

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039063**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.11.29

(51) Int. Cl. **G04B 43/00** (2006.01)

(21) Номер заявки
201900566

(22) Дата подачи заявки
2019.12.20

(54) **ЧАСЫ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ОТКРЫТОМ КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

(43) **2021.06.30**

(56) RU-C1-2339987

(96) **2019000141 (RU) 2019.12.20**

RU-C2-2587740

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

RU-C2-2344972

**ЧАЙКИН КОНСТАНТИН ЮРЬЕВИЧ
(RU)**

SU-A1-1840181

US-A-5508979

CN-A-101403888

FR-A1-2875021

(57) Использование: изобретение относится к области часовой техники, к часовым механизмам, а более конкретно к часам для эксплуатации в открытом космическом пространстве. Технический результат: увеличение продолжительности работы часов в открытом космосе за счет увеличения продолжительности остывания или нагревания часов при использовании в условиях открытого космоса, то есть при использовании в условиях больших перепадов температур, колеблющихся в пределах от -100 до +150°C. Сущность: часы содержат внешний корпус, внутренний корпус с часовым механизмом, циферблатом и стрелками, стекло, экранно-вакуумную теплоизоляцию (ЭВТИ), расположенную между внешним и внутренним корпусами. При этом внешний корпус имеет покрытие, состоящее из трех последовательных слоев равномерной толщины. Стекло, используемое в часах, выполнено из двух соединенных по контуру стекол с расстоянием между ними от 1,5 до 4 мм, межстекольное пространство загерметизировано и может быть заполнено сухим азотом, поверх стекла на расстоянии 2-3 мм установлено защитное стекло.

B1

039063

039063

B1

Изобретение относится к области часовой техники, к часовым механизмам, а более конкретно к часам для эксплуатации в открытом космическом пространстве.

Потребность человечества в увеличении своего присутствия в космосе требует развития космической техники и создания новых систем защиты различных приборов и техники для эксплуатации в ультрэкстремальных условиях космического пространства. Это также касается приборов времени, в том числе носимых человеком для эксплуатации вне космического корабля.

На сегодняшний день во всех без исключения случаях выход человека в свободное космическое пространство сопровождается носимыми поверх скафандра часами.

В пределах изученного человеком космоса существует большая разница температур. Известно, что Вселенная неоднородна. Ядра звезд раскалены до миллионов градусов. Но большая часть пространства, конечно же, значительно холоднее. Если говорить о том, какая температура в открытом космосе, то она всего на $2,7^\circ$ выше значения абсолютного нуля и составляет $-270,45^\circ\text{C}$. Это тепло возникает за счет реликтового излучения.

В местах скопления материи теплее, но ненамного. Облака газа и пыли, встречающиеся между звездами нашей галактики, имеют температуру от 10 до 20° выше абсолютного нуля, то есть -263 - 253°C . И только вблизи звезд, внутри которых протекают реакции ядерного синтеза, можно найти достаточно тепла для комфортного существования белковых форм жизни.

При этом на околоземной орбите металл под прямыми лучами солнца прогревается до 160°C . В то же время в тени предметы остывают до -100°C . Поэтому для выхода в открытый космос используются скафандры с надежной теплоизоляцией, нагревателями и системой охлаждения, защищающие человека от столь серьезного перепада температур.

Не менее экстремальные условия на поверхности Луны. Также с учетом перспективного освоения Луны не стоит забывать о длительной лунной ночи, где температура на поверхности достигает -170°C , в то время как на ее освещенной стороне температура может превысить 120°C .

Также в солнечной системе, включая околоземное космическое пространство, солнечное излучение может нагревать тела до высоких температур, свыше 200°C .

Если говорить более корректно, то температура какого-то объекта в космосе определяется балансом между притоком тепловой энергии на тело, например, от внутренних источников тепла или Солнца, и оттоком вовне, в космос. Отток тепла в космос осуществляется из-за излучения. Все нагретые выше абсолютного нуля тела испускают инфракрасное излучение и из-за этого теряют энергию.

Материалы, из которых состоят спутники и скафандры космонавтов, должны выдерживать температуры от -100 до $+150^\circ$, теоретически именно до таких температур может разогреться/остыть тело в космосе.

Таким образом, на приборы времени, используемые космонавтами и эксплуатирующиеся вне космического корабля, воздействует нагревание и охлаждение в большом диапазоне.

