

Предлагаемое изобретение относится к области ветроэнергетики, в частности к ветроэлектростанциям ортогонального типа с вертикальной осью вращения ротора.

Известен аналогичный ветродвигатель карусельного типа (Патент 621240, Австралия, кл. F03D3/01, 9/00, опубл. 05.03.90), у которого ротор с вертикальной осью вращения имеет лопасти полуцилиндрической формы поперечного сечения и экран кругового сечения, который перекрывает 1/4 периметра ротора, установленный поворотом на оси ротора и жестко соединенный с вынесенным назад хвостовым планом, с помощью которого он автоматически ориентируется по направлению ветра,

Недостатком такого ветродвигателя является низкая эксплуатационная надежность, т.к. установка экрана со щитком и хвостовым планом на оси ротора дополнительно нагружают ось ротора боковой силой от ветрового потока, действующего на экран, что вызывает при вращении ротора циклические, знакопеременные нагрузки на ось, приводящие к быстрой усталости металла и разрушению.

В качестве прототипа выбран ротор ветродвигателя (Заявка ФРГ 3734106, кл. F03D3/06, опубл. 27.04.89) с вертикальной осью вращения, образованный в виде цилиндра с пластинчатыми лопастями, закрепленными на нем с постоянным шагом перпендикулярно радиусу. Соосно с валом ротора на нем вращательно установлено секционированное направляющее устройство воздушного потока. Оно состоит из двух жестко скрепленных между собой симметрично установленных сегментных обечаек с одинаковыми центральными углами, обечайки охватывают ротор с фиксированным зазором. С направляющим устройством жестко соединен флюгерный план, который служит для ориентирования по ветру.

Недостатком этого ветродвигателя является низкая производительность и эксплуатационная надежность, т.к. его пластинчатые лопасти не создают подъемную силу, вследствие этого меньше его мощность, а центральный вал, нагружается боковой силой от ветровой нагрузки, действующей на направляющее устройство, что вызывает циклические знакопеременные нагрузки на центральный вал, усталость металла и возможность его разрушения.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования ветроэнергетической установки, в которой улучшена аэродинамика ротора, секционированное направляющее устройство воздушного потока выполнено в виде стационарного кругового дефлектора, центральный вал снабжен вантовой опорой вверху и шарниром Кардана внизу и за счет этого увеличивается эксплуатационная надежность и выработка электроэнергии.

Поставленная задача решается тем, что в ветроэнергетической установке, содержащей ротор с вертикальной осью вращения, образованный в виде цилиндра с центральным валом, вертикальными лопастями, закрепленным на нем с постоянным шагом, секционированное направляющее устройство воздушного потока с обечайками, расположенными вокруг ротора с фиксированным зазором и приводом к электрогенераторам с валами, шкивами,

муфтами, мультипликатором, инерционным аккумулятором, расположенным в подземном помещении.

Вертикальные лопасти ротора выполнены в виде крыльевых поверхностей, расположенных хордой в радиальном направлении, носками профиля наружу относительно центрального вала, выпуклой поверхностью по ходу часовой стрелки, закрепленные сверху и снизу на радиальных фермах центрального вала, вследствие чего увеличивается крутящий момент лопастей и мощность ветроэнергетической установки, благодаря дополнительной подъемной силе крылевого профиля лопастей (В прототипе лопасти пластинчатые, закреплены перпендикулярно радиусу и не имеют подъемной силы. Ротор может вращаться только за счет силы лобового сопротивления лопастей).

Центральный вал ротора снабжен внизу шарниром Кардана с подшипником, верхней опорой вантового типа с подшипником в корпусе, соединенной радиальными тросами с кронштейнами, расположенными на хвостовых частях торцевых нервюр всех обечаек секционированного направляющего устройства воздушного потока и заделаны с возможностью регулирования длины на кронштейнах, установленных на носовых частях следующих обечаек, причем последние кронштейны оттяжными тросами соединены с рым-болтами, заделанными в фундаментные балки, вследствие чего получается "плавающее" опирание центрального вала ротора (В прототипе центральный вал жестко закреплен в опоре, вследствие чего имеет большой изгибающий момент в местах заделки).

