



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4865688/12  
(22) 10.07.90  
(46) 15.08.92. Бюл. № 30  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) П.В.Зеленый, Л.С.Шабeka, В.В.Гетман и  
В.Д.Пицало  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 4702221, кл. С 09 В 23/04, 1989.  
(54) МОДЕЛЬ ДЛЯ ИМИТАЦИИ ЛИНИИ СЕ-  
ЧЕНИЯ ЗАМКНУТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛО-  
СКОСТЬЮ  
(57) Использование: учебные модели по на-  
чертательной геометрии, стереометрии и  
техническому черчению. Устройство обла-  
дает повышенной наглядностью, так как  
имитирует исключительно линию плоского  
сечения поверхности. Сущность изобре-

2

тения: полости сосуда, имитирующего своей  
формой геометрическую поверхность, сооб-  
щены с полостями внутри сосуда, распо-  
ложенными по обе стороны поршня, двумя  
каналами, выходные сечения которых рас-  
положены по одну сторону поршня, но по  
разные стороны полости. Масса поршня  
превышает массу жидкости, находящейся в  
полостях сосуда, причем объем этой жидко-  
сти равен или больше объема межстенной  
полости, но меньше объема внутренней ци-  
линдрической полости, не занятой порш-  
нем. Имеется также запорный клапан для  
запирания жидкости во внутренней поло-  
сти. Внутренняя стенка выполнена непроз-  
рачной, а жидкость окрашена в яркий цвет  
для большей наглядности. 2 з.п. ф-лы, 6 ил.

Изобретение относится к учебным мо-  
делям по начертательной геометрии, стере-  
ометрии и техническому черчению.

Известна учебная модель, представля-  
ющая собой тонкостенный сосуд в форме  
замкнутой геометрической поверхности, ча-  
стично заполненный окрашенной жидко-  
стью, имитирующий своей свободной  
поверхностью сечения и снабженный ре-  
зервным сосудом с краном для регулирова-  
ния уровня жидкости.

Недостатком устройства является гро-  
моздкость и неудобство пользования. У пре-  
подавателя, осуществляющего  
демонстрацию, модель занимает обе руки.  
Кроме того, она имитирует не линию сече-  
ния поверхности плоскостью, а само пло-

ское сечение геометрического тела, ограни-  
ченного этой поверхностью.

Известна другая учебная модель, вы-  
полненная в виде двухстенного прозрачно-  
го сосуда в форме замкнутой  
геометрической поверхности, частично за-  
полненного затвердевающей при комнат-  
ной температуре окрашенной жидкостью,  
причем пространство между стенками сосу-  
да также заполнено жидкостью, но прозрач-  
ной.

Эта модель также предназначена для  
имитации не линии на поверхности как пло-  
ской кривой, а целиком плоского сечения  
геометрического тела, ограниченного этой  
поверхностью, т.е. решает прямо несколько  
иную задачу и только косвенно — линию се-

чения поверхности плоскостью. Она также не предназначена для регулирования уровня жидкости в сосуде и поэтому не в состоянии имитировать всевозможные сечения и ограничивающие их линии. И то, и другое снижает наглядность модели, как средства демонстрации линии сечения.

Цель изобретения – повышение наглядности модели при демонстрации линии сечения замкнутой геометрической поверхности плоскостью.

Поставленная цель достигается тем, что в модели для имитации линии сечения замкнутой поверхности плоскостью, выполненной в виде двухстенного сосуда, узкая замкнутая поверхность между стенками которого имеет форму имитируемой геометрической поверхности, содержащего во внутренней полости окрашенную жидкость, она имеет установленный во внутренней полости сосуда поршень, герметично разделяющий полость на два отсека, расположенных по обе стороны поршня и сообщенных с полостью между стенками сосуда так, что выходные сечения обоих каналов, осуществляющих это сообщение, расположены по одну сторону поршня, масса поршня превышает массу жидкости, объем которой больше или равен объему полости между стенками сосуда, но меньше суммарного объема отсеков пневмогидравлического цилиндра, а один из каналов снабжен запорным клапаном. Кроме того, внешняя стенка сосуда выполнена тонкой и прозрачной, а внутренняя – непрозрачной, причем непрозрачной выполнена и жидкость, имея окраску более яркую, чем непрозрачная стенка сосуда.

