



УКРАЇНА

(19) UA (11) 9803 (13) C1

(51) G 01 T 1/20

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІД

(54) ТЕРМОСТАТОВАНИЙ СЦИНТИЛЯЦІЙНИЙ ДЕТЕКТОР

1

(20) 94311382, 26.04.93

(21) 4943368/SU

(22) 23.04.91

(46) 30.09.96. Бюл. № 3

(56) 1. Арм Е.М. и др. Термостатированный сцинтилляционный блок детектирования скважиной аппаратуры для ядерно-геофизических исследований глубоких и сверхглубоких скважин. - Изотопы в СССР, вып. 1 (67), 1984, с. 47-49.

2. Патент США № 4629888, кл. G 01 T 1/20, 1986 (прототип)

(71) Науково-виробниче об'єднання "Монокристалреактив"

(72) Гриньов Борис Вікторович (UA), Мельник Віктор Іванович (UA), Урманов Енгель Гантропович (RU)

(73) Інститут монокристалів АН України (UA)

2

(57) Термостатированный сцинтилляционный детектор, содержащий сцинтиллятор со светоотражающей оболочкой, сопряженный со входным окном ФЭУ, компенсатор несогласованных тепловых изменений размеров и гаситель ударных нагрузок, установленные во внутреннюю оболочку сосуда Дьюара и герметизированные, отличающийся тем, что внутренняя оболочка сосуда Дьюара выполнена в виде гофрированного элемента, гофры которого заполнены находящимся в состоянии объемного сжатия эластичным материалом, ФЭУ закреплен со стороны входного окна с помощью посадочного пояса, расположенного между двумя частями гофрированного элемента, снабженного со стороны сцинтиллятора охватывающим его снаружи, по меньшей мере, одним демпферным кольцом.

Изобретение относится к блокам детектирования ионизирующего излучения, построенным на базе гигроскопичных кристаллических сцинтилляторов и используемым в каротажных устройствах, работающих в условиях повышенных температур.

Известен [1] термостатированный сцинтилляционный блок детектирования, детектор которого включает кристаллический сцинтиллятор, сопряженный со входным окном фотоэлектронного умножителя, снабженный компенсатором несогласованных тепловых изменений размеров кристалла и установленным в герметичную оболочку. Сам детектор в известном устройстве поме-

щен в сосуд Дьюара. Там же расположен и ФЭУ, который будучи оптически сопряженным с выходным окном детектора вместе с последним образуют сцинтиллятор. Закреплен сцинтиллятор внутри сосуда Дьюара жестко, между двумя баками с теплопоглотителем. Конструктивной особенностью сосуда Дьюара является наличие слоистого теплового экрана из чередующихся слоев алюминиевой фольги и стеклоткани, располагающихся внутри замкнутой его полости и заполняющих последнюю наполовину.

Недостатком известной конструкции является ее непригодность к работе в условиях вибрации и ударных воздей-

(19) UA (11) 9803 (13) C1

вий. Обусловлен такой недостаток жестким закреплением сцинтиблока и отсутствием каких-либо амортизирующих устройств, способность гасить интенсивные ударные и знакопеременные систематические механические нагрузки.

Наиболее близким к заявляемому устройству является известный каротажный инструмент для высокотемпературных скважин, представляющий собой сосуд Дьюара, внутренняя часть оболочки которого используется в качестве контейнера для сцинтиллятора и сопрягающегося с ним ФЭУ [2]. Компенсатором несогласованных между собой тепловых расширений кристалла и других деталей инструмента, в частности, металлической внутренней части оболочки сосуда Дьюара, служит амортизирующий элемент из эластичного материала, заполняющий собой пространство между внутренним торцом кристалла и дном оболочки сосуда Дьюара. Этот же амортизирующий элемент используется также и в качестве осевого амортизатора, предотвращающего разрушение кристалла при воздействии осевых ударных нагрузок. Со стороны свободного от сопряжения с кристаллом торца ФЭУ имеется изолирующий элемент, также из эластичного материала и обладающий низкой теплопроводностью. Будучи закрепленным внутри сосуда Дьюара выше уровня других деталей, изолирующий элемент служит фиксатором для ФЭУ и кристалла. Сопряжение кристалла со входным окном ФЭУ выполнено традиционно оптически прозрачным, а свободная от сопряжения с ФЭУ внешняя поверхность кристалла окружена диффузной светотражающей оболочкой из уплотненного порошка, располагающегося в зазоре между указанными поверхностями кристалла и другими деталями устройства. В качестве демпфера для радиальных ударных нагрузок в известном устройстве используется амортизирующая и стабилизирующая, закрепленная внутри сосуда Дьюара между донными частями (внутренней и внешней) его оболочки.

В процессе осевого смещения кристалла и ФЭУ, что происходит вследствие соответствующей направленности ударного воздействия, например, в момент погружения инструмента в скважину, воздействию подвергается диффузная светотражающая оболочка. Внутренние слои порошковой светотражающей оболочки в этом случае увлекаются кристаллом, а внешние, наоборот, придерживаются контактирующими с порошком стенками сосуда Дьюара. В конечном итоге такой процесс заканчивается перераспределением порошка по объему

светотражающей оболочки, сопровождающимся появлением разуплотненных участков и участков с повышенной плотностью. Кроме этого, в процессе смещения самого ФЭУ (разумеется, вместе с кристаллом) возможно защемление порошка между стенками ФЭУ и оболочкой сосуда Дьюара, после чего может произойти резкая остановка ФЭУ и отрыв кристалла от ФЭУ. Последнее происходит за счет сжатия эластичного амортизатора. По окончании ударных механических воздействий восстановление формы эластичного амортизатора происходит не полностью, также по причине защемления порошка светотражающей оболочки между стенками амортизатора и внутренними поверхностями соприкасающейся с ним части сосуда Дьюара. С течением времени в ходе эксплуатации известного устройства в условиях переменных температур порошок "расползается" все глубже и глубже в щели между ФЭУ и сосудом Дьюара, а также между амортизатором и сосудом. Все это приводит к снижению оптических качеств светотражающей оболочки кристалла и снижению способности амортизатора эффективно гасить ударные воздействия. Использование уплотняющих колец из различных материалов по краям кристалла не приводит к преодолению упомянутых недостатков, т.к. закрепить их клеем на стенках сосуда Дьюара не представляется возможным по причине несогласованности тепловых линейных расширений отдельных составляющих устройства и, следовательно, обязательных взаимных смещений деталей устройства друг относительно друга, в том числе и колец. А в таком случае их смещения сопровождаются такими же процессами, как и без них, с той лишь разницей, что защемление порошка происходит главным образом и в первую очередь между наружными поверхностями этих уплотняющих колец и внутренними поверхностями сосуда Дьюара, контактирующими с кольцами. Таким образом, известный каротажный инструмент эффективно может работать только при использовании непорошковых светотражающих устройств, что неизбежно сопровождается снижением их оптических качеств, а следовательно, ухудшением сцинтилляционных характеристик, в том числе и при повышенной температуре.

