

УДК 681.586.7:621.317:53.088

## ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ

К. т. н. И. В. Рыжков, к. т. н. Е. А. Пономарева

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры  
Украина, г. Днепропетровск  
pricmech@mail.ru

*Работа посвящена повышению эффективности информационно-измерительной системы ориентации объектов посредством создания математических моделей первичных преобразователей с учетом погрешностей от дестабилизирующих факторов с предварительной математической обработкой измерительной информации.*

*Ключевые слова: информационно-измерительная система, инклинометрический преобразователь, алгоритмическая коррекция, точность.*

Современные технологии предъявляют сверхвысокие требования по точности к информационно-измерительной системе (ИИС) контроля траектории скважин как одной из подсистем автоматизированной системы управления технологическим процессом бурения. При этом эффективность такой ИИС в первую очередь определяется точностью первичных преобразователей и датчиков ориентации инклинометра.

На сегодняшний день известно большое количество конструкций датчиков ориентации, однако в качестве элементов инклинометра могут быть использованы лишь некоторые из них, т. к. технические условия работы инклинометрических ИИС весьма сложны: высокая температура, запыленность, дистанционная работа и др. Кроме того, требуется высокая ударопрочность и вибропрочность.

Анализ известных работ показывает, что в них основное внимание уделяется технологическим, конструкционным, схемным методам повышения эффективности инклинометров за счет улучшения качества изготовления первичных преобразователей, использования новейших материалов и технологий [1–6]. В то же время, мало затрагиваются вопросы повышения эффективности существующих датчиков за счет индивидуального определения различных видов погрешностей первичных преобразователей с последующим их учетом и математической компенсации на этапе обработки измерительной информации.

В связи с этим разработка и развитие теоретических основ для создания инклинометрических преобразователей ИИС контроля пространственной ориентации повышенной точности является актуальной научно-технической задачей. Кроме того, это должно способствовать разработке новых методов улучшения технических характеристик существующих и вновь созданных инклинометров, значительно снизить технологические требования при их создании, снизить их стоимость.

Целью работы является решение задачи повышения эффективности ИИС контроля пространственной ориентации объектов посредством создания математических моделей инклинометрических устройств, учитывающих погрешности различного происхождения, что позволяет повысить точность измерений за счет алгоритмической коррекции данных погрешностей.

Для решения поставленной задачи были проанализированы факторы, оказывающие наибольшее влияние на работу компонентов ИИС ориентации. Они подразделяются на две группы: факторы, которые обусловлены конструкцией преобразователей (инструментальные погрешности), и факторы, которые обусловлены внешними возмущающими воздействиями (температура, магнитные аномалии, вибрации и т. д.).

Инструментальные погрешности, которые характеризуют конкретное конструктивное исполнение компонентов ИИС, являются систематическими погрешностями во всех диапазонах измерения углов ориентации. Одним из методов уменьшения этих погрешностей является выполнение регули-

ровочных операций. Данный метод является трудоемким и кропотливым, требует высокой квалификации персонала и не всегда дает необходимый результат.

Более эффективным методом является алгоритмическая коррекция инструментальных погрешностей при обработке результатов измерений и выполнении вычислений искомых углов ориентации. Коррекция может быть осуществлена двумя способами: путем вычета погрешности из вычисленного по базовой математической модели значения искомого угла или путем коррекции значений измеряемых сигналов с чувствительных элементов первичных преобразователей ИП с последующим их учетом в обобщенных статических математических моделях.

И в первом, и во втором случае нужна адекватная математическая модель преобразователя для алгоритмической обработки измерительной информации. Поэтому математическое моделирование инклинометрических преобразователей как компонентов ИИС пространственной ориентации объектов разной физической природы является важной задачей в плане изучения степени влияния того или иного параметра инструментальных погрешностей на точностные показатели.

Таким образом, для повышения эффективности ИИС пространственной ориентации объектов в работе предлагается использовать алгоритмическую коррекцию инструментальных погрешностей конкретных кинематических схем преобразователей азимута и преобразователей зенитного и визирного углов, которые учтены в соответствующих математических моделях.

На основе методов математического анализа с использованием аппарата матричной алгебры были разработаны математические модели инклинометрических преобразователей, учитывающих угловые параметры отклонения осей чувствительности первичных преобразователей от оси взаимной ортогональности, температурную погрешность, влияние магнитных аномалий. Экспериментальные образцы инклинометрических преобразователей ИИС ориентации на основе феррозондовых датчиков азимута, преобразователей зенитного и визирного углов акселерометрического типа и на основе одностепенных маятников полностью подтверждают теоретические результаты и адекватность разработанных математических моделей.

Алгоритмическая коррекция инструментальных погрешностей преобразователя угла наклона была реализована при работе ИИС контроля пространственного положения грунтового основания, элементов фундамента и строительных конструкций объектов «Укрытия» Чернобыльской АЭС, а также системы контроля ориентации элементов несущих конструкций Запорожской АЭС (г. Энергодар).

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Ковшов Г. Н., Коловертнов Г. Ю. Приборы контроля пространственной ориентации скважин при бурении.– Уфа: Издательство УГНТУ, 2001.
2. Ковшов Г. Н., Садовникова А. В. Определение электрических параметров и угловых перекосов акселерометров, составляющих преобразователь наклона // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.– 2002.– №.10.– С. 46–51.
3. Миловзоров Г. В. Моделирование и исследование инструментальных погрешностей трехкомпонентного акселерометрического преобразователя наклона // Измерительная техника.– 1996.– № 10.– С. 22–26.
4. Богданов М. Б., Савельев В. В. О влиянии неидентичности датчиков угловой скорости на точность бесплатформенной системы ориентации // Гиропкопия и навигация.– 2004.– № 2(45) – С. 100–105.
5. Высокоточные измерители наклона: Каталог продукции НПП «Конус».– Москва: ООО «Фирма «Конус»».– 2005.– 40 с.
6. Global Electronic Solution: Catalogue of production. Axiomatic Technologies Corporation, Canada, 2005.– 300 p.

I. V. Ryzhkov, E. A. Ponomaryova

#### **Improving the efficiency of information-measuring system control of spatial orientation of objects.**

The paper is devoted to working out of methods and ways of transformation of parameters of a well curvature in the information-measuring system (IMS) of orientation, and methods of efficiency increase of parameters definition of a well curvature by means of creation of mathematical models of primary converters taking into account errors from destabilizing factors with preliminary mathematical processing of the measuring information.

Keywords: *information-measuring system, inclinometer, algorithmic correction, accuracy.*