На фиг.1 изображена модель, имитирующая поверхность кругового конуса, в разрезе главной меридиальной плоскостью при горизонтальном положении оси вращения поверхности; на фиг.2 – то же, при вертикальном положении оси вращения; на фиг.3 – узел I на фиг.2, фрагмент модели в области запорного клапана; на фиг.4 – узел II на фиг.2, фрагмент модели в области выходных сечений каналов, осуществляющих сообщение полостей модели; на фиг.5 – принцип работы модели при изменении уровня жидкости в полости, имитирующей геометрическую поверхность; на фиг.6 – вариант дальнейшего развития конструкции модели в свете ее отличительных признаков.

Модель для демонстрации линии сечения замкнутой поверхности плоскостью выполнена в виде двухстенного сосуда, узкая замкнутая полость 1 между стенками 2 и 3 которого имеет форму имитируемой геомет-

рической поверхности, в частности кругового конуса. Внешняя стенка 2 сосуда выполнена тонкой и прозрачной. Внутренняя стенка 3, толщина которой не имеет значения, выполнена из непрозрачного материала или ее поверхность, обращенная в полость 1, покрыта непрозрачной пленкой (окрашена). Расстояние между стенками сосуда мало и определяется в зависимости от вязкости жидкости, которая находится в сосуде, т.е. зазор не должен вызывать значительный капиллярный эффект, чтобы не препятствовать перетеканию жидкости в полости 1. Полость 1 является внешней по отношению к полости 4, заполненной жидкостью и расположенной внутри сосуда. Внутренняя полость 4 выполнена в виде пневмогидравлического цилиндра с поршнем 5, который отсекает от нее полость 6. Поршень герметично уплотнен в цилиндре уплотнителями 7 и 8, не препятствующими, впрочем, его осевому свободному, легкому перемещению. Поскольку речь идет о пневмогидравлическом цилиндре, то подвижное уплотнение поршня не пропускает из полости в полость не только жидкость, но и воздух, также находящийся в сосуде. Полости 4 и 6, находящиеся по обе стороны поршня 5, сообщены с полостью 1 между стенками сосуда, причем выходные сечения 9 и 10 каналов, осуществляющих это сообщение, расположены по одну сторону поршня у самой вершины сосуда, но по разные стороны полости 6. Канал, содержащий сечение 10, сообщен с верхней полостью 6 цилиндра непосредственно, а канал, содержащий сечение 9, сообщен с нижней полостью 4 цилиндра посредством вертикальной трубки 11 с отверстием 12 у дна этой полости. Трубка установлена соосно поршню 5 и оси 13 вращения цилиндрической поверхности кругового конуса. Упомянутое отверстие снабжено запорным подпружиненным клапаном 14, нажимная головка 15 которого находится снаружи модели. При этом канал, содержащий выходное сечение 10, выполнен в виде капилляра, т.е. таким узким, что, пропуская воздух, препятствует свободному (при отсутствии избыточного давления) перетеканию жидкости в полость 6 за счет капиллярного эффекта. Объем жидкости в сосуде равен или превышает объем полости 1, но меньше суммарного объема полостей 4 и 6, не занятого поршнем 5. Масса поршня превышает массу жидкости. Жидкость выполнена непрозрачной, но окраска ее яркая по сравнению с цветом поверхности непрозрачной внутренней стенки 3 сосуда.