Обечайки секционированного устройства воздушного потока выпукло-вогнутого аэродинамического профиля установлены вокруг ротора в виде кругового дефлектора со щелями по ходу часовой стрелки и закреплены стационарно болтовыми соединениями с фундаментными балками, вследствие чего они затеяют возвратную часть ротора и ускоряют вращение ротора по ходу часовой стрелки, и ветровая нагрузка, действующая на направляющее устройство, не передается на центральный вал, благодаря этому повышается мощность ротора и ресурс центрального вала (В прототипе совместно с валом ротора на нем вращательно установлено секционированное направляющее устройство воздушного потока и с ним жестко соединен флюгерный план для ориентации по ветру, вследствие чего центральный вал ротора нагружается боковой силой от ветровой нагрузки, действующей на направляющее устройство воздушного потока, что вызывает при вращении ротора циклические, знакопеременные нагрузки на центральный вал, приводящие к быстрой усталости металла и возможности его разрушения).

Именно эти отличительные от прототипа признаки в совокупности с остальными существенными признаками позволяют быстро обеспечить повышение эксплуатационной надежности и увеличивают годовую выработку электроэнергии.

На фиг.1 представлена ветроэнергетическая установка, вид сбоку с частичным продольным разрезом; на фиг.2 - ветроэнергетическая

установка с частичным вырезом, вид в плане; на фиг.3 - сечение А - А на фиг.2; на фиг.4 - узел I на фиг.2; на фиг.5 - узел II на фиг.2; на фиг.6 и 7 - отдельные узлы предлагаемой установки.

Предложенная ветроэнергетическая установка ортогонального типа (фиг.1) содержит ротор 1 с вертикальной осью вращения 2, центральный вал 3 с закрепленными на нем верхними и нижними фермами 4. На фермах 4 установлены с постоянным шагом по окружности ротора 1 вертикальные лопасти 5, выполненные в виде крыльевых поверхностей 6 (фиг.2, 5), расположенные хордой 7 в радиальном направлении, носками 8 профиля наружу относительно центрального вала 3, выпуклой поверхностью 9 по ходу часовой стрелки. Лопасти 5 закреплены сверху и снизу на радиальных фермах 4 центрального вала 3 (фиг.1, 3).

Нижняя опора центрального вала 3 снабжена шарниром Кардана 10 с подшипником 11 (фиг.7), верхняя опора 12 вентового типа с подшипником 11 в корпусе (фиг.6). К корпусу прикреплены радиальные тросы 13, второй конец которых взаимодействует с кронштейнами 14, расположенными на хвостовых частях верхних нервюр 15 всех обечаек 15 секционированного направляющего устройства 17 воздушного потока (фиг.2, 3, 4) и заделаны с возможностью регулирования длины на кронштейны 18, установленные на носовых частях 19 следующих обечаек 16. Каждый кронштейн 18 оттяжными тросами 19 соединен с рым-болтами, заделанными в фундаментные блоки 20 (фиг.1). Обечайки 16 секционированного направляющего устройства 17 воздушного потока имеют выпукло-вогнутый аэродинамический профиль 21, установлены вокруг ротора 1 в виде кругового дефлектора 22 со щелями 23 по ходу вращения часовой стрелки (фиг.2) и закреплены стационарно болтовыми соединениями 24 с фундаментными балками 25 (фиг.3). Привод к электрогенераторам 26, 27 содержит муфту свободного хода 28, мультипликатор 29, инерционный аккумулятор 30, горизонтальные валы 31, 32 и сцепную муфту между ними 33 (фиг.1).

Ветроэнергетическая установка работает следующим образом. Набегаящий воздушный поток - ветер V обдувает снаружи установленное на фундаменте секционированное направляющее устройство 17 (фиг.2), обечайки 16 которого разделяют воздушный поток на левую часть струй и правую часть струй (по направлению ветра V). Левая часть струй проходит через суживающие щели 22 между выпукло-вогнутыми аэродинамическими профилями 21 обечаек 16 направляющего устройства 17, обдувает вертикальные лопасти 5 ротора 1, в то время как правая часть струй задерживается обечайками 16 и отбрасывается в правую сторону от направляющего устройства 17, не обдувая правую, возвратную часть лопастей 5 ротора 1.

