы, на электродвигатели подается импульс с заранее заданной продолжительностью. После чего происходит повторный опрос инклинометра. Вся процедура повторяется до тех пор, пока показания инклинометра не будут в пределах заданного допуска. На этом процедура горизонтирования считается завершенной.

Пульт дистанционного управления предназначен для беспроводного подключения и управления выносными исполнительными устройствами – электроцилиндрами, отображения текущей информации о положении платформы, предупреждения при аварийных ситуациях.

Пульт дистанционного управления соответствует следующим техническим характеристикам: степень защиты IP 65, климатическое исполнение В1.

Включение и отключение системы производится как блоком управления, так и пультом дистанционного управления. Возможности пульта дистанционного управления расширены по сравнению с блоком управления. Блок управления является дублирующим органом при выходе пульта дистанционного управления из строя.

Разработана оригинальная конструкция пульта дистанционного управления, обеспечивающая герметизацию и амортизацию внутренних компонентов устройства. Питание устройства дистанционного управления может осуществляться как от бортовой сети автомобиля, так и от автономного источника питания – литий-железо-фосфатные аккумуляторы, которые позволяют обеспечить продолжительную работу устройства в жестких климатических условиях: от -40 до $+50^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 2 – Пульт дистанционного управления системы горизонтирования

Корпус устройства изготавливается из ударопрочного пластика.

Пульт дистанционного управления покрыт специальным лакокрасочным покрытием – *soft-touch*, что позволяет защитить устройство от механических воздействий, улучшить амортизирующие свойства самого материала и удобство эксплуатации.

Произведен расчет надежности элементов электрических компонентов пульта дистанционного управления. При вероятности безотказной работы 0,85 наработка на отказ электронной части пульта дистанционного управления составляет не менее 5000 часов.

В области систем горизонтирования приняты следующие конструкторские и технические решения: использование электропривода, беспроводное соединение между пультом дистанционного управления и блоком управления системы горизонтирования, автоматический и ручной режимы работы.

Таким образом, разработанная система автоматизированного горизонтирования платформы РЛС обладает следующими преимуществами:

- автоматический и ручной режимы горизонтирования;
- точность горизонтирования – плюс-минус три градуса;
- статическая ошибка горизонтирования по сигналам датчика углов наклона в двух взаимно перпендикулярных плоскостях продольной (тангаж) и поперечной (крен) – не более $\pm 30'$;
- беспроводной пульт дистанционного управления;
- полная разгрузка подвески шасси при вывешивании;
- общее время режима упора в грунт и режима автоматического горизонтирования, включая время грубого и точного горизонтирования, при максимальных углах наклона рабочей площадки – не более четырех минут;
- температура эксплуатации – от минус 40 до плюс 50°C .

1. Щербаков, В.С. Автоматизация проектирования устройств управления положением платформы строительной машины : монография / В.С. Щербаков, М.С. Корытов, М.Г. Григорьев. – Омск : СибАДИ, 2011. – 119 с.
2. Святун, Р. А. Автоматическая система горизонтирования для размещения высокоточного оборудования / Р.А. Святун, В.А. Резников // Системный анализ и управление организационными и техническими объектами: материалы V Всеукраинской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (г. Донецк, 22–23 апреля 2014 г.) / Донецкий национальный технический университет. – Донецк, 2014. – С. 559–563.