На фиг.6 приведен фрагмент модели для демонстрации линии сечения замкнутой

поверхности плоскостью, в которой вместо выполнения канала для перетекания воздушной среды в виде капилляра, исключаящего перетекание жидкости за счет ее поверхностного натяжения, обеспечено за-  
 5 5 запираание этого канала. С этой целью трубка 16 для сообщения внутренней подпоршневой полости сосуда с внешней полостью межстенного пространства установлена с  
 10 10 возможностью осевого перемещения, снабжена нажимной головкой, расположенной на ее выведенном наружу глухом конце и подпружинена в его направлении. Пружина 17 опирается непосредственно на головку и  
 15 15 основание 18 конуса. Герметизацию полостей конуса от окружающей среды осуществляют уплотнительные кольца 19 и 20, под  
 20 20 которые на трубке выполнены проточки. Верхний конец трубки 16 насажен на цилиндрический отросток 21 в верхней части внутренней  
 25 25 полости сосуда. Место сопряжения герметизировано уплотнительным кольцом 22, чтобы исключить сообщение подпоршневой и надпоршневой частей внутренней  
 30 30 полости. В нижней части трубки выполнены отверстия 23 и кольцевая проточка 24 для сообщения ее через радиальные отверстия 25,  
 35 35 выполненные между уплотнительными кольцами 19 и 20 в приливе 26 внутренней стенки, с подпоршневой частью внутренней  
 40 40 полости сосуда. Благодаря тому, что в отростке 21, на который трубка насажена своим верхним концом, имеется осевое отверстие 27,  
 45 45 сообщенное наклонным отверстием с полостью межстенного пространства, последняя сообщается и с подпоршневой  
 50 50 внутренней полостью. В положении трубки 16, когда она занимает крайнее нижнее положение, будучи поджатой своим кольцевым  
 55 55 выступом 28 к торцу прилива 26 пружиной 17, с межстенным пространством сообщена не только подпоршневая, но и надпоршневая  
 60 60 полость. Сообщение надпоршневой полости осуществлено через цилиндрическую торцовую проточку 29 у  
 65 65 основания отростка 21. Оба диаметра этой проточки точно соответствуют внутреннему и внешнему диаметрам верхнего конца  
 70 70 трубок, обеспечивая скользящую посадку. Кроме того, герметичному запираанию проточки 29 при вдвигании в нее верхнего конца  
 75 75 трубки способно уплотнительное кольцо 30, расположенное в канавке со стороны внешней  
 80 80 поверхности трубки.

В остальной части устройство модели по второму варианту аналогично первому, имея большинство общих позиций на конструктивные элементы.

Работа устройства при демонстрации модели заключается в следующем.

При открытом запорном клапане 14, т.е. когда воздействие на его нажимную головку 14 отсутствует (фиг.1 и 2), обе полости 4 и 6  
 5 5 сообщены с внешней межстенной полостью 1. Уровни жидкости в полостях при этом зависят от положения поршня 5 и модели в  
 10 10 целом. Если ось 13 вращения имитируемой межстенной полостью 1 геометрической поверхности горизонтальна, то поршень может  
 15 15 занимать любое положение и уровни жидкости в полостях 4 и 1 также могут быть любыми. Так, если поршень 5 смещен в  
 20 20 крайнее положение к вершине конуса (фиг.1), то вся жидкость находится в полости 4, и имитация линии сечения не производится.  
 25 25 В такое крайнее положение поршень 5 может быть переведен, если модель предварительно повернуть вершиной вниз. Создаваемое  
 30 30 при перемещении к вершине поршня разрежение в полости 4 обеспечит засасывание в нее практически всей жидкости из  
 35 35 полости 1 (останется ее незначительное количество, расположенное ниже проходного сечения 9 в этом положении модели).  
 40 40 Взамен жидкости в полость 1 поршнем будет вытолкнут воздух из предпоршневой полости 6.

Затем нажимают на головку 15 запорного клапана и поворачивают модель вершиной  
 45 45 вверх. Жидкость в полости 1 при этом по-прежнему будет практически отсутствовать. Отпускают головку 15 клапана. Этот  
 50 50 момент изображен на фиг.2, когда клапан отпущен, а поршень под действием силы тяжести еще не успел опуститься. Однако  
 55 55 постепенно поршень начнет опускаться, вытесняя жидкость из полости 4 по трубке 11 в полость 1. Возрастающий при этом  
 60 60 объем полости 6 станет заполняться вытесняемым из полости 1 воздухом. Благодаря тому, что выходные сечения 9 и 10  
 65 65 каналов для перетекания жидкой и воздушной сред расположены по разные стороны полости 6, попадание жидкости  
 70 70 из полости 4 в полость 6 исключается. Жидкость стекает по левой стороне внутренней стенки 3 сосуда, а воздух  
 75 75 перемещается по ее правой стороне. По мере опускания поршня 5 обнаруживаются будут видеть, как в полости 1  
 80 80 повышается уровень жидкости, поскольку внешняя стенка 2 выполнена прозрачной. Свободная поверхность жидкости  
 85 85 между стенками 2 и 3 имитирует собой линию сечения геометрической поверхности плоскостью, именно линию, поскольку  
 90 90 расстояние между стенками минимально. В некотором положении уровень жидкости может быть зафиксирован  
 95 95 нажатием на головку 15 клапана (фиг.5). Дальше приступают к демонстрации различных форм линий сечения, которые зави-

