

УДК 535.8 (031)

Бинокль со стабилизированным полем зрения

В. М. Белоконев, В. Г. Волков, Г. А. Леонова, В. Л. Саликов, И. М. Фроимсон

Представлены результаты разработки бинокля с магнитодинамической стабилизацией поля зрения, а также данные о назначении, принципе действия, основных параметрах прибора, его конструктивном исполнении. Прибор имеет дальность действия до 7 км, увеличение $16\times$, угол поля зрения 4° , массу не более 1,8 кг. Источник питания отсутствует.

PACS: 85.60.-q

Ключевые слова: бинокль, стабилизация, поле зрения, магнитодинамический.

Введение

Бинокли обычно используются для ведения визуального наблюдения местности, обнаружения и распознавания объектов наблюдения в дневных условиях при работе с рук или с подвижного образца (автомашины, вертолета, катера и пр.). Особый класс приборов представляют бинокли со стабилизированным полем зрения (БСПЗ), что резко повышает функциональные возможности подобных оптических приборов.

Цель данной статьи — изложение результатов разработки бинокля с магнитодинамической стабилизацией поля зрения, обладающего высокими эксплуатационными и функциональными характеристиками.

Анализ возможных вариантов БСПЗ

Разработанный вариант БСПЗ (рис. 1) представляет собой бинокулярную наблюдательную систему со стабилизированным полем зрения [1]. БСПЗ разрабатывался в представлении о возможности реализации одного из трех вариантов исполнения, а именно:

- 1) гироскопическая, которая требует наличия источников электропитания;
- 2) магнитодинамическая, которая требует наличия источников электропитания;
- 3) магнитодинамическая, которая не требует наличия источников электропитания.

Белоконев Виктор Михайлович, заместитель директора.
Волков Виктор Генрихович, ведущий научный сотрудник.
Леонова Галина Алексеевна, ведущий инженер.
Саликов Вячеслав Львович, начальник КБ-5.
Фроимсон Илья Михайлович, ведущий научный сотрудник.
 ФГУП "Альфа".
 Россия, 111123, Москва, ул. Плеханова, 2/46.
 Тел. (495) 672-31-74. E-mail: gup-alpha@mtu-net.ru

Статья поступила в редакцию 22 мая 2011 г.

© Белоконев В. М., Волков В. Г., Леонова Г. А., Саликов В. Л., Фроимсон И. М., 2012



Рис. 1. Внешний вид бинокля со стабилизированным полем зрения

Основу приборов наблюдения с гироскопической системой стабилизации визирной оси составляет блок призм, кинематически связанный с ротором гиросtabilизирующего узла, обеспечивающего стабильное положение в пространстве визирной оси прибора независимо от его угловых колебаний [2]. Частотные характеристики гиросtabilизирующего узла выбраны так, чтобы эффективно гасить характерные колебания рук оператора, передаваемые на корпус прибора. Управляющее воздействие магнитного корректора гиросtabilизирующего узла обеспечивает автоматическое согласование визирной оси с корпусом прибора. В результате этого обеспечивается возможность поиска объектов наблюдения со скоростью до 6 или 6—10 град/с.

Однако такие системы эффективны при увеличении прибора не более $16\times$. Кроме того, недостатками систем гиросtabilизации являются:

- малый ресурс работы гиросtabilизатора;
- затраты времени на раскрутку гироскопа (свыше 1 мин);
- необходимость электрического источника питания;
- ощутимое энергопотребление;
- значительные масса и габариты;
- небольшой ресурс работы;
- высокая стоимость изделия.

Поэтому такой вариант реализации конструкции БСПЗ был отклонен.

От этих недостатков свободна инерциальная магнитодинамическая система стабилизации, в которой оптический компонент, управляющий положением визирной оси, установлен в кардановом подвесе так, что имеет две степени свободы [3]. Для управления положением визирной оси и гашения возникающих колебаний используется компактное упруго-диссипативное устройство, сочетающее в себе магнитную пружину и успокоитель колебаний. Такая система практически не имеет ограничений по повышению увеличения прибора. Для обеспечения подсветки сетки обязательно в таком БСПЗ потребуется источник первичного питания. Это определяет второй вариант конструктивного исполнения БСПЗ.