Задачей изобретения является создание термостатированного сцинтилляционного детектора, обеспечивающего повышение устойчивости к механическим и термическим воздействиям.

Решение задачи обеспечивается тем, что в термостатированном сцинтилляцион-

ном детекторе, содержащем сцинтиллятор со светотражающей оболочкой, сопряженный со входным окном ФЭУ, компенсатор несогласованных тепловых измерений размеров и гаситель ударных нагрузок, установленные во внутреннюю оболочку сосуда Дьюара и герметизированные, согласно изобретению, внутренняя оболочка сосуда Дьюара выполнена в виде гофрированного элемента, гофры которого заполнены находящимся в состоянии объемного сжатия эластичным материалом, ФЭУ закреплен со стороны входного окна с помощью посадочного пояска, расположенного между двумя частями гофрированного элемента, снабженного со стороны сцинтиллятора охватывающим его снаружи по меньшей мере одним демпферным кольцом.

В собранном состоянии ФЭУ, равно как и кристалл, находится внутри сосуда Дьюара, именуемого в дальнейшем контейнер, традиционно с зазором. Исключение составляет участок ФЭУ в области посадочного пояска контейнера, где имеется полный по всей площади последний контакт. Крепление ФЭУ внутри контейнера жесткое. Посадочное место ФЭУ расположено возле его входного окна. Оптически прозрачное сопряжение кристалла с ФЭУ, равно как и в целого ряда известных устройств, выполнено клеевым. Со стороны противоположной сопряжению с ФЭУ кристалл снабжен центрирующим кольцом, охватывающим его в окрестности торцевого ребра. С этой же стороны кристалла расположено отъемное дно контейнера. Гофры контейнера с внутренней его стороны по всей высоте кристалла заполнены кольцевыми элементами, в радиальном нормальном сечении соответствующими форме аналогичного сечения упомянутых гофр и выполненными из упругого термостойкого материала, не обязательно с возможностью демонтажа. Оставшийся зазор между свободными внутренними поверхностями контейнера и кольцевых элементов с одной стороны и внешней цилиндрической поверхностью кристалла с другой стороны используется традиционным образом для размещения светотражающей оболочки последнего, выполненной из уплотненного порошка. Зазор между отъемным дном контейнера и расположенным против него торцом кристалла используется также традиционно для размещения в нем торцевой части светотражающей оболочки детектора. Материал светотражающей оболочки детектора по всему объему последней находится в состоянии упругого сжатия, исключаящем возможность локального его перерас-

пределения в процессе вибраций и ударных нагрузок. Участок контейнера, расположенный выше уровня посадочного пояска под ФЭУ (имеется ввиду гофрированная его часть) функционально принадлежит к механизму гасителя осевых ударных силовых воздействия и перемещений сцинтиблока (ФЭУ + собственно детектор). К этому же механизму относятся и внешняя цилиндрическая поверхность ФЭУ, а также заполняющие зазор между упомянутой выше поверхностью ФЭУ и внутренней поверхностью контейнера упругие термостойкие кольца из антифрикционного материала) в дальнейшем просто фрикционные кольца). Высота каждого из этих колец превышает шаг между гофрами находящегося вне сборки в статическом состоянии контейнера. В собранном состоянии фрикционные кольца находятся в состоянии объемного сжатия. Конструктивно фрикционные кольца могут быть по группам или все полностью объединены в трубчатый (один или несколько) элементов с гофрированной периферией (именуемой в дальнейшем фрикционный элемент). С точки зрения достижения поставленной задачи совершенно несущественно сколько фрикционных колец (одно или более) входит в состав одного фрикционного элемента, а поэтому в дальнейшем будем оперировать последним понятием, по своему определению допускающим понимание того, что фрикционное кольцо представляет собой подмножество понятия фрикционный элемент. Каждый фрикционный элемент, присутствующий в конструкции, выполнен не обязательно с возможностью демонтажа из контейнера. Пары трения механизма гасителя осевых ударных нагрузок и перемещений сцинтиблока (МГОУНПС) образуются соприкасающимися поверхностями (внешней цилиндрической) ФЭУ и (внутренней) каждого из фрикционных элементов, находящихся в состоянии нормального сжатия. Роль упругого подвеса сцинтиблока выполняет гофрированная часть контейнера, расположенная на участке МГОУНПС, или, что то же самое, в пределах между посадочным пояском под ФЭУ и противоположным от него торцом последнего фрикционного элемента. Выше уровня ФЭУ, т.е. со стороны, противоположной месту установки отъемного дна, контейнер детектора имеет расширение в диаметре и сопряжение с внешним стаканом сосуда Дьюара. Выполнено это сопряжение традиционно герметичным, а внутри замкнутой полости сосуда Дьюара находится вакуум. Посадочный пояска пород ФЭУ в средней части контейне-

ра по форме свои: внутренних поверхностей повторяет сопрягающиеся с ними поверхности ФЭУ. В качестве гасителя радиальных ударных нагрузок в конструкции устройства предусмотрено по меньшей мере одно эластичное термостойкое кольцо, установленное снаружи контейнера в одном из его гофров, на уровне кристалла.

Физические процессы, протекающие внутри заявляемого устройства, связанные с выполнением регистрирующей ионизирующие излучения функции, подчинены известным для данного класса устройств законам и новизны в себе не содержат. Отличие состоит в механизме вибро-термопрочности устройства.

С повышением температуры все детали детектора претерпевают увеличение в линейных размерах. Известно, что материал сцинтиллятора, как правило, отличается повышенной способностью к изменению размеров под действием тепла, нежели материал деталей детектора. Но в заявляемом устройстве при нагреве детектора и, следовательно, кристалла, а отсюда, при прогрессирующем удлинении последнего, никаких перемещений поверхностей кристалла относительно контактирующего с ним порошка светотражающей оболочки не происходит, поскольку гофрированный контейнер под воздействием кристалла растягивается пропорционально величине этого воздействия, полностью сохраняя их взаимное расположение в конструкции. Следует особо подчеркнуть, что пропорциональность растяжения гофрированного контейнера тепловому удлинению заключенного в нем кристалла сохраняется для каждого элементарного участка их длины, а поэтому ситуация остается неизменной по всему объему порошковой светотражающей оболочки. Последнее справедливо и для торцевой части светотражающей оболочки. Достигается это за счет того, что при сборке детектора его контейнер предварительно подвергают растяжению. Это обстоятельство и обеспечивает постоянное прижатие дна контейнера к торцу кристалла при изменении температуры окружающей среды в пределах полного рабочего диапазона, включая и температуру хранения детектора. С понижением температуры увеличение зазора между цилиндрической поверхностью кристалла и охватывающей ее внутренней поверхностью контейнера (с учетом заполняющих гофры кольцевых элементов), а, следовательно, разуплотнение материала светотражающей оболочки не происходит, поскольку в этом случае проходит осевое сжатие гофрированного контейнера, что не-

