

УДК 622.24.051.52

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ ПОЛОЖЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ МОДУЛЕЙ БУРОШНЕКОВОЙ МАШИНЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРЕНИЯ

Е.А. Маметьев, К.Д. Пономарев, студенты гр. МР-101, V курс

Научные руководители: Л.Е. Маметьев, д.т.н., профессор,

О.В. Любимов, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

При проходке разнообразных по назначению (водоводы, газопроводы, канализационные сети, телефонные и электрические кабельные сети, выработки для эвакуации людей из разрушенных зданий и помещений) горизонтальных скважин большого диаметра применимы комплексы горизонтального бурения, использующие шнекобуровой инструмент. Технологический процесс бурения с помощью оборудования данного типа, как правило, стеснен в рабочем пространстве, ограниченном жилыми и производственными постройками, автомобильными дорогами, тротуарами, природоохранными зонами и другими препятствиями и имеет два основных этапа [1]:

- бурение пионерной скважины малого диаметра прямым ходом;
- последовательное расширение скважины расширителем обратного хода с одновременным протягиванием обсадной трубы-кожуха будущей коммуникации.

Известно, что энергоемкость обоих этапов в значительной мере зависит от монтажного и рабочего положения рамных конструкций, машинного агрегата, инструмента бурошнекового комплекса [2]. Для мониторинга положения конструктивных модулей бурошнекового оборудования авторами был разработан информационная система, позволяющая в режиме реального времени отслеживать заданную направленность при прокладке пионерной скважины; данная система также позволяет на этапе расширения пионерной скважины контролировать соосность расширителя и протягиваемой трубы-кожуха.

При наличии информационной системы контроля направленности бурения скважины работы целесообразно осуществлять следующим образом. После установления теодолитной оси пионерной скважины на поверхности почвы исходный сигнал получается программной частью системы от датчика в начальной точке оси и сопоставляется с данными, получаемыми от датчиков отклонения, расположенных на постельной раме, машинном агрегате, обсадной колонне. Таким образом, на глубине заложения скважины контролируются отклонения ее оси, горизонтальность, а, возможно, специфический вид с возышениями или понижениями траектории движения при бурении. Контроль положения оси скважины на выходе осуществляется по сигналу от датчика в

конечной точке теодолитной оси. При разбуривании скважины обратным ходом учитываются показания датчиков на опорно-центрирующем устройстве, расширите обратного хода, сцепленном с секцией трубы-кожуха [3].

Система мониторинга положения включает в себя аппаратную и программную части. Аппаратная часть состоит из датчиков углового положения – mems-гироскопов, которые установлены на модулях буровой машины.

Для решения данной задачи были использованы MEMS-гироскопы L3GD20, которые располагаются на плате STM32F3DISCOVERY с мощным промышленным микроконтроллером STM32F303VCT6 на борту (рис. 1).