Часы для космонавтов предназначены для использования в условиях открытого космоса, поэтому требования к ним предъявляют особенные. Процесс производства не заканчивается разработкой модели. После этого наступает стадия испытания: устройство испытывают в центрифуге, где механизм часов подвергается нагрузкам, которые не способен выдержать обыкновенный аксессуар (см. <https://sunmaq.me/chasy/kosmicheskie-chasy.html>).

Особенностью космических часов является, в частности, возможность работы в разных температурных условиях: начиная от низких значений, заканчивая температурой 100°C . При этом космические часы обладают функцией выставления звукового сопровождения события с заданной тональностью звучания. Также часы должны иметь антимагнитную защиту, причем сапфировое стекло снабжают антибликовым покрытием. Механизм часов должен соответствовать требованиям космической программы. Кроме этого, цифры на часах должны иметь подсветку для облегчения восприятия времени в темноте.

Известно, что Юрий Гагарин, совершая свой первый полет в космосе, при себе имел механические часы Первого московского часового завода "Штурманские". Механизм часов 41М с ручным заводом и центральной секундной стрелкой был создан на базе усовершенствованного французского калибра Lip R26. Этот механизм имел диаметр 26 мм, частоту баланса 18000 пк/ч, противоударное устройство Incabloc, брегетированную спираль, запас хода 39 ч и очень высокую по тем временам точность ± 20 с в сутки. Кроме того, в конструкцию была внесена очень важная модернизация - функция останова секундной стрелки с помощью заводной головки, что позволяло перед полетом синхронизировать часы вплоть до секунды. Механизм поместили в хромированный корпус диаметром 33 мм и высотой 12 мм. Этот корпус оснастили завинчивающейся задней крышкой из нержавеющей стали, а также особой герметизированной заводной головкой, чтобы они лучше переносили перепады давления. Для этой же цели в местах соединения деталей корпуса стояли прокладки. Стекло было плексигласовое. Стрелки и метки циферблата были окрашены люминесцентным составом на основе радия и сульфида цинка (<https://Zwatchalfavit.ru/articles/chasy-dlya-kosmosa/>).

Также в часах "Штурманские" летала в 1963 году в космос Валентина Терешкова.

Вскоре был создан первый советский наручный хронограф "Стрела". На базе механизма Venus 150

диаметром 30 мм с ручным заводом, частотой баланса 18000 пк/ч, 45-минутным счетчиком и запасом хода 44 ч конструкторы 1-го Московского часового завода создали калибр 3017 с теми же характеристиками. Часы "Стрела" вошла в историю как первые наручные часы, побывавшие 12 июня 1965 года в открытом космосе на обшлага скафандра Алексея Леонова. Корпус "Стрелы" был сделан по образу и подобию корпуса "Штурманских" - из хромированного медного сплава с завинчивающейся стальной задней крышкой. На циферблате размещались тахометрическая и телеметрическая шкалы. Советские летчики и космонавты пользовались ими в течение 20 лет. За качество и надежность хронограф "Стрела" заслужил на Западе прозвище Советский Speedmaster.

Часы Omega Speedmaster стали 21 июля 1969 года первыми часами на Луне. Их носили Нил Армстронг и его напарник Баз Олдрин.

На сегодняшний день самыми популярными часами для космонавтов являются часы Seiko Spring Drive Spacewalk и Fortis B-42 Crew Watch Titan. При этом часы Fortis являются официальными часами Роскосмоса.

Вместе с тем, все вышеперечисленные часы, а также механизмы современных наручных механических часов имеют ограниченный диапазон эксплуатации, где при больших отрицательных температурах, ниже -40°C , критически снижается точность хода из-за ограниченного диапазона эксплуатации узла регулятора (изменяется геометрия спирали-баланса), и при температурах ниже -50°C , даже с использованием низкотемпературных смазок часы, как правило, останавливаются из-за температурной деформации деталей, сделанных из разных материалов.

Как известно современные системы жизнеобеспечения космонавта рассчитаны на 10 ч работы в открытом космосе. В будущем, несомненно, это время будет увеличиваться. Таким образом, на сегодняшний день существует потребность в создании часов, способных обеспечить бесперебойную работу вне международной космической станции (МКС) либо при работе космонавтов на Луне в течение 10 и более часов.

В космосе пренебрежительно мала передача тепла за счет естественной конвекции, и тепло передается посредством излучения.

Время остывания, нагревания тела зависит от многих параметров, массы тела, материала, шероховатости поверхности, коэффициента черноты материала, формы тела. Чем больше масса, больше удельная теплоемкость материала, меньше степень черноты, тем дольше будет остывать или нагреваться тело.

