

УДК 681.5

**Р.А. Святун, В.А. Резников**Донецкий национальный технический университет, г. Донецк  
кафедра системного анализа и моделирования**АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГОРИЗОНТИРОВАНИЯ  
ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ****Аннотация**

*Святун Р.А., Резников В.А. Автоматическая система горизонтирования основания для размещения высокоточного оборудования.* Определены задачи и сформулированы требования автоматической системе горизонтирования основания для размещения высокоточного оборудования. Разработана структура и определены функции разрабатываемой системы горизонтирования.

**Ключевые слова:** *вывешивание, горизонтирование, автоматическая система, алгоритм.*

**Постановка задачи.**

Существующие системы горизонтирования основания позволяют вручную управлять выдвиганием опор в соответствии с показаниями кренометра. Недостатками данных систем являются невозможность автоматически производить выравнивание в горизонтальной плоскости опорной платформы и значительное время, затрачиваемое на приведение устройства в рабочее положение. Оператор не имеет возможности вручную управлять сразу тремя или четырьмя опорами, он вынужден устранять крен сначала в продольном направлении относительно опорного контура основания, а затем в поперечном направлении. При этом возможно неравномерная загруженность опор, а также возникновение ситуации выдвигания штоков на максимальную длину.

С учетом сказанного, задача разрабатываемой автоматической системы горизонтирования основания для размещения высокоточного оборудования, позволяющей при заданных параметрах горизонтирования существенно сократить затраты времени на установку основания, является актуальной.

В данной статье приведено описание структуры и функций разрабатываемой автоматической системы горизонтирования.

**Требования к системе.**

Согласно работам [1, 2, 3, 4], 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 настоящего метода при помощи системы автоматического горизонтирования на базе микроконтроллера позволит выполнять полностью в автоматическом режиме вывешивание платформы на выносных, выдвижных или откидных электромеханических домкратах и ее горизонтирование. При этом предотвращаются ситуации отрыва опор от грунта.

В данной работе, объект горизонтирования характеризуется следующими параметрами:

- размер основания (расстояние между домкратами) – 5500 x 2500 мм;
- полный вес основания с оборудованием – 16 т;
- высота выдвижения каждого домкрата – 300 мм;
- номинальная нагрузка на каждый домкрат – 50-100 Нм;
- номинальная скорость вращения двигателя – 3000 об/мин;

Перемещение основания в пространстве осуществляется с помощью четырех домкратов, которые через систему передач приводятся в движение электродвигателями.

В соответствии с требованиями, вывешивание и горизонтирование должно производиться на участке местности с уклоном не более  $\pm 3^\circ$ . Разрабатываемая система должна обеспечивать горизонтирование в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (крен и тангаж) с погрешностью не более  $0.2^\circ$ .

### **Структура системы.**

Структура системы представлена на рисунке 1. Она включает в себя основание 1 и присоединенные к основанию по углам четыре электромеханических домкрата 2. На платформе закреплен инклинометр 7. Каждый из электромеханических домкратов 2 оборудован тремя концевыми датчиками 6. Инклинометр соединен своим выходом с входом микроконтроллера 8, входящего в состав системы управления. Другими информационными входами МК связан с концевыми датчиками 6. Управляющими выходами МК, через управляющие микросхемы 5, связан с четырьмя электрическими двигателями 4, выходы которых, в свою очередь, подключены через редукторы 3 к входам домкратов 2. Включение и отключение устройства производится блоком управления 9, который связан с микроконтроллером двунаправленной связью.

Система работает следующим образом. Перед началом работы машины оператор на пульте управления переводит тумблер в положение включения

устройства, после чего блок управления 9 подает сигнал в МК 8. В дальнейшем устройство производит все манипуляции с электромеханическими домкратами в автоматическом режиме.

БУ получает сигналы с инклинометра 7, которые пропорциональны углам наклона платформы по осям крена и тангажа. В МК поступают сигналы с концевых датчиков 6, эти сигналы информируют о состоянии домкратов (касание опоры, выдвижение домкратов до упора вниз, или вверх). БУ формирует управляющие сигналы для управляющих микросхем 5, которые управляют работой электродвигателей 4. Они в свою очередь передают крутящийся момент через червячный редуктор 3 и опускают, или поднимают опоры домкратов 2. В зависимости от положения опор изменяются углы наклона основания 1 в горизонтальной плоскости.

