

Анализ требований к конструкции наземного гироскопического прибора системы ориентации и навигации горнопроходческого комбайна

Пожарский Т.С.

Научный руководитель: Белянин Л.Н., к.т.н., доцент кафедры ТПС
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: tim-pozharskij@yandex.ru

Для прокладки тоннелей метро и подземных штреков используются горнопроходческие комбайны. Чтобы управлять комбайном, необходимо знать его параметры ориентации и навигации. Наземный гироскопический прибор ориентации и навигации предназначен для определения углового положения объекта в пространстве. Данный прибор совместно с рядом других устройств предназначен, для определения ориентации горнопроходческого комбайна при прокладке подземного штрека.

Создание такой системы ориентации и навигации актуально. Наземные гироскопические компасы производятся в России и за рубежом и эксплуатируются уже в течение нескольких десятков лет. Выпускаются такие приборы и в искробезопасном исполнении для маркшейдерских служб. Однако, это, как правило, громоздкие, тяжелые приборы, процесс измерения которых требует длительного времени и непосредственного участия специалиста (маркшейдера). Кроме этого для решения поставленной задачи широко используются лазерные технологии, а также электронные тахеометры, для которых характерны те же недостатки. На кафедре точного приборостроения разрабатывается система, которая в автоматическом режиме будет определять необходимые параметры ориентации и навигации. Она состоит из 3х частей: прибора ориентации, который устанавливается на объект управления (комбайн), наземный гироскопический прибор ориентации (НГПО) и пульт управления [1,2,3,4].

Задача состоит в разработке такой конструкции НГПО, которая позволила бы эксплуатировать прибор в шахтных условиях. Вопросы выбора и обоснования принципиальных схем НГПО в данной статье не рассматриваются. Статья посвящена анализу специфических условий эксплуатации горношахтного оборудования и вытекающих из них требований к конструкции прибора. В результате изучения литературы с учетом функционального назначения прибора были сформулированы следующие требования.

Условия эксплуатации прибора [5]:

1. Прибор должен быть рассчитан на эксплуатацию в горных выработках, расположенных на глубине до 500 м, преимущественно при проходке штреков.
2. Температура окружающей среды в процессе эксплуатации от +2°C до +40°C.
3. Давление окружающей среды от 630 до 950 мм рт. ст. на высоте не более 2000 м, над уровнем моря и на глубине не более 1500 м, ниже уровня моря.
4. Влажность воздуха до 98% при температуре +30°C. Возможно присутствие в окружающей прибор воздушной среде мелких капель распылённой воды.
5. Прибор подвергается механическим воздействиям в виде вибраций и ударов, основными источниками которых являются работающие в штреке комбайн, перегружатель, скребковый конвейер и другое оборудование.
6. Уровень виброперегрузки секции арочной крепи, на которой устанавливают прибор в диапазоне частот 0,5-100 Гц, единиц g, не более -1.
7. Степень запыленности воздуха в рабочей зоне комбайна, г/м³ не более - 2.
Питающие напряжения, потребляемая мощность
8. Питание прибора – от шахтной сети постоянного тока 12 В «искробезопасным» током.
9. Потребляемая прибором мощность – минимально возможная, ограниченная сохранением «искробезопасного» уровня мощности питающей сети.

10. Требование искрозащищенного исполнения аппаратуры системы накладывает ограничения на источники питания аппаратуры, характер и величины питающих напряжений и допустимые потребляемые мощности.

Особые требования к конструкции

11. Конструкция прибора должна удовлетворять требованиям, предъявляемым к горношахтному оборудованию в соответствии с ГОСТ Р 56141-2014.

12. Прибор должен быть выполнен в искрозащищенном исполнении по ГОСТ Р 51330.10-99.

13. Конструкции всех составных частей прибора, соприкасающихся с окружающей средой, должны обеспечить их защиту от пыли и влаги. Применяемые материалы и их покрытия должны обеспечить необходимую коррозионную стойкость в указанных выше условиях применения [5].

