

УДК 656.61.052

ОДНОЗЕРКАЛЬНЫЙ СЕКСТАН

Безбородов Святослав Андреевич¹, аспирант

e-mail: svyatoslav.b37@gmail.com

¹ Сибирский государственный университет водного транспорта, Новосибирск, Россия

Аннотация. Рассматривается актуальность астронавигации на современном этапе судождения, необходимость в улучшении методов астронавигации, технических средств. Создание нового технического средства - однозеркальный секстан, анализируются его особенности и преимущества. Рассматривается конструкция однозеркального секстана.

Ключевые слова: Техническое средство, однозеркальный секстан, отсчётно-стопорное устройство, полупрозрачное зеркало, навигационный параметр.

SINGLE MIRROR SEXTANT

Bezborodov Sviatoslav Andreevich¹, Doctoral Student

e-mail: svyatoslav.b37@gmail.com

¹ Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russia

Abstract. The relevance of celestial navigation at the present stage of navigation, the need to improve celestial navigation methods and technical means are considered. The creation of a new technical means - a single-mirror sextant, its features and advantages are analyzed. The design of a single-mirror sextant is considered.

Keywords: Technical means, single mirror sextant, reading-stopping device, translucent mirror, navigation parameter.

Существует потребность в астронавигационных методах, как для штатных ситуаций в случае проверки работы СНС, так и для аварийной навигации в открытом море. Есть необходимость улучшения этих методов, потребность в создании новых технических средств, новых методов обсерваций, новых методов обработки астронавигационных параметров для получения обсервованного места судна, методов автоматизации снятия значений астронавигационных параметров, методов автоматизации астронавигационных расчётов или даже методов автоматического непрерывного отслеживания обсервованного места судна. Необходимо углубляться в исследования всех аспектов астронавигации с целью доведения её до простоты, соответствующей стрессовой ситуации аварийного плавания судна и современным реалиям мореплавания в целом. Представляется необходимым сформулировать следующую актуальную проблему на современном этапе:

расширение спектра используемых навигационных параметров в определении места судна. В качестве цели было поставлено создание нового технического средства, которое позволило бы расширить спектр этих параметров, а также рассмотреть комбинированные методы решения по определению места судна. Таким техническим средством стал однозеркальный секстан.

Особенность однозеркального секстана заключается в том, что он позволяет вести измерения большего числа навигационных параметров: высоты светила над видимым горизонтом; одновременного непосредственного измерения разности высот и разности азимутов светил или суммы высот и разности азимутов светил без измерения их высот и азимутов, то есть независимо от видимости горизонта и независимо от фиксации направления меридиана наблюдателя.

Для измерения разности высот или суммы высот двух светил необходимо привести их на один вертикал, при этом будет получен азимутальный навигационный параметр. Для этого наблюдатель нацеливает секстан на первое светило, которое он видит через полупрозрачное зеркало. Для приведения луча от второго светила на вертикал первого светила используется поворот полупрозрачного зеркала в азимутальной плоскости секстана. В результате отраженный от полупрозрачного зеркала луч второго светила попадает в оптическую трубу, и наблюдатель на одном вертикале с прямовидимым светилом видит отраженный луч от второго светила. Для совмещения по высоте изображений двух светил производится поворот полупрозрачного зеркала в высотной плоскости секстана.

Измеряемые высоты, разности высот, суммы высот, разности азимутов светил являются навигационными параметрами, зависящими от географического места наблюдателя, и позволяют рассчитать обсервованные координаты места наблюдения. Независимость измерений с помощью однозеркального секстана разности или суммы высот светил от видимости горизонта, а также от фиксации направления меридиана, позволяет использовать секстан ночью и определять разность азимутов двух светил без привлечения гирокомпасов или магнитных компасов. Данное свойство однозеркального секстана существенно расширяет возможности астронавигационных методов в судовождении. Таким образом, с использованием только одного зеркала упрощается конструкция секстана. При этом возможности получения навигационных параметров следующие.