избежно сопровождается уменьшением в диаметре внутренних его (упомянутых выше) поверхностей. Происходит это и за счет того, что материал кольцевых элементов, заполняющих собой гофры, сжимающимися стенками контейнера частично вытесняется внутрь его (в радиальном направлении), дожимая светотражающую оболочку по всему объему ее цилиндрической части. Нелинейности в изменениях геометрии кристалла и контейнера компенсируются за счет того, что порошок светотражающей оболочки изначально, т.е. уже в ходе сборки детектора, находится в состоянии объемного упругого сжатия. Этому же способствует и аналогичное состояние кольцевых элементов контейнера, заполняющих собой его гофры. Разумеется, что поскольку скользящих движений одних элементов относительно упругих в заявляемом устройстве нет (имеются в виду контактирующие со светотражающей оболочкой детали), то нет и не может быть защемления порошка между подвижными относительно друг друга поверхностями. Это полностью исключено, как исключено и "расползание" порошка за пределы объема светотражающей оболочки. Дно контейнера постоянно находится под воздействием выталкивающего осевого усилия. Обусловлено это тем, что в собранном состоянии контейнер, даже при температуре хранения, остается растянутым в осевом направлении, и поэтому, как любая упруго деформированная пружина, всегда готов восстановить свою исходную форму, если освободится от удерживающего его в растянутом положении дна. Надежность крепления дна контейнера гарантируется использованием любого из известных технических решений, например, сварного, клеевого или болтового соединения. Стык дна с контейнером выполнен традиционно герметичным.

При осевом ударном воздействии, возможном при погружении устройства внутрь скважины, в работу включается МГОУНПС. В зависимости от направления удара происходит сокращение или удлинение упругого подвеса сцинтиллы, роль которого выполняет гофрированная часть контейнера, расположенная выше уровня ФЭУ на участке МГОУНПС.

Такое изменение длины упругого подвеса сопровождается взаимным проскальзыванием образующих пару трения элементов МГОУНПС, к которым относится внешняя цилиндрическая поверхность ФЭУ и соприкасающаяся с ней поверхность каждого фрикционного элемента. Возникающее при этом трение гасит ударное воз-

действие, плавно выравнивая скорости движения сцинтиблока и внешнего стакана сосуда Дьюара. Особо следует подчеркнуть, что силы трения в парах трения пропорциональны величине ударных нагрузок. Происходит это за счет того, что при любом изменении длины упругого подвеса фрикционные элементы вытесняются из гофр в направлении оси симметрии, прижимаясь к контактирующим с ними поверхностям ФЭУ. Степень этого вытеснения не зависит от знака относительного изменения длины упругого подвеса и определяется величиной этого изменения длины. Чем больше изменение длины упругого подвеса, тем больше вытеснение фрикционных элементов из гофр в направлении к ФЭУ, а следовательно, тем больше возникающие при этом силы трения, действующие на поверхности трения упомянутых выше пар трения. Но поскольку упругий подвес это попросту пружина, то это значит, что величина возможного изменения длины подвеса пропорциональна величине ударного воздействия. Таким образом, чем интенсивнее ударное воздействие, тем больше трение в парах трения и тем интенсивнее гашение удара. Обратим внимание и на то, что в замкнутой полости сосуда Дьюара, частью оболочки которой является контейнер и его верхняя гофрированная часть - упругий подвес, находится вакуум, а поэтому в состоянии покоя подвес сцинтиблока находится в частично растянутом состоянии не только и не столько под воздействием веса сцинтиблока, сколько под воздействием давления окружающей среды, т.е. внешнего давления. Независимо от того, есть внешнее давление или его нет, рабочий процесс гашения ударных воздействий протекает идентично. Учитывается этот фактор на этапе проектирования устройства и его сборки. Если предполагается использование изделия в условиях присутствия внешнего давления, то это значит, что нормальным исходным состоянием упругого подвеса будет его частично растянутое состояние и именно эту форму гофр следует закладывать при проектировании формы фрикционных элементов МГОУНПС.

Роль демпфера при радиальных ударных нагрузках для сцинтиблока выполняют податливые к упругим деформациям кольца, как было сказано, выше, установленные по наружу контейнера детектора. Эти кольца фактически установлены между наружной и внутренней оболочкой сосуда Дьюара. В процессе радиальных механических воздействий внутренняя оболочка сосуда Дьюара (контейнер детектора) отклоняется от оси

симметрии изделия и прижимает демпферные кольца к внутренней поверхности внешней оболочки сосуда Дьюара. Чем сильнее механическое воздействие, тем сильнее деформируются контейнер и кольца, тем сильнее реакция на это механическое воздействие. Нарастает эта реакция плавно (вследствие эластичных свойств колец), а поэтому пиковые значения ускорений, передаваемых на кристалл, значительно уменьшаются.

Формирование фрикционных элементов МГОУНПС и кольцевых элементов, заполняющих собой гофры контейнера, расположенные на уровне кристалла, выполняют непосредственно в контейнере после предварительного его растяжения в осевом направлении. Возможно формирование кольцевых и фрикционных элементов вне контейнера, но их форма соответствует форме гофр контейнера, находящихся в растянутом в осевом направлении состоянии. Монтаж кольцевых и фрикционных элементов в этом случае выполняют также после предварительного растяжения контейнера. Монтаж ФЭУ, предварительно сопряженного со сцинтиллятором, выполняют не снимая растяжения с контейнера или после повторного его растяжения до прежнего уровня. Формирование насыпной диффузной светоотражающей оболочки выполняют, сохраняя осевое растяжение контейнера детектора, но уже возможно только на уровне сцинтиллятора. После установки дна контейнера и полного его закрепления осевое растяжение контейнера, а вернее, той его части, которая расположена на уровне кристалла, путем приложения осевого усилия (сжимающего) частично уменьшают. При этом доная часть светоотражающей оболочки переходит в состояние упругого сжатия, равно, как и вся остальная его часть. Контролируется требуемое сжатие по линейным размерам детектора. После установки детектора внутрь внешнего стакана сосуда Дьюара, герметизации сопряжения "внешний стакан - контейнер" и создания вакуума в образовавшейся замкнутой полости сосуда Дьюара, по неизменности величины погружения деталей сцинтиблока внутрь контейнера контролируется надежность герметизации замкнутой полости сосуда Дьюара. Понятно, что в случае, если указанная полость не герметична и со временем давление внутри нее возрастает, то тогда сцинтиблок под воздействием сил упругости растянутой части контейнера (расположенной в области МГОУНПС) частично выглубляется. Именно этот факт и используется для контроля каче-

ства сопряжения "внешний стакан сосуда Дьюара - контейнер" и других.

