

Волоконно-оптические гироскопы в различных сферах применения

ИНЕЛСО

В статье представлен обзор устройств и некоторых отраслей, где применяются волоконно-оптические гироскопы и системы на их основе. Компания «ИНЕЛСО» поставляет широкий ассортимент инерциальных датчиков, в частности датчики китайского бренда BLITZ Sensor, чьи инерциальные решения подходят для использования в большинстве систем, упомянутых в этой публикации.

ООО «ИНЕЛСО», г. Санкт-Петербург

Принцип работы волоконно-оптических гироскопов (ВОГ) основан на эффекте Саньяка. Этот эффект заключается в возникновении разности фаз при прохождении светового луча через замкнутый волоконно-оптический контур. Возникающая разность фаз пропорциональна изменению угловой скорости, с которой вращается контур. ВОГ обеспечивают высокую точность измерений и надежность.

Сегодня на российском рынке спрос на волоконно-оптические гироскопы превышает предложение, что приводит к увеличению сроков производства и поставки. Закрывать потребности заказчиков в точных волоконно-оптических гироскопах способны китайские производители инерциальных датчиков.

Компания «ИНЕЛСО» – поставщик инерциальных датчиков бренда BLITZ Sensor, изготовленных с использованием различных технологий для применения в самых разных сферах. Благодаря многообразию волоконно-оптических гироскопов и модулей на их основе решаются задачи широкого спектра.

Системы контроля состояния железнодорожных путей

Контроль геометрии рельсовых нитей является важной задачей для своевременного выявления дефор-

маций железнодорожных путей как на этапе строительства, так и в ходе последующей эксплуатации. Такой контроль осуществляется с помощью автоматизированных путеизмерительных комплексов (тележек) и последующей выправки машинным путем (при смещении рельсовых нитей относительно расчетного положения).

Методы контроля можно подразделить на четыре группы в зависимости от применяемого способа измерений [1]:

- ▶ на основе использования механических баз;

- ▶ на основе глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС);
- ▶ на основе инерциальных навигационных систем (ИНС);
- ▶ на основе использования оптико-электронных методов и опорной (реперной) сети.

В статье речь идет об инерциальных навигационных системах, поэтому рассмотрим подробнее третий метод. Он заключается в измерении углов ориентации вектора движения тележки, после чего с помощью навигационного алгоритма определяется траектория пути. В эту систему входят ИНС и дополнительные датчики,

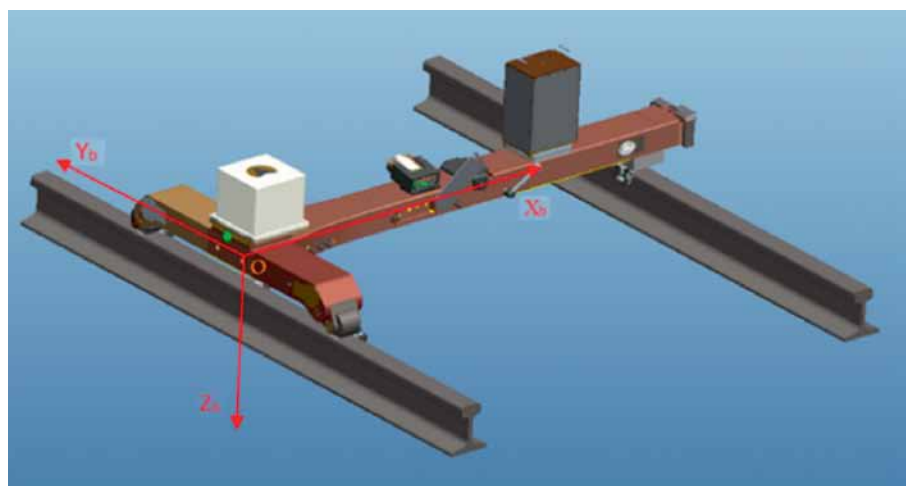


Рис. 1. 3D-модель измерительного комплекса для мониторинга геометрии железнодорожных нитей

среди которых могут быть одометры, тахеометры, лидары и другие. В некоторых измерительных комплексах используются и ИНС, и дополнительные датчики, и приемная аппаратура спутниковой навигации (ПА СНС). На рис. 1 приведена 3D-модель измерительного комплекса [2], в состав которого входят ИНС (слева), видеокамера (по центру), а также блок дополнительных датчиков и ПА СНС (справа).

В подобных применениях используют бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) на основе ВОГ или лазерных гироскопов, поскольку МЭМС-гироскопы не могут удовлетворить требования по точности в данном применении.

