



УКРАЇНА

(19) UA (11) 21333 (13) C2

(51) 7 H01F38/24, H01F38/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

## ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

## (54) ВИСОКОВОЛЬТНИЙ ТРАНСФОРМАТОР НАПРУГИ

(21) 96124987

(22) 30.12.1996

(24) 15.10.2001

(46) 15.10.2001, Бюл. № 9, 2001 р.

(72) Бедренець Валерій Павлович, Герасименко Михайло Дмитрович

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "ЗАПОРІЗЬКИЙ ЗАВОД ВИСОКОВОЛЬТНОЇ АПАРАТУРИ"

(56) Дымков А.М., Кибель В.М., Тишенин Ю.В. Трансформаторы напряжения - М.: Энергия, 1975, стр. 67, рис. 4-14 (прототип)

(57) 1. Высоковольтный трансформатор напряжения, содержащий металлический корпус бака, в котором установлен шихтованный магнитопровод с расположенной на его центральном стержне цилиндрической токопроводящей обмоткой, вторичные выводы которой закреплены на панели, на корпус бака установлена изоляционная крышка, заполненная изоляционным маслом, сверху крышки установлен бак маслорасширителя с расположенной внутри гибкой оболочкой для защиты от контакта с атмосферой воздуха, в нижней части корпуса бака выполнено маслосливное устройство, отличающийся тем, что трансформатор дополнительно снабжен металлическими рамками, стягивающими элементами, шпильками, изоляционными шайбами, контактной пластиной и дыхательным устройством, на магнитопровод, который установлен горизонтально, сверху и снизу уложены металлические рамки, которые стягивают магнитопровод с двух сторон в вертикальной плоскости с помощью установленных вертикально стягивающих элементов, нижняя металлическая рамка прикреплена к корпусу бака с помощью шпилек, закрепленных на нижней части корпуса бака, по краям стержня магнитопровода установлены изоляционные шайбы, верхними стенками корпуса бака образована коробка вторичных выводов, в которой заключена панель с вторичными выводами, под баком маслорасширителя закреплена горизонтально контактная пластина, служащая линейным выводом трансформатора, сверху бака маслорасширителя установлено дыхательное устройство.

2. Трансформатор по п. 1, отличающийся тем, что токопроводящая обмотка заключена в изоля-

ционный цилиндр, торцы которого прилегают к изоляционным шайбам для создания маслобарьерной изоляции трансформатора.

3. Трансформатор по п. 1, отличающийся тем, что металлические рамки состоят из стягивающих уголков.

4. Трансформатор по п. 1, отличающийся тем, что бак маслорасширителя выполнен из двух выштампованных полусфер, которые расположены одна над другой и соединены с помощью крепежных элементов.

5. Трансформатор по пп. 1 и 4, отличающийся тем, что каждая полусфера выполнена с ребром жесткости.

6. Трансформатор по пп. 1, 4 и 5, отличающийся тем, что ребро жесткости нижней полусферы входит в ребро жесткости верхней полусферы.

7. Трансформатор по п. 5, отличающийся тем, что ребра жесткости полусфер имеют наклонную поверхность.

8. Трансформатор по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что изоляционный цилиндр выполнен с отверстием под изоляционную крышку.

9. Трансформатор по п. 1, отличающийся тем, что металлические рамки выполнены с косынками.

10. Трансформатор по п. 1, отличающийся тем, что маслосливное устройство содержит корпус, имеющий внутреннее сквозное отверстие и боковое отверстие, которое соединено с корпусом бака.

11. Трансформатор по п. 10, отличающийся тем, что торцы внутреннего сквозного отверстия закрыты с помощью металлических болтов.

12. Трансформатор по пп. 1 и 10, отличающийся тем, что маслосливное устройство имеет шток, который установлен во внутреннем сквозном отверстии с возможностью перемещения для закрытия или открытия бокового отверстия.

13. Трансформатор по п. 1, отличающийся тем, что коробка вторичных выводов имеет прямоугольную крышку.

14. Трансформатор по п. 1, отличающийся тем, что стягивающие элементы выполнены в виде специальных шпилек.

15. Трансформатор по п. 1, отличающийся тем, что шпильки, закрепленные на нижней части корпуса бака, выполнены укороченными.

(19) UA (11) 21333 (13) C2

Изобретение относится к области электротехники, в частности, к конструкции измерительных маслонаполненных трансформаторов напряжения типа ЗНОМ-35, которые предназначены для питания электрических измерительных приборов, цепей защиты и сигнализации в электрических измерительных цепях переменного тока частотой 50 Гц и 60 Гц с номинальным напряжением 35 кВ.

Известен высоковольтный трансформатор напряжения типа ЗНОМ-35-65 (см. Дымков А. М., Кибель В. М., Тищенко Ю. В. Трансформаторы напряжения — М.: Энергия, 1975, стр. 67, рис. 4-14, стр. 64, рис. 4-10, рис. 4-11) [2], взятый за прототип, предназначен для наружной установки.

Трансформатор содержит металлический корпус бака, в котором установлен шихтованный магнитопровод с расположенными на его центральном стержне цилиндрическими токопроводящими слоевыми высоковольтной и низковольтной обмотками.

Бак трансформатора сваривается из листовой немагнитной стали.

Магнитопровод трансформатора собирается (шихтуется) в горизонтальном положении непосредственно в обмотку, укладывается на нижнюю часть бака и прижимается к ней с помощью рамы шпильками, проходящими вне магнитопровода. Активная часть трансформатора опускается в бак с изоляционным (трансформаторным) маслом.

Обмотка ВН за 35 кВ в своем сечении имеет трехступенчатую форму. По мере увеличения напряжения между обмоткой и яром изоляционное расстояние от обмотки до яра увеличено. Последний слой обмотки, имеющий наибольший потенциал по отношению к земле (последний виток присоединяется в линейному вводу А), имеет и наибольшее расстояние до яра.

Неясна форма основной несущей конструкции — корпуса бака, т.е. форма корпуса бака имеет более сложную форму, что увеличивает объем трансформаторного масла.

На корпус бака установлена фарфоровая крышка, в которой расположен отвод токопроводящей высоковольтной обмотки, который претерпевает разрушения (пробой).