сят от положения сосуда в вертикальной плоскости. В положении, как на фиг.5, линия сечения представляет собой окружность, что получается, когда секущая плоскость перпендикулярна оси вращения поверхности. Наклонная модель демонстрирует, как окружность превращается в эллипс, что соответствует случаю, когда секущая плоскость пересекает обе крайние образующие имитируемой поверхности (конической). Продолжая наклон, показывают, что эллипс вдруг превращается в параболу, когда верхняя образующая поверхности займет горизонтальное положение, т.е. окажется параллельной воображаемой секущей плоскости. И, наконец, в горизонтальном положении оси вращения поверхности демонстрируют гиперболу, имеющую место при рассечении поверхности конуса плоскостью, параллельной этой оси. Когда модель находилась в наклонном положении, то, отпуская на время клапан 14, можно продемонстрировать изменение размеров эллипса или параболы в зависимости от положения по высоте воображаемой секущей плоскости.

В горизонтальном же положении модели груз не в состоянии перемещаться под действием силы тяжести, поэтому изменение уровня жидкости может производиться только при наклоне модели при открытом клапане с последующим вращением в горизонтальное положение. Этим можно показать, как гипербола, постепенно заостряясь, распалась на две линии, что соответствует демонстрации сечения поверхности меридиальной плоскостью. В общем модель в состоянии продемонстрировать все возможные линии сечения замкнутой геометрической поверхности плоскостью. Коническая поверхность принята в качестве примера как обладающая наибольшим количеством характерных линий сечения, хотя на таком принципе может быть основана демонстрация любой геометрической поверхности, а также поверхности любой детали.

Что касается варианта модели на фиг.6, то принципиальных отличий в работе она не имеет. В ней также уровень жидкости во внешнем сосуде меняется за счет перемещения массивного поршня во внутренней цилиндрической полости. Масса поршня, значительно превышая массу вытесняемой им жидкости, обеспечивает повышение уровня жидкости во внешнем сосуде почти до самого верха (до выходных сечений сообщающихся каналов), т.е. модель в состоянии имитировать линию сечения практически в любом месте поверхности (от основания до

вершины), что является ее преимуществом, особенно если учесть, что для этого не требуется внешний резервный сосуд, ухудшающий наглядность и удобство пользования моделью.

В представленном на фиг.6 варианте конструкции модели обеспечивается перекрытие обоих каналов — и жидкостного, и воздушного. Поэтому воздушный канал может не выполняться в виде капилляра, как в первой модели. При нажатии на головку оба канала запираются, попадание жидкости в надпоршневую полость исключается, какое бы положение модели не придавалось. В первом варианте этому препятствует поверхностное натяжение жидкости в капилляре, что зависит от диаметра сечения капилляра и характеристики жидкости (вязкости и других). По второму варианту модели эти особенности значения не имеют.

Таким образом, достоинством модели является имитация не формы плоского сечения, а формы только линии сечения, что необходимо при изучении поверхностей. Первое необходимо при изучении геометрических и других тел и поэтому также полезно, но несколько не подходит при изучении сечений поверхности, т.е. менее наглядно. А так обучаемые сразу видят линию. Это особенно будет наглядно, если жидкость двухкомпонентна. Незначительное количество легкой яркой жидкости на поверхности основания еще больше усилит наглядность.

