

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033441**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.10.31

(21) Номер заявки
201700467

(22) Дата подачи заявки
2017.08.03

(51) Int. Cl. **B60L 5/04** (2006.01)
B60L 5/40 (2006.01)
B60M 1/34 (2006.01)

(54) **ТОКОСЪЕМНОЕ УСТРОЙСТВО ПУТЕВОЙ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

(43) **2019.02.28**

(96) **2017/EA/0062 (BY) 2017.08.03**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:
**ЮНИЦКИЙ АНАТОЛИЙ
ЭДУАРДОВИЧ (BY)**

(56) SU-A1-1652122
RU-C2-2165856
US-A1-20170166071
SU-A1-1404381

(74) Представитель:
Гончаров В.В. (BY)

(57) Изобретение относится к области электротехники, и непосредственно к устройствам энергоснабжения транспортных средств, в частности к токосъемным устройствам, обеспечивающим передачу электрической мощности от неподвижного проводника к подвижному потребителю, и может быть использовано в однорельсовых и многорельсовых транспортных системах с путевой структурой струнного типа при изготовлении токонесущих и токосъемных элементов на дорогах эстакадного типа для городского, междугороднего и промышленного электрического транспорта. Токосъемное устройство путевой структуры транспортной системы содержит контактирующие по сопряженной поверхности А упруго поджатые друг к другу по меньшей мере один протяженный неподвижный проводник (1) и по меньшей мере два охватывающих его подвижных токосъемных электрода (2), установленных с возможностью вращения на токопроводящей оси (3) и выполненных в виде упругих дисков (4) с контактными ободьями (5). Профиль сопряженной поверхности А протяженного проводника (1) и его ответной части на контактных ободьях (5) представляет собой угол γ ($^{\circ}$), а лента (1.1) закреплена в защитном диэлектрическом кожухе (6) при помощи твердеющего материала (7) на основе полимерных связующих, композитов, клеевого слоя и/или цементных смесей. В итоге токосъемное устройство путевой структуры транспортной системы позволяет достигнуть улучшения эксплуатационных свойств и снижения проскальзывания на поверхности контактных пар при высоких скоростях взаимодействия токоподводящего и токоприемного элементов устройства; обеспечить съем и передачу повышенной токовой нагрузки; повысить эффективность, надежность и долговечность токосъемного устройства.

B1

033441

**033441
B1**

Изобретение относится к области электротехники, и непосредственно к устройствам энергоснабжения транспортных средств, в частности к токосъемным устройствам, обеспечивающим передачу электрической мощности от неподвижного проводника к подвижному потребителю, и может быть использовано в однорельсовых и многорельсовых транспортных системах с путевой структурой струнного типа при изготовлении токонесущих и токосъемных элементов на дорогах эстакадного типа для городского, междугороднего и промышленного электрического транспорта.

Известна система токосъема для транспортного средства, содержащая токоподводящий кабель, проложенный в кожухе, имеющем прорезь с уплотнением в виде застежки-молнии, через которую пропущено закрепленное на транспортном средстве водило, на котором установлены токосъемные элементы, подключенные к силовому агрегату указанного транспортного средства. При этом соединительные элементы уплотнения выполнены в виде магнитов, обращенных друг к другу противоположными полюсами, а на водиле установлен электромагнит, полюса которого ориентированы в сторону одноименных полюсов магнитов застежки [1].

Недостатками указанной системы токосъема является ограничение его применения по скорости движения транспортного средства, а также громоздкость системы.

Известна система электроснабжения транспортного средства, содержащая П-образный корпус с отогнутыми внутрь краями, в котором на изолирующем основании закреплены токопроводящие шины для взаимодействия с подпружиненными токосъемными элементами, установленными на корпусе подвижного токосъемника, снабженного фиксаторами, охватывающими края корпуса. При этом корпус токосъемника в поперечном сечении выполнен V-образной формы, на ветвях которого смонтированы упомянутые токосъемные элементы, а в зоне сопряжения ветвей установлены горизонтально расположенные оси с направляющими роликами, поджатые к изолирующему основанию, которое выполнено с V-образной формой поперечного сечения, при этом токопроводящие шины расположены на его боковых сторонах [2].

Недостатками указанной системы электроснабжения транспортного средства является существенный износ ее элементов в контактной паре из-за трения скольжения, а также громоздкость и сложность системы в целом.

Известен также токосъемный ролик соответствующего устройства, имеющий желоб на поверхности качения, образованный сопряженными под острым углом боковыми поверхностями. При этом одна из боковых поверхностей желоба перпендикулярна оси ролика [3].

Недостатками указанного устройства является существенный механический износ из-за трения скольжения в контактной паре "контактный провод - токосъемный элемент токоприемника", а также ограниченная величина тока через устройство из-за относительно малого пятна контакта.

Известен токосъемник, содержащий несколько подпружиненных роликов, каждый из которых закреплен на одном конце двуплечего рычага, ось которого смонтирована в направляющих, и связанного другим своим концом с пружиной [4].

Недостатком указанного токосъемника является низкая надежность электрического контакта при высоких динамических характеристиках транспортного средства.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности и достигаемому положительному эффекту является токоприемник, который содержит ось и диски с контактными токосъемными поверхностями на торцах и возможностью осевого перемещения, а также опорный ролик, выполненный из демпфирующего материала с износостойким ободом и закрепленный на втулке между дисками [5].

Недостатками указанной системы электроснабжения транспортного средства являются невысокие и нестабильные эксплуатационные параметры устройства в зоне токосъема при повышенной токовой нагрузке и на высоких скоростях движения транспортного средства и соответственно взаимодействия токопровода и токоприемника, а также недостаточная эффективность и долговечность токосъемного устройства.

В основу изобретения положена задача достижения следующих технических целей:

улучшение эксплуатационных свойств и снижение проскальзывания на поверхности контактных пар при высоких скоростях движения транспортного средства;

обеспечение съема и передачи повышенной токовой нагрузки;

повышение эффективности, надежности и долговечности токосъемного устройства.