Вследствие разного обтекания воздушным потоком правой и левой частей ротора 1 на вертикальных лопастях 5 в левой части ротора возникает давление q от скоростного напора

$$q = \frac{\rho V^2}{2}$$
 и подъемная сила Y , а вертикальные лопасти 5 в правой части ротора скоростными потоками воздуха не обдуваются и на них не

образуются давление и подъемная сила (фиг.2). За счет разницы действия этих сил на правой и левой стороне ротора 1 относительно центральной оси 2 возникает вращательный момент M_{ϕ} по направлению движения часовой стрелки.

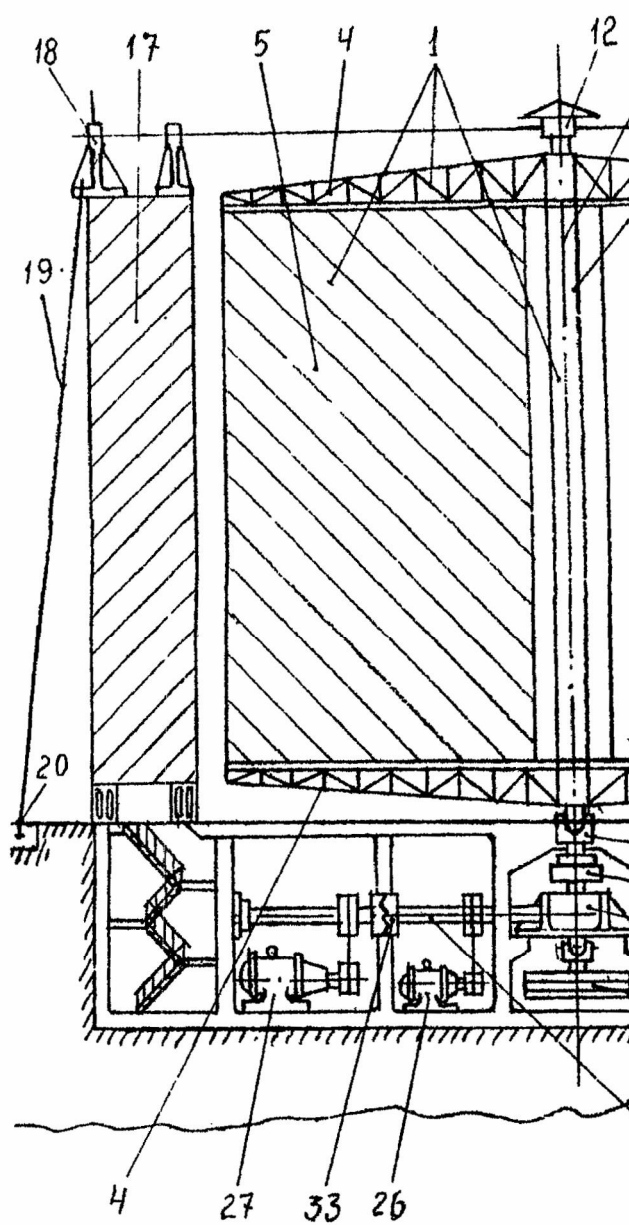
Вращательный момент M_{ϕ} передается от лопастей 5 через формы 4 на центральный вал 2. Центральный вал 2 вращается в подшипниках 11 верхней опоры 12 винтового типа и нижней опоры с шарниром Кардана 10. Для "плавающей" мягкой заделки верхней опоры 12 она соединена радиальными тросами 13 с кронштейнами 14, расположенными на хвостовых частях верхних торцевых нервюр 15 обечаек 16 секционированного направляющего устройства воздушного потока 17, а шарнир Кардана 10 позволяет центральному валу 3 отклоняться от вертикальной оси на некоторый угол, обеспечивая "плавание" опоры. Нижний вал шарнира кардана 10 передает вращательный момент на муфту свободного хода 28, далее вращаются мультипликатор 29, инерционный аккумулятор 30 (который имеет большой вес и вращается с большой скоростью до 2500 об/мин). Он сглаживает порывы и колебания скорости ветра и через мультипликатор 29, валы 31, 32, шкивы и муфту 33 равномерно вращает электрогенераторы 26, 27. Кинетической энергии инерционного аккумулятора 30 достаточно, чтобы при падении ветра в течение нескольких минут вращать электрогенератор 31, а второй электрогенератор 32 отключается сцепной муфтой 33.