Таким образом, основной задачей настоящего изобретения является увеличение продолжительности работы часов в открытом космосе за счет увеличения продолжительности остывания или нагревания часов при использовании в условиях открытого космоса, то есть при использовании в условиях больших перепадов температур, колеблющихся в пределах от -100 до $+150^{\circ}\text{C}$.

Поставленная задача решается за счет увеличения теплозащиты корпуса часов путем создания теплозащитного корпуса.

Указанный технический результат достигается тем, что часы, содержащие внешний корпус, внутренний корпус с часовым механизмом, циферблатом и стрелками, стекло, дополнительно содержат экранный-вакуумную теплоизоляцию (ЭВТИ), расположенную между внешним и внутренним корпусами.

Кроме этого, внешний корпус содержит заднюю крышку.

При этом внешний корпус имеет покрытие, состоящее из трех последовательных слоев равномерной толщины.

При этом покрытие имеет нижний зеркальный металлический радиотражающий скин-слой из чистого алюминия; промежуточный защитный терморегулирующий диэлектрический слой из диоксида циркония и верхний защитный износостойкий высокопрочный алмазоподобный (DLC) углеродный слой.

Кроме этого, внутренний корпус выполнен цельным в виде капсулы.

При этом внутренний корпус выполнен составным и имеет заднюю крышку.

При этом ЭВТИ представляет собой набор экранов, состоящих из материалов с высокой отражательной способностью, разделенных при помощи разделителей внутренних слоев.

В то же время разделители внутренних слоев могут быть выполнены либо в виде прокладок из материалов с низкой теплопроводностью, препятствующих слипанию слоев, например, таких как стеклоткани, аэрогель, либо внутренние слои формируются и приобретают рельеф, при этом контакт между ними минимизируется.

При этом межслойные экраны могут быть изготовлены из алюминиевой фольги толщиной в несколько микрон либо алюминизированной полимерной пленки, а теплоизоляционные прокладки - из различных стекловолоконистых материалов, например, таких как стеклобумага, стеклохолст, стекловуаль.

Кроме этого, экраны выполняют из материала с минимальной степенью черноты, например алюминиевая фольга, серебряная пластина, золотая нить/фольга, платина.

При этом ЭВТИ содержит по меньшей мере 3 экрана и более.

Кроме этого, ряд слоев экранов, выполненных, например, из полиамидной пленки, может быть металлизирован алюминиевой либо серебряной фольгой со стороны, противоположной наружному первому слою, а некоторые слои металлизированы алюминием либо серебром.

При этом на внешнем слое экранно-вакуумной теплоизоляции используется диэлектрический тканый материал, плотность плетения которого составляет не более $0,3 \text{ г/см}^2$, в который вплетены в продольном и поперечном направлениях металлизированные нити.

В тоже время набор экранов ЭВТИ может быть изготовлен из металлической фольги или полимерных пленок, металлизированных алюминием с одной или двух сторон, разделенных прокладочным материалом стекловуали.

При этом в часах применимы, в частности, марки ЭВТИ, содержащие фольгу и холст стекловолонистый (ЭВТИ-Г, ЭВТИ-Г1), содержащие пленку полимерную и холст стекловолонистый (ЭВТИ-И1, ЭВТИ-2И1), пленку или ленту из никеля и холст (ЭВТИ-Д, ЭВТИ-Д1, ЭВТИ-Е), содержащие пленку ПЭТ и холст стекловолонистый (ЭВТИ-А, ЭВТИ-2А).

Кроме этого, стекло, используемое в часах, выполнено из двух соединенных по контуру стекол с расстоянием между ними от 1,5 до 4 мм.

При этом межстекольное пространство загерметизировано и может быть заполнено сухим азотом.

При этом поверх стекла на расстоянии 2-3 мм установлено защитное стекло.

Кроме этого, защитное стекло может быть изготовлено, например, из поликарбоната.

При этом стекло дополнительно снабжают антибликовым покрытием.

Также часы дополнительно содержат ремешок.

При этом ремешок часов выполнен с возможностью обмотки и закрепления на обшлаге скафандра космонавта.

Кроме этого, часы дополнительно обладают функцией выставления звукового сопровождения события с заданной тональностью звучания.

При этом часы дополнительно имеют антимагнитную защиту.

Также часы имеют подсветку по контуру циферблата.

Кроме этого, стрелки и цифры на циферблате подсвечены, например, путем нанесения трития.

Также часы имеют дополнительные функции часов, минут, секунд для трех часовых зон, хронограф, вечный календарь.