Необходимые технические результаты и поставленные цели изобретения достигаются посредством токосъемного устройства путевой структуры транспортной системы, которое содержит контактирующие по сопряженной поверхности упруго поджатые друг к другу по меньшей мере один протяженный неподвижный проводник и по меньшей мере два охватывающих его подвижных токосъемных электрода, установленных с возможностью вращения на токопроводящей оси и выполненных в виде упругих дисков с контактными ободьями, выполненными из материала, твердость HB_1 (H/mm^2) которого связана с твердостью HB_2 (H/mm^2) материала протяженного проводника соотношением

$$0,2 \leq HB_1 / HB_2 \leq 2.$$

При этом протяженный проводник образован лентой, закрепленной в защитном диэлектрическом

кожухе, а высота профиля сопряженной поверхности H_1 (м) проводника связана с высотой H_0 (м) защитного кожуха и радиусом R (м) токосъемных электродов зависимостями

$$0,1 \leq H_1/H_0 \leq 1,$$

$$0,01 \leq H_0/R \leq 0,5.$$

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что профиль сопряженной поверхности протяженного проводника и его ответной части на контактных ободьях представляет собой угол γ ($^\circ$), предпочтительно находящийся в пределах

$$10^\circ \leq \gamma \leq 180^\circ,$$

или более предпочтительно в пределах

$$45^\circ \leq \gamma \leq 120^\circ,$$

или наиболее предпочтительно в пределах

$$60^\circ \leq \gamma \leq 90^\circ.$$

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что соотношение модуля упругости E_1 (ГПа) материала протяженного проводника к модулю упругости E_2 (ГПа) материала ободьев определяется зависимостью

$$0,2 \leq E_1/E_2 \leq 5.$$

Другими частными существенными признаками токосъемного устройства является то, что лента и защитный диэлектрический кожух выполнены с предварительными продольными напряжениями, обеспеченными растягивающими усилиями, соответственно F_1 (Н) и F_2 (Н).

Сущность настоящего изобретения поясняется при помощи чертежей (фиг. 1-15), на которых изображено следующее:

фиг. 1 - схематичное изображение токосъемного устройства путевой структуры транспортной системы, общий вид;

фиг. 2-8 - схематичное изображение варианта исполнения сопряженной поверхности контактной пары токосъемного устройства;

фиг. 9 - схематичное изображение варианта исполнения протяженного проводника со сменными наконечниками;

фиг. 10 и 11 - схематичное изображение варианта исполнения токосъемного электрода;

фиг. 12 - схематичное изображение токоприемника с коаксиально подпружиненными токосъемными электродами;

фиг. 13 - схематичное изображение исполнения токосъемного устройства с основной и дублирующей парами токосъемных электродов на одном протяженном проводнике;

фиг. 14 и 15 - схематичное изображение варианта расположения протяженного проводника токосъемного устройства.

Сущность изобретения

Предлагаемое токосъемное устройство содержит контактирующие по сопряженной поверхности А упруго поджатые друг к другу по меньшей мере один протяженный неподвижный проводник 1 и по меньшей мере два охватывающих его подвижных токосъемных электрода 2, установленных с возможностью вращения на токопроводящей оси 3 и выполненных в виде упругих дисков 4 с контактными ободьями 5 (см. фиг. 1).

При этом, в зависимости от проектного решения, протяженный проводник 1 может быть образован лентой 1.1 (см. фиг. 1 и 2), закрепленной в защитном диэлектрическом кожухе 6.

Профиль сопряженной поверхности А протяженного проводника 1 и его ответной части на контактных ободьях 5 представляет собой угол γ ($^\circ$) (см. фиг. 1-7), а лента 1.1 закреплена в защитном диэлектрическом кожухе 6 при помощи твердеющего материала 7 на основе полимерных связующих, композитов, клеевого слоя и/или цементных смесей. Защитный кожух 6, в свою очередь, может быть расположен и закреплён на нижней торцевой поверхности корпуса рельса 8, как показано на фиг. 1, 9, 14 и 15.

Протяженный проводник 1 в альтернативных вариантах реализации состоит из протяженного силового элемента 1.2 и расположенных на нем сменных наконечников 1.3 (см. фиг. 9). При этом множество сменных наконечников 1.3, последовательно закрепленных на силовом элементе 1.2, являющимся протяженным проводником 1, образуют единую сопряженную поверхность А. Кроме того, сменные наконечники 1.3 могут быть выполнены подпружиненным в направлении их ответной части токосъемными электродами 2 при помощи пружин 9, как показано на фиг. 9, а подвод электрической энергии к протяженному проводнику 1 может быть реализован при помощи токоподводящей шины 10, схематично показанной на фиг. 1 и 9.

В зависимости от проектного решения возможен альтернативный вариант реализации, при котором упругие диски 4, соответственно 4.1 и 4.2 подвижных токосъемных электродов 2 выполнены подпружиненными в направлении протяженного проводника 1 при помощи пружины 11 (см. фиг. 13) и при этом коаксиально подпружинены между собой, как показано на фиг. 12, при помощи пружины 12. В то же время контактный обод 5 может быть выполнен в виде обечаек 13 с заземленными в них упругими то-

копроводящими ламелями 14 (см. фиг. 8). При этом, в зависимости от проектного решения, упругие диски 4 могут быть выполнены спицованными, а ламели 14 могут быть выполнены в виде спиц 15 различной формы, например С-образной, и/или L-образной, и/или S-образной, и/или их сочетаний (на рисунках не показано). Также возможно исполнение контактного обода 5 в виде сетчатого мелкоячеистого каркаса 16 из электропроводного материала (см. фиг. 10 и 11), например металлического и/или металлизированного тканого и/или нетканого материала, закрепленного на ложементе 17, выполненного из упругого материала, например резиновой полусферы, или полуцилиндра, или половины открытого тора, закрепленных своей плоской поверхностью на упругих дисках 4. При этом ложемент 17 целесообразно выполнить в виде открыто пористого (или открыто ячеистого) материала с непроницаемой пограничной оболочкой, заполненной жидкостью, например ферромагнитной, а протяженный проводник 1 снабдить источником магнитного поля (на рисунках не показаны). Указанные варианты исполнения элементов контактной группы токосъемного устройства, а именно токосъемных электродов 2 и протяженного проводника 1, обеспечивают преимущества предложенной конструкции за счет снижения инерционности ее вращающихся элементов; улучшения теплоотвода от их сопряженной поверхности А; увеличения пятна контакта в зоне их упругого взаимодействия и, следовательно, снижения локальных токовых нагрузок при низком переходном сопротивлении; а также повышения дугостойкости, долговечности и снижения электровзрывной эрозии между элементами контактной группы токосъемного устройства.

В связи с этим в ряде случаев практической реализации предпочтительно на одном протяженном проводнике 1 последовательно располагать по меньшей мере две пары токосъемных электродов 2, основной 2.1 и дублирующей 2.2, как показано на фиг. 13. При этом токопроводящую ось 3.1 соответственно основной пары 2.1 токосъемных электродов закрепляют на рычаге 18 коромысла 19, а токопроводящую ось 3.2 соответственно дублирующей пары 2.2 токосъемных электродов закрепляют на противоположном рычаге 20 коромысла 19 (см. фиг. 13).