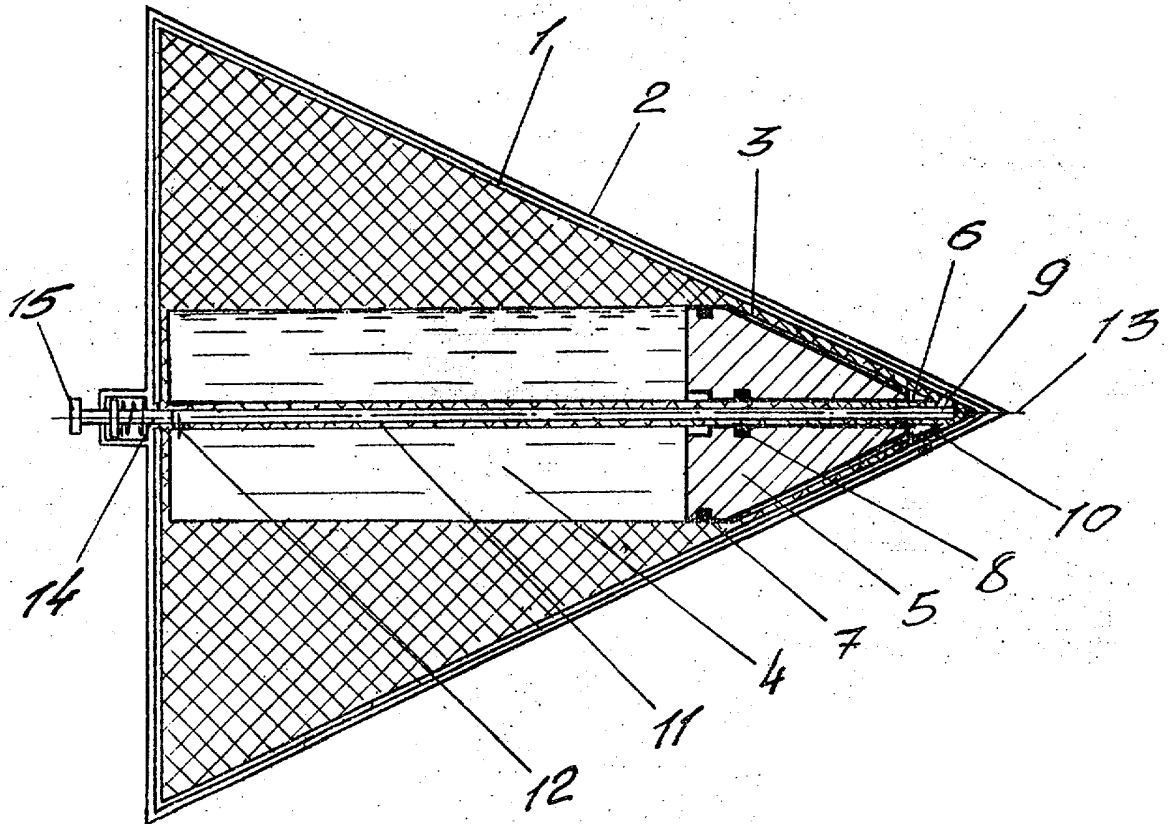
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Модель для имитации линии сечения замкнутой поверхности плоскостью, выполненная в виде двухстенного сосуда, узкая замкнутая полость между стенками которого имеет форму имитируемой геометрической поверхности, содержащего во внутренней полости окрашенную жидкость, отличающаяся тем, что, с целью повышения наглядности, она имеет установленный во внутренней полости сосуда поршень, герметично разделяющий полость на два отсека, расположенных по обе стороны поршня и сообщенных с полостью между стенками сосуда так, что выходные сечения обоих каналов, осуществляющих это сообщение, расположены по одну сторону поршня, масса поршня превышает массу жидкости, объем которой больше или равен объему полости между стенками сосуда, но меньше суммарного объема отсеков пневматического цилиндра, а один из каналов снабжен запорным клапаном.

