



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G01N 3/28 (2024.01); G01B 5/30 (2024.01); B21B 19/02 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023132424, 08.12.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.12.2023

Дата регистрации:
20.03.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.12.2023

(45) Опубликовано: 20.03.2024 Бюл. № 8

Адрес для переписки:

119991, Москва, ГСП-1, В-49, Ленинский пр-кт,
4, НИТУ МИСИС, отдел интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Скрипаленко Михаил Михайлович (RU),
Романцев Борис Алексеевич (RU),
Рогачев Станислав Олегович (RU),
Баженов Вячеслав Евгеньевич (RU),
Скрипаленко Михаил Николаевич (RU),
Воротников Владимир Андреевич (RU),
Сидорова Татьяна Юрьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Национальный
исследовательский технологический
университет "МИСИС" (RU)