В зависимости от проектного решения возможно альтернативное исполнение токосъемных электродов 2, снабженных дополнительным приводом, согласующим их вращение с вращением колес транспортного средства (на рисунках не показано). Тем не менее, предлагаемое техническое решение позволяет минимизировать проскальзывание в контактной паре при указанном исполнении токосъемного устройства без применения дополнительного синхронизирующего привода токосъемного устройства.

В соответствии с любым из неограничивающих вариантов формирования сопряженной поверхности А между протяженными проводниками 1 и контактными ободьями 5 токосъемных электродов 2 для снижения силы тока в элементах токосъемного устройства могут быть параллельно выполнены два токоподводящих протяженных проводника 1 и три упругих диска 4 токосъемных электродов 2. При этом упругий диск 4, расположенный по центру токосъемного устройства, выполнен с контактными ободьями 5, образующими единую контактную поверхность, взаимодействующую с сопряженными поверхностями А указанных токоподводящих протяженных проводников (см. фиг. 7).

В случае практической реализации проектного решения по обеспечению путевой структуры транспортного средства трехфазной системой электроснабжения в предложенной конструкции путевой структуры целесообразно предусмотреть расположение трех идентичных независимых узлов предлагаемого токосъемного устройства, по одному соответственно для каждой фазы переменного тока, и/или альтернативно протяженные проводники 1 каждой фазы электрического тока могут быть размещены в едином защитном кожухе 6, но при этом токосъемные электроды 2 для каждой фазы изолированы от токосъемных электродов других фаз и контактируют только с токоподводящими проводниками соответствующей им фазы (на рисунках не показано).

Взаимосвязь конструкций рельса, токоприемников и подвижного средства в соответствии с любым из неограничивающих вариантов их сочетаний и исполнений предусматривает возможность расположения протяженного проводника с защитным диэлектрическим кожухом: а) на торцевой поверхности нижней части рельса; б) в специальном пазу, расположенном в нижней торцевой части корпуса рельса; в) в отдельном корпусе, расположенном вне корпуса рельса на иных элементах путевой структуры (см. фиг. 14 и 15).

Выполнение контактных ободьев 5 упругих дисков 4 токосъемного устройства из материала, твердость HB_1 (H/mm^2) которого связана определенной зависимостью с твердостью HB_2 (H/mm^2) материала протяженного проводника 1 позволяет оптимизировать электротехнические и механические свойства сопряженной поверхности А контактной пары токосъемного устройства.

Контактные ободья 5 упругих дисков 4 изготавливают из материала, твердость HB_1 (H/mm^2) которого связана с твердостью HB_2 (H/mm^2) материала протяженного проводника 1 соотношением

$$0,2 \leq HB_1 / HB_2 \leq 1. \quad (1)$$

Указанные в соотношении (1) значения пределов соответствуют оптимальному диапазону взаимозависимости твердости материалов элементов токосъемного устройства, контактирующих по сопряженной поверхности А.

Если соотношение (1) будет меньше 0,2, то будет происходить существенный износ контактных ободьев 5, что, в свою очередь, приведет к нестабильности площади контакта на сопряженной поверхности А контактной пары токосъемного устройства, снижению его эффективности и долговечности.

Если соотношение (1) будет больше 1, то существенной эрозии со стороны контактных ободьев 5 будет подвержен протяженный проводник 1, что влечет за собой значительные финансовые, трудовые и технологические издержки по его ремонту или замене.

Обеспечение эффективности, надежности и долговечности токосъемного устройства при передаче повышенной токовой нагрузки является одной из приоритетных целей предлагаемого технического устройства.

Протяженный проводник в предлагаемом токосъемном устройстве образован профилированной лентой, закрепленной в защитном диэлектрическом кожухе, а высота H_1 (м) профиля сопряженной поверхности А проводника 1 связана с высотой H_0 (м) защитного кожуха 6 и радиусом R (м) токосъемных электродов 2 зависимостями

$$0,1 \leq H_1/H_0 \leq 1, \quad (2)$$

$$0,01 \leq H_0/R \leq 0,5. \quad (3)$$

При выполнении профиля сопряженной поверхности А проводника 1 высотой H_1 (м) защитного кожуха 6 высотой H_0 (м) и токосъемных электродов 2 радиусом R (м) со значениями, соответствующими соотношениям (2) и (3), удастся достаточно просто обеспечить стабильность динамических характеристик токосъемного устройства и требуемую надежность сопряжения его конструктивных элементов при высоких скоростях движения транспортного средства и при передаче повышенной токовой нагрузки за счет снижения количества отрывов токосъемных электродов 2 токоприемника от сопряженной поверхности А токоподводящего проводника 1 (см. фиг. 1-6).

Если соотношение (2) будет меньше 0,1, то из-за чрезмерной высоты защитного кожуха 6 и соответствующего радиуса R (м) токосъемных электродов 2 не представляется возможным сохранить минимальные габариты устройства, что ведет к удорожанию путевой структуры.

Если соотношение (2) будет больше 1, то невозможно обеспечить надлежащую изоляцию протяженного неподвижного проводника 1 при передаче повышенной токовой нагрузки и предотвратить срыв токосъемных электродов 2 с сопряженной поверхности А проводника 1 в сторону.

Если соотношение (3) будет меньше 0,01, то завышенное значение радиуса R (м) токосъемных электродов 2 при малой высоте H_0 (м) защитного кожуха 6 не позволяет обеспечить надежность электропередачи повышенной токовой нагрузки и предотвратить срыв токосъемных электродов 2 с сопряженной поверхности А проводника 1 в сторону и/или обеспечить надлежащую изоляцию протяженного неподвижного проводника 1.

Если соотношение (3) будет больше 0,5, то невозможно сохранить минимальные габариты устройства, что ведет к удорожанию путевой структуры.

Существенную роль в улучшении эксплуатационных свойств и обеспечении съема и передачи повышенной токовой нагрузки в предлагаемом токосъемном устройстве играет выбор угла γ (°) профиля сопряженной поверхности А протяженного проводника 1 и его ответной части на контактных ободьях 5.