При этом внешний корпус часов может быть выполнен из полированного недргоценного металла и покрыт золотом для снижения коэффициента черноты.

Указанный технический результат достигается тем, что в способе изготовления часов для эксплуатации в открытом космосе между внешним корпусом и внутренним корпусом часов устанавливаются экранно-вакуумную теплоизоляцию (ЭВТИ), состоящую из набора экранов, выполненных из материалов с высокой отражательной способностью и разделенных прокладками из материалов с низкой теплопроводностью.

Подробное описание сущности заявленного решения отображено на приведенных чертежах.

Конструктивно в предпочтительном, но не являющемся ограничивающим любые возможные варианты выполнения часов, варианте выполнения часов для эксплуатации в открытом космическом пространстве включает следующие детали:

- 1 - стекло,
- 1' - второе стекло,
- 2 - минутная стрелка,
- 3 - часовая стрелка,
- 4 - циферблат,
- 5 - механизм,
- 6 - внутренний корпус,
- 7 - задняя крышка внутреннего корпуса,
- 8 - внешний корпус,
- 9 - задняя крышка внешнего корпуса,
- 10 - лапки корпуса,
- 11 - экранно-вакуумная теплозащита,
- 12 - ремешок,
- 13 - защитное стекло.

На фигурах приведены частные варианты выполнения и использования заявленной группы изобретений, не ограничивающие, ни в какой мере, объем правовой охраны заявленной группы изобретений.

На фиг. 1 показан принцип действия экранно-вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ).

На фиг. 2 показан вариант выполнения часов для эксплуатации в открытом космическом пространстве.

На фиг. 3 показан вариант выполнения часов для эксплуатации в открытом космическом пространстве.

Известно, что основным элементом системы терморегулирования космических аппаратов является экранно-вакуумная теплоизоляция (ЭВТИ), предназначенная для защиты наружной поверхности космических аппаратов от внешних тепловых воздействий.

Экранно-вакуумная теплоизоляция (ЭВТИ) является одним из наиболее распространенных и на-

дежных средств пассивного терморегулирования в системе обеспечения теплового режима космического аппарата. Применение ЭВТИ обеспечивает возможность существенно снизить интенсивность теплообмена элементов конструкции и оборудования космического аппарата с окружающей средой, то есть уменьшить тепловой поток, поступающий к элементам конструкции и оборудованию от солнца.

ЭВТИ представляет собой набор экранов, состоящих из материалов с высокой отражательной способностью, разделенных прокладками из материалов с низкой теплопроводностью (ОСТ-92-1380-83).

Принцип действия экранно-вакуумной теплоизоляции схематично изображен на фиг. 1. Снижение плотности теплового потока на защищаемый ЭВТИ объект и с защищаемого объекта в пространство производится за счет прохождения излучения через набор последовательно расположенных экранов. Проходя через экраны, излучение частично отражается, частично поглощается, вызывая нагрев экрана, который сам становится источником излучения. Увеличивая количество экранов на пути излучения, можно увеличить долю отраженного излучения и снизить долю проходящего.

В настоящее время применяются различные виды экранно-вакуумной теплоизоляции, работоспособной в широком диапазоне температур. Определяющим параметром температурных условий эксплуатации ЭВТИ является термооптическая характеристика ее наружного облицовочного слоя, подверженного воздействию солнечной радиации. Наружный облицовочный слой ЭВТИ одновременно является одним из элементов пассивного терморегулирования, и его термооптическая характеристика часто определяет не только тепловой поток через ЭВТИ, но и температурный диапазон эксплуатации отдельных объектов терморегулирования. В качестве материалов наружного облицовочного слоя применяются полиимидные, капроновые и другие полимерные или стекловолоконные ткани, имеющие достаточную стойкость к условиям эксплуатации в космическом пространстве.

Основную площадь поверхности часов занимает корпус часов. Поэтому в космосе, где изменение температуры часов происходит за счет излучения, очень важно обеспечить защиту часового механизма за счет снижения теплообмена между внутренней частью часов и внешним корпусом часов. Для этого был создан корпус часов уникальной конструкции. Варианты выполнения часов по заявленному изобретению приведены на фиг. 2 и 3.

Часы содержат внутренний корпус, выполненный герметичным. Например, внутренний корпус может быть выполнен в виде герметичной капсулы. Внутренний корпус содержит часовой механизм, необходимый для функционирования часов.