Часто измерительные комплексы объединяют с выправочными машинами, что позволяет ускорить процесс мониторинга и выправки железнодорожных нитей и сократить время простоя путей [3]. Важно отметить, что подобные тележки и выправочные машины применяют только для определения и коррекции геометрии рельсовой колеи (положения и отклонения, траектории, искривления и т.д.), а для определения состояния скрытых дефектов (трещин, сколов и т.д.) применяются вагоны-дефектоскопы, оснащенные для измерений ультразвуковыми и магнитными искателями.

Для систем мониторинга геометрии железнодорожных путей подойдут следующие датчики BLITZ Sensor:

- серии BS-FU26/29/32/33/34/50 (волоконно-оптические гироскопы с разными диапазонами измерений и различными корпусами);
- BS-FN600 (инерциальная навигационная система, способная принимать сигнал от внешнего приемника спутникового сигнала);
- BS-FN500 (инерциальная навигационная система со встроенным приемником спутниковой навигации).

Системы стабилизации оптических и других систем на подвижном объекте

Во многих сферах существует задача стабилизации оптических и других систем на подвижном объекте, например в квадрокоптерах, используемых для видеосъемки массовых мероприятий с воздуха. Для устранения побочных эффектов от тряски применяются гиростабилизаторы, которые бывают

непосредственными, силовыми (гирорамами) и индикаторными [9]. В гиростабилизаторах для компенсации возмущающих воздействий используются непосредственно гироскопические свойства трехстепенного гироскопа. Как правило, подобные устройства отличаются большими размерами и применяются в крупных системах (например, в морских судах). В силовых гиростабилизаторах, помимо собственно блока датчиков, присутствует также электромеханический (как правило, приводной) блок для преодоления внешних воздействий. Применяются для стабилизации отдельных приборов и устройств. В индикаторных гиростабилизаторах гироскопы выполняют роль чувствительного элемента, определяющего положение объекта, а стабилизация выполняется уже другими системами. В системах стабилизации видеоаппаратуры на квадрокоптерах наиболее широкое распространение получили именно индикаторные гиростабилизаторы.

Для гиростабилизаторов могут применяться гироскопы, изготовленные по различным технологиям. Так, если важнее изготовить бюджетное и (или) небольшое изделие, допустимо использовать МЭМС-гироскопы, отличающиеся относительно низкой ценой, но и меньшей точностью. Волоконно-оптические гироскопы позволяют существенно повысить точность

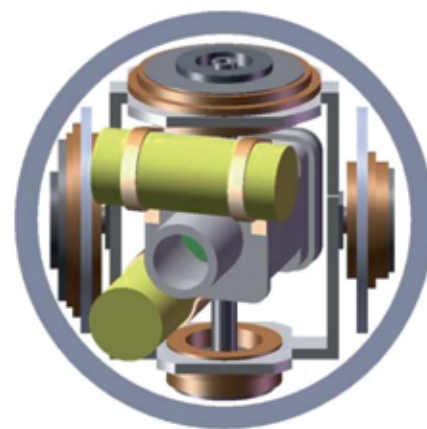


Рис. 2. Двухосевой гиростабилизатор на основе ВОГ

стабилизации, но при этом повышают стоимость системы и увеличивают ее размеры. К основным преимуществам гиростабилизаторов на основе ВОГ относятся:

- малое время готовности;
- малая потребляемая мощность;
- высокая точность;
- большой срок эксплуатации.

На рис. 2 показана 3D-модель двухосевого индикаторного гиростабилизатора на основе ВОГ [8]. Гироскопы изображены желтым цветом.

Гиростабилизаторы для оптических и других систем на подвижном объекте должны быть компактными и легкими для сохранения пространства для перемещения полезной нагрузки (например, видеокамеры). На рис. 3