Вторичные выводы низковольтных обмоток выведены через низковольтные изоляторы на панель зажимов, т.е. низковольтные выводы присоединены к панели зажимов, укрепленной на боковой стенке бака.

Панель зажимов выступает за размеры корпуса бака, т.е. визуально выделенная панель зажимов на корпусе бака говорит о неэкономичном ее расположении, что не удовлетворяет требованиям техники безопасности.

Кабельная муфта выходит за пределы габарита корпуса бака.

Крышка панели зажимов снимается во время эксплуатации, при этом крышка может потеряться или ее можно перепутать с другими крышками.

На фарфоровой крышке установлен бак маслорасширителя.

Колебание уровня масла в трансформаторе происходит в маслорасширителе.

Смонтированное на баке маслорасширитель с смотровое стекло, через которое наблюдают за

уровнем масла, может разрушаться, что создает определенные неудобства во время эксплуатации.

Расположенная внутри маслорасширителя гибкая оболочка служит для защиты от контакта с атмосферой.

На баке маслорасширителя возможна установка маслоуказателя и пробки для дозаливки масла.

Изоляционная крышка нижней частью прижата к корпусу бака с помощью сухарей, которые насажены на шпильки, последние установлены перпендикулярно к корпусу бака.

Причины, препятствующие получению требуемого технического результата:

- сложность конструкции,
- класс точности измерений составляет 0,5,
- низкое качество трансформатора,
- повышенные потери электроэнергии при ее учете,
- использование большого количества межслоевой изоляции,
- повышенная аварийность (есть взрывы, пробой),
- снижен срок службы трансформатора,
- увеличены электрические потери, повышающие погрешности,
- снижена электрическая прочность в месте соединения изоляционной крышки с корпусом трансформатора,
- конструкция трансформатора не надежна и требует дополнительных расходов в эксплуатации на ее обслуживание.

В основу изобретения поставлена задача создания (или усовершенствования) высоковольтного измерительного трансформатора напряжения, в котором новое выполнение конструкции корпуса бака, состоящего из 2 отдельных частей и установка полностью собранного магнитопровода с токопроводящей обмоткой в корпусе бака упрощает конструкцию трансформатора в целом, снижает материалоемкость и трудоемкость изготовления.

Устойчив к возникающим перенапряжениям — результат следующего признака:

каждый слой токопроводящей высоковольтной обмотки выполнен со ступенчатым уменьшением осевых размеров, при этом по мере уменьшения количества витков в слое обмотки, количество листов межслоевой изоляции уменьшено.

Увеличение срока службы трансформатора — результат признака:

трансформатор снабжен дыхательным устройством, которое установлено сверху бака маслорасширителя;

дыхательное устройство служит для установки индикатора, позволяющего установить оболочку в положении, соответствующем температуре масла в трансформаторе и исключающего прямое попадание влаги на наружную поверхность гибкой оболочки.

Упрощение сборки трансформатора — результат признака:

коробка вторичных выводов образуется непосредственно верхними стенками корпуса бака.

В коробке вторичных выводов заключена панель со вторичными выводами.

- выполнение простоты сборки корпуса бака трансформатора за счет 2-х отдельных частей корпуса бака трансформатора

- сжатие магнитопровода с помощью металлической рамы с вертикальными стягивающими элементами, установленными в плоскости магнитопровода, что в целом утопляет узел стяжки в корпусе бака что уменьшает его габариты и увеличивает надежность крепления

- уменьшение межслоевой изоляции в токопроводящей обмотке,

- эксплуатационная возможность трансформатора за счет упрощения подсоединения вторичных выводов на изоляционную панель и расположение ее в коробке вторичных выводов для облегчения обслуживания

- обеспечение полной герметизации и исключение окисления масла и ускоренного старения изоляции от контакта с влагой и кислородом воздуха

Перечисляем конструктивные элементы (детали, узлы) которые являются общими с аналогом (или прототипом)

Высоковольтный трансформатор напряжения содержит металлический корпус бака, в котором установлен шихтованный магнитопровод с расположенной на его центральном стержне цилиндрической токопроводящей обмоткой вторичные выводы которой закреплены на панели

На корпус бака установлена изоляционная крышка заполненная изоляционным маслом, сверху крышки установлен бак маслорасширителя с расположенной внутри гибкой оболочкой для защиты от контакта с атмосферой воздуха, в нижней части корпуса бака выполнено маслосливное устройство

Перечисляем конструктивные элементы (детали, узлы), которые впервые выполнены в заявляемом объекте

Высоковольтный трансформатор напряжения дополнительно снабжен металлическими рамками стягивающими элементами шпильками, изоляционными шайбами контактной пластиной и дыхательным устройством,

на магнитопровод, который установлен горизонтально сверху и снизу ложатся металлические рамки которые стягивают магнитопровод с двух сторон в вертикальной плоскости с помощью установленных вертикально стягивающих элементов, нижняя металлическая рамка крепится к корпусу бака с помощью шпилек, закрепленных на нижней части корпуса бака, по краям стержня магнитопровода установлены изоляционные шайбы, верхними стенками корпуса бака образована коробка вторичных выводов, в которой заключена панель с вторичными выводами, под баком маслорасширителя закреплена горизонтально контактная пластина, служащая линейным выводом трансформатора, сверху бака маслорасширителя установлено дыхательное устройство

Токопроводящая обмотка заключена в изоляционный цилиндр, торцы которого прилегают к изоляционным шайбам для создания маслосборной изоляции трансформатора

Металлические рамки состоят из стягивающих уголков

Стягивающие элементы выполнены в виде специальных шпилек

Шпильки, закрепленные на нижней части корпуса бака выполнены укороченными

Бак расширителя выполнен из 2-х выштампованных полусфер, которые расположены одна над другой и соединены с помощью крепежных элементов

Каждая полусфера выполнена с ребром жесткости

Ребро жесткости нижней полусферы входит в ребро жесткости верхней полусферы

Ребра жесткости полусфер имеют наклонную поверхность

Изоляционный цилиндр выполнен с отверстием под изоляционную крышку

Металлические рамки выполнены с косынками

Маслосливное устройство содержит корпус, имеющий внутреннее сквозное отверстие и боковое отверстие, которое соединено с корпусом бака