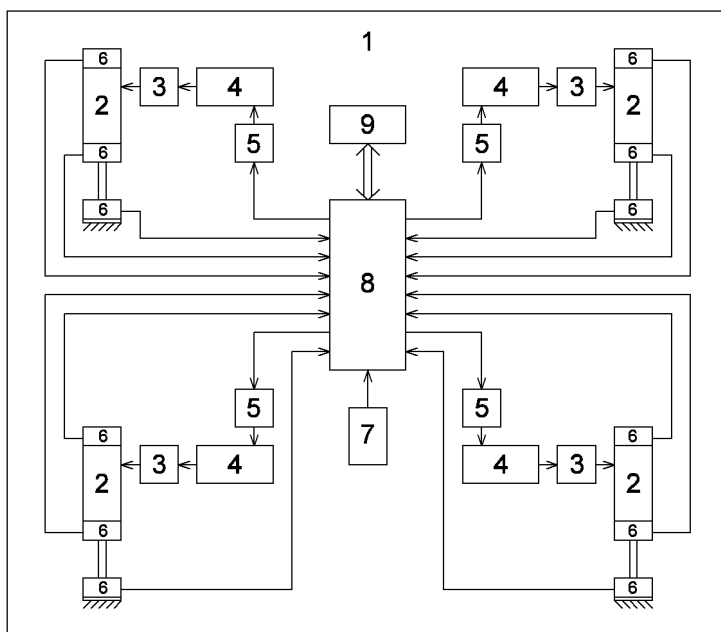


Рисунок 1 - Структурная схема системы автоматического горизонтирования основания для размещения высокоточного оборудования

### Принцип работы.

Весь процесс работы системы разделен на два этапа: вывешивание и горизонтирование.

Основание устанавливается на специально подготовленную площадку. Чтобы обеспечить касание всеми опорами домкратов поверхности,

проводиться процедура вывешивания. Для этого, необходимо, чтобы каждый домкрат был оснащен концевым выключателем на опоре, которая будет сигнализировать о том, что домкрат коснулся поверхности.

После запуска системы горизонтирования, происходит опрашивание всех четырех концевых выключателей на опорах на предмет их срабатывания. Если концевой выключатель на определенном домкрате не сработал, значит нужно выдвигать домкрат до тех пор, пока опора не коснется поверхности и выключатель не сработает. Для этого на двигатель подается импульс с заранее заданной продолжительностью, после которого происходит повторный опрос концевого выключателя. Процедура повторяется до тех пор, пока не поступят сигналы со всех концевых выключателей на опорах.

После того, как основание вывешено, происходит непосредственно процесс горизонтирования. Алгоритм основан на применении системы координат, привязанной к диагоналям основания (рисунок 2). Осями координат будут являться прямые, проходящие через расположенные на концах одной диагонали домкраты. Это позволит обеспечить независимое регулирование по двум диагоналям. Таким образом, гарантируется возможность одновременной работы всех четырех домкратов. Домкраты, расположенные на концах одной диагонали объединяются в пары и работают одновременно.

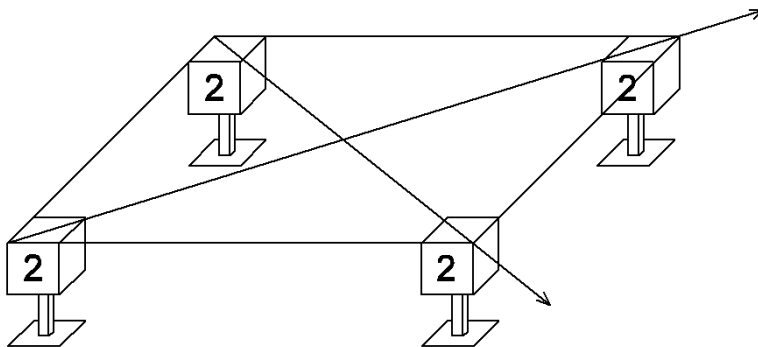


Рисунок 2 – Схема расположения домкратов

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 домкратов, направление вращения двигателей будет противоположным. Таким образом, первый двигатель поднимает домкрат, 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. Параллельно с этим, между управляющими импульсами осуществляется опрашивание дополнительных концевых выключателей на домкратах. Они должны быть установлены в верхней и нижней части каждого домкрата и сигнализируют о достижении штоком крайнего верхнего, или крайнего нижнего положения. Это необходимо для того, чтобы вовремя обнаружить ситуацию, когда домкрат достиг своего крайнего положения и избежать повреждений и преждевременного износа механизма электродвигателя, редуктора, или самого домкрата. В случае поступления сигнала от любого из этих концевых выключателей, происходит аварийная остановка всех электродвигателей, и процесс горизонтирования считается прерванным.

Управляющий импульс для электродвигателей рассчитывается заранее и основан на максимальном ходе домкратов и номинальной скорости вращения двигателей. Импульс подбирается таким образом, чтобы угол, на который основание может отклониться по одной диагонали в результате изменения положения домкратов за момент импульса, не превышал погрешность горизонтирования. С другой стороны, импульс не должен быть слишком малым, иначе это участит ненужные проверки.

#### **Выводы:**

Предложенная структура и принцип работы автоматической системы позволит обеспечить горизонтирование основания для размещения высокоточного оборудования и существенно сократить время горизонтирования с требуемым показателем точности.

#### **Список литературы**

1. В. С. Щербаков, М. С. Кобытов, М. Г. Григорьев Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2010. – № 1 (13). – С. 146–154.
2. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1987, с.88-89.
3. Технология и оборудование для свайных и буровых работ: Сборник научных трудов Всесоюзного научно-исследовательского института гидромеханизации сан.-тех. и специальных строительных работ. Под редакцией кандидата технических наук В.В. Верстова. - Л., 1988, с.16.
4. Полосин М.Д. Устройство и эксплуатация подъемно-транспортных и строительных машин. - М.: ПрофОбрИздат, 2001. - 421 с.