Следует обратить внимание на то, как создается состояние упругого объемного сжатия в теле цилиндрической части светотражающей оболочки, формируемой на первом этапе известными методами. Такое состояние оболочки достигается после установки, полного закрепления дна контейнера и главное - после частичного снижения величины осевого растяжения соответствующей оболочке части контейнера. После приложения к сцинтиблоку осевого сжимающего усилия дно контейнера приближается к кристаллу, сжимая порошок и выбирая возможные зазоры между ним и центрирующим кольцом. В этом случае донная часть светотражающей оболочки непосредственно переходит в состояние упругого объемного сжатия. Для остальной части оболочки это происходит несколько опосредственным способом. Сначала сжимаются (частично) гофры контейнера, вытесняя из себя в осевом направлении заполняющие их, выполненные из упругого материала кольцевые элементы, а уже последние сжимают в том же направлении материал светотражающей оболочки. В ходе повышения температуры, т.е. после введения детектора в работу, состояние цилиндрической части светотражающей оболочки остается практически неизменным и не сопровождается доуплотнением ее, что было бы чревато последующим разуплотнением, после выведения детектора из рабочего режима. Несмотря на то, что в случае нагрева детектора диаметр кристалла увеличивается большими темпами, чем диаметр контейнера, доуплотнение светотражающей оболочки не происходит. Обусловлено это тем, что при этом кристалл естественно удлиняется и опять с более высокими темпами, чем контейнер, растягивая последнего. В этом случае контейнер по своему состоянию приближается к тому, которое он имел в ходе сборки детектора перед частичным осевым его сжатием. К этому же состоянию возвращаются и кольцевые элементы, заполняющие собой гофры контейнера. Усилие выдавливания кольцевых элементов из гофр уменьшается и они "прячутся" назад в гофры. Данная часть светотражающей оболочки в любом случае остается сжатой, поскольку со стороны растянутого контейнера осевое сжимающее усилие существует всегда. Таким образом, для всего объема светотражающей оболочки поддерживается постоянное состояние упругого сжатия, практически не зависящее

от температуры окружающей среды (в пределах рабочего диапазона) и ее колебаний.

На фиг.1 изображен общий вид термостатированного сцинтилляционного детектора с наложенным осевым сечением.

На фиг.2 - локальный осевой разрез в области сопряжения контейнера с внешним стаканом сосуда Дьюара.

На фиг.3 - то же в области механизма гасителя осевых ударных нагрузок и перемещений сцинтиблока.

На фиг.4 - то же в области клеевого сопряжения ФЭУ с контейнером.

На фиг.5 - то же в области сопряжения дна с контейнером, в плоскости винта.

На фиг.6 и 7 - то же в области эластичных колец гасителя радиальных ударных нагрузок.

Пример конкретной реализации устройства.

Заявляемый термостатированный сцинтилляционный детектор (фиг.1-7) представляет собой сосуд Дьюара, состоящий из внешнего стакана 1 и внутреннего 2 - (далее именуемого "контейнер"), а также содержимого контейнера 2 в виде сцинтиблока и ряда других вспомогательных деталей и узлов. Сцинтиблок состоит из кристалла сцинтиллятора 3, сопряженного посредством клеевого соединения с ФЭУ 4. Сам контейнер 2 имеет сложную форму. В целом представляя собой трубчатую конструкцию с присоединяемым в процессе сборки устройства дном 5, контейнер (гофрированный элемент) 2 имеет два гофрированных участка, разного функционального назначения, разделенных друг от друга посадочным пояском 6 под ФЭУ. Материал контейнера 2 - пружинная сталь. Верхний гофрированный участок 7 контейнера 2, именуемый далее упругим подвесом и расположенный с противоположной от отъемного дна 5 стороны, ближе к торцу сопрягается с цилиндрическим участком 8, далее переходящим в конический 9, увеличивающийся в диаметре и заканчивающийся снова цилиндрическим венцом 10 (фиг.2) с тесненным кольцевым буртиком 11. Диаметр цилиндрического участка 8 контейнера 2 совпадает по величине с диаметром впадин гофрированного упругого подвеса 7, а диаметр венца 10 с внутренним диаметром стакана 1 сосуда Дьюара. В ответ на тесненный буртик 11 на внутренней поверхности стакана имеется 1 аналогичная канавка. Используется буртик 11 и упомянутая канавка в теле стакана 2 для точного позиционирования контейнера 2 и стакана 1 в ходе их сварки. Сварочный шов 12 в этом случае выполняет роль креп-

ления и герметизирующую роль. Ведь в замкнутой полости 13 сосуда Дьюара находится вакуум. Посадочный пояс 6 под ФЭУ 4 (фиг.4) имеет сложную внутреннюю поверхность, представляющую собой посадочное место под ФЭУ 4. Состоит это посадочное место из цилиндрической внутренней поверхности 14 и несколько меньшей по диаметру также цилиндрической поверхности 15. Последняя, т.е. поверхность 15, по диаметру меньше наименьшего диаметра упругого подвеса 7, но обе они в точности соответствуют (с учетом допуска и толщины клеевого слоя) размеры посадочных поверхностей 16 и 17 самого ФЭУ 4. Сопрягаются поверхности 14 и 15, а также 16 и 17 посредством конусных переходов соответственно 18 и 19. Фиксируется ФЭУ 4 внутри контейнера 2 путем проклейки по указанным выше поверхностям 14, 15 и 18 посадочного пояса 6 и 16, 17 и 19 ФЭУ 4.