Торцы внутреннего сквозного отверстия закрыты с помощью металлических болтов

Маслосливное устройство имеет шток, который установлен во внутреннем сквозном отверстии с возможностью перемещения для закрытия или открытия бокового отверстия

Коробка вторичных выводов имеет прямоугольную крышку

Характер проявления новых свойств изобретения

- упрощение конструкции за счет уменьшения площади сечения магнитопровода, что ведет к уменьшению габарита корпуса бака,

- уменьшается материалоемкость, снижается аварийность и вероятность взрывов при коротком замыкании в высоковольтной линии,

- повышается надежность и уменьшаются затраты на эксплуатационное обслуживание,

- исключается необходимость анализа трансформаторного масла во время эксплуатации,

- трансформатор устойчив к возникающим перенапряжениям

- трансформатор удобен в работе и безопасен в эксплуатации, что повышает потребительский спрос на данный трансформатор

Причинно-следственная связь заключается в том, что вся вышеуказанная совокупность существенных признаков изобретения, как каждый в отдельности, так и вместе, обеспечивает выполнение поставленной задачи изобретения – упрощение конструкции, ее усовершенствование, повышение надежности и класса точности трансформатора, снижение материалоемкости изготовления и увеличение срока службы трансформатора

Заявляемый высоковольтный трансформатор напряжения поясняется графически

На фиг 1 изображен высоковольтный измерительный трансформатор напряжения, общий вид, на фиг 2 – сечение А по фиг 1, на фиг 3 – вид магнитопровода с маслосборной изоляцией, на фиг. 4 – вид токопроводящей обмотки с маслосборной изоляцией, на фиг. 5 – вид корпуса бака трансформатора, на фиг 6 – вид В по фиг

5 конструкция маслосливного устройства, на фиг 7 – узел стяжки магнитопровода, на фиг 8 – бак маслорасширителя, состоящий из 2 полусфер

Высоковольтный маслонаполненный трансформатор напряжения содержит металлический корпус 1 бака, в котором установлена активная часть трансформатора, которая, в свою очередь, представляет собой шихтованный одностержневой магнитопровод 2 броневое типа с расположенной на нем цилиндрической токопроводящей обмоткой 3 (см. фиг. 1, фиг. 2, фиг. 3, фиг. 4)

Шихтованный магнитопровод 2 установлен горизонтально и электрически соединен с корпусом 1 бака

Корпус 1 бака трансформатора выполнен из листовой стали и состоит из 2-х частей – верхней и нижней, соединенных между собой по основанию 4 корпуса 1 бака с помощью крепежных элементов 5

Корпус 1 бака установлен на стойке 6

На корпусе 1 бака трансформатора установлена изоляционная крышка 7 сверху которой установлен бак маслорасширителя 8, заполненный внутри трансформаторным маслом (или другой изоляционной жидкостью) и с расположенной внутри гибкой оболочкой 10 для защиты от контакта с атмосферой воздуха (см. фиг. 2)

В изоляционной крышке 7 расположен высоковольтный отвод 11 от токопроводящей обмотки 3 трансформатора

Стягивающие элементы выполнены в виде специальных шпилек 12

Шихтованный магнитопровод 2 выполняется с последующей стяжкой с помощью 2-х шпилек 12, укрепленных в основании 4 корпуса 1 бака и специальной конструкции металлической рамки 13 косынками 14

Металлическая рамка 13 состоит из 2-х стягивающих уголков

Проходящие через отверстие металлической рамки 13 шпильки 12 с помощью гайки 15 стягивают и уплотняют магнитопровод 2 в вертикальной плоскости (см. фиг. 2, фиг. 5, фиг. 7)

Металлическая рамка препятствует смещению пластин магнитопровода 2 в горизонтальном направлении, а с помощью шпилек 12 прижимает пластины магнитопровода 2 к основанию 4 корпуса 1 бака трансформатора, предотвращая их смещение, вибрацию (см. фиг. 2, фиг. 7)

На стержень магнитопровода 2 установлены изоляционные шайбы 16 (фиг. 3)

По периметру токопроводящей обмотки 3 установлен изоляционный цилиндр 17, который полностью схватывает токопроводящую обмотку 3 по торцам и наружному диаметру (см. фиг. 4)

Внутренние отверстия изоляционных шайб 16 равны диаметру внутренней части токопроводящей обмотки 3 или наружному диаметру магнитопровода 2

Изоляционные шайбы 16 выполнены длиннее для того, чтобы обеспечить перекрытие изоляционного цилиндра 17, создавая тем самым маслобарьерную изоляцию внутри корпуса 1 бака

Изоляционный цилиндр 17 выполнен с отверстием 18 под изоляционную крышку 7 (см. фиг. 2)

Бак расширителя 8 выполнен из 2-х полусфер – 19 и 20, соединенных вместе с помощью крепежных элементов 21

Выштампованные полусферы 19 и 20 выполнены каждая в отдельности с ребром жесткости 22, что обеспечивает жесткость конструкции бака маслорасширителя 8 из более тонкого материала (см. фиг. 1, фиг. 2, фиг. 8)

При соединении полусфер 19 и 20 бака маслорасширителя 8, ребро жесткости 22 нижней полусферы 20 устанавливается под ребром жесткости 22 верхней полусферы 19 и крепежные элементы 21 связывают ребра жесткости 22 2-х полусфер 19 и 20

При предельных колебаниях температуры, гибкая оболочка 10 – плоская мембрана, изготовленная из прорезиненной ткани, принимая форму полусферы, имеет угол изгиба близкий к 30°, что исключает практически обрыв (разрыв) гибкой оболочки 10 в месте изгиба (см. фиг. 2)

На гибкую оболочку 10 в местах крепления исключается попадание солнечных лучей и воды за счет наклонной поверхности на концах ребер жесткости 22 (нет попадания влаги на торцы гибкой оболочки 10). Внизу нижней полусферы 20 выполнена гайка 23, к которой приварена контактная пластина 24, служащая линейным выводом, который расположен под нижней полусферой 20 бака маслорасширителя 8 (см. фиг. 2, фиг. 8)

Верхними стенками корпуса 1 бака образована коробка вторичных выводов 25, которая закрыта прямоугольной крышкой 26 (см. фиг. 2)