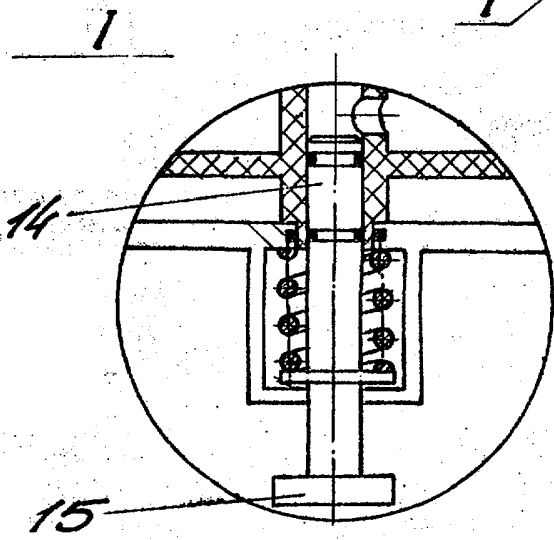
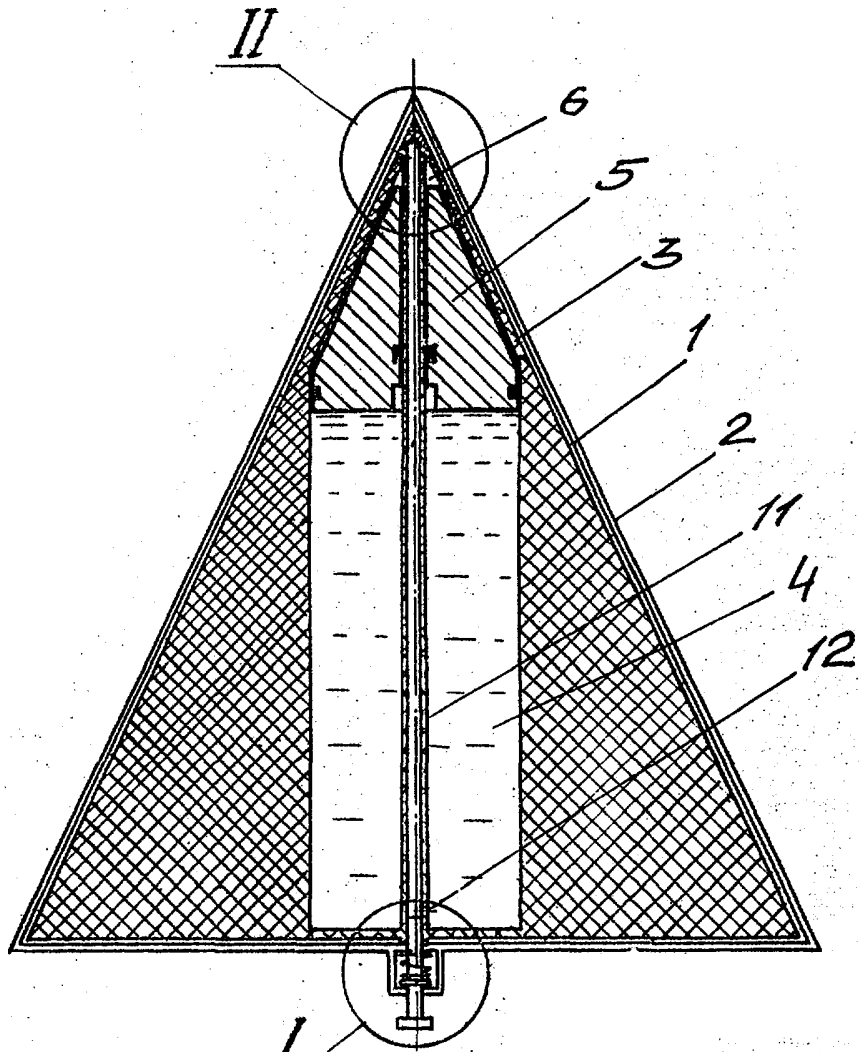
2. Модель по п.1, отличающаяся тем, что внешняя стенка сосуда выполнена тонкой и прозрачной, а внутренняя — непрозрачной, причем непрозрачной выпол-

нена и жидкость, имея окраску более яркую, чем непрозрачная стенка сосуда.

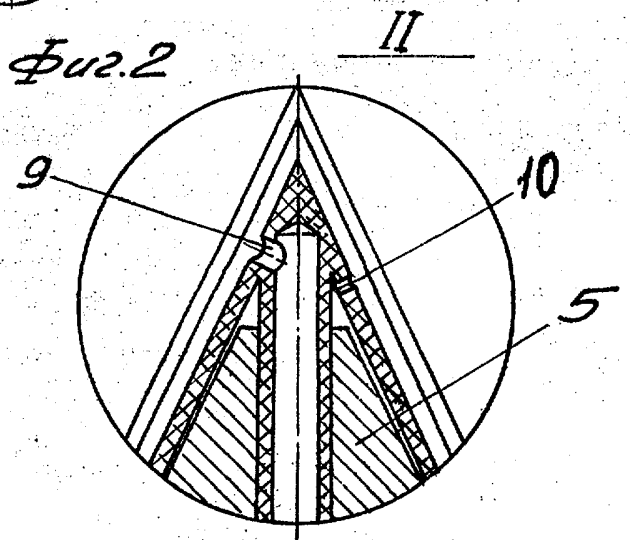
3. Модель по п.1, отличающаяся тем, что запорным клапаном снабжен и второй канал.



Фиг. 1



Фиг. 3



Фиг. 4

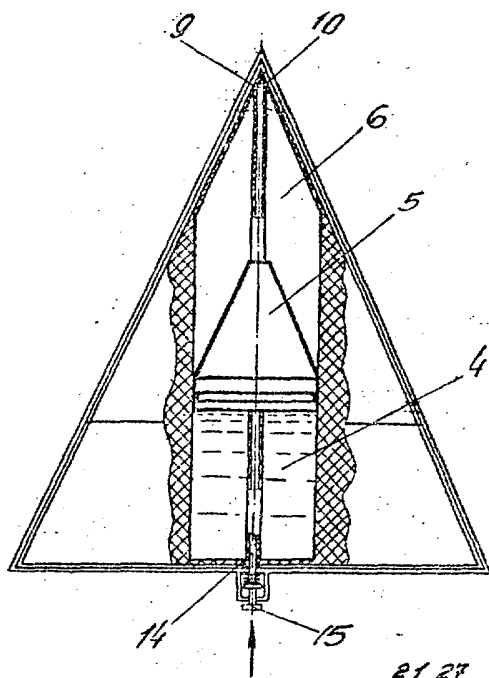


Fig. 5

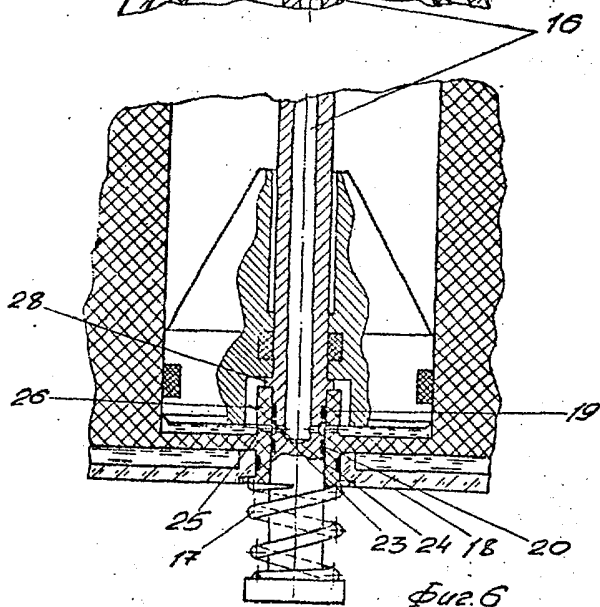
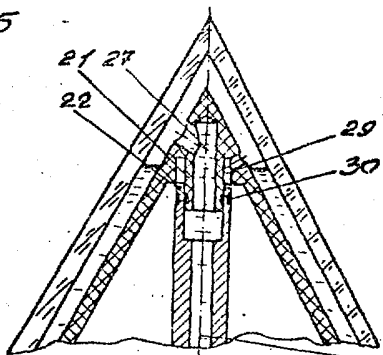


Fig. 6

Редактор Э.Слиган

Составитель П.Зеленый  
Техред М.Моргентал

Корректор А.Осауленко

Заказ 2896

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5