Заключенная между посадочным поясом 6 и дном 5 гофрированная часть 20 контейнера 2, по своей конструкции ничем не отличается от такой же гофрированной части 7 (упругого подвеса) и со стороны свободного своего торца имеет цилиндрический пояс 21 - посадочное место под дно 5 (фиг.5). Особенность конструкции посадочного пояса 21 состоит в наличии серии сквозных отверстий под винты 22, используемые для закрепления дна 5 внутри посадочного пояса 21. Таким образом контейнер 2 - это монолитная деталь, состоящая из ряда элементов 6, 7, 8, 9, 10, 20, 21 и выполненная из пружинного материала, например, стали 651 ГОСТ 1050-74. Дно 5 контейнера 2 представляет собой деталь в виде диска с цилиндрической периферией. Диаметр дна 5 в точности соответствует (с учетом допуска) внутреннему диаметру посадочного пояса 21. Обращенная к кристаллу 3 поверхность 23 дна 5 выполнена совершенно плоской, нормальной оси симметрии изделия в целом. Противоположная поверхности 23 внешняя поверхность 24 дна 5 выполнена в виде обращенного выпуклостью внутрь контейнера 2 участка сферы. Такая конструкция дна 5 обусловлена стремлением облегчить его без значительного снижения жесткости. Кроме этого, дно 5 со стороны кристалла 3 имеет скошенную поверхность в виде фаски и серию глухих радиальных сверлений с нарезанной резьбой под винты 22. Кроме уже указанного, на внешней поверхности контейнера 2 имеется два кольцевых ребра 25 и 26, первое из которых закреплено путем сварки в области посадочного пояса 6 под ФЭУ 4, а второе - в области посадочного пояса 21 под дно 5.

Как уже было сказано выше, внутреннее содержимое контейнера 2 состоит, главным образом, из кристалла 3 и ФЭУ 4. ФЭУ имеет традиционную, широко известную в технике конструкцию и его особенности касаются лишь внешней формы колбы, основная часть из которых уже освещены ранее. Обратим внимание только на то, что цилиндрическая внешняя боковая поверхность ФЭУ 17 самая большая по площади и высоте из числа боковых поверхностей и по высоте она далеко превышает поверхность 15 посадочного места под ФЭУ 4 пояса 6 контейнера 2. В основном поверхность 15 располагается внутри упругого подвеса 7 и по высоте не меньше последнего.

Входное окно ФЭУ 4 используется для непосредственного сопряжения его с кристаллом 3. Для этого применения оптически прозрачный клеящий состав. Поскольку сопряжение ФЭУ 4 и кристалла 3 непосредственное и жесткое, то в устройстве не предусмотрено наличие промежуточного световода (стекла) и каких-либо центрирующих расположений кристалла 3 внутри контейнера 2 устройств. Сопряжение "ФЭУ-кристалл" выполняется вне контейнера 2 и вопросы строгой центровки кристалла 3 внутри контейнера 2 решаются на этапе выполнения этого сопряжения, путем применения в ходе склеивания центрирующей технологической оснастки. В конечном счете точность центровки кристалла 3 внутри контейнера 2 опосредствованно определяется и точностью центровки самого ФЭУ 4.

Со стороны дна 5 точность центровки кристалла 3 гарантируется путем применения центрирующего кольца 27 (фиг.5). Это кольцо выполнено Г-образным в радиальном сечении и охватывает кристалл 3 по двум смыкающимся его поверхностям: цилиндрической 28 и плоской торцевой поверхности 29. Зазор между кристаллом 3 и контейнером 2, а также между дном 5 и кристаллом 3 в заявляемой конструкции, равно как и в известных, имеет светоотражающее наполнение. Рассмотрим его особенности. Как уже было сказано выше, внутренняя поверхность контейнера 2, равно как и его внешняя поверхность, на участке 20 имеет кольцевые гофры. В заявляемом устройстве с внутренней стороны на участке 20 контейнера 2 гофры заполнены телом кольцевых элементов 30 (фиг.6,7), выполненных из податливого для упругих деформаций материала, например, из силиконового каучука. Важным свойством материала кольцевых элементов 30 является его термопрочность, сохраняющаяся на



всем рабочем диапазоне температур. Непосредственно контакта элементов 30 с поверхностями кристалла 3 нет и пространство 31 (тело цилиндрической части светотражающей оболочки) между ними, открытыми внутренними поверхностями участка 20 контейнера 2 и боковой поверхностью кристалла 3 заполнено светотражающим порошком, уплотненным до состояния объемного упругого сжатия. Выполнены кольцевые элементы 30 путем формования по месту, а поэтому могут быть рассмотрены вместе с контейнером 2, как нечто целое, неразборно соединенное. Возможно формование кольцевых элементов 30 вне контейнера. В этом случае их сопряжение с контейнером 2 должно быть выполнено клеевым. В случае разъемного сопряжения элементов 30 с контейнером 2 несколько затрудняется сборка детектора и применять такое сопряжение нежелательно. Технология получения цилиндрической светотражающей оболочки 31, порошок которой уплотнен до состояния объемной упругости, будет раскрыта ниже при описании процесса сборки устройства. Торцевая часть 32 светотражающей оболочки выполнена также из светотражающего порошка, находящегося в состоянии объемной упругости, о чем детальнее также будет сказано ниже.

Выше уровня кристалла 3 в заявляемом устройстве имеется механизм МГОУНПС, компонентами которого являются цилиндрическая поверхность 17 ФЭУ 4, упругий подвес 7 и фрикционные элементы 33 (фиг.3). Фрикционные элементы 33 могут быть выполнены таким же способом, как и кольцевые - 30. К их материалу предъявляются такие же требования плюс дополнительные - антифрикционные свойства. В отличие от элементов 30 фрикционные элементы 33 могут быть объединены по несколько штук в единую трубчатую конструкцию и, кроме того, они собой заполняют полностью весь зазор между поверхностью 17 и внутренней гофрированной поверхностью упругого подвеса 7. В нормальном рабочем состоянии фрикционные элементы 33 находятся в состоянии объемного сжатия, а их свободные от сопряжения с контейнером 2 поверхности прижаты к поверхности 17 ФЭУ 4 и совместно представляют собой пару трения. Следует обратить внимание, что исходное рабочее состояние МГОУНПС зависит от того, в условиях какого рабочего внешнего давления планируется использовать детектор. Если внешнее давление атмосферное, то в исходном состоянии упругий подвес 7 будет нахо-

диться частично растянутым, что обусловлено наличием вакуума внутри замкнутой полости 13 сосуда Дьюара. Именно такое частично растянутое состояние упругого подвеса 7 и считается исходным и именно в таком состоянии, или с учетом такого состояния должно выполняться формирование фрикционных элементов 33.

Гаситель радиальных ударных нагрузок в данном устройстве (фиг.6,7) представлен двумя, способными к упругим деформациям, кольцами 34 и 35. Первое из них установлено в выемке внешней поверхности контейнера 2 на уровне центра тяжести всего изделия в целом, за вычетом внешнего стакана 1 сосуда Дьюара. На внешней поверхности это кольцо 34 имеет равномерно рассредоточенные по периметру шипы, и в исходном состоянии касается стакана 1 только шипами в нескольких точках. Второе кольцо 35 выполнено гладким, меньшего диаметра и поверхности стакана 1 в исходном (спокойном от вибраций) состоянии не касается. Установлено оно в последнем, близлежащем к дну 5 гофре контейнера 2.

Сборка термостатированного сцинтилляционного детектора.