В коробке 25 вторичных выводов заключена изоляционная панель 27

На панель 27 в коробке 25 выведены вторичные выводы 28 токопроводящей обмотки 3

В нижней части корпуса 1 бака выполнено маслосливное устройство 29 и установлена бобышка заземления 30 (см. фиг. 2, фиг. 6)

Сверху бака маслорасширителя 8 устанавливается дыхательное устройство 31, позволяющее свободный доступ воздуха и исключающее прямое попадание влаги на наружную поверхность гибкой оболочки 10 (см. фиг. 1, фиг. 2, фиг. 8)

Дыхательное устройство 31 служит также для установки индикатора, (не показан), позволяющего установить гибкую оболочку 10 в положении, соответствующем температуре масла 9 в трансформаторе, т.е. когда гибкая оболочка 10 находится в крайнем верхнем положении, в отверстие дыхательного устройства 31 устанавливается индикатор (щуп, не показан), имеющий отметки предельно допустимого колебания уровня масла в зависимости от окружающей температуры

Когда сливается масло, гибкая оболочка 10 опускается и устанавливается в бак маслорасширителя 8 в соответствии с требуемой температурой

При высокой температуре гибкая оболочка поднимается вверх

При низкой температуре – гибкая оболочка опускается вниз

Маслосливное устройство 29 содержит корпус 32, имеющий внутреннее сквозное отверстие 33 и боковое отверстие 34, которое соединяется с

нижней частью корпуса 1 бака трансформатора (см. фиг. 1, фиг. 2, фиг. 6).

Внутреннее сквозное отверстие 33 имеет ступеньку, расположенную выше бокового отверстия 34.

Металлические болты 35 через прокладки 36 закрывают внутреннее сквозное отверстие 33 с 2-х сторон.

Во внутреннем сквозном отверстии 34 расположен шток 37, имеющий на конце конус 38.

Боковое отверстие 34 маслосливного устройства 7 перекрывается (закрывается) с помощью штока 37, имеющего резьбу.

При перемещении штока 37, ступенька внутреннего сквозного отверстия 33 перекрывается, закрывая или открывая сквозное отверстие 33.

Для перемещения штока 37, на торце штока выполняется отверстие 39 под отвертку.

Монтаж и сборка высоковольтного измерительного трансформатора напряжения осуществляется следующим образом:

На шихтованный магнитопровод 2 одевается полностью изготовленная токопроводящая обмотка 3 с изолирующими шайбами 16 и цилиндром 17 (см. фиг. 3, фиг. 4).

Вторичные выводы 28 укрепляются на изоляционной панели 27.

Собранный магнитопровод 2 с токопроводящей обмоткой 3 устанавливается в нижней части корпуса 1 бака, к которой закрепляется нижняя металлическая рамка 13 с помощью укороченных шпилек.

Затем производят зашихтовку магнитопровода 2 и его стяжку металлическими рамками 13 с помощью шпилек 12 и гайки 15.

При установке изоляционной крышки 7, к ней крепится верхняя часть корпуса 1 бака и нижняя полусфера 20 бака маслорасширителя 8 (см. фиг. 1, фиг. 2).

Высоковольтный отвод 11 протягивается внутри изоляционной крышки 7 и закрепляется к нижней полусфере 20 бака маслорасширителя 8.

При сборке нижней части корпуса 1 бака с верхней частью, их соединяют между собой по основанию 4 с помощью крепежных элементов 5 (см. фиг. 1, фиг. 2).

Изоляционную панель 27 укрепляют в коробке вторичных выводов 25 (см. фиг. 2).

После этого производится сушка трансформатора и под вакуумом заполнение дегазированным трансформаторным маслом 9.

Устанавливается необходимый уровень масла 9 и гибкая оболочка 10 бака маслорасширителя, который затем закрывается верхней полусферой 19, которая, в свою очередь, соединяется с нижней полусферой 20 с помощью крепежных элементов 21 (см. фиг. 2).

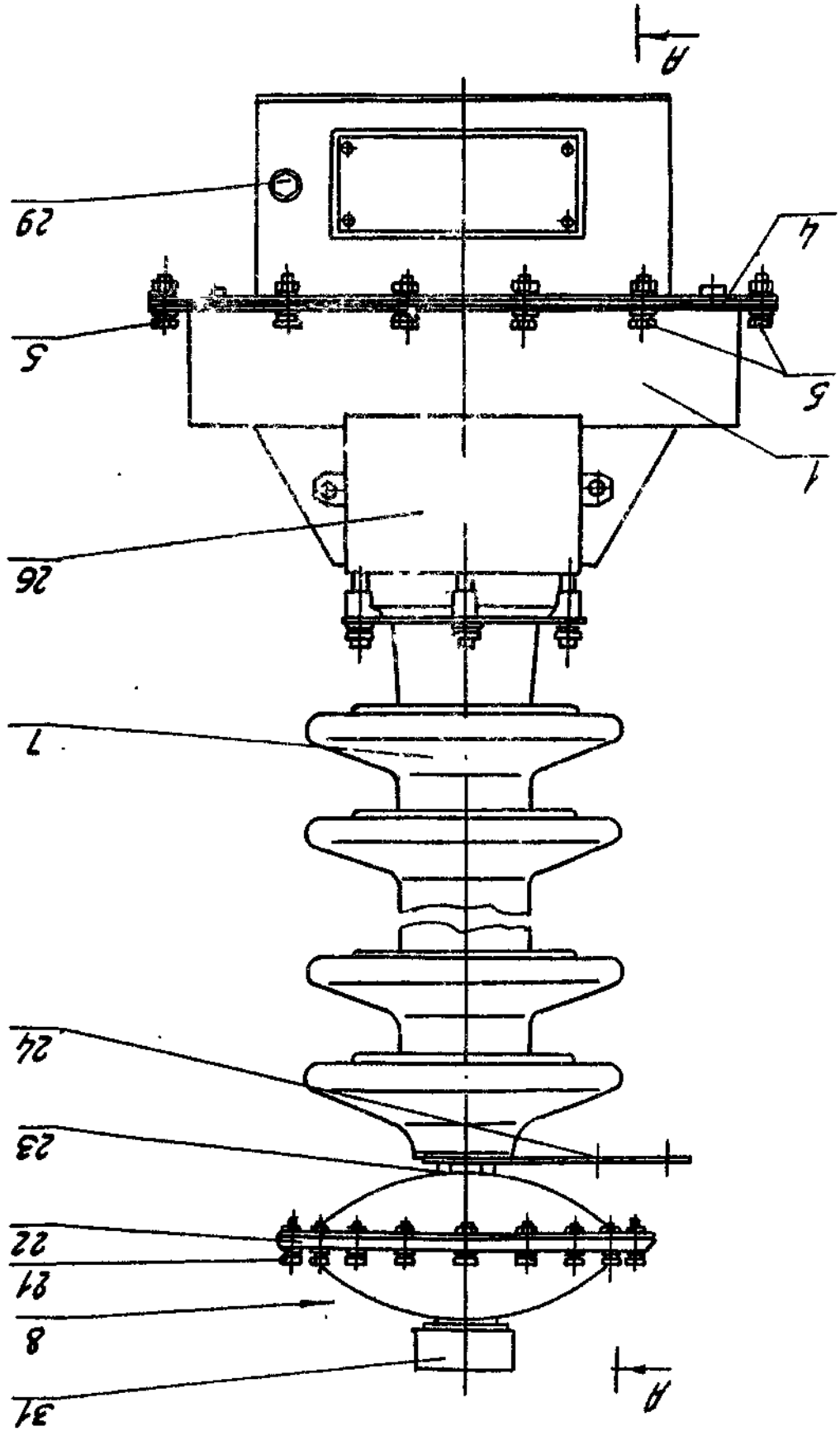
Через дыхательное устройство 31 устанавливают индикатор (щуп), градуированный в °С, и с помощью маслосливного устройства 29 сливается масло до установления уровня, соответствующего требуемой температуре, которую определяют по щупу (см. фиг. 1, фиг. 2).