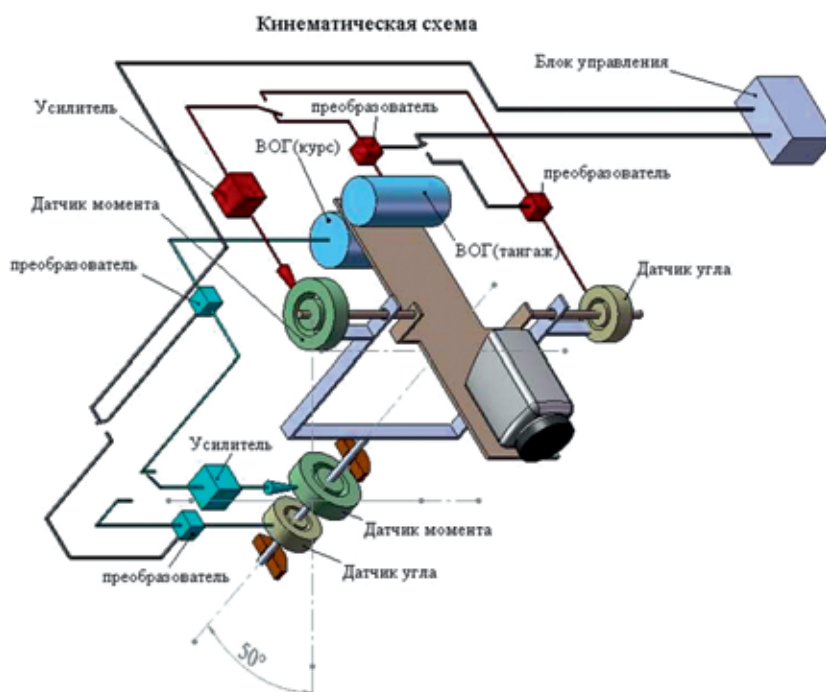


Рис. 3. Схема двухосевого гиростабилизатора для квадрокоптера



Рис. 4. Профессиональный квадрокоптер для аэровидеосъемки с кардановым подвесом

показана схема устройства двухосевого гиросtabilизатора для квадрокоптера [6]. Подобные системы с кардановым подвесом применяются в профессиональных квадрокоптерах, внешний вид подобного устройства показан на рис. 4 [10].

Помимо квадрокоптеров, видео- и аудиоаппаратура часто устанавливается на операторских кранах, канатных дорогах и тележках для съемок динамичных сцен. В России в этих сферах особенно широкое применение получили гиросtabilизаторы серии ГСП, в частности 2ГСП и 3ГСП, представляющие собой трехосевую индикаторную гиросtabilизаторную платформу, закрепленную в кардановом подвесе [6]. Гиросtabilизатор

2ГСП предназначен для использования на транспортных средствах, а 3ГСП подходит для установки не только на транспорт, но и на вспомогательное кинооборудование. На рис. 5 и 6 [6] показаны гиросtabilизаторы 2ГСП и 3ГСП, использовавшиеся при киносъемке.

Как отмечает в своей статье [6] Кулешов В. А., на момент написания статьи (2013 год) получил распространение гиросtabilизатор 4ГСП, в состав которого входит гиросtabilизированная платформа с волоконно-оптическими гироскопами и карданов подвес. Современные отечественные системы гиросtabilизации кино- и телеаппаратуры основаны на том же принципе.



Рис. 5. Гиросtabilизатор 2ГСП, установленный на вертолете



Рис. 6. Гиросtabilизатор 3ГСП, установленный на операторском кране

В настоящее время на российском рынке существует повышенный спрос на небольшие ВОГ для систем стабилизации, который отечественные производители не всегда могут удовлетворить. Компания «ИНЕЛСО» является поставщиком инерциальных датчиков, изготовленных по различным технологиям. Для использования в системах стабилизации оптических и других систем на подвижном объекте подойдут небольшие волоконно-оптические гироскопы BLITZ Sensor следующих серий:

- ▶ BS-FC24 (микроволоконно-оптический гироскоп с аналоговым выходом);
- ▶ BS-FU091 (микроволоконно-оптический гироскоп с аналоговым выходом и широкой полосой пропускания);
- ▶ BS-FU40 (микроволоконно-оптический гироскоп с аналоговым выходом и небольшим дрейфом нуля);
- ▶ BS-FC095;
- ▶ BS-FU26/29/32/33/34/50 (волоконно-оптические гироскопы с разными диапазонами измерений и корпусами).

Авионика и космическая аппаратура

В системах авиакосмической электроники волоконно-оптические гироскопы приобрели популярность благодаря своей устойчивости к электромагнитным помехам и вибрации, а также благодаря способности работать в широком диапазоне температур.

Практически все аэрокосмические устройства имеют в своем составе

гироскопы или системы на их основе. Например, в спутниковых платформах волоконно-оптические гироскопы входят в состав гироскопического измерителя угловой скорости, который, в свою очередь, является частью большой системы ориентации и стабилизации. Подобные платформы могут нести оптическую, коммуникационную или другую полезную нагрузку и проводить дистанционное зондирование Земли, обеспечивать широкополосную связь, собирать данные для исследования и прочее [12].