Профиль сопряженной поверхности протяженного проводника 1 и его ответной части на контактных ободьях выполняются под углом γ (°), значение которого находятся в пределах

$$10^\circ \leq \gamma \leq 180^\circ. \quad (4)$$

Указанные в соотношении (4) пределы угла γ (°) соответствуют значениям, которые гарантируют исключение эффекта самоторможения подвижных токосъемных электродов 2 сопряженной поверхностью А протяженного неподвижного проводника 1. Кроме того, за счет линейной скорости точек контакта, расположенных на контактных ободьях 5 упругих дисков 4 вращающихся токосъемных электродов 2, установленных на токоподводящей оси 3, в процессе движения транспортного средства (на рисунках не показано) производится самоочистка контактной сопряженной поверхности А протяженного неподвижного проводника 1 от оксидных пленок, тем самым улучшается электрический контакт в контактной паре токосъемного устройства.

Если соотношение (4) будет меньше 10° , то для предусмотренных проектным решением материалов недопустимо возрастает вероятность возникновения эффекта самоторможения подвижных токосъемных электродов 2 сопряженной поверхностью А протяженного неподвижного проводника 1.

Значение угла γ (°), соответствующее его верхнему пределу - 180° , указанному в соотношении (4), является максимально допустимым. При этом на сопряженной поверхности А в зоне взаимодействия токосъемных электродов 2 и протяженного неподвижного проводника 1 происходит уменьшение площади пятна контакта между указанными элементами токосъемного устройства, что затрудняет съем и передачу повышенной токовой нагрузки. Кроме того, при таком исполнении профиля сопряженной поверхности в связи с отсутствием разницы линейных скоростей в зоне контакта взаимодействующих между собой сопряженной поверхности А протяженного неподвижного проводника 1 и токосъемных электродов 2 сложно обеспечить достаточную очистку сопряженной контактной поверхности токосъемного устройства от оксидных пленок. При значениях угла γ (°), соответствующих значению верхнего предела, указанного в соотношении (4), существенно увеличивается вероятность срыва токосъемных электродов 2 с сопряженной поверхности А проводника 1.

При предпочтительном выполнении угла γ ($^\circ$) профиля сопряженной поверхности протяженного проводника и его ответной части на контактных ободьях в пределах

$$45^\circ \leq \gamma \leq 120^\circ, \quad (5)$$

достигается повышение эксплуатационных свойств токосъемного устройства.

Если значения угла γ ($^\circ$), указанные в соотношении (5), будут меньше 45° , то будет сложно обеспечить оптимальные условия для очистки контактной сопряженной поверхности А протяженного неподвижного проводника 1 и токосъемных электродов 2 от оксидных пленок и передачи повышенной токовой нагрузки в предлагаемом токосъемном устройстве.

При выполнении угла γ ($^\circ$), значение которого менее либо соответствует верхнему пределу, указанному в соотношении (5), достигается увеличение площади пятна контакта между контактными элементами токосъемного устройства, позволяющее обеспечить стабильные параметры токосъема при передаче повышенной токовой нагрузки.

Выполнение угла γ ($^\circ$) профиля сопряженной поверхности протяженного проводника и его ответной части на контактных ободьях в пределах

$$60^\circ \leq \gamma \leq 90^\circ, \quad (6)$$

позволяет обеспечить наилучшие значения эксплуатационных характеристик токосъемного устройства.

Так, выполнение угла γ ($^\circ$) большим либо равным значению нижнего предела 60° , указанного в соотношении (6), позволяет обеспечить наиболее благоприятные условия для очистки контактной сопряженной поверхности А протяженного неподвижного проводника 1 и токосъемных электродов 2 от оксидных пленок, передачу повышенной токовой нагрузки, исключить возможность возникновения эффекта самоторможения и самозаклинивания подвижных токосъемных электродов 2 и их непроизвольного срыва с сопряженной поверхности А протяженного неподвижного проводника 1 токосъемного устройства.

Выполнение угла γ ($^\circ$) меньшим либо равным значению верхнего предела 90° , указанного в соотношении (6), позволяет оптимизировать, кроме прочих эксплуатационных параметров, также и прочностные характеристики токоподводящих элементов токосъемного устройства, что обеспечивает повышение их эффективности, надежности и долговечности.

Для улучшения эксплуатационных свойств и снижения пробуксовки и проскальзывания на сопряженной поверхности А контактных пар при высоких скоростях взаимодействия неподвижного проводника 1 и вращающихся токосъемных электродов 2 токоприемника целесообразно обеспечение соответствующей закономерности между силами трения на этой поверхности, определяемой законами трения скольжения.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что соотношение модуля упругости E_1 (ГПа) материала протяженного проводника к модулю упругости E_2 (ГПа) материала ободьев определяется зависимостью

$$0,2 \leq E_1/E_2 \leq 5. \quad (7)$$

Указанные в зависимости (7) соотношения модулей упругости материалов протяженного проводника и ободьев соответствуют оптимальному диапазону взаимозависимости жесткости материалов элементов токосъемного устройства.

Если соотношение (7) будет меньше 0,2, то из-за пластической деформации в поперечном направлении неподвижного проводника 1 в процессе его эксплуатации будет наблюдаться недопустимое отклонение от прямолинейности протяженного неподвижного токоподводящего проводника и увеличение торцевого биения его контактной сопряженной поверхности А, что не позволит обеспечить стабильность съема и передачи повышенной токовой нагрузки при высоких скоростях взаимодействия неподвижного проводника 1 и токосъемных электродов 2.

Если соотношение (7) будет больше 5, то из-за пластической деформации контактных ободьев 5 упругих дисков 4 вращающихся токосъемных электродов 2, обусловленной наличием, например, поворотных участков путевой структуры, будет происходить их "раскатка", что в итоге приведет к снижению эксплуатационных параметров и невозможности обеспечения стабильного съема и передачи повышенной токовой нагрузки в процессе движения транспортного средства по рельсу путевой структуры (на рисунках не показано).

Целесообразно ленту 1.1 и защитный кожух 6 выполнить предварительно натянутыми в продольном направлении, тем самым снабдить путевую структуру дополнительным усиливающим продольным напряжением, что повысит прямолинейность сопряженной поверхностью А протяженного неподвижного проводника 1 и увеличит жесткость путевой структуры. Все это позволит улучшить эксплуатационные свойства токосъемного устройства при высоких скоростях взаимодействия токоподводящего элемента и токоприемника.

Усилия предварительного продольного натяжения, соответственно F_1 , (Н) ленты 1.1 и F_2 (Н) защитного кожуха 6 определяются соотношениями

$$0,01 \leq F_1/F_L \leq 0,95, \quad (8)$$

$$0,01 \leq F_2/F_K \leq 0,95, \quad (9)$$

где F_L (Н) - усилие разрыва ленты при растяжении,
а F_K (Н) - усилие разрыва кожуха при растяжении.