Если в качестве первого светила используется видимый горизонт, то единственным навигационным параметром является высота светила.

Если оба светила находятся в передней четвертьсфере наблюдателя, то навигационными параметрами являются разность высот и разность азимутов светил, получаемые без измерения их высот и азимутов.

Если одно светило находится в передней четвертьсфере, а другое в задней четвертьсфере наблюдателя, то навигационными параметрами являются сумма высот этих светил и разность азимутов светил, также получаемые без измерения их высот и азимутов. Таким образом, достигается увеличение числа измеряемых навигационных параметров.

Первый опытный образец однозеркального секстана был изготовлен из комбинации пенополистирола и дерева, а полупрозрачное зеркало сделано путём нанесения тонирующей плёнки на стеклянную панель. На нём были проверены и подтверждены принципиальные возможности измерения. В будущем он использовался в качестве демонстрационной модели. Была составлена и подана соответствующая заявка на изобретение [1].

Работая над конструкцией однозеркального секстана, была поставлена задача: добиться вращения единственного полупрозрачного зеркала в двух плоскостях – вертикальной и горизонтальной. Причём регистрация отсчёта при вращении зеркала должна производиться



с точностью до одной угловой минуты. А также необходимо добиться, как грубой установки отсчёта, то есть свободный ход с отсчётом угловых градусов, так и доведение угловых минут для точного отсчёта.

Вторым опытным образцом стал однозеркальный секстан с редукторным отсчётно-стопорным устройством (рисунок 1), на которое была составлена и подана заявка на изобретение [2]. Выбор в пользу именно редукторной системы обусловлен необходимостью придания конструкции секстана должной эргономики, а также дальнейшая возможность введения в эту систему электрической составляющей, которая позволит в будущем автоматизировать счисление астронавигационными методами. Добавление червячного механизма в редукторную систему обусловлено экономией пространства самой редукторной системы и ведением отсчёта угловых минут.



Рисунок 1 – Редукторное отсчётно-стопорное устройство для однозеркального секстана

Однозеркальный секстан с редукторным отсчётно-стопорным устройством был реализован при помощи аддитивных технологий, в пластике (рисунок 2). Редукторная система была полностью рабочей, однако из-за использования разных технологий трёхмерной печати допуск на размеры деталей был слишком различным, следствием этого является невозможность использования металлических крепежных изделий. Также изготовленные элементы обладали различными прочностными характеристиками и как следствие, конструкция опытного образца получилась хлипкой и неустойчивой к механическому воздействию.

При сборке самой конструкции были выявлены следующие недостатки:

- 1) Множество деталей в редукторной системе ведет к ухудшению надежности. При выходе из строя одной из шестерней будет неисправна и вся система ОСУ.
- 2) Однозеркальный секстан с таким типом ОСУ получился неустойчивым и нуждается в дальнейшей конструктивной доработке отдельных элементов.
- 3) Несоответствие вертикальной оси вращения вала к центральной оси полупрозрачного зеркала. Конструктивно это обусловлено приданием дополнительной эргономики, однако это же решение ведет к сложности в наблюдении. При вращении вала зеркала по вертикальной оси происходит линейное смещение плоскости зеркала относительно плоскости рамы секстана, следствием этого является изменение фокусного расстояния до зеркала при наблюдении в оптику.



Рисунок 2 – Однозеркальный секстан №2, редукторное отсчётно-стопорное устройство

На основании выявленных недостатков изготовленного образца было проведена работа по улучшению конструкции, произведена смена отсчётно-стопорного устройства на червячно-лимбовое, поскольку оно является наработанной и хорошо зарекомендованной технологией [3]. Следствием проведенной работы стало изготовление третьего опытного образца однозеркального секстана с червячно-лимбовым отсчётно-стопорным устройством (рисунок 3). Изготовление было реализовано аналогично предыдущему образцу.