Слитое масло подвергают анализу, а дыхательное устройство 29 закрывается.

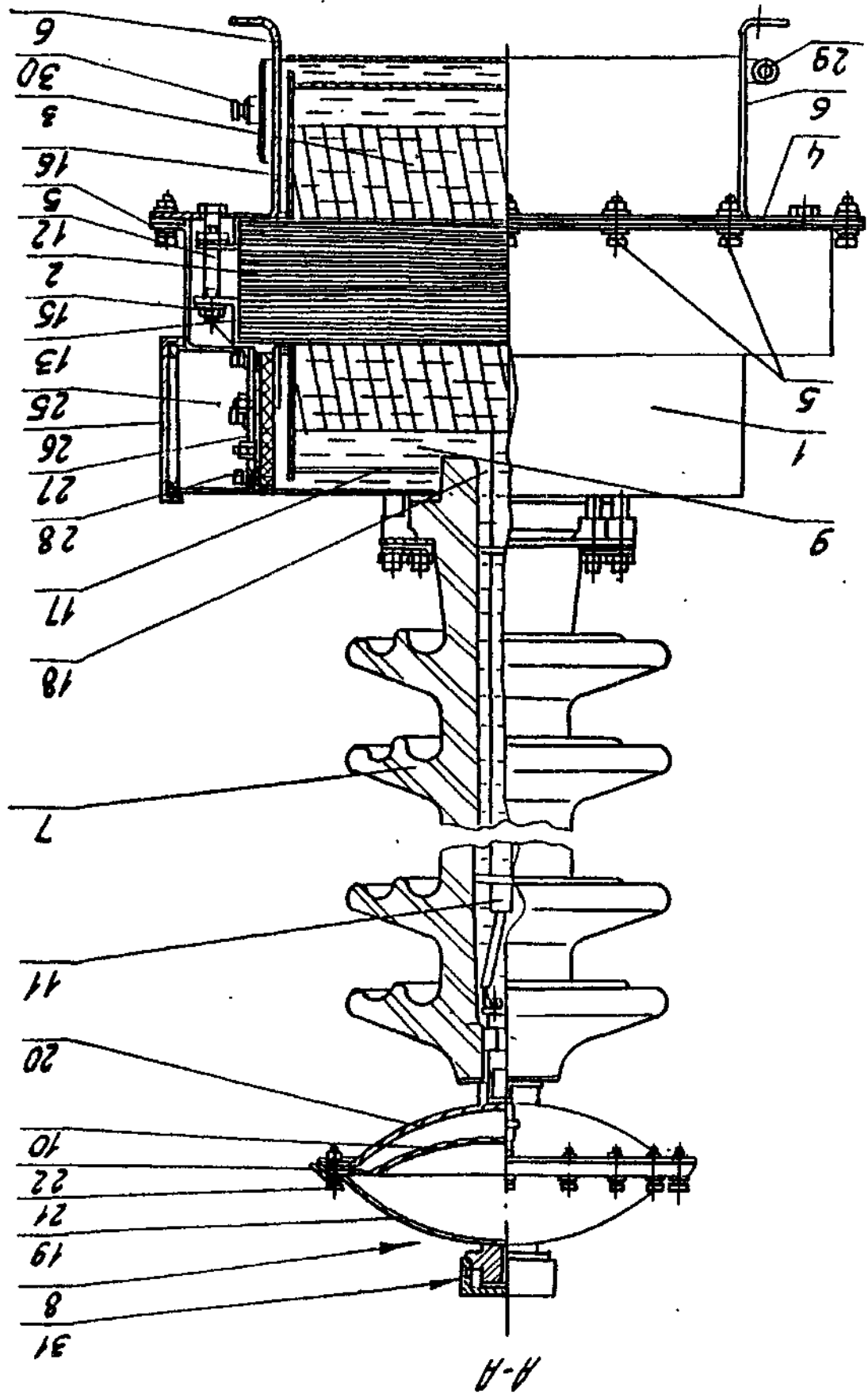
Заявляемый высоковольтный измерительный трансформатор напряжения позволяет:

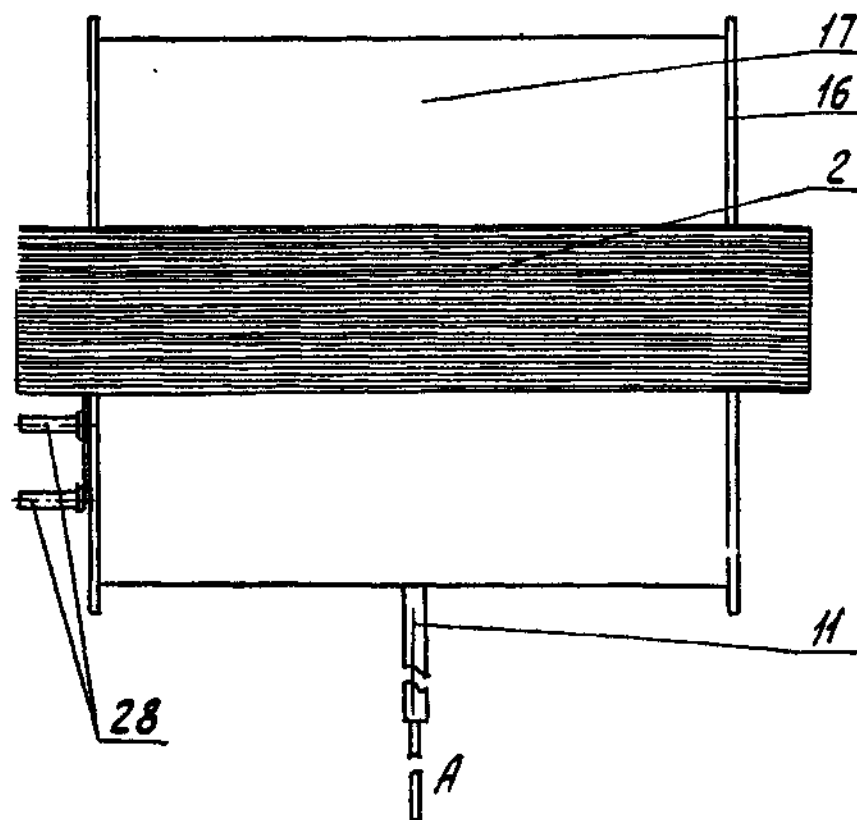
- упростить конструкцию;
- за счет повышенной точности достигается экономия при учете электроэнергии 3 кВт-час на каждые 1000 кВт-час;
- снизить аварийность и вероятность взрывов при коротком замыкании в высоковольтной линии;
- повысить надежность и уменьшить затраты на эксплуатационное обслуживание;
- увеличить срок службы трансформатора за счет герметизации трансформаторного масла, т.е. на весь срок службы заявляемого трансформатора не требуется замена масла, а в известной конструкции не менее одного раза и более в шесть лет осуществляется замена трансформаторного масла;
- исключить необходимость анализа трансформаторного масла во время эксплуатации;
- достигается повышенное качество трансформатора;
- повысить класс точности за счет уменьшения активной составляющей сопротивления меди в обмотке;
- экономический эффект у потребителя выше за счет экономии энергоресурсов;
- трансформатор устойчив к возникающим перенапряжениям;
- трансформатор удобен в работе и безопасен, что повышает потребительский спрос на трансформатор.