После продолжительного безветрия (полного штиля) с появлением ветра 2 м/с в работу включают электрогенератор 26. При усилении ветра (до скорости 50 м/с) смыкают сцепную муфту 33 и в работу включается второй электрогенератор 27, таким образом используя весь диапазон скоростей от 2 до 50 м/с. Ветроэнергетическая установка обладает следующими преимуществами перед прототипом:

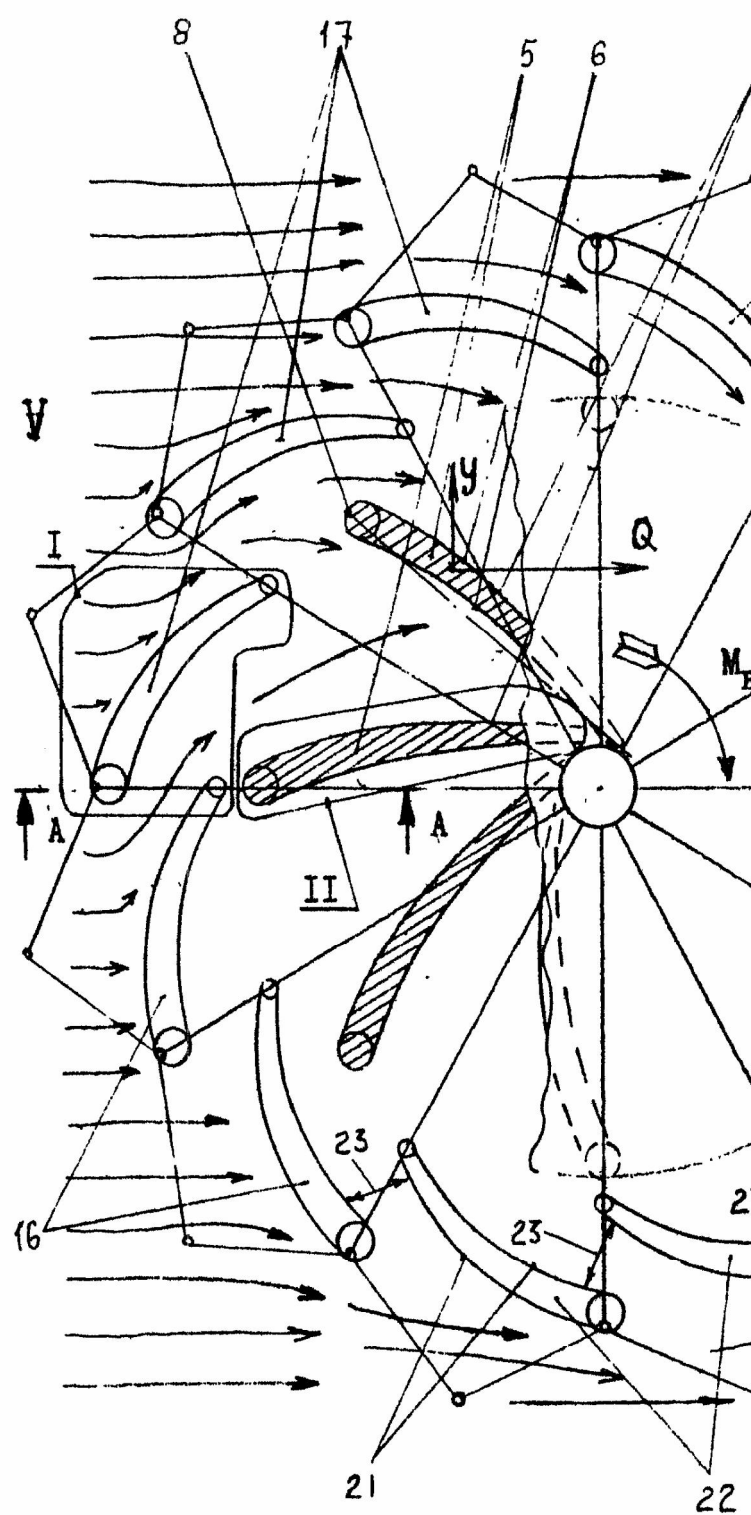
- увеличивается производительность за счет образования подъемной силы Y при обдувке крылевого профиля 6 вертикальных лопастей 5;
- повышается надежность эксплуатации за счет "плавающего" отпирания центрального вала 3 ротора 1;

- повышается прочность и надежность конструкции направляющего устройства 17 воздушного потока за счет стационарного крепления его на фундаментных балках 25.