Рисунок 3 – Однозеркальный секстан №3, червячно-лимбовое отсчётно-стопорное устройство

После изготовления третьего опытного образца было принято решение о доработке конструкции, опираясь на использование червячно-лимбового отсчётно-стопорного устройства. Была проведена работа по улучшению узла передачи вращения полупрозрачного зеркала. Подана соответствующая заявка на изобретение [4]. Результатом проведенной работы стало изготовление четвертого опытного образца (рисунок 4). В качестве сырья для изготовления использовались: сталь СТЗ, детали протрактора ПРМ, оргстекло.

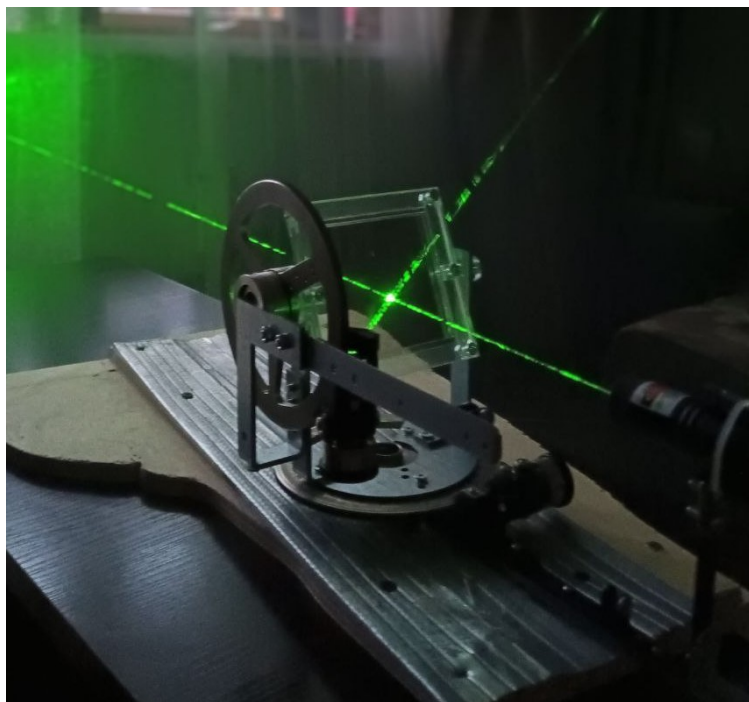


Рисунок 4 – Однозеркальный секстант №4, червячно-лимбовое отсчётно-стопорное устройство

В основе конструкции находятся червячно-лимбовые отсчётно-стопорные устройства от протракторов ПРМ. Они расположены перпендикулярно друг другу и придают полупрозрачному зеркалу две степени свободы. Поскольку отсчётно-стопорные устройства взяты с протрактора ПРМ, то точность снятия угла таким однозеркальным секстантом соответствует точности протрактора ПРМ, что выполняет требование поставленной задачи по достижению точности прибора.

Дальнейшую работу необходимо вести в направлении: введения выверок полученной конструкции однозеркального секстана, всесторонних испытаний модели, усовершенствование конструкции, проведение реальной обсервации с разными сочетаниями навигационных параметров, проведение оценки точности обсервации и разработка технологии практического использования однозеркального секстана.

Список литературы:

- 1) Патент 2781060. Российская Федерация, МПК G01B 1/08 (2006.01). Секстан: Заявка № 2022105244. 25.02.2022: опубл. 04.10.2022 / В.И. Сичкарев, С.А. Безбородов.
- 2) Патент 2811361. Российская Федерация, МПК G01B 5/24, G01C 1/00. Отсчётно-стопорное устройство: Заявка № 2022129115. 08.11.2022: опубл. 11.01.2024 / С.А. Безбородов.

3) Красавцев, Б.И. Мореходная астрономия изд. 2-е перераб. и доп. / Б.И. Красавцев. – М.: Транспорт, 1978. – С. 304.

4) Заявка на изобретение №2024102490, Российская Федерация, МПК G01B 1/08. Однозеркальный секстан. 01.02.2024 / В.И. Сичкарев, С.А. Безбородов.