Φ 11.1

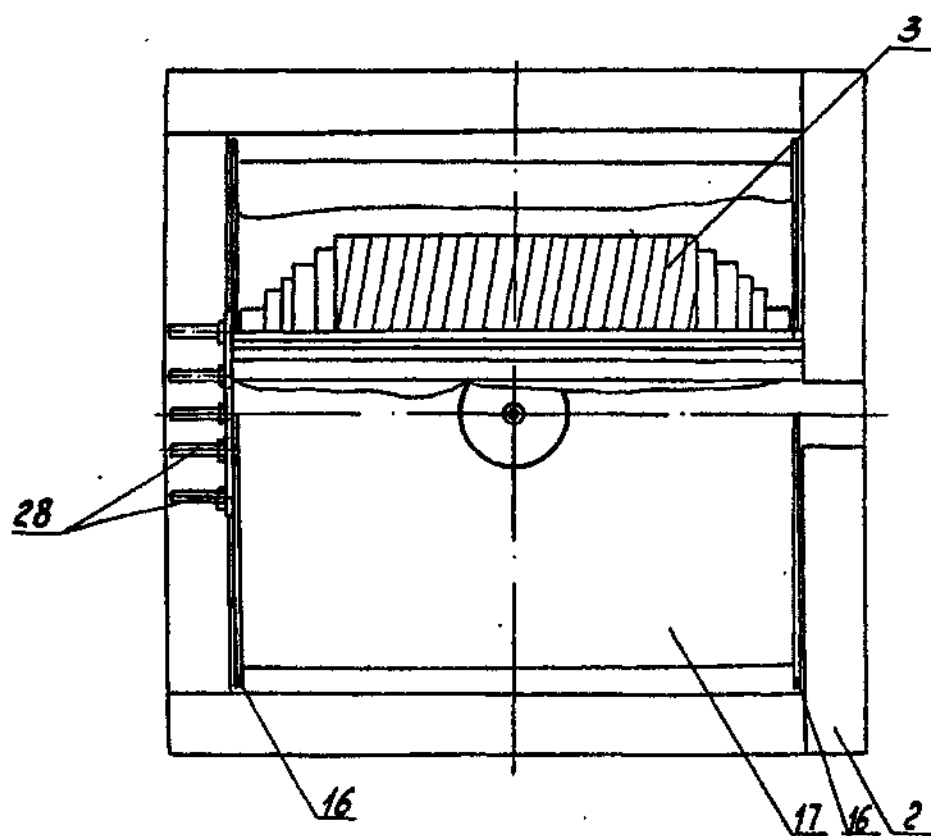


Фиг. 2



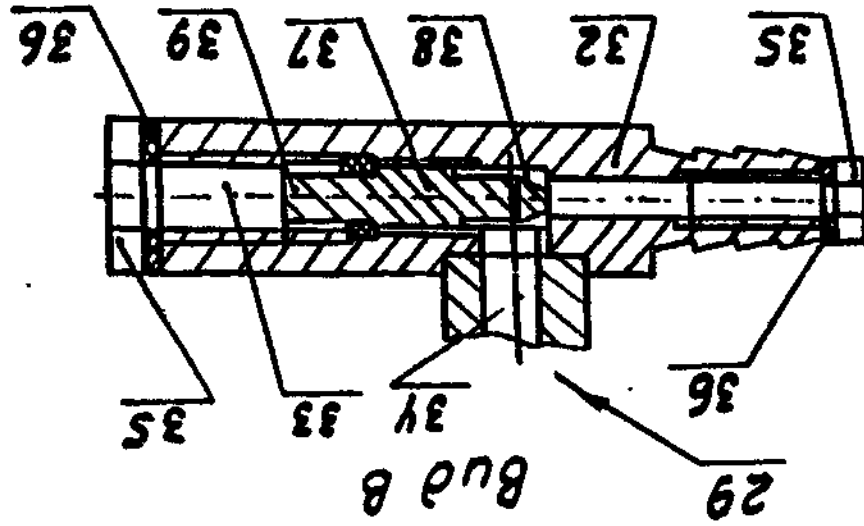


Фиг. 3

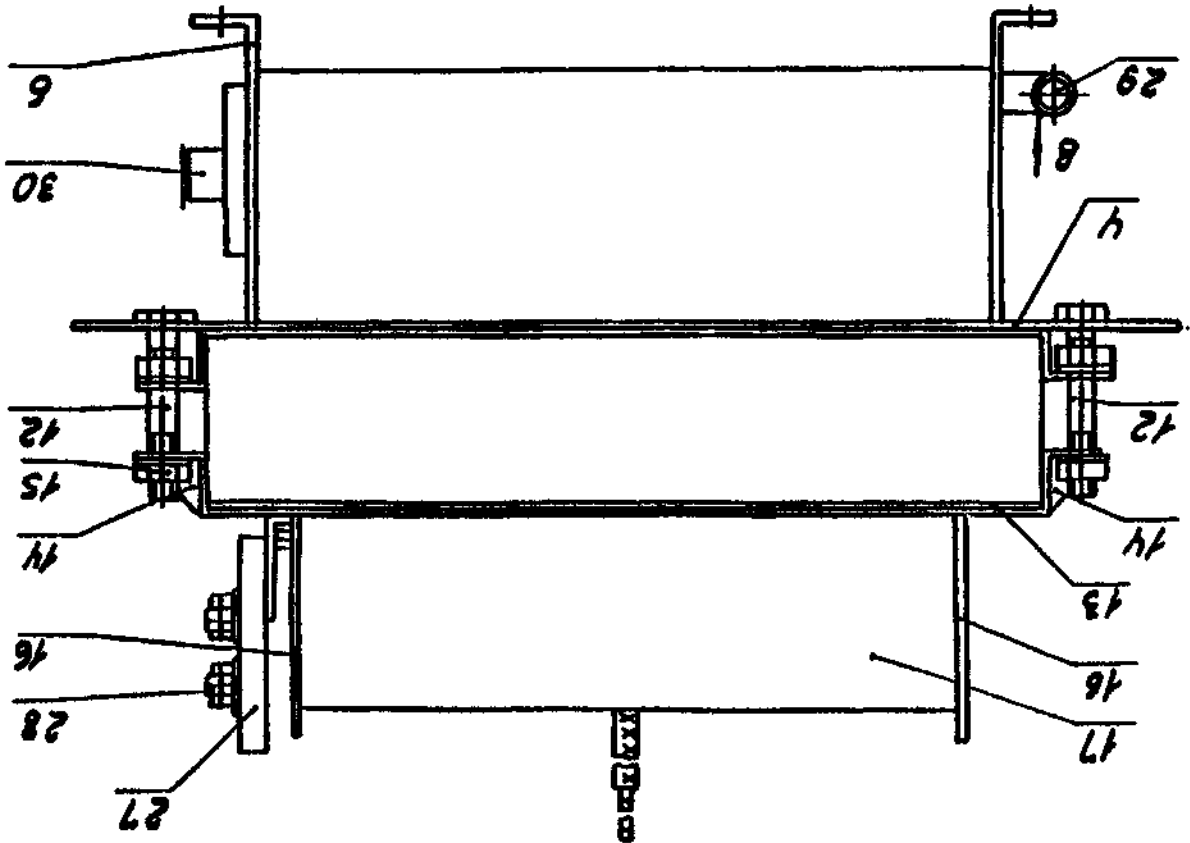


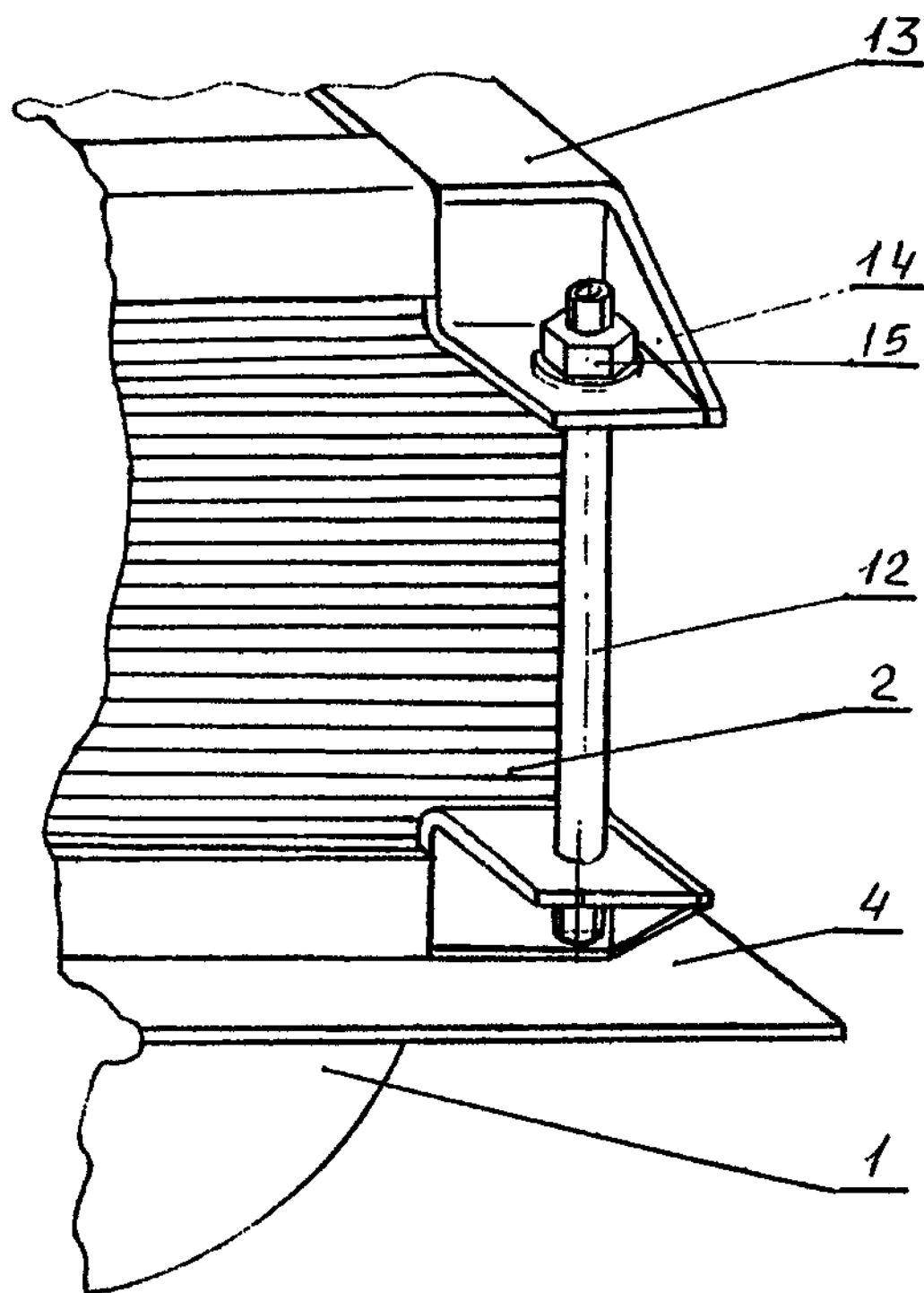
Фиг. 4

ΦM. 6



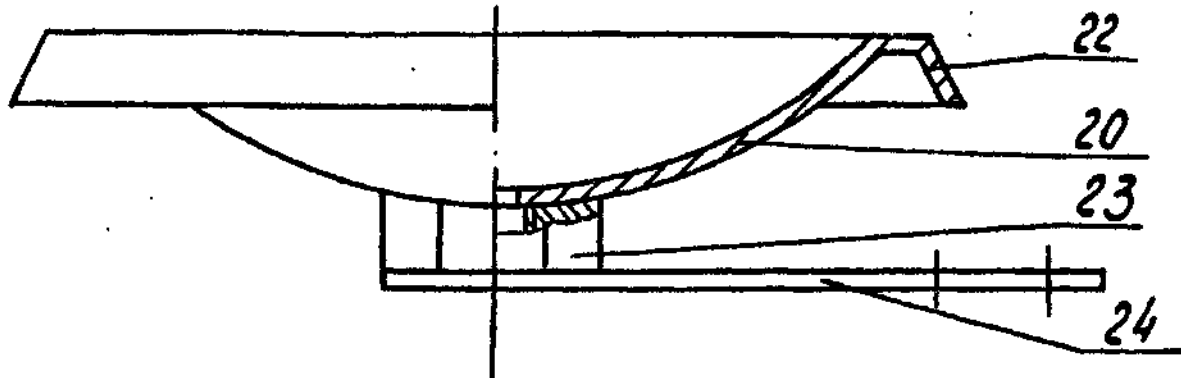