Указанные значения соотношений (8) и (9) выделяют оптимальные диапазоны усилий натяжения соответственно ленты 1.1 и защитного кожуха 6, которые позволяют без особых трудностей обеспечить повышение эффективности, надежности и долговечности работы токосъемного устройства.

Если соотношения (8) и (9) будет меньше 0,01, то невозможно существенно повысить прямолинейность и жесткость как ленты 1.1, так и защитного кожуха 6, что, в свою очередь, не позволяет повысить прямолинейность указанных конструктивных элементов и тем самым снизить при высоких скоростях движения транспортного средства (на фигурах не показано) вероятность срыва токосъемных электродов 2 с сопряженной поверхности А проводника 1 в сторону.

Если соотношение (8) и (9) будет больше 0,95, то возрастает вероятность возникновения перенапряжений в указанных конструктивных элементах предлагаемого токосъемного устройства, что может привести к снижению надежности и к его разрушению.

При этом лента 1.1 может быть закреплена в защитном кожухе 6 при помощи твердеющего материала 7 на основе полимерных связующих, композитов, клеевого слоя и/или цементных смесей, что позволяет создать монолитную композицию токоподводящего узла с улучшенными эксплуатационными свойствами (в том числе повышенной прямолинейностью проводника 1 и защитного кожуха 6 и дополнительной несущей способностью и крутильной жесткостью путевой структуры в целом). Альтернативным исполнением предварительно натянутых в продольном направлении ленты 1.1 и защитного диэлектрического кожуха 6 является их выполнение в виде шпренгеля, закрепленного до омоноличивания при помощи ложементов на различных уровнях от поверхности корпуса рельса путевой структуры (на рисунках не показано), что позволяет обеспечить упреждающий выгиб путевой структуры вверх и повышенную прямолинейность сопряженной поверхности А и жесткость протяженного проводника 1 контактной пары и диэлектрического кожуха 6 токосъемного устройства.

Указанное исполнение протяженного проводника 1 и его диэлектрического кожуха 6 обеспечивает повышение эффективности, надежности и долговечности токосъемного устройства при съеме и передаче повышенной токовой нагрузки, что, в свою очередь, позволяет развивать высокие скорости движения транспортных средств (на рисунках не показано).

В самом общем случае из множества альтернативных вариантов исполнения токосъемное устройство путевой структуры транспортной системы описанной конструкции работает следующим образом.

При движении транспортного средства по рельсу путевой структуры (на рисунках не показано) токосъемные электроды 2 токоприемника, установленные с возможностью вращения на токопроводящей оси 3, закрепленной в корпусе транспортного средства, катятся по сопряженной поверхности А протяженного неподвижного проводника 1. При этом прижатие, необходимое для обеспечения надежного электрического контакта в контактной паре токосъемного устройства обеспечивается упругими конструктивными элементами устройства и пружинами 9 и/или 10, а также 11.

Благодаря предложенному выполнению профиля контактных поверхностей, соответственно сопряженной поверхности А протяженного неподвижного проводника 1 и аналогичной сопряженной поверхности А, образованной двумя охватывающими протяженный неподвижный проводник 1 контактными ободьями 5 упругих дисков 4 токосъемных электродов 2, за счет линейной скорости точек контакта, расположенных на вращающемся токосъемном электроде 2, производится очистка сопряженной поверхности А протяженного неподвижного проводника 1 и самого токосъемного электрода 2 от окисления, обеспечивая тем самым надежный контакт между токоподводящим и токоприемным элементами устройства.

При этом благодаря присутствию трения качения между неподвижным проводником 1 и токосъемными электродами 2, а также вследствие упругой деформации конструктивных элементов контактной поверхности токосъемных электродов 2, токосъемное устройство обладает повышенными эффективностью, надежностью и долговечностью.

Выполнение соответствующих конструктивных элементов предлагаемого токосъемного устройства из материалов с размерами и свойствами, предусмотренными проектным решением, позволяет обеспечить съем и передачу повышенной токовой нагрузки, а также улучшить эксплуатационные свойства и снизить проскальзывание на поверхности контактных пар при высоких скоростях взаимодействия токоподводящего элемента конструкции токосъемного устройства и его токоприемника.

Предлагаемая конструкция токосъемного устройства благодаря наличию защитного диэлектрического кожуха 6 и его конструктивному исполнению в соответствии с различными вариантами изготовления позволяет улучшить динамические характеристики путевой структуры за счет исключения срывов токосъемных электродов 2 токоприемника с сопряженной поверхности А протяженного неподвижного проводника 1.

При этом в процессе движения подпружиненная основная пара 2.1 токосъемных электродов 2, и/или наконечники 1.3, и/или дублирующая пары 2.2 токосъемных электродов 2 демпфируют колебания

(вибрацию) токоприемника с транспортным средством и протяженного неподвижного проводника 1, чем снижает искрение и шумность токосъема.

В процессе движения дублирующая пара 2.2 токосъемных электродов также обеспечивает стабильность и надежность контакта между токоподводящим и токоприемным элементами конструкции. Так, при вынужденном отрыве основной пары 2.1 токосъемных электродов от сопряженной поверхности А протяженного неподвижного проводника 1, контакт дублирующей пары 2.2 токосъемных электродов с сопряженной поверхностью А токоподводящего протяженного неподвижного проводника 1 только улучшается.

Принцип работы токосъемного устройства с принудительным вращением токосъемных электродов 2 аналогичен описанному, за исключением того обстоятельства, что в этом случае качение токосъемных электродов 2 по протяженному неподвижному проводнику 1 может быть синхронизировано с вращением колес транспортного средства любыми известными техническими средствами (на рисунках не показано).

Выполнение профилированной ленты 1.1 или протяженного силового элемента 1.2 и защитного кожуха 6 предварительно напряженными соответствующими натягивающими усилиями позволяет существенно повысить прямолинейность и жесткость как профилированной ленты 1.1 или протяженного силового элемента 1.2, так и защитного кожуха 6, что, в свою очередь, позволяет повысить прямолинейность указанных конструктивных элементов и тем самым снизить вероятность срыва токосъемных электродов 2 с сопряженной поверхности А проводника 1 в сторону при высоких скоростях движения транспортного средства (на рисунках не показано).