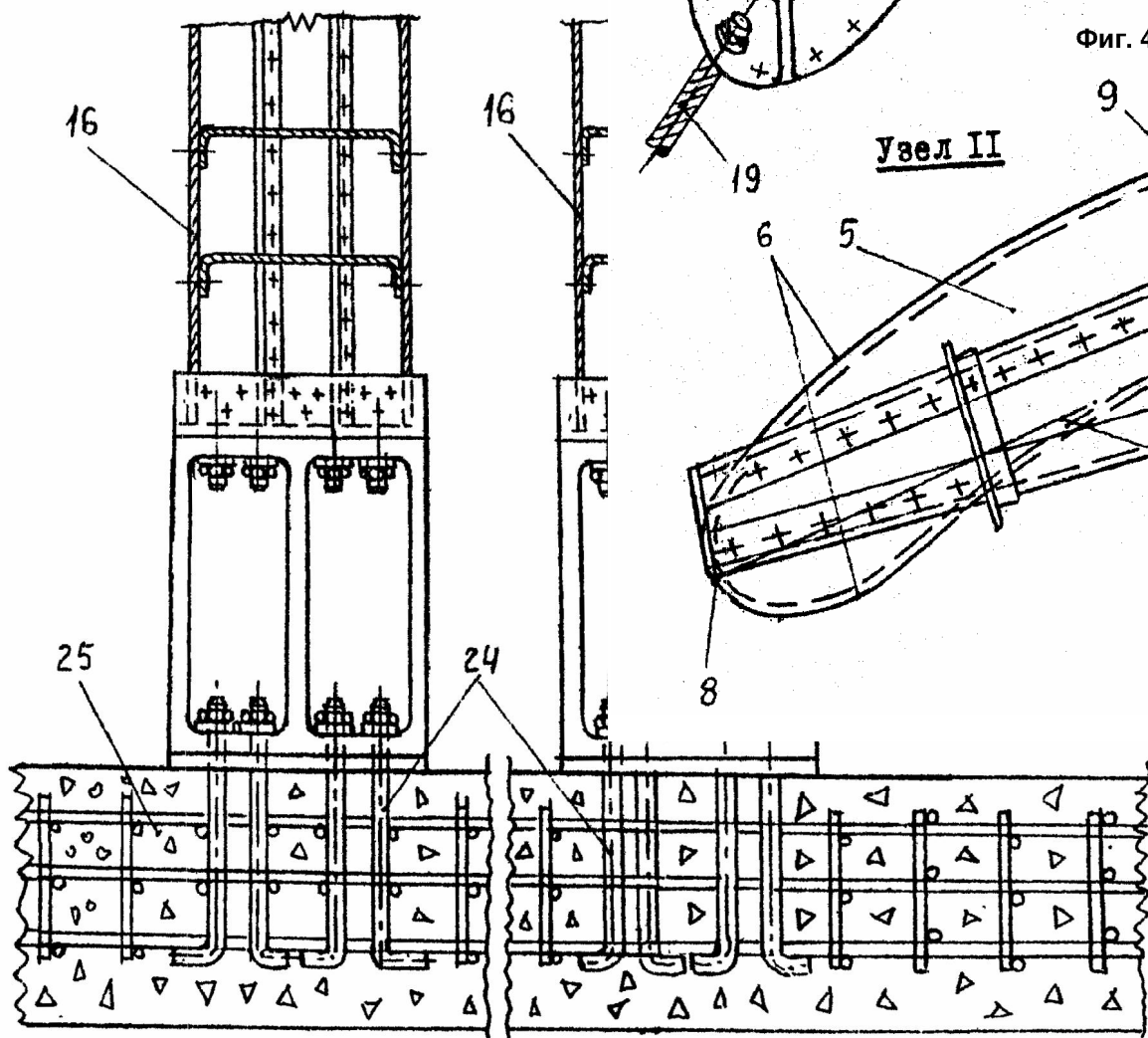
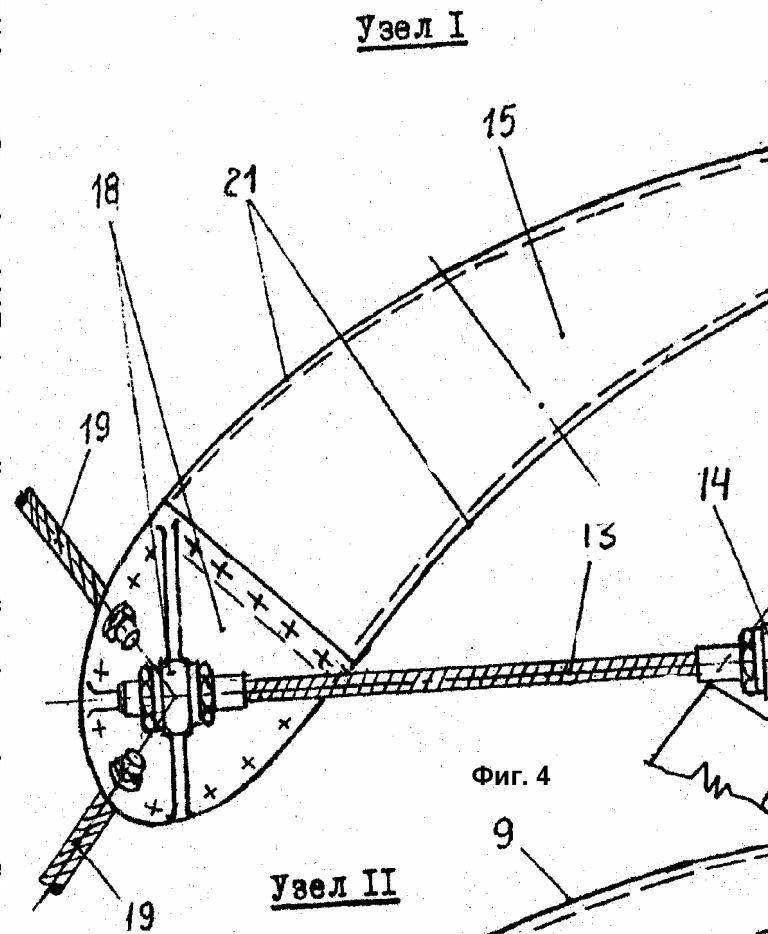
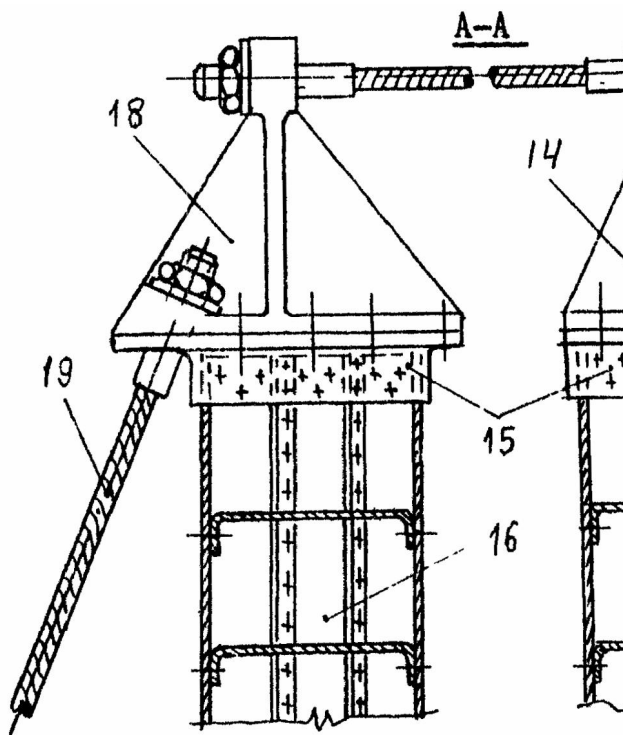
Использование изобретения позволяет повысить эксплуатационную надежность и экономическую эффективность ветроэнергетических установок.