Следует отметить, что применение в конструкции БСПЗ подсветки сетки с регулируемой яркостью свечения сводит "на нет" основное преимущество предлагаемой конструкции — отсутствие источников питания. Нужно иметь в виду, что в современных условиях для подсветки сетки применяется малогабаритный светодиод видимого, обычного красного, света свечения. Падение напряжения на светодиоде составляет минимум 1,5—1,7 В. Светодиод — токовый элемент, для обеспечения требуемой яркости свечения которого и ее регулировки необходим кремниевый транзистор, падение напряжения на котором составляет 0,6—0,9 В. В сумме это дает 2,1—2,6 В. Поэтому традиционное применение в качестве источников питания элементов типоразмера АА (А-316) с рабочим напряжением 1,5 В (батарея) или 1,2 В (аккумулятор) приводит к необходимости использования двух источников питания, устанавливаемых в требуемый для этого батарейный отсек. В результате применения подсветки нерационально усложняется конструкция корпуса БСПЗ, повышается технологичность изготовления литейных деталей и сборочных работ, появляются дополнительный съемный узел — крышка батарейного отсека. Кроме того, неизбежно возрастет масса прибора, например, собственно корпуса на 80—100 г, элементы подсветки добавят 50—80 г, источники питания — еще 90—100 г. Следует ожидать, что масса прибора в рабочем положении возрастет на 250—300 г. Затруднена также герметизация прибора, так как при периодической замене батарей питания неизбежно нарушение герметичности батарейного отсека. Наличие батарей вызывает:

- удорожание конструкции;
- снижение срока службы;

трудности обеспечения функционирования при минусовых температурах, а элемент А-316 не работает при таких температурах и требует подогрева.

Кроме этого, для применения источников питания необходимо зарядно-разрядное устройство, которое должно работать как от сети переменного тока 220 В частотой 50—60 Гц, так и от постоянного тока 24—27 и 12 В. Наличие такого устройства приведет к снижению эксплуатационных характеристик и надежности БСПЗ.

Назначение БСПЗ прямо говорит о его применении для визуального наблюдения в дневное время. Естественная освещенность при нормальных условиях составляет 10^3 — 10^4 лк. При ведении визуального наблюдения местности в дневных условиях наличие подсветки не дает никаких преимуществ, так как ее слабо видно на ярком фоне даже при максимальной яркости. Сетка в дневных условиях наблюдения хорошо видна, как и в любом оптическом дневном приборе. Следует ожидать, что при применении БСПЗ подсветка не будет востребована и останется в составе прибора как излишняя опция, усложняющая эксплуатацию прибора и неоправданно увеличивающая его стоимость.

С учетом изложенного выше оптимальным представляется третий вариант построения конструкции БСПЗ. В ней стабилизация поля зрения достигается за счет магнитодинамической (магнитомеханической) системы, предусматривающей наличие в конструкции магнитного подвеса. Такое решение предопределяет отсутствие необходимости применения в конструкции бинокля источников питания для реализации основной функции — обеспечения наблюдения со стабилизацией поля зрения, а следовательно, наименьшие массогабаритные характеристики, простоту и надежность в эксплуатации. Выход БСПЗ из строя возможен лишь в случае механических повреждений корпуса, механизмов подвеса и крепления узлов, оптических элементов (вследствие ударных импульсных воздействий). По сути, предложенное исполнение БСПЗ позволит получить массовый прибор, недорогой и столь же надежный, как и традиционный линзовый бинокль, применяемый для нужд визуального наблюдения удаленных объектов повсеместно в течение последнего столетия, но при этом обладающий существенно большей кратностью видимого увеличения, т. е. дальностью наблюдения и повышенной функциональностью.