В итоге достигается улучшение эксплуатационных свойств и снижение проскальзывания на поверхности контактных пар при высоких скоростях взаимодействия токоподводящего и токоприемного элементов устройства; обеспечение съема и передачи повышенной токовой нагрузки; повышение эффективности, надежности и долговечности токосъемного устройства.

Источники информации

1. А.С. СССР № 1191327, МПК H01R 41/00, B60L 5/40, публ. 15.11.1985 (аналог).
2. А.С. СССР № 1020275, МПК B60L 5/40, публ. 30.05.1983 (аналог).
3. А.С. СССР № 937242, МПК B60L 5/06, публ. 23.06.1982 (аналог).
4. А.С. СССР № 516549, МПК B60L 5/06, публ. 22.09.1976 (аналог).
5. А.С. СССР № 1652122, МПК B60L 5/06, публ. 30.05.1991 (прототип).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Токосъемное устройство путевой структуры транспортной системы, которое содержит контактирующие по сопряженной поверхности упруго поджатые друг к другу по меньшей мере один протяженный неподвижный проводник и по меньшей мере два охватывающих его подвижных токосъемных электрода, установленных с возможностью вращения на токопроводящей оси и выполненных в виде упругих дисков с контактными ободьями, выполненными из материала, твердость HB_1 (H/mm^2) которого связана с твердостью HB_2 (H/mm^2) материала протяженного проводника соотношением

$$0,2 \leq HB_1 / HB_2 \leq 2,$$

причем протяженный проводник образован лентой, закрепленной в защитном диэлектрическом кожухе, а высота H_1 (м) профиля сопряженной поверхности проводника связана с высотой H_0 (м) защитного кожуха и радиусом R (м) токосъемных электродов зависимостями:

$$0,1 \leq H_1 / H_0 \leq 1,$$

$$0,01 \leq H_0 / R \leq 0,5,$$

при этом профиль сопряженной поверхности протяженного проводника и его ответной части на контактных ободьях представляет собой угол γ ($^\circ$), находящийся в пределах

$$10^\circ \leq \gamma \leq 180^\circ.$$

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что угол γ ($^\circ$) профиля сопряженной поверхности протяженного проводника и его ответной части на контактных ободьях выполнен предпочтительно в пределах

$$45^\circ \leq \gamma \leq 120^\circ.$$

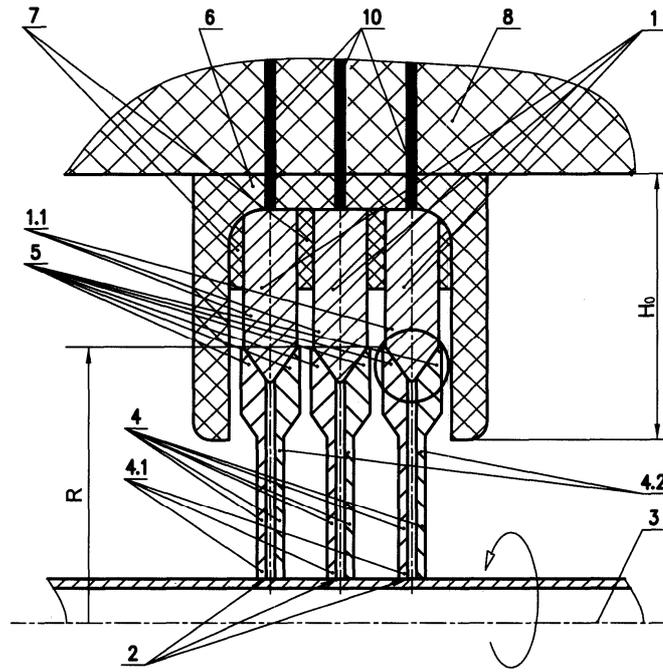
3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что наиболее предпочтительным углом профиля сопряженной поверхности протяженного проводника и его ответной части на контактных ободьях является угол γ ($^\circ$), выполненный в пределах

$$60^\circ \leq \gamma \leq 90^\circ.$$

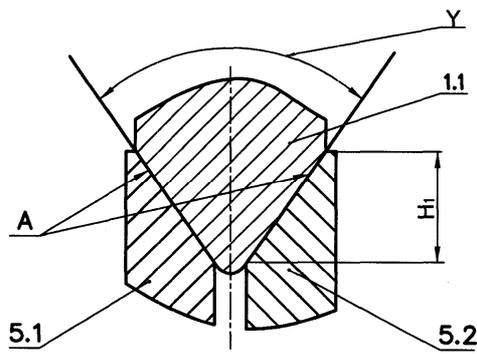
4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что соотношение модуля упругости E_1 (ГПа) материала протяженного проводника к модулю упругости E_2 (ГПа) материала ободьев определяется зависимостью

$$0,2 \leq E_1 / E_2 \leq 5.$$

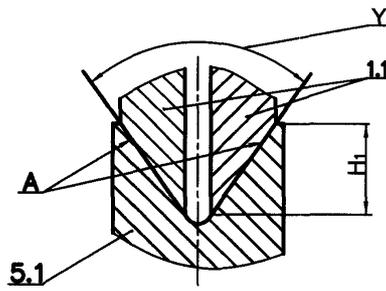
5. Устройство по п.1, отличающееся тем, лента и защитный кожух выполнены с предварительными продольными напряжениями, обеспеченными растягивающими усилиями соответственно F_1 (Н) и F_2 (Н).