Сборку детектора начинают с выполнения кольцевых элементов 30 и фрикционных элементов 33. Для этого контейнер 2, используя для захвата цилиндрический венец 10 и два кольцевых ребра 25 и 26, частично (в пределах упругости) растягивают в осевом направлении. Кольцевые элементы 30 и фрикционные элементы 33 выполняют путем формования непосредственно в контейнере 2 и последующего их отверждения, или вулканизации, если речь идет о применении силиконового каучука. Возможно изготовление кольцевых элементов 30 и фрикционных элементов 33 вне контейнера 2 с последующим их монтажом внутрь контейнера 2 и закреплением их там с помощью клеящих составов. Не снимая осевого растяжения контейнера 2 и предварительно выполнив оптически прозрачное сопряжение ФЭУ 4 с кристаллом 3, помещают ФЭУ 4 с кристаллом 3 внутрь контейнера 2. Монтаж пары "ФЭУ - кристалл" осуществляют со стороны посадочного пояса 21 под дно 5, после предварительного нанесения клеящего состава на поверхности 16 и 19 ФЭУ 4, соприкасающиеся в дальнейшем с соответствующими им поверхностями 14 и 18 посадочного пояса 6 контейнера 2. После полимеризации клея сопряжение ФЭУ 4 с контейнером 2 считают выполненным. После этого приступают к продолжению сборки устройства. Естественно обратить внимание на то, что в ходе монта-



жа ФЭУ 4 внутрь контейнера 2 происходит объемное сжатие фрикционных элементов 33. Происходит это под воздействием проникающего им внутрь ФЭУ 4, диаметр внешней поверхности 17 которого больше внутреннего диаметра фрикционных элементов 33 (находящихся в свободном предшествующем сборке состоянии).

Далее сохраняя осевое растяжение контейнера на участке 20, через открытый торец в области дна 5 традиционными методами формируют цилиндрическую часть 31 светоотражающей оболочки. Для этого используют известные порошковые материалы. Несколько не достигнув торца кристалла 3, формирование цилиндрической части 31 светоотражающей оболочки прекращают и в оставшееся место между кристаллом 3 и посадочным пояском 21 контейнера 2 запрессовывают центрирующее кольцо 27 из фторопласта. После запрессовки кольцо 27 частично находится в зазоре между кристаллом 3 и контейнером 2, а частично возвышается над поверхностью 29 кристалла 3 (имеется в виду, что изделие закреплено вертикально). После этого известными методами формируют донную часть 32 светоотражающей оболочки весовым методом, отмерив нужное количество порошка и уплотнив его в осевом направлении. В этот момент времени толщина донной части 32 светоотражающей оболочки должна строго соответствовать высоте центрирующего кольца 27. Далее запрессовывают дно 5 внутрь посадочного пояса 21 и заворачивают винты 22, зафиксировав тем самым дно 5 внутри контейнера 2. С целью герметизации сопряжения "дно - контейнер", перед запрессовкой дна 5 свободные поверхности центрирующего кольца 27, а также внутренние поверхности посадочного пояса 21 покрывают клеящим составом. В ходе запрессовки клей частично вытесняется в область скошенной поверхности фаски дна 5, надежно герметизируя стык. Далее усилие осевого растяжения контейнера 2 сменяют на обратное, выбрав в качестве места приложения сжимающего усилия внешнюю поверхность 24 дна 5. В результате сжатия контейнер 2 на участке 20 по всей его длине частично восстанавливает свою предшествующую растяжению форму. При этом все гофры его сжимаются, вытесняя из себя кольцевые элементы 30. Последние, вытесняясь в объем цилиндрической части 31 светоотражающей оболочки, дожимают ее материал до состояния упругости. В области дна 5 контейнера 2 такое обжатие изделия сопровождается упругой деформацией (сжатием) донной части 32 светоотражающей

щей оболочки и центрирующего кольца 27. Далее осевые усилия снимают. После этого монтируют кольца 34 и 35 и весь сцинтиблок помещают внутрь стакана 1 до совмещения тесного пояса 11 контейнера с ответной канавкой на внутренней поверхности стакана 1. Далее стык контейнера 2 со стаканом 1 обваривают электродуговой сваркой или герметизируют и закрепляют другим способом. Удаляют из замкнутой полости 13 сосуда Дьюара воздуха. В процессе откачки воздуха под воздействием внешнего давления, растягивая упругий подвес 7, сцинтиблок погружается внутрь стакана 1. По величине этого погружения и его неизменности во времени судят о величине и стабильности вакуума в замкнутой полости 13 сосуда Дьюара.

Виброударопрочность детектора.

В случае осевого ударного воздействия, непосредственно воспринимаемого внешним стаканом 1 сосуда Дьюара, последний приобретает ускорение по модулю и направлению, соответствующие интенсивности и направленности удара. Поскольку стакан 1 и сцинтиблок в целом соединены между собой упругим подвесом 7, то ускорение начнет приобретать и сам сцинтиблок. Величина этого ускорения, в силу упругости связи 7, всегда будет ниже пикового значения возмущающего ускорения. Понятно, что после деформации (растяжения или сжатия) упругого подвеса 7 неизменно следует восстановление его формы. Происходит это за счет его собственных упругих свойств и представляет собой затухающий колебательный процесс. Наличие пары трения "наружная цилиндрическая поверхность 17 ФЭУ 4 - фрикционные элементы 33" существенно ускоряет затухание, быстро нормализуя состояние детектора. Происходит это следующим образом. В случае упругого растяжения подвеса 7 глубина гофр его уменьшается и фрикционные элементы 33 вытесняются из них в направлении оси симметрии изделия, интенсивно прижимаясь к поверхности 17 ФЭУ 4. Понятно, что чем больше растяжение подвеса 7, тем ниже глубина его гофр, и тем существеннее фрикционные элементы 33 вытесняются из них, все сильнее прижимаясь к поверхности 17 ФЭУ 4, а значит тем сильнее препятствующее первопричине всего этого процесса - растяжение упругого подвеса 7 трение, возникающее между соприкасающимися поверхностями фрикционных элементов 33 и ФЭУ 4.

Аналогичная ситуация возникает и на этапе сжатия упругого подвеса 7, с той лишь разницей, что в этом случае фрикционные

элементы 33 вытесняются из гофр подвеса 7 по причине уменьшения их объема. Важно заметить, что трение в паре "фрикционный элемент ФЭУ 4" лишь тормозит развитие ситуации, а восстановление первоначального состояния изделия происходит за счет сил упругости самого подвеса 7 и частично фрикционных элементов 33.

Радиально направленные удары в заявляемом устройстве воспринимаются в первую очередь шипованным кольцом 34. Будучи расположенным на уровне центра тяжести всего изделия в целом (за исключением стакана 1) кольцо 34 воспринимает на себя удар, не порождая крутильных колебаний. В случае значительного удара, а следовательно, значительного сжатия кольца 34, в работу включается кольцо 35. То обстоятельство, что в равновесном состоянии изделия со стаканом 1 кольцо 34 имеет только несколько точечных контактов, а кольцо 35 вовсе стакана 1 не касается, способствует минимизации теплоподвода к кристаллу 3.

Термопрочность детектора.

При повышении температуры деталей изделия, что при использовании его в горячих скважинах совершенно неизбежно (если считать в качестве температуры отсчета температуру хранения изделия), никаких существенно влияющих на работоспособность детектора изменений, если только температура не превышает температуру плавления деталей устройства, в нем не происходит. Дело в том, что при нагреве кристалла 3, удлиняясь, он просто растягивает контейнер 2, материал которого при нагреве расширяется менее интенсивно. Таким образом, смещения поверхностей кристалла 3 относительно поверхностей контейнера 2 не происходит, а следовательно, нет "перетирания" материала светотражающей оболочки, особенно цилиндрической ее части. Взаимно подвижных, к тому же контактирующих с порошком светотражающей оболочки деталей в заявляемом устройстве просто нет, и поэтому не может быть и речи о защемлении порошка в парах скольжения. Важно заметить, что в случае нагрева и увеличения диаметра кристалла 3, несмотря на менее значительное увеличение диаметра контейнера 2 на участке 20, объем порошковой цилиндрической части 31 светотражающей оболочки практически не уменьшается, поскольку при растяжении контейнера 2 изначально несколько сжатые кольцевые элементы 30 частично "прячутся" внутри гофр контейне-

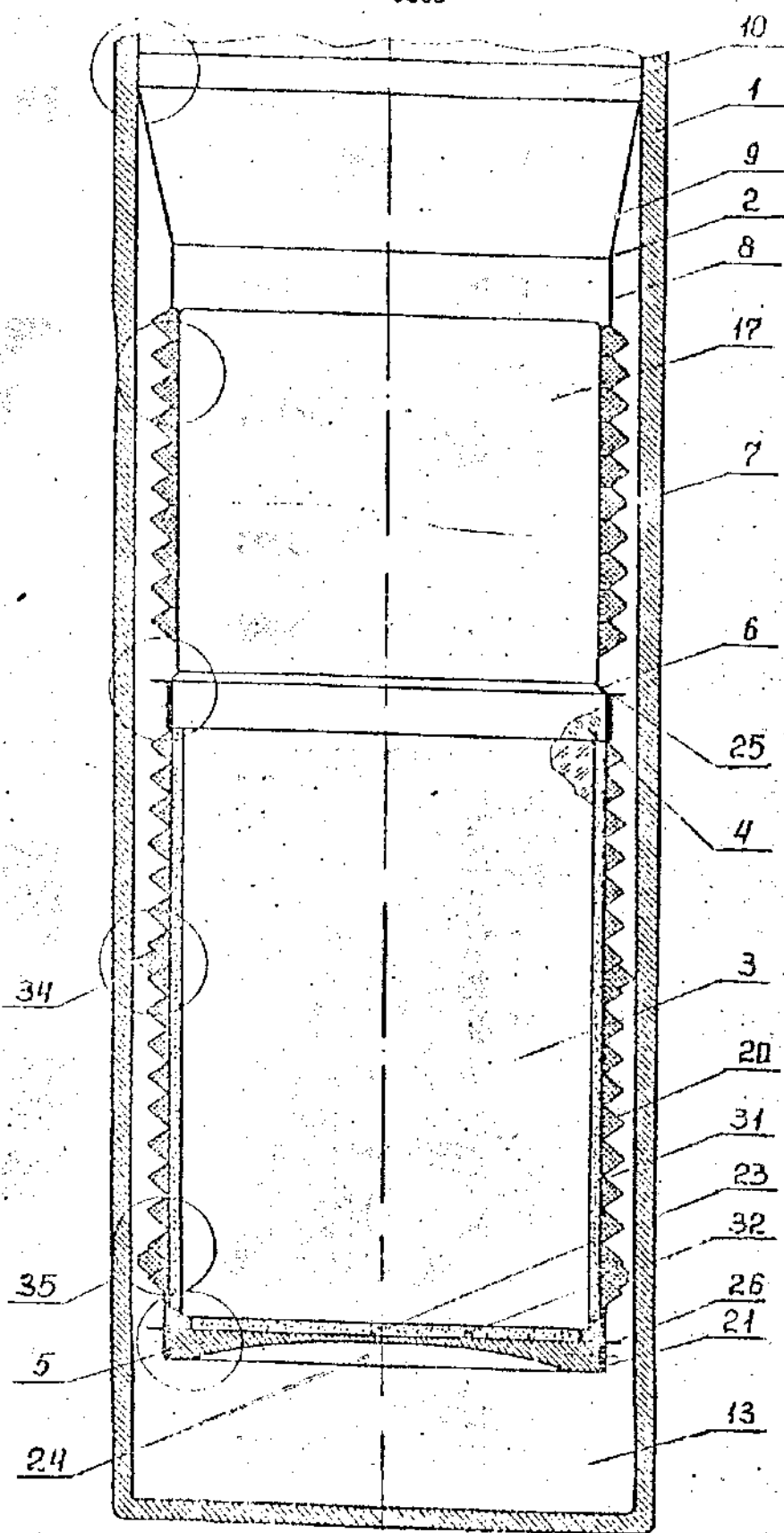
ра 2. При снижении температуры процесс проходит в обратном порядке, все время сохраняя для материала светотражающей оболочки состояние упругого объемного сжатия. В таком состоянии перераспределение порошка по объему светотражающей оболочки весьма затруднено, что и гарантирует ее фиксированные светотражающие качества.

10 Устройство работает следующим образом.

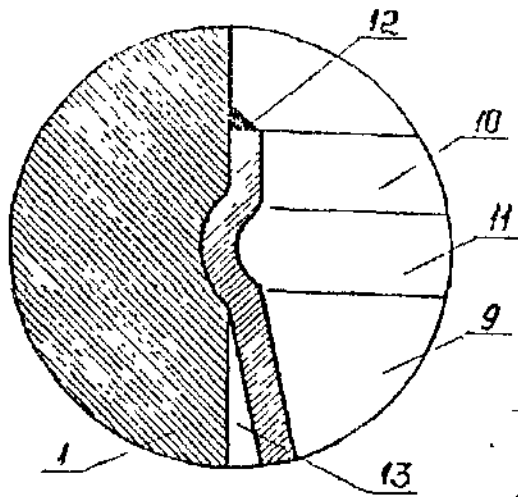
При облучении кристалла 3 ионизирующим излучением часть гамма-квантов или быстрых частиц (альфа и бета) взаимодействуют с веществом кристалла, порождая световую микровспышку - сцинтилляцию. Порожденный таким образом свет, в силу прозрачности материала распространяется во все стороны внутри кристалла практически изотропно, т.е. без явного приоритетного направления. Достигнув границы кристалла 3, окруженного уплотненным белым порошком светотражающей оболочки 31, порожденные сцинтилляциями фотоны претерпевают диффузное отражение. В силу того, что порожденные сцинтилляциями фотоны распространяются внутри детектора без явно выраженных приоритетных направлений, то прежде чем попасть на фотокатод ФЭУ 4, фотоны претерпевают многочисленные диффузные отражения от материала светотражающей оболочки 31, за счет чего равномерно распределяется по объему кристалла 3. Последнее обстоятельство способствует тому, что по площади фотокатода ФЭУ 4, имеющего оптическую связь с кристаллом 3 со стороны одного из его торцов, свет может распространяться равномерно, а отсюда - использование рабочей поверхности фотокатода ФЭУ 4 получается эффективным. Попадающие на фотокатод ФЭУ 4 фотоны порождают на нем свободные электроны, количество которых пропорционально интенсивности световой вспышки внутри кристалла 3. Количество фотоэлектронов с помощью специальных электродов ФЭУ 4 преобразовывается в электрический сигнал, таким образом происходит регистрация первичного ионизирующего излучения, попадающего на кристалл 3.

50 Таким образом, предлагаемое техническое решение позволяет стабилизировать диффузно-отражающую оболочку сцинтиллятора в условиях повышенных механических и термических воздействий.

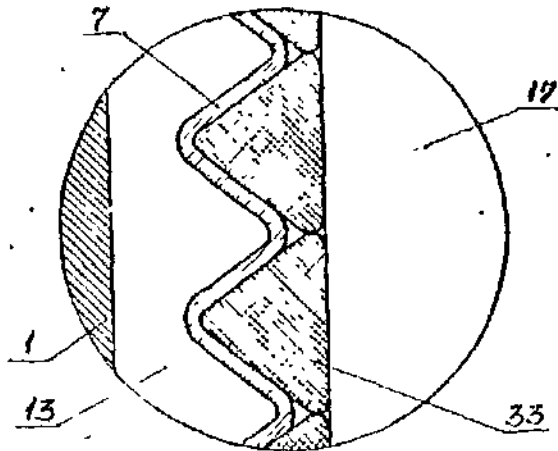
9803



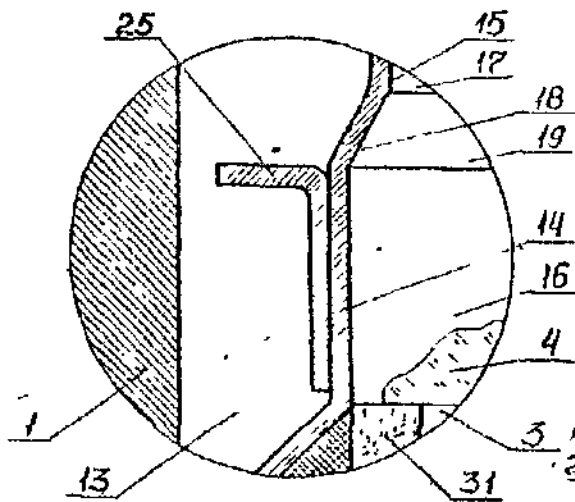
Фиг. 1



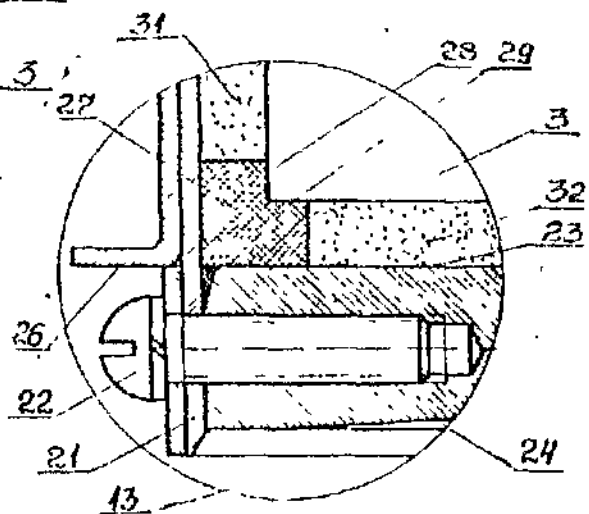
Фиг. 2



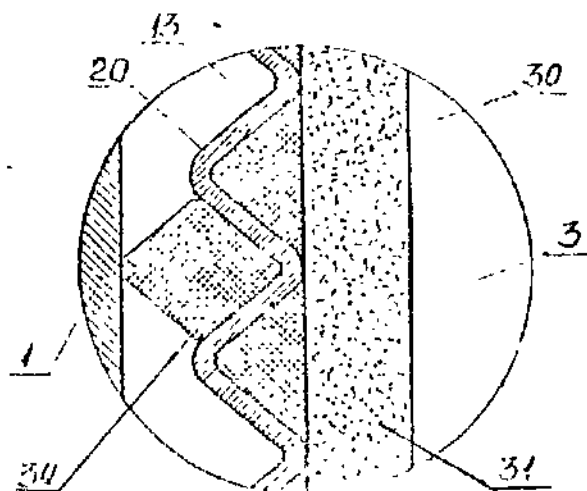
Фиг. 3



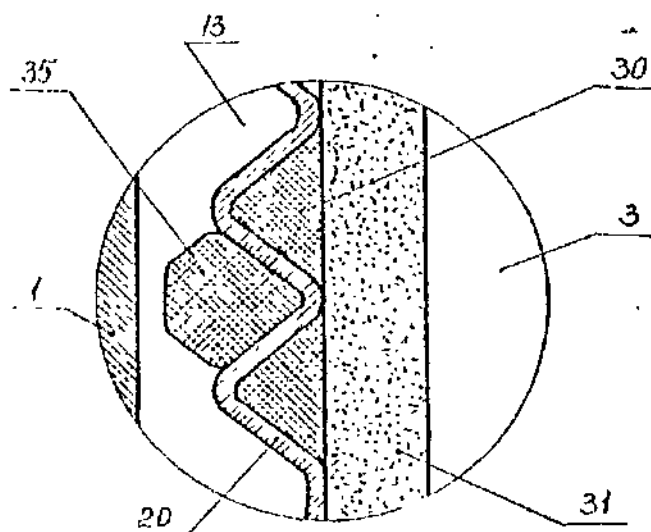
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор М. Куль

Замовлення 4552

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101