Бинокль с магнитодинамической стабилизацией поля зрения

В результате проведенных научно-конструкторских работ достигнуты следующие основные характеристики выбранного типа БСПЗ:

дальность распознавания цели типа "автомашина" (лобовая проекция) с рук оператора с под-

вижного образца, движущегося по грунтовой дороге со скоростью 35—40 км/ч — не менее 7000 м;

видимое увеличение — не менее 16^{\times} ;

угол поля зрения — не менее 4° ;

скорость ведения поиска целей с включенной системой стабилизации на неподвижном основании — не более 1,2 угл. мин;

диаметр выходных зрачков окуляров 20 мм;

удаление выходных зрачков окуляров 3 м;

предел разрешения БСПЗ в центре поля зрения с выключенной системой стабилизации не более 4 угл. с, с включенной системой — не более 8 угл. с;

предел разрешения при работе с рук оператора с подвижного образца — не более 15 угл. с;

пределы регулировки базы глаз оператора: 56—74 мм;

пределы диоптрийной регулировки окуляров: ± 5 диоптрий;

БСПЗ обеспечивает измерение дальности до целей высотой 1,5 и 2,5 м методом с базой на цели;

углоизмерительная сетка имеет цену большого деления 0—10, малого 0—05 д.у. и диапазоном измерений в горизонтальной плоскости ± 0 —40, в вертикальной ± 0 —20 д.у.;

масса БСПЗ в рабочем положении не более 1,8 кг, в походном (в укладочном ящике) — не более 5,0 кг;

диапазон рабочих температур: $\pm 50^{\circ}\text{C}$;

время непрерывной работы в нормальных условиях — не менее 12 ч.

БСПЗ устойчив к вибрациям, ударам одиночного и многократного действия, герметизирован, остается работоспособным в условиях дождя и после

кратковременного погружении под воду на глубину до одного метра;

время перевода БСПЗ из походного положения в рабочее — не более 1 мин.

в поле зрения БСПЗ находятся: центральное перекрестие; углоизмерительная сетка с ценой большого и малого деления и диапазоном измерений в горизонтальной и вертикальной плоскости; дальномерная шкала с базой на цели; все шкалы оцифрованы;

оптическая схема БСПЗ защищена от бликов (в том числе от направленного лазерного излучения) и не демаскирует оператора. Эффективная площадь видимости БСПЗ не превышает $10\text{ м}^2/\text{ср}$.

Устройство БСПЗ 1Н24 дано на рис. 2. Из него следует, что БСПЗ выполнен в едином корпусе, закрытом крышкой. БСПЗ представляет собой биноклярную наблюдательную систему со стабилизированным полем зрения. На нижней поверхности корпуса расположен рычаг, включающий механизм стабилизации. Система стабилизации включается при повороте рычага по стрелке до упора и удержании в этом положении, а отключается автоматически при его отпускании. В крышке гнезда патрона осушки находится смотровое окно для наблюдения за состоянием силикагеля патрона осушки. Внутри корпуса содержатся две одинаковые оптические ветви БСПЗ под правый и левый глаз наблюдателя, соответственно. Каждая ветвь содержит объектив, через призменную оборачивающую систему и призму окуляра сопряженный с окуляром, через который ведется наблюдение. В фокальной плоскости окуляра правой ветви установлена сетка со шкалами для определения дальности до целей по базе 1,5 и 2,5 м.



Рис. 2. Внутреннее устройство бинокля со стабилизированным полем зрения

Сетка (рис. 3) представляет собой центральное перекрестие, продленное вправо и влево горизонтальными линиями, поделенными рядом равномерных вертикальных штрихов с чередующимися длинными и короткими штрихами. Цена большого деления между длинными штрихами сетки 0—10 д.у., малого деления 0—05 д.у.; диапазон в горизонтальной плоскости $\pm 0—20$ д.у.