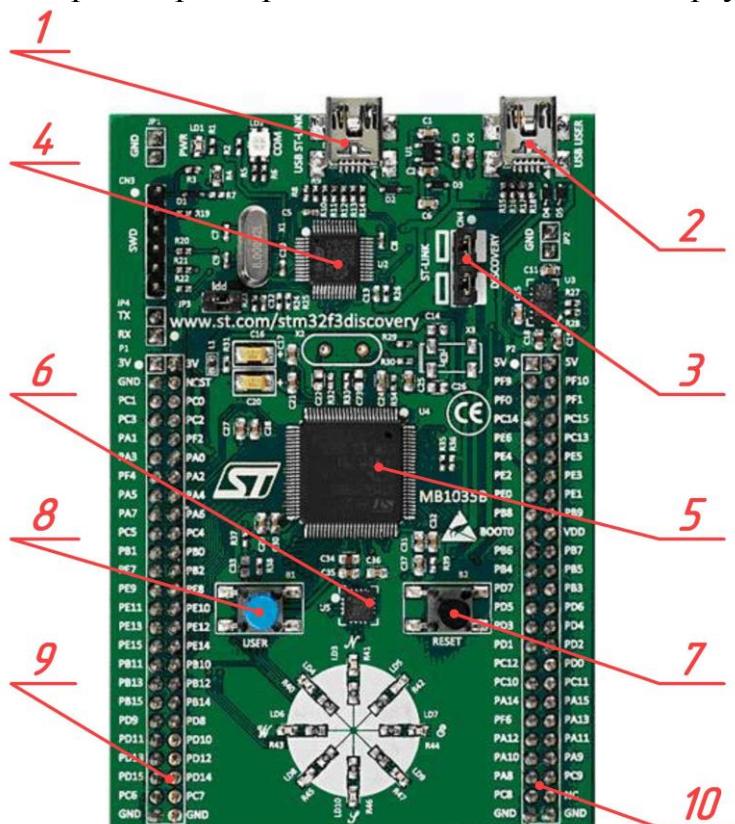


Рис. 1. Плата STM32F3DISCOVERY:

1, 2 – mini-USB-коннекторы; 3 – перемычка для тока; 4 – 3D цифровой линейный акселерометр и магнитометр LSM303DLHC; 5 – процессор STM32F303VCT6; 6 – mems-гироскоп L3GD20; 7 – кнопка перезагрузки; 8 – пользовательская кнопка; 9, 10 – линии ввода/вывода микроконтроллера доступны на боковых коннекторах платы для возможности расширения или подключения внешних устройств.

Принятый к использованию в системе автоматизированного мониторинга гироскоп по сравнению с другими MEMS-гироскопами обладает достаточной чувствительностью, относительно низким энергопотреблением, высоким диапазоном рабочей температуры и показывает угловую скорость сразу по трем осям, что выделяет его из других гироскопов [4].

Программная часть системы автоматизированного мониторинга за положением конструктивных модулей буровшнековой машины состоит из двух основных программ.

Первая программа записана в память платы STM32F3DISCOVERY, которая осуществляет контроль периферийных систем платы, опрашивает датчики, фильтрует снятые с датчиков показания, и посыпает полученные данные на ПК посредством USB интерфейса.

Вторая программа, установленная на ПК, принимает данные с платы, расшифровывает их и представляет в понятном для человека виде. Отправка данных с платы производится посредством USB интерфейса, который эмулируется под последовательный порт стандарта RS-232, поскольку плата STM32F3DISCOVERY имеет асинхронный UART интерфейс.

Интерфейс программы для ПК изображен на рис. 2.