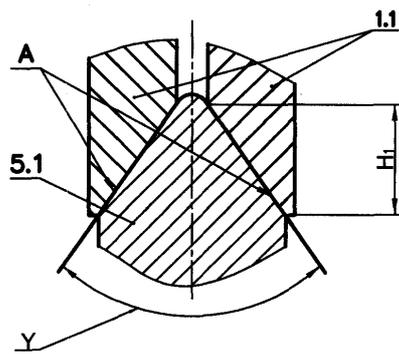
Фиг. 1



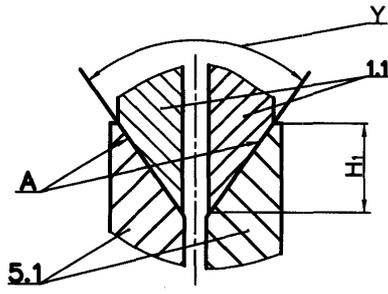
Фиг. 2



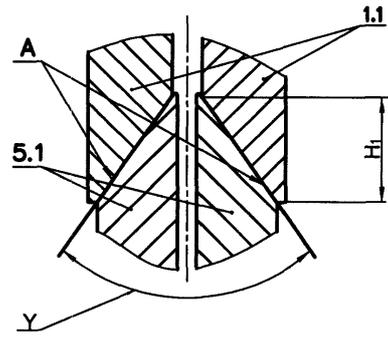
Фиг. 3



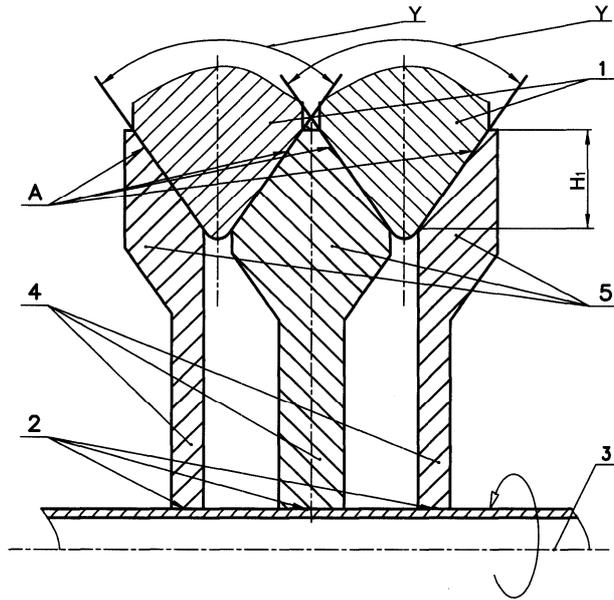
Фиг. 4



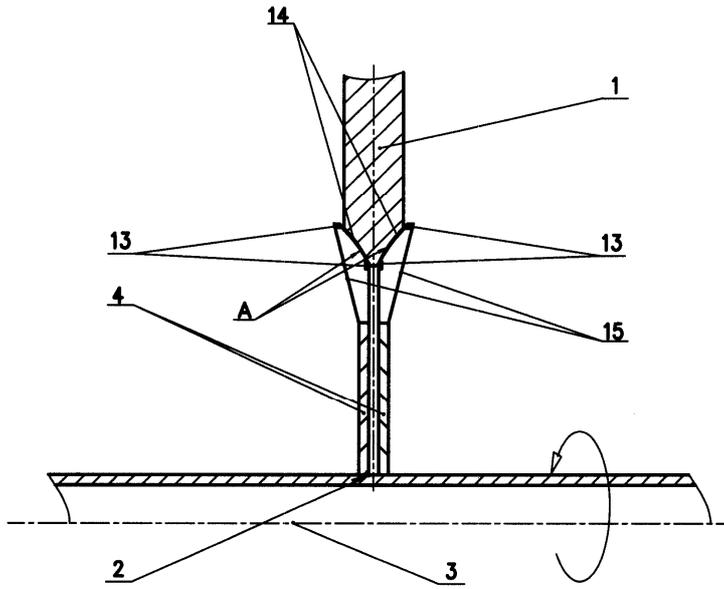
Фиг. 5



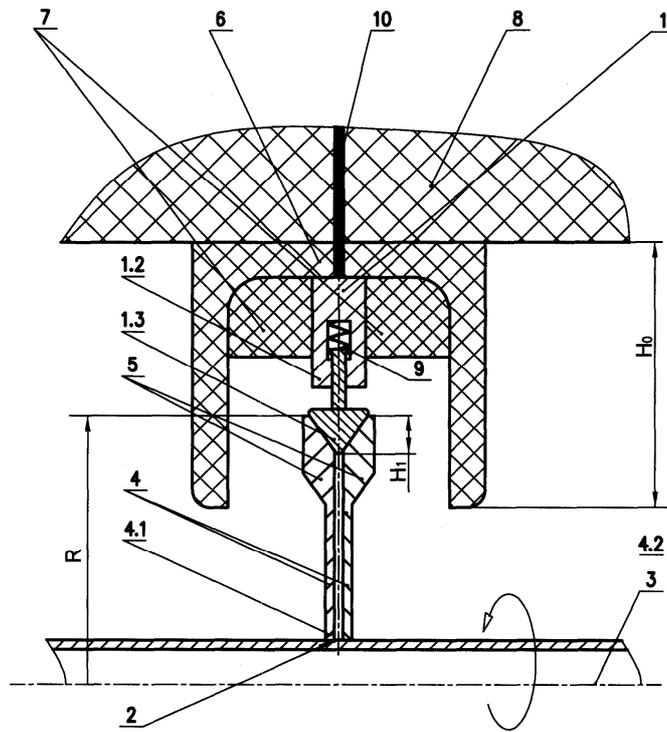
Фиг. 6



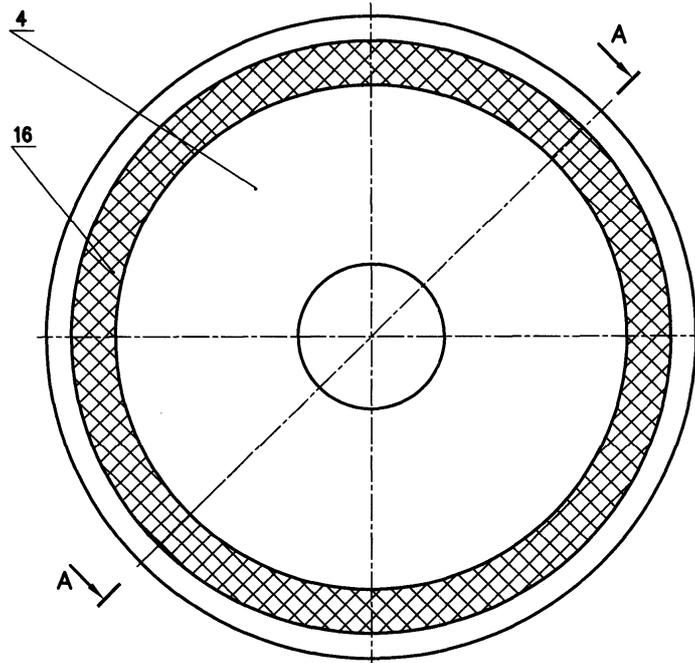