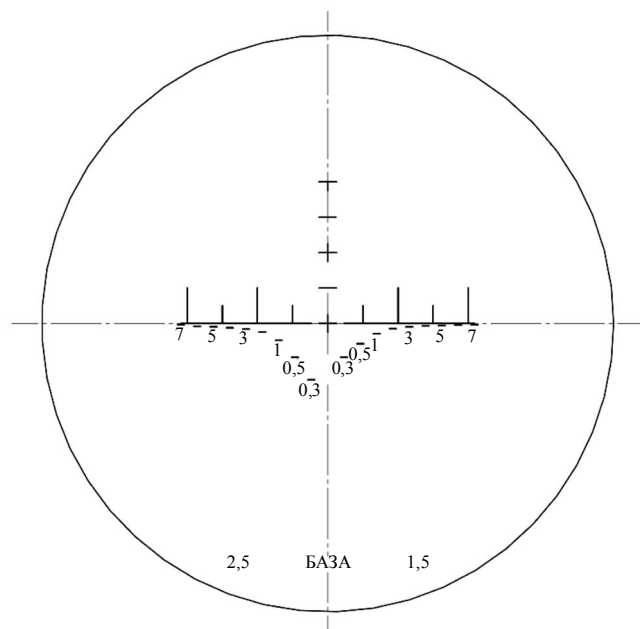


Рис. 3. Внешний вид сетки бинокля

Над центральным перекрестием вертикально расположен равномерный ряд чередующихся штрихов и перекрестий с ценой деления между ними 0—05 д.у. и диапазоном в вертикальной плоскости 0—20 д.у. Справа от центрального перекрестия под горизонтальной линией расположены горизонтальные штрихи дальномерной шкалы для измерения дальности по базе 1,5 м (по фигуре человека). Слева от центрального перекрестия под горизонтальной линией расположены горизонтальные штрихи дальномерной шкалы для измерения дальности по базе 2,5 м (по автомашине). Измерение дистанции по фигуре человека производится с помощью правой шкалы. Перемещением изображения фигуры человека в направлении от широкого к узкому концу шкалы нужно добиться размещения изображения между горизонтальной линией и одним из горизонтальных штрихов шкалы и определить дистанцию до фигуры с помощью оцифровки шкалы. Цифры шкалы указывают дальность в километрах. Измерение дистанции по автомашине производится с помощью левой шкалы. Перемещением изображения автомашины в направлении от широкого к узкому концу шкалы нужно добиться размещения изображения между горизонтальной линией и одним из горизонтальных штрихов шкалы и определить дистанцию до автомашины с помощью оцифровки шкалы.

На корпус окуляра надет наглазник. Регулировка диоптрийной установки окуляра осуществляется с помощью муфты окуляра. Окулярные блоки имеют возможность разворота для установки межзрачкового расстояния (базы глаз) под конкретного наблюдателя. Внутри корпуса БСПЗ смонтированы демпфирующее устройство, узел карданный и узел арретира. В корпусе крепится патрон осушки. Узел карданный соединен внутренним кольцом с опорой, закрепленной на корпусе. На внешнем кольце узла карданного закреплена призматическая оборачивающая система. Демпфирующее устройство состоит из неподвижно закрепленной на корпусе кольцевой магнитной системы, консоли, одним концом закрепленной на внешнем кольце узла карданного и проходящей через отверстие магнитной системы в виде двух полуколец с одним центром, закрепленной на корпусе. В ее состав входят два типа пластин, закрепленных на консоли так, что их поверхности перпендикулярны оси консоли. Пластины первого типа выполнены из немагнитного, а второго типа — из магнитомягкого материала. Узел арретира содержит фиксирующий шток с обратным конусом, пружину, конусную втулку, рычаг с кнопкой управления узлом арретира. На объектив каждой ветви снаружи установлена бленда. Предусмотрены также насадки защитные, которые крепятся на бленды объективов. Бленды имеют внутреннюю резьбу для присоединения защитных насадок.