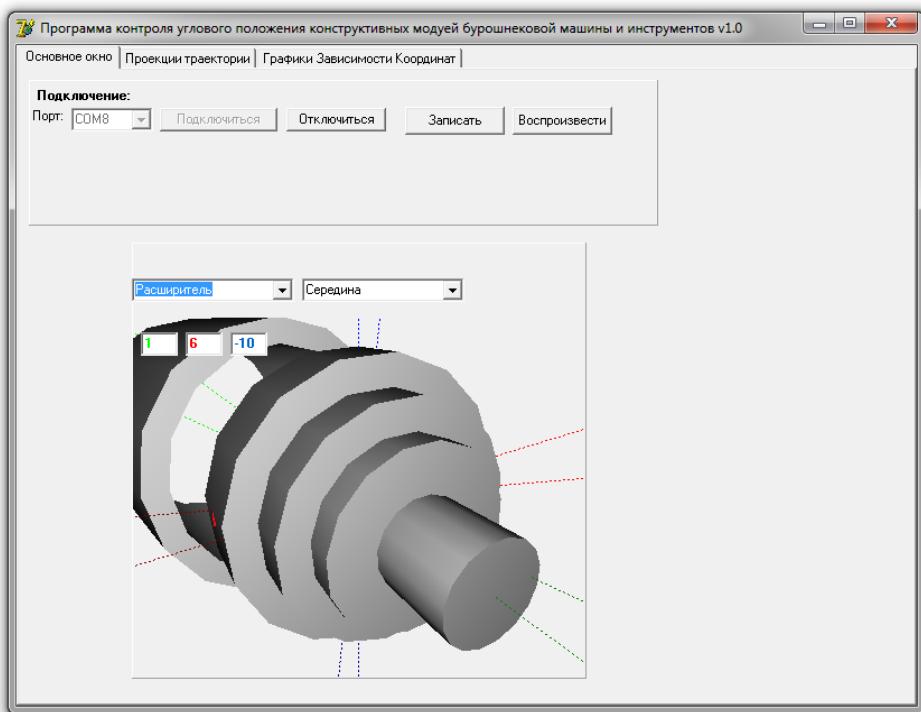


Рис. 2. Интерфейс программы

Во вкладке основное окно расположены панель «Подключение», а также окно 3D-моделирования текущего состояния исполнительных органов бурошнековой машины, там же представлены текущие углы отклонения по трем осям: X, Y, Z.

Поскольку компьютер может быть абсолютно любой, т.е. нет привязки к конкретному ПК, предусмотрена возможность выбора порта, с которым необходимо работать.

Кнопка «Подключиться»: после нажатия устанавливается соединение с платой, если это возможно. Начинается получение, анализ и обработка данных, поступающих от платы.

Кнопка «Отключиться»: прекращение эмуляции 3D-моделей, разрыв соединения с платой, обнуление критических переменных.

Кнопка «Запись»: подключает режим записи действий пользователя во время работы программы и в рамках программного интерфейса. Данные сохраняются в отдельный файл и при необходимости могут быть воспроизведены.

Кнопка «Воспроизвести»: активирует режим лабораторных испытаний и воспроизводит последний записанный файл. В данном режиме программа заново строит все графики, повторяет координаты и воспроизводит 3D-эмуляцию с последнего момента испытаний.

В окне 3D-моделирования, имеются две области, которые позволяют моментально переключаться между различными исполнительными органами буровальной машины. Здесь же отображаются текущие углы отклонения. Для наглядности у каждого примитива имеется своя система координат.

Во вкладке «Проекции траектории» генерируются два графика, которые используются в лабораторных исследованиях и, экспериментально, во время реального бурения. Эти графики представляют собой проекции траектории бура внутри скважины.

Во вкладке «Графики зависимости координат» представлены графики, показывающие изменения углов по соответствующим осям, в зависимости от времени.

Таким образом, система автоматизированного мониторинга решает сразу несколько задач: контролирует любые изменения углов наклона исполнительных органов буровальной машины по соответствующим осям во время бурения, позволяет контролировать обеспечение соосности между расширителем и колонной обсадных труб. Так же данный комплекс позволяет получить данные для моделирования процесса бурения, с возможностью изменения входных данных, что позволяет избежать в будущем нежелательных последствий, как при неверной установке и подготовке бурового комплекса к бурению, так и непосредственно во время бурения.

Список литературы

1. Маметьев, Л.Е. Обоснование и разработка способов горизонтального бурения и оборудования буровых машин: Автореф. дис...докт. техн. наук. – Кемерово, 1992. – 33с.
2. Маметьев Л.Е. К вопросу реализации буровых технологий в горном деле и подземном строительстве / Л.Е. Маметьев, Ю.В. Дрозденко, О.В. Любимов. – Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 2. – С. 211–217.
3. Маметьев Л.Е. Разработка требований к информационной системе контроля направленности бурения горизонтальных скважин / Л.Е. Маметьев, О.В. Любимов, Е.А. Маметьев, К.Д. Пономарев. – Современные тенденции развития науки и производства: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Кемерово: ООО «ЗапСиб НЦ», 2015. – С. 12-15.
4. Маметьев Е.А. Применение MEMS-датчиков для ориентации буровых машин / Е.А. Маметьев, К.Д. Пономарев. – Сборник материалов VI Всероссийской, 59 научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «РОССИЯ МОЛОДАЯ», 22-25 апреля 2014 г. - ISBN 978-5-89070-966-0.