Внешний корпус предназначен для крепления часов к обшлагоу скафандра и защиты внутреннего корпуса с расположенным внутри него часовым механизмом от внешних повреждений.

Между внутренним и внешним корпусами часов располагается экранно-вакуумная теплоизоляция (ЭВТИ), включающая несколько слоев отражающего теплового излучения материала. Снижение плотности теплового потока на защищаемый ЭВТИ внутренний корпус и с защищаемого внутреннего корпуса в пространство производится за счет прохождения излучения через набор последовательно расположенных экранов. Проходя через экраны, излучение частично отражается, частично поглощается, вызывая нагрев экрана, который сам становится источником излучения. Увеличивая количество экранов на пути излучения, можно увеличить долю отраженного излучения и снизить долю проходящего. Межслойные экраны могут быть изготовлены из алюминиевой фольги толщиной в несколько микронов либо алюминизированной полимерной пленки, а теплоизоляционные прокладки - из различных стекловолоконных материалов (стеклобумага, стеклохолст, стекловуаль и т.д.) или материала с сверхнизкой теплопроводностью - аэрогель. Поскольку самой лучшей теплоизоляцией обладает вакуум, то прокладка может нести также в себе функцию разделителя внутренних слоев для обеспечения зазора между межслойными экранами для обеспечения выхода воздуха (при выходе из космического корабля) и нахождения там вакуума.

Внутренние теплостойкие слои ЭВТИ предназначены для непосредственной теплоизоляции, хорошо отражают излучение, работоспособны длительно при температурах до 220°C, временно - до 300°C. Например, могут быть изготовлены из алюминизированной полиимидной пленки ПМ-1ЭУ-ОА, ПМ-1ЭУ-ДА. Внутренние слои предназначены для непосредственной теплоизоляции, хорошо отражают излучение, работоспособны в течение длительного времени при температурах до 165°C. Например, используются алюминизированная полиэтилентерефталатная пленка ПЭТ, К, ОА, ПЭТ, К, ДА. Для разделения внутренних слоев ЭВТИ используются два подхода. В первом между слоями помещается стеклоткань, препятствующая слипанию слоев. Во втором подходе внутренние слои формируются и приобретают рельеф, при этом контакт между ними минимизируется.

При этом отражательные экраны выполняют из материала с минимальной степенью черноты (например, алюминиевая фольга, серебряная фольга, золотая фольга).

Известно, что отношение коэффициента излучения серого тела (С) к коэффициенту излучения абсолютно черного тела (С₀) при той же температуре называют относительной излучательной способностью или степенью черноты тела ε

$$C/C_0 = \varepsilon,$$

где С₀ - коэффициент излучения абсолютно черного тела, С₀=5,67 Вт/(м²·К⁴).

Величина ε является важнейшей характеристикой любого серого тела. Числовые значения ε для не-

которых металлов приведены в таблице.

Значения степени черноты для некоторых материалов

Металлы	Температура, °С	Степень черноты, ε
Алюминий	200÷600	0,11÷0,19
Латунь	200÷600	0,61÷0,69
Медь	200÷600	0,57÷0,87
Железо (сталь) окисленное	175÷900	0,74÷0,96
Сталь (нержавеющая)	200÷600	0,25÷0,35
Сталь (полированная)	900÷1100	0,52÷0,61
Сталь (полированная нержавеющая 316)	480-1300	0,24÷0,31
Сталь (окисленная)	40÷370	0,94÷0,97
Железо (окисленное)	30	0,23
Золото, тщательно полированное	225÷635	0,018÷0,035
Серебро, полированное, чистое	225÷625	0,0198÷0,0324
Платина чистая, полированная	225÷625	0,054÷0,104

Когда между двумя твердыми телами происходит взаимный обмен теплотой посредством излучения, то необходимо учитывать, что из всех лучей, испускаемых каждым телом, к другому доходит только некоторая часть их. Тепловой поток, переходящий от более нагретого тела к менее нагретому посредством излучения, определяется по уравнению

$$Q_{1-2} = C_{1-2} F \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \phi$$

где C_{1-2} - коэффициент взаимного излучения, Вт/(м²·К⁴); F - площадь поверхности излучения, м²; T_1 , T_2 - абсолютные температуры поверхностей более нагретого и менее нагретого тел, К; ϕ - средний угловой коэффициент, который определяется формой и размерами участвующих в теплообмене поверхностей, их взаимным расположением в пространстве и расстоянием между ними.