Вопросы, связанные с вибрацией и ударами, возникающими вследствие работы комбайна, скребкового конвейера и другого шахтного оборудования, влияющими на точность определения параметров ориентации, могут быть решены временной остановкой работы указанного оборудования. Вопросы, касающиеся ограничения по питанию НГПО могут быть решены использованием источников, встроенных в прибор (подзаряжаемых электрических аккумуляторов) совместно с шахтной сетью 12 В. При этом в режиме «подготовка» аккумуляторы подзаряжаются от сети. Все другие потребители электроэнергии в приборе отключены. После завершения зарядки аккумуляторов всю мощность сети можно направить на питание системы термостатирования, если таковая в приборе предусмотрена, и, наконец, в режиме «пуск», когда большое количество энергии тратится на разгон гироскопа, используется энергия и аккумуляторной батареи и шахтной сети. После выхода прибора на режим прибор переводится на питания от шахтной сети с одновременной подзарядкой аккумуляторов. Также возможен вариант с использованием заменяемых гальванических элементов.

Практика показывает [5], что использование алюминиевых сплавов для изготовления деталей защитного кожуха в указанных условиях недопустимо из-за их низкой коррозионной стойкости. С учетом этого проектирование защитного кожуха целесообразно вести с использованием в качестве заготовки стандартной стальной водогазопроводные (ВГП) по ГОСТ 3262-75 соответствующего диаметра.

В соответствии с требованиями был разработан вариант защитного кожуха НГПО, внешний вид которого представлен на рисунке. На кожухе прибора установлен искробезопасный электрический соединитель, клапан для заполнения сухим азотом, сверху прибора предусмотрен посадочный диаметр для подвешивания прибора на секции арочного крепления, на задней части кожуха расположена пластина, предназначенная для установки оптического прибора.



Рисунок 1 - Защитный кожух НГПО

Список литературы:

1. Опыт создания гироскопического инклинометра / Л.Н.Белянин, А.Н.Голиков, В.М.Мартемьянов, С.Н.Самойлов // Автоматизация и информационное обеспечение технологических процессов в нефтяной промышленности, том 2: Сб. трудов ОАО НПФ «Геофит» ВНК. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – С. 34-49.
2. Голованов В.А. Гироскопическое ориентирование: Учеб. Пособие / В.А. Голованов. Санкт-Петербургский государственный горный институт. СПб, 2004. 92с.
3. Наземные гирокомпасы. Теория и расчет / М. А. Сергеев. - Л.: Машиностроение, 1969. - 232 с.
4. Пат.1051375 СССР. Автоматический наземный гирокомпас/В.П. Белокуров, В.И. Глейзер, И.А. Корбут, В.М. Мовчан, С.Л. Резентулера, Е.И. Ханеева// Бюл. – 1983. – №40.
5. Васючков Ю.Ф. Горное дело: Учеб. Для техникумов – М.: Недра, 1990 – 512 с. ил.

Многоканальная лазерная оптоволоконная система инициирования

Разин А.В., Ахметшин Р.Г., Овчинников В.А., Скрипин А.С., Мурастов Г.В.

Научный руководитель: Ципилев В.П., д.ф.-м.н., профессор

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: a.v.razin@mail.ru

Пиропатроны, широко используемые в системах разделения пассивных элементов конструкций ракетно-космических комплексов, обычно имеют электрический запал [6]. При этом электрическая система инициирования обладает рядом недостатков, один из серьезных – слабая помехозащищенность. Этот недостаток отсутствует у лазерных систем инициирования (ЛСИ). В ЛСИ электрический запал заменяется оптическим, а иницирующий импульс подаётся по оптическому волокну. При этом система обладает преимуществами [4]:

1. Исключен непосредственный контакт подводящей системы с зарядом пиропатрона;
2. Помехозащищенность канала, по которому подается иницирующий импульс;
3. Хорошая временная синхронизация импульсов нескольких каналов;
4. Возможность абсолютно исключить иницирующие взрывчатые вещества (ВВ);
5. Повышенная безопасность в снаряжении и использовании.

Помимо этого оптическая система инициирования может быть выполнена в компактной форме.

Создание таких систем является сложной комплексной проблемой и требует планомерных усилий в четырех основных направлениях:

- Разработка специальных малогабаритных лазеров;
- Разработка оптических волокон с малыми собственными и наведенными внешним воздействием потерями;
- Создание микродетонаторов, высокочувствительных к лазерному импульсному воздействию и слабо чувствительных к действию других воздействий;
- Оптимальное согласование параметров отдельных узлов системы с целью получения высоких функциональных характеристик.

В настоящей статье описывается экспериментальный стенд лазерной оптоволоконной системы инициирования схема которой показана на рисунке. Такая система состоит из компактного неодимового лазера, оптического волокна, светочувствительного капсюля детонатора, на основе иницирующих или вторичных ВВ, а также устройства согласования лазерного пучка.