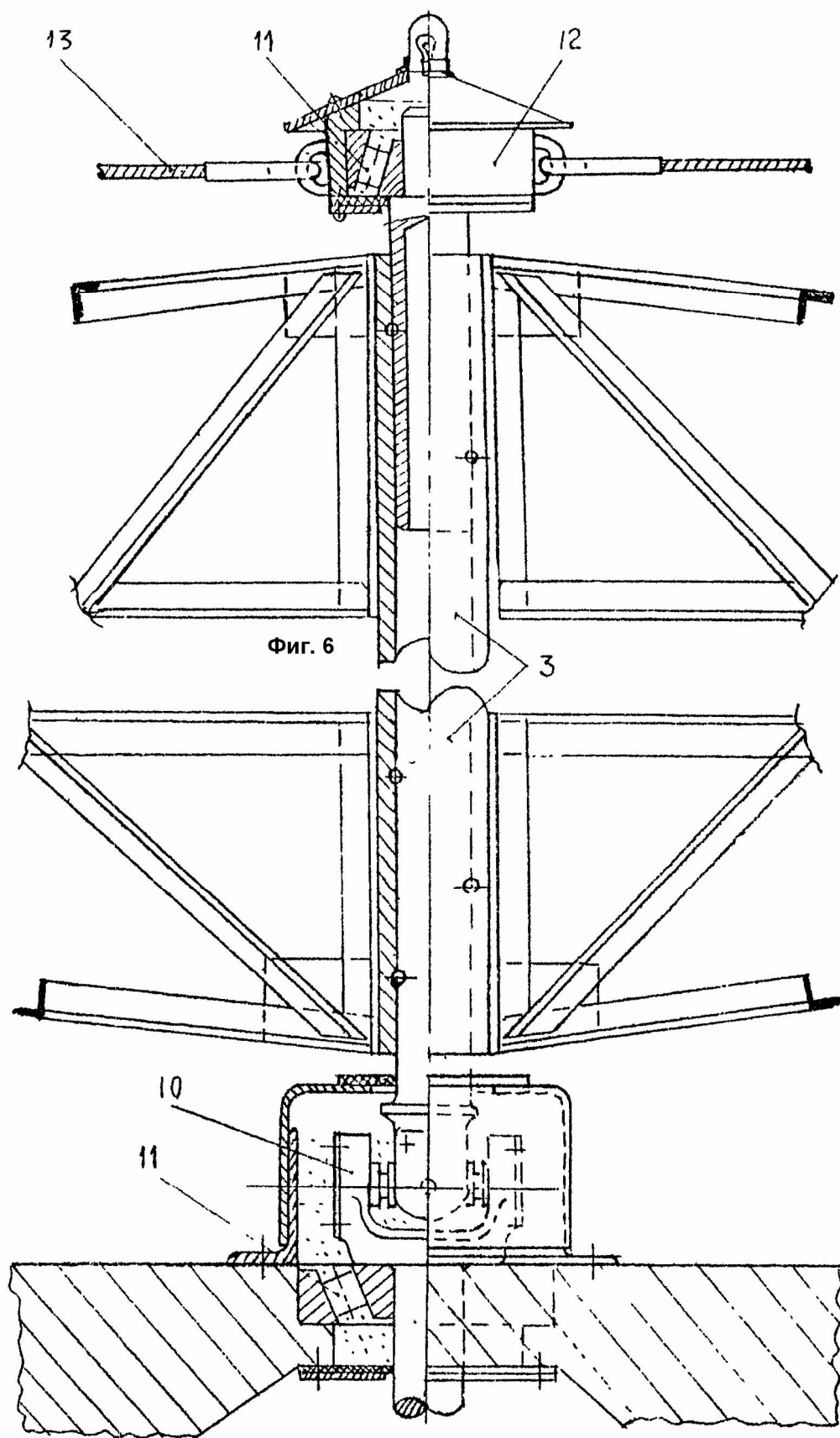
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 7