Если тело, излучающее теплоту, заключено внутри другого тела, то $\phi=1$, а коэффициент взаимного излучения определяют по формуле

$$C_{1-2} = \frac{1}{1/C_1 + (F_1/F_2)(1/C_2 - 1/C_0)}$$

где $C_1=5,67 \varepsilon_1$ - коэффициент излучения более нагретого тела, Вт/(м²·К⁴);

$C_2=5,67 \varepsilon_2$ - коэффициент излучения менее нагретого тела, Вт/(м²·К⁴),

F_1, F_2 - поверхность более нагретого и менее нагретого тел, м².

Как следует из вышеизложенного, алюминий, золото, серебро и платина - это металлы, обладающие наименьшей относительной излучательной способностью (степенью черноты ε). При этом, например, алюминиевая фольга имеет значение степени черноты ε , равное 0,04.

Однако в условиях космического пространства вследствие переотражения возникает разогрев первых внутренних экранов, так называемый "парниковый эффект". На повышение температуры в слоях экранов теплоизоляции существенную роль играют оптические свойства этих экранов, такие как относительная излучательная способность (степень черноты ε) и коэффициент поглощения солнечного излучения экранов (A_s).

Для решения такой проблемы вторые и третьи слои экранов, выполненных, например, из полиамидной пленки, могут быть металлизированы алюминиевой либо серебряной фольгой со стороны, противоположной наружному первому слою, а четвертый и пятый слои металлизированы алюминием либо серебром с двух сторон, аналогично известному из патентного документа SU 1839976 А1, приведенного здесь в качестве ссылки. Также указанные слои могут быть металлизированы золотом или платиной.

Кроме этого, для снижения интенсивности теплообмена между внутренним корпусом часов с внешним корпусом и окружающей средой, то есть для уменьшения теплового потока, поступающего внутрь корпуса часов от солнца, возможно использование на внешнем слое экранно-вакуумной теплоизоляции диэлектрического тканого материала, плотность плетения которого составляет не более 0,3 г/см², в который вплетены в продольном и поперечном направлениях металлизированные нити.

Набор экранов ЭВТИ может быть изготовлен из металлической фольги или полимерных пленок, металлизированных алюминием с одной или двух сторон, разделенных прокладочным материалом стекловуали.

Согласно изобретению в часах применимы, в частности, марки ЭВТИ по ОСТ-92-1380-83, содержащие фольгу и холст стекловолнистый (ЭВТИ-Г, ЭВТИ-Г1), содержащие пленку полимерную и холст стекловолнистый (ЭВТИ-И1, ЭВТИ-2И1), пленку или ленту из никеля и холст (ЭВТИ-Д, ЭВТИ-

Д1, ЭВТИ-Е), содержащие пленку ПЭТ и холст стекловолоконистый (ЭВТИ-А, ЭВТИ-2А).

При этом внешний корпус часов также необходимо выполнить с учетом эксплуатации часов длительное время в условиях открытого космоса. Возникающие в условиях открытого космоса перепады температуры могут стать причиной искажения формы внешнего корпуса часов. Вместе с тем, для сохранения стабильной формы часов, используемых в космосе, без увеличения их габаритов и веса, внешний корпус часов должен быть одновременно тонкостенным и иметь высокую жесткость.

Для этого внешний корпус часов изготавливают из металла (золото, серебро) или сплава, например латуни, нержавеющей стали или из титановых сплавов. Далее наносят три последовательных слоя с равномерной толщиной: нижнего зеркального металлического радиотражающего скин-слоя из чистого алюминия, промежуточного защитного терморегулирующего диэлектрического слоя из диоксида циркония и верхнего защитного износостойкого высокопрочного алмазоподобного (DLC) углеродного слоя. При этом углеродное алмазоподобное покрытие обладает газобарьерными и защитными свойствами и высокой твердостью. Многослойное напыление получают методом "холодного" магнетронного распыления в вакууме за единый установ корпус часов в вакуумной магнетронной камере с катодными излучателями всех требуемых для покрытия компонентов материалов. При этом толщина зеркального алюминиевого (Al) слоя составляет порядка 2 мкм, толщина терморегулирующего защитного слоя из диоксида циркония (ZrO_2) - порядка 30-40 нм и толщина износостойкого слоя из алмазоподобного (DLC) наноструктурированного углерода - порядка 15-25 нм. При едином покрытии всех трех слоев в вакуумной магнетронной камере с катодными излучателями (магнетронами) повышается адгезия слоев как на внешнем корпусе часов, так и друг на друге. Технология нанесения подобна описанной в патентном документе RU 2537515 С1, приведенном здесь в качестве ссылки.

Стекло, используемое в заявленных космических часах, также должно быть выполнено из материалов, способных выдержать работу в условиях длительного нахождения в открытом космосе.

Как показано на фиг. 3, для повышения надежности и обеспечения необходимой теплозащиты стекло выполнено из двух соединенных по контуру стекол с расстоянием между ними от 1,5 до 4 мм. Межстекольное пространство загерметизировано и может быть заполнено сухим азотом. Поверх стекла на расстоянии 2-3 мм установлено защитное стекло, предназначенное для улучшения теплового режима внутри корпуса часов. Защитное стекло может быть изготовлено, например, из поликарбоната (см. фиг. 3).

Таким образом, заявленная конструкция часов для космоса содержит внешний корпус, внутренний корпус с часовым механизмом, стекло и ЭВТИ, расположенная между внешним и внутренним корпусами часов. Принцип действия ЭВТИ обеспечивает снижение плотности теплового потока за счет прохождения излучения через набор последовательно расположенных экранов. Проходя через экраны, излучение частично отражается, частично поглощается, вызывая нагрев экрана, который сам становится источником излучения. Увеличивая количество экранов на пути излучения, можно увеличить долю отраженного излучения и снизить долю проходящего.

Таким образом, заявленные часы для космоса обеспечивают решение такой технической проблемы, как невозможность длительного использования часов в условиях открытого космоса. Указанная проблема обусловлена тем, что при температурах ниже $-40^{\circ}C$ критически снижается точность хода из-за ограниченного диапазона эксплуатации узла регулятора (изменяется геометрия спирали-баланса) и при температурах ниже $-50^{\circ}C$, даже с использованием низкотемпературных смазок часы, как правило, останавливаются из-за температурной деформации деталей, сделанных из разных материалов.

Как показано выше, за счет реализации устройства часов для работы в космосе обеспечивается такой технический результат, как увеличение продолжительности работы часов в открытом космосе за счет увеличения продолжительности остывания или нагревания часов при использовании в условиях открытого космоса, то есть при использовании в условиях больших перепадов температур, колеблющихся в пределах от -100 до $+150^{\circ}C$.

Указанный технический результат обеспечивается за счет того, что впервые в данной области техники в конструкции часов было предложено использовать экранно-вакуумную теплоизоляцию с целью уменьшения теплообмена и сохранения стабильного режима работы часов при эксплуатации в открытом космосе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Часы для эксплуатации в открытом космическом пространстве, содержащие внешний корпус, имеющий покрытие, состоящее по меньшей мере из трех защитных слоев, внутренний корпус с часовым механизмом, циферблатом и стрелками, выполненный герметичным, стекло, которое дополнительно снабжают антибликовым покрытием, экранно-вакуумную теплоизоляцию (ЭВТИ), расположенную между внешним и внутренним корпусами, при этом ЭВТИ представляет собой набор экранов, состоящих из материалов с высокой отражательной способностью, разделенных при помощи разделителей внутренних слоев.
2. Часы по п.1, отличающиеся тем, что внешний корпус содержит заднюю крышку.

3. Часы по п.1, отличающиеся тем, что внешний корпус имеет покрытие, состоящее из трех последовательных слоев равномерной толщины.

4. Часы по п.3, отличающиеся тем, что покрытие имеет нижний зеркальный металлический радиоотражающий скин-слой из чистого алюминия; промежуточный защитный терморегулирующий диэлектрический слой из диоксида циркония и верхний защитный износостойкий высокопрочный алмазоподобный (DLC) углеродный слой.

5. Часы по п.1, отличающиеся тем, что внутренний корпус выполнен цельным в виде капсулы.

6. Часы по п.1, отличающиеся тем, что внутренний корпус выполнен составным и имеет заднюю крышку.

7. Часы по п.1, отличающиеся тем, что разделители внутренних слоев могут быть выполнены либо в виде прокладок из материалов с низкой теплопроводностью, препятствующих слипанию слоев, например, таких как стеклоткани, аэрогель, либо внутренние слои формируются и приобретают рельеф, при этом контакт между ними минимизируется.

8. Часы по п.1, отличающиеся тем, что межслойные экраны могут быть изготовлены из алюминиевой фольги толщиной в несколько микронов либо алюминизированной полимерной пленки, а теплоизоляционные прокладки - из различных стекловолоконистых материалов, например, таких как стеклоткань, стеклоткань, стеклоткань.

9. Часы по п.1, отличающиеся тем, что экраны выполняют из материала с минимальной степенью черноты, например алюминиевая фольга, серебряная пластина, золотая нить/фольга, платина.

10. Часы по п.1, отличающиеся тем, что ЭВТИ содержит по меньшей мере 3 экрана.

11. Часы по п.10, отличающиеся тем, что ряд слоев экранов, выполненных, например, из полиамидной пленки, может быть металлизирован алюминиевой либо серебряной фольгой со стороны, противоположной наружному первому слою, а некоторые слои металлизированы алюминием либо серебром.

12. Часы по п.1, отличающиеся тем, что на внешнем слое экранно-вакуумной теплоизоляции используется диэлектрический тканый материал, плотность плетения которого составляет не более $0,3 \text{ г/см}^2$, в который вплетены в продольном и поперечном направлениях металлизированные нити.

13. Часы по п.1, отличающиеся тем, что набор экранов ЭВТИ может быть изготовлен из металлической фольги или полимерных пленок, металлизированной алюминием с одной или двух сторон, разделенных прокладочным материалом стеклотканью.

14. Часы по п.1, отличающиеся тем, что в часах применимы, в частности, марки ЭВТИ, содержащие фольгу и холст стекловолоконистый (ЭВТИ-Г, ЭВТИ-Г1), содержащие пленку полимерную и холст стекловолоконистый (ЭВТИ-И1, ЭВТИ-2И1), пленку или ленту из никеля и холст (ЭВТИ-Д, ЭВТИ-Д1, ЭВТИ-Е), содержащие пленку ПЭТ и холст стекловолоконистый (ЭВТИ-А, ЭВТИ-2А).

15. Часы по п.1, отличающиеся тем, что стекло, используемое в часах, выполнено из двух соединенных по контуру стекол с расстоянием между ними от 1,5 до 4 мм.

16. Часы по п.15, отличающиеся тем, что межстекольное пространство загерметизировано и может быть заполнено сухим азотом.

17. Часы по п.15, отличающиеся тем, что поверх стекла на расстоянии 2-3 мм установлено защитное стекло.

18. Часы по п.17, отличающиеся тем, что защитное стекло может быть изготовлено, например, из поликарбоната.

19. Часы по п.1, отличающиеся тем, что дополнительно содержат ремешок.

20. Часы по п.19, отличающиеся тем, что ремешок часов выполнен с возможностью обмотки и закрепления на обшлаге скафандра космонавта.

21. Часы по п.1, отличающиеся тем, что дополнительно обладают функцией выставления звукового сопровождения события с заданной тональностью звучания.

22. Часы по п.1, отличающиеся тем, что дополнительно имеют антимагнитную защиту.

23. Часы по п.1, отличающиеся тем, что имеют подсветку по контуру циферблата.

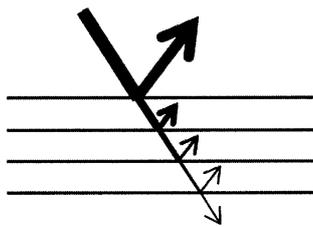
24. Часы по п.1, отличающиеся тем, что стрелки и цифры на циферблате подсвечены, например, путем нанесения трития.

25. Часы по п.1, отличающиеся тем, что имеют дополнительные функции часов, минут, секунд для трех часовых зон, хронограф, вечный календарь.

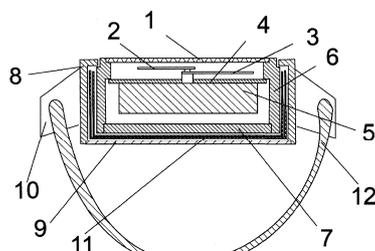
26. Часы по п.1, отличающиеся тем, что корпус часов выполнен из полированного недорогоценного металла и покрыт золотом для снижения коэффициента черноты.

27. Способ изготовления часов для эксплуатации в открытом космосе по любому из пп.1-26, в котором

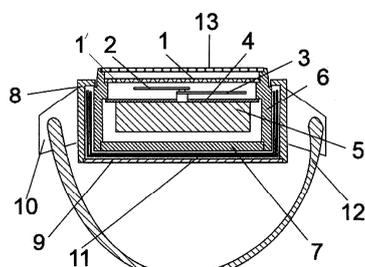
между внешним корпусом и внутренним корпусом часов устанавливают экранно-вакуумную теплоизоляцию (ЭВТИ), состоящую из набора экранов, выполненных из материалов с высокой отражательной способностью и разделенных прокладками из материалов с низкой теплопроводностью.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

