

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ЗАВИСИМОСТИ ПОКАЗАНИЙ АКСЕЛЕРОМЕТРА ОТ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

А.В. Ужеловский

(Украина, Днепропетровск, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»)

Постановка проблемы. При бурении скважин на большую глубину важное значение для представления о пространственном положении бурового снаряда, имеет точность показаний датчиков зенитного и азимутального углов. Учет факторов, влияющих на точность показаний этих устройств, имеет важное значение, так как от этого в значительной степени зависят технико-экономические показатели бурения скважин. Одним из таких факторов является температура окружающей среды в которой они работают. Известно, что по мере углубления скважины температура на забое возрастает, примерно, на 6°C каждые 100 метров углубления [2]. В связи с этим представляется целесообразным исследовать степень влияния на точность работы датчиков, определяющих положение бурового снаряда в пространстве.

Анализ исследований и публикаций. Для определения пространственного положения бурового снаряда используются инклинометры ADXL 203CE.

В [1] показано, что для повышения точности измерений инклинометрами необходимо учитывать температурную погрешность их показаний, что как следствие, в свою очередь повысит точность траектории бурения скважин.

Фирмы-изготовители в технической характеристике на них указывают допустимую среднюю погрешность показаний в определенном интервале изменения температур. При этом, не указывается в каком именно интервале температур она увеличивается или уменьшается.

В связи с тем, что инклинометры, выпускаемые фирмами имеют различную конструкции, то можно предположить, что они и в разной степени реагируют на изменение температуры окружающей среды, а значит и имеют отличающиеся от других инклинометров характеристики, поэтому важно знать характер этой зависимости.

Наиболее точно учесть погрешность показаний можно сняв экспериментальную тарировочную характеристику инклинометров в лабораторных условиях и затем вносить поправки в получаемые результаты. Однако, это неудобно использовать при автоматизированном управлении бурения скважин.

В литературе [2] предлагается при автоматизированном управлении проводкой скважины в алгоритм управления ввести дополнительный алгоритм, учитывающий температурную погрешность показаний инклинометра. При этом в дополнительном алгоритме предполагается, что зависимость показаний инклинометра от температуры может быть представлена в виде многочлена n -й

степени. Приведен также пример для случая, когда температурная зависимость носит линейный характер.

Цель настоящей работы является исследование характера температурной зависимости показаний инклинометра и определение рационального метода получения уравнения этой зависимости.

Основной материал. Представляется целесообразным провести исследование на одном из серийно выпускаемых инклинометров с целью выявления характера его температурной зависимости, и в случае ее нелинейности определить уравнение какой степени наиболее точно ее отразит.

Ниже приведены результаты исследования инклинометра фирмы ADXL 203CE фирмы Analog devices.

Исследования проводились на стенде, представляющем собой реальную конструкцию инклинометра, расположенного вертикально и помещенного в бурильную трубу диаметром 40мм. Изменение температуры окружающей среды осуществлялось от $+24^{\circ}\text{C}$ до $+130^{\circ}\text{C}$. Для получения информации использовался компьютер, аппаратная платформа Arduino и программа, адаптированная для проведения эксперимента. Результаты измерений, в виде напряжения (мВ) пропорционального значению угла, записывались в таблицу, отражающую зависимость показаний инклинометра от температуры, и затем обрабатывались с использованием прикладной программы Excel.

В виду того, что пользоваться табличной функциональной зависимостью показаний датчика от температуры при автоматизированном управлении неудобно, то ниже приводится попытка получения ее аналитической зависимости, то есть в виде формулы. Учитывая возможный разброс получаемых значений важно приблизить (аппроксимировать) реальную таблично заданную функцию зависимости показаний датчика от температуры аппроксимирующей функцией. Классическим является выбор алгебраических и тригонометрических многочленов, что обусловлено принципиальной возможностью приблизить ими непрерывную функцию с любой заданной точностью. Причем на практике используют многочлены по возможности меньшей степени. Это возможно, если функцию на рассматриваемом участке приближать в целом с определенной мерой погрешности. Чаще всего используют среднеквадратичное приближение с мерой погрешности.

Существует много методов определения параметров аппроксимирующей функции. Чаще всего используют метод наименьших квадратов, который сводится к нахождению неизвестных коэффициентов аппроксимирующего многочлена, путем получения минимального значения целевой функции.

экспериментального исследования было получена линейная зависимость изменения выходной величины от температуры.

Учитывая, что технология подбора аппроксимирующей функции в среде ЭТ(программы Excel) путем построения линий тренда, дает хорошее совпадение результатов в сравнении с указанным выше методом, ниже приведены результаты, аппроксимирующих функций и линий тренда, отражающих экспериментальные зависимости показаний датчиков от

температуры многочленами разных степеней и значений достоверности аппроксимации.

В настоящее время известна работа В.Д. Ковшова, М.И. Хакимьянова, А.Ф. Сакаева «Датчики угла наклона на основе интегрального акселерометра» в которой было предложено исследовать возможность реализации датчика угла наклона, выполненного на базе двухосного интегрального акселерометра, а также исследовать его характеристики в температурных пределах от -40°C до $+20^{\circ}\text{C}$. Но проведенные нами исследования показали, что выходной сигнал с первичных преобразователей меняется в температурном диапазоне от $+24^{\circ}\text{C}$ до 130°C по нелинейной зависимости и можно описать полиномом второго и третьего порядка ($y = 9\text{E-}05x^2 - 0,0038x + 44,172$, $y = -3\text{E-}06x^3 + 0,0008x^2 - 0,0489x + 45,007$).

Список литературы

1. Аглиуллин Ю.Ф., Нугаев И.Ф. Автоматическая система ориентации бурового инструмента// Электроника, автоматика и измерительная техника: межвузовский сборник научных трудов с международным участием. –Уфа: УГАТУ, 2011. -331 с.
2. Ковшов Г.Н. Инклинометры (основы теории и проектирования) / Ковшов Г.Н., Алимбеков Р.И., Шибер А.В. – Уфа : ГИЛЕМ, 1998. – 380 с.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ЧИСЛЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ТЕПЛОНАПРЯЖЕННЫХ ОХЛАЖДАЮЩИХ ТРАКТАХ С ПЕРЕМЕННОЙ МАССОЙ ОХЛАДИТЕЛЯ

Е.Л. Токарева

(Украина, Днепропетровск, Институт технической механики НАНУ и НКАУ)

Одними из основных направлений разработки методического и программного обеспечения для численного моделирования гидродинамики и теплообмена в теплонапряженных конструкциях являются:

- разработка программных средств обработки и представления большого объема информации о термодинамических и теплофизических свойствах теплоносителей и материалов конструкции;
- разработка программных средств анализа результатов расчета.

Для моделирования нестационарных теплообменных процессов в сложных теплообменниках используется большой массив данных, характеризующих теплофизические свойства теплоносителей и материалов в рабочем диапазоне температур и давлений. В разрабатываемом пакете программ численного моделирования гидродинамики и теплообмена в теплонапряженных охлаждающих трактах с переменной массой охладителя для описания свойств используются, в основном, аналитические зависимости. Такой подход способствует сжатию и, там где необходимо, сглаживанию данных. Он также позволяет применять аналитическое дифференцирование. Задание исходных данных существенно влияет на результат численных исследований. Поэтому подбор аналитических зависимостей, способных