Фиг. 7



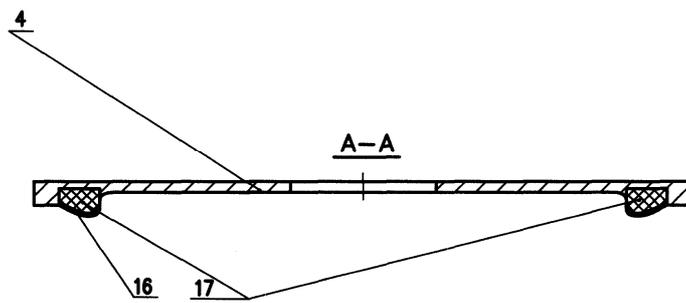
Фиг. 8



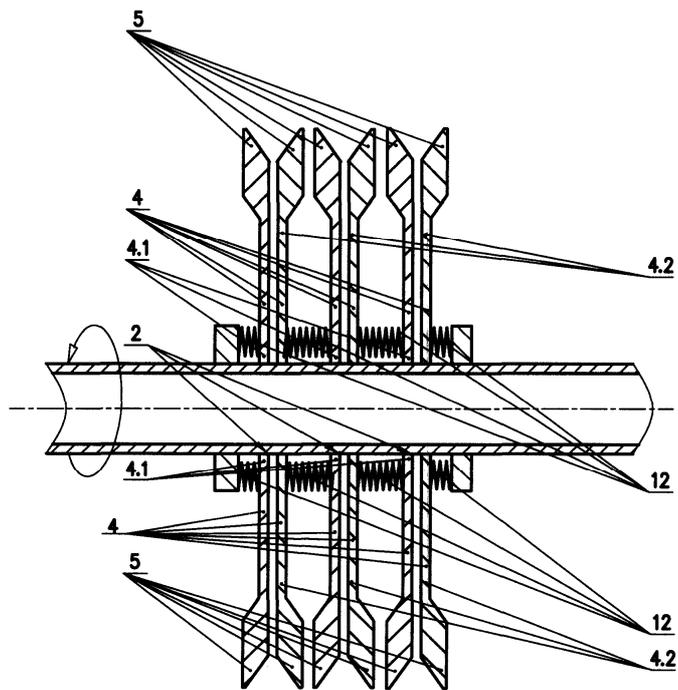
Фиг. 9



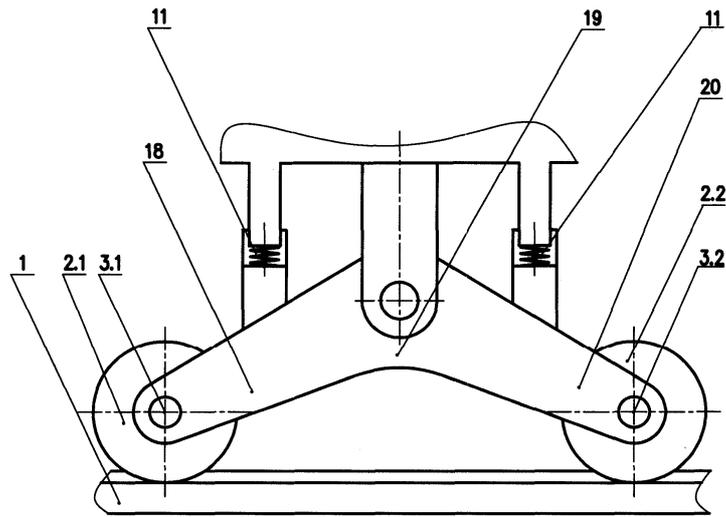
Фиг. 10



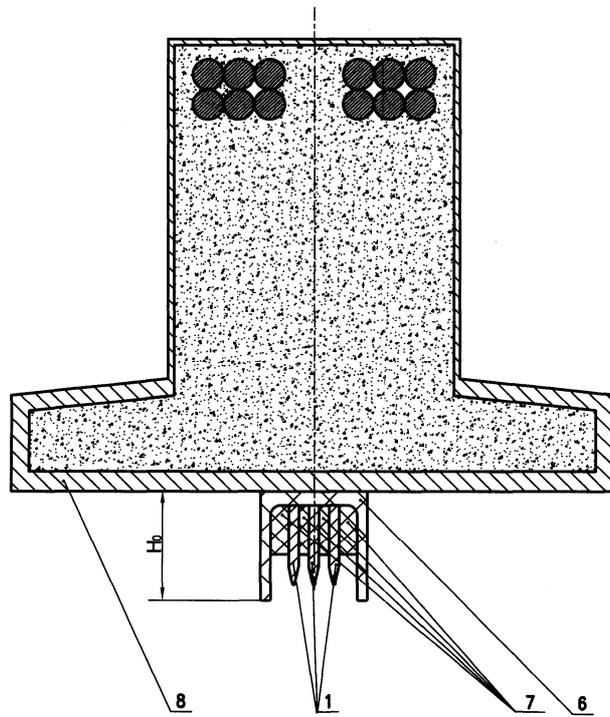
Фиг. 11



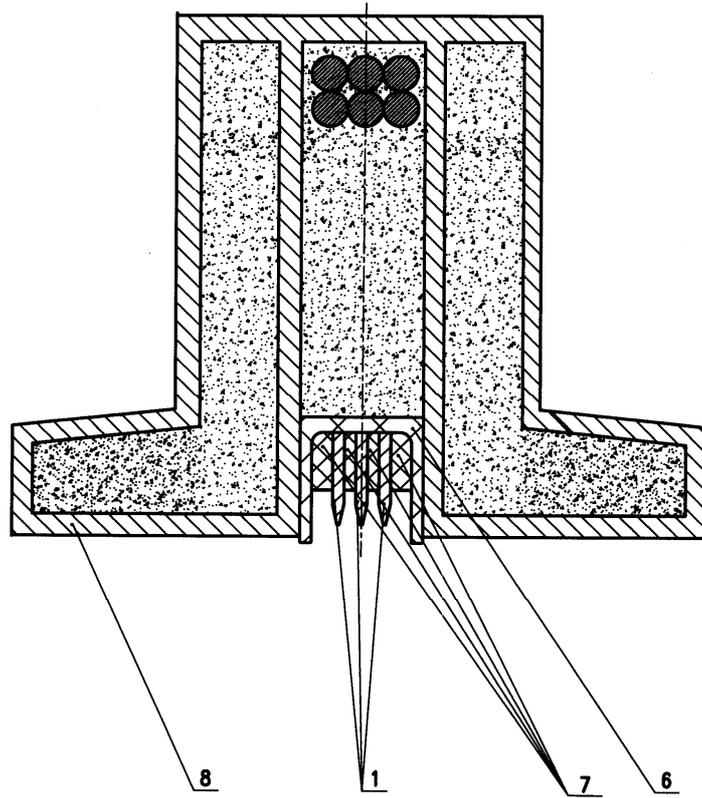
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15