Работа с БСПЗ

БСПЗ работает следующим образом. При наблюдении с неподвижного основания БСПЗ функционирует как обычный бинокль. Перевернутое изображение наблюдаемого объекта создается с помощью объектива. Призматическая оборачивающая система оборачивает изображение и делает его прямым, передавая его в фокальную плоскость окуляра. Наглазник сопрягает окуляр с глазом оператора, который видит через окуляр изображение объекта наблюдения. За счет муфты окуляра осуществляется регулировка его диоптрийной установки применительно к особенностям зрения оператора. С помощью призмы окуляра обеспечивается плавная регулировка базы глаз БСПЗ соответственно базе глаз оператора. Благодаря сетке окуляра оператор может определить дальность до объекта наблюдения и измерить его угловые размеры. При этом узел арретира отключает систему стабилизации изображения. В этом случае шток узла обратным конусом под действием пружины втянут в гнездо на внешнем кольце узла карданного и лишает этот узел двух степеней свободы.

При работе с подвижного основания необходимо включить систему стабилизации изображения. В этом случае оператор, нажимая на рычаг управ-

ления, заставляет узел арретира вращаться вокруг оси. Рычаг, действуя своей активной поверхностью на конусную втулку, заставляет перемещаться шток. Его обратный конус выходит из гнезда внешнего кольца узла карданного. Теперь карданный подвес имеет возможность свободно перемещаться относительно своих осей. При колебаниях корпуса в процессе наблюдения подвижная призматическая оборачивающая система сохраняет свое положение в пространстве за счет возникновения момента инерции этой подвижной системы. Соответственно, сохраняется положение визирной оси БСПЗ, определяемое положением подвижной оборачивающей системы. При панорамировании корпусом магнитная система демпфирующего устройства, взаимодействия с пластиной из магнитомягкого материала, возвращает подвижную систему в центральное относительно корпуса положение. Возникающие при этом колебания гасятся в демпфирующем устройстве благодаря вихревым токам, возникающим в магнитной системе. При освобождении оператором кнопки управления узлом арретира все его элементы под действием пружины возвращаются в исходное положение.

На рис. 4 показан характер наблюдения с подвижного основания при отсутствии стабилизации изображения и при ее включении. Эффективность стабилизации очевидна.



Рис. 4. Характер наблюдения в бинокль с подвижного основания при отсутствии стабилизации изображения (слева) и при ее включении (справа)

В процессе наблюдения оператор при обнаружении заинтересовавшего объекта включает стабилизатор для более удобного наблюдения и полной идентификации объекта, а также определения дальности до него (дальность можно определять и не в режиме стабилизации, но с меньшей точностью). Включение режима стабилизации осуществляется поворотом рычага на нижней стороне корпуса до упора (необходимо удерживать его в этом положении все время наблюдения).

При отпущенном рычаге система стабилизации автоматически отключается. В этом случае БСПЗ может быть использован в качестве обычного наблюдательного прибора.

Заключение

В статье представлены результаты разработки бинокля с магнитодинамической стабилизацией поля зрения, обладающего высокими эксплуатационными и функциональными характеристиками. Прибор имеет дальность действия до 7 км, увеличение $16\times$, угол поля зрения 4° , массу не более 1,8 кг. Источник питания отсутствует.

Литература

1. Геїхман И. Л., Волков В. Г. Видение и безопасность. — М.: Новости, 2009.
2. Волков В. Г. // Специальная техника. 2003. № 5. С. 2; № 6. С. 2.
3. Фроимсон И. М. // Специальная техника. 2002. № 6. С. 16.

The binocular with field stabilization

V. M. Beloconev, V. G. Volcov, G. A. Leonova, V. L. Salicov, I. M. Froimson
Federal State Unitary Enterprise "ALPHA"
2/46 Plekhanov str., Moscow, 111123, Russia
E-mail: gup-alpha@mtu-net.ru

The binocular with magneto-dinamical stabilization of a view field has been realized. Main features of this device are presented. The device has distance of viewing up to 7 km, magnification $16\times$, angular field of view 4° , mass less than 1.8 kg. The power supply is absent.

PACS: 85.60.-q

Keywords: binocular, stabilization, view field, magneto-dinamical.

Bibliography — 3 references.

Received, May 22, 2011

* * *