В авиационном оборудовании волоконно-оптические и лазерные гироскопы используются в составе навигационных систем и гироскопов, позволяющих определить направление на истинный Северный полюс Земли.

Для использования в аэрокосмических системах подойдет следующая продукция BLITZ Sensor:

- ▶ гироскопы серии BS-NF70x и BS-NF600;
- ▶ инерциальные навигационные системы серий BS-FN150, BS-FN200, BS-FN300, BS-FN301, BS-FN500, BS-FN600.

Заключение

В статье представлен обзор устройств и некоторых отраслей, где применяются волоконно-оптические гироскопы и системы на их основе. Компания «ИНЕЛСО» поставляет широкий ассортимент инерциальных датчиков, в частности, датчики китайского брен-

да BLITZ Sensor, чьи инерциальные решения подходят для использования в большинстве систем, упомянутых в данной публикации. К основным преимуществам продукции китайских производителей можно отнести:

- ▶ короткие сроки поставки;
- ▶ большие производственные мощности, возможность массового производства;
- ▶ возможность доработки изделий по ТЗ заказчика.

За подробной информацией обращайтесь к специалистам компании «ИНЕЛСО».

Литература

1. Фам Нгок Туан. Оптико-электронная система контроля положения железнодорожного пути при его выправке. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Университет ИТМО, 2021.
2. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/11/5244>.
3. Постановка пути в оптимальное проектное положение с применением системы «PALAS» // RSRС GmbH Railway Infrastructure Projects: [сайт]. URL: <https://www.rsrс-austria.com/palas.html> (дата обращения: 22.02.2024).
4. Крылов К. Ю. Разработка метода диагностирования крановых путей грузоподъемных машин и прогнозирования ресурса их ходовых колес / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тула. 2022. URL: https://tsu.tula.ru/files/67/Krylov_dissertation.pdf (дата обращения: 22.02.2024).
5. <https://rail-vision.com/track/diagnostics/track-geometry/>.

6. Кулешов А. В. Гиросtabilизаторы кинотеаппаратуры (опыт разработки и применения). [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/38yHtd> (дата обращения: 22.02.2024).

7. Индикаторный гиросtabilизатор телекамеры // Referat.ru. URL: <https://referat.ru/referat/indikatornyy-girostabilizator-telekamery-510108/2> (дата обращения: 22.02.2024).

8. Малютин Д. М., Телухин С. В., Распопов В. Я. Гиросtabilизаторы оптической аппаратуры // Известия ТулГУ. Технические науки. 2016. Вып. 10.

9. Ишлинский А. Ю., Ривкин С. С. Гиросtabilизатор [Электронный ресурс]. URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/010/715.htm> (дата обращения: 22.02.2024).

10. Квадрокоптер DJI Phantom 4 Advanced // Рокет Маркет: [сайт]. URL: https://rocket-market.ru/catalog/kvadrokoptery/dji_phantom_4_advanced/ (дата обращения: 22.02.2024).

11. Fiber Optic Gyroscopes in Aerospace A Futuristic Breakthrough [Электронный ресурс]. URL: <https://utilitiesone.com/fiber-optic-gyroscopes-in-aerospace-a-futuristic-breakthrough> (дата обращения: 22.02.2024).

12. Микроспутниковая платформа «Паллада» // ООО СПУТНИКОВЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: [сайт]. URL: <https://sputnix.ru/ru/oborudovanie-old/mikrosputnikovaya-platforma> (дата обращения: 22.02.2024).

Ю. С. Березина, технический специалист,
ООО «ИНЕЛСО», г. Санкт-Петербург,
тел.: +7 (812) 628-0016,
e-mail: sales@inelso.ru,
сайт: www.inelso.ru

РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ РОБОТИЗАЦИИ

НОВЫЕ РЕАЛИИ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ РОБОТОТЕХНИКИ:
ПРОБЛЕМЫ vs ВОЗМОЖНОСТИ

Российская неделя роботизации
18 - 22 ноября 2024
Разные площадки Санкт-Петербурга

VI Международный форум роботизации
Выставка робототехнических инноваций
20 - 22 ноября 2024
Санкт-Петербург, КЦ «ПетроКонгресс»

Также в программе:

- ▶ Дискуссионные секции и выступления ведущих экспертов отрасли
- ▶ День поставщика робототехники
- ▶ Бизнес-завтраки компаний-робототехников
- ▶ Студенческие соревнования Robotics Skills
- ▶ Ярмарка вакансий в сфере робототехники

КРЕОНОМИКА

roboticsweek.ru