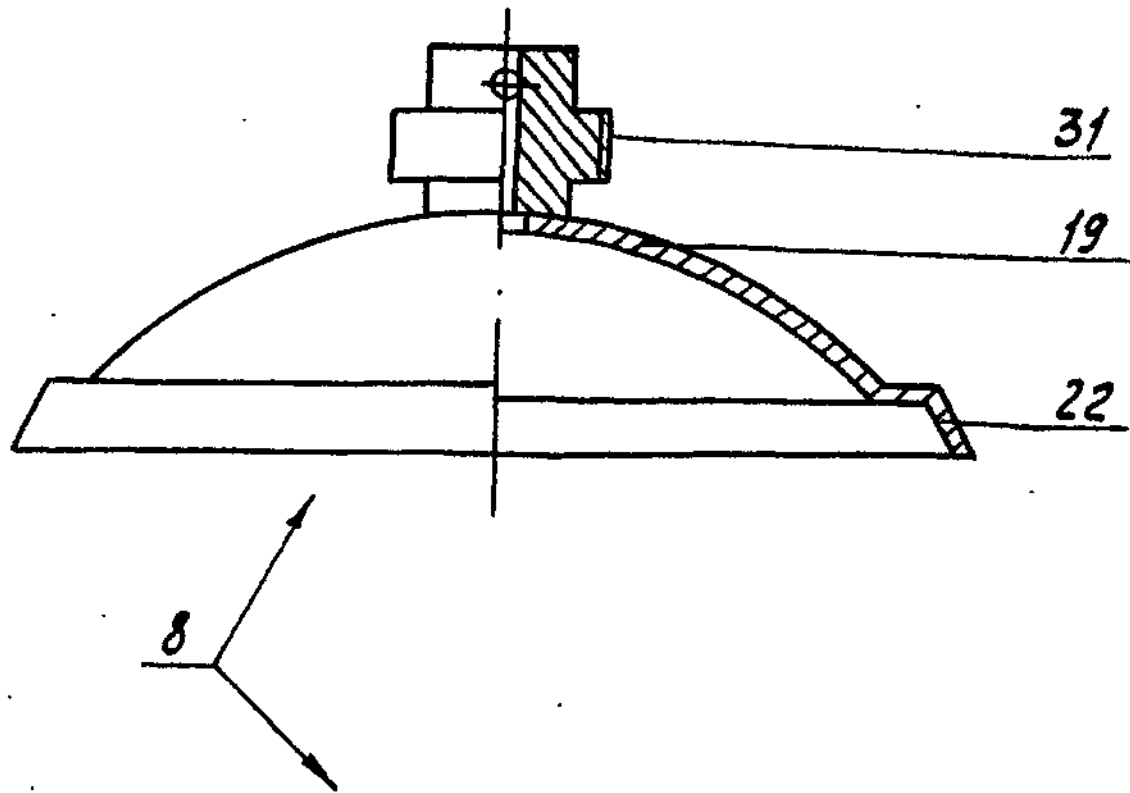
ΦM. 5





Фиг. 7

21000



Фиг. 8

Тираж 50 екз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»  
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101  
(03122) 3 - 72 - 89 (03122) 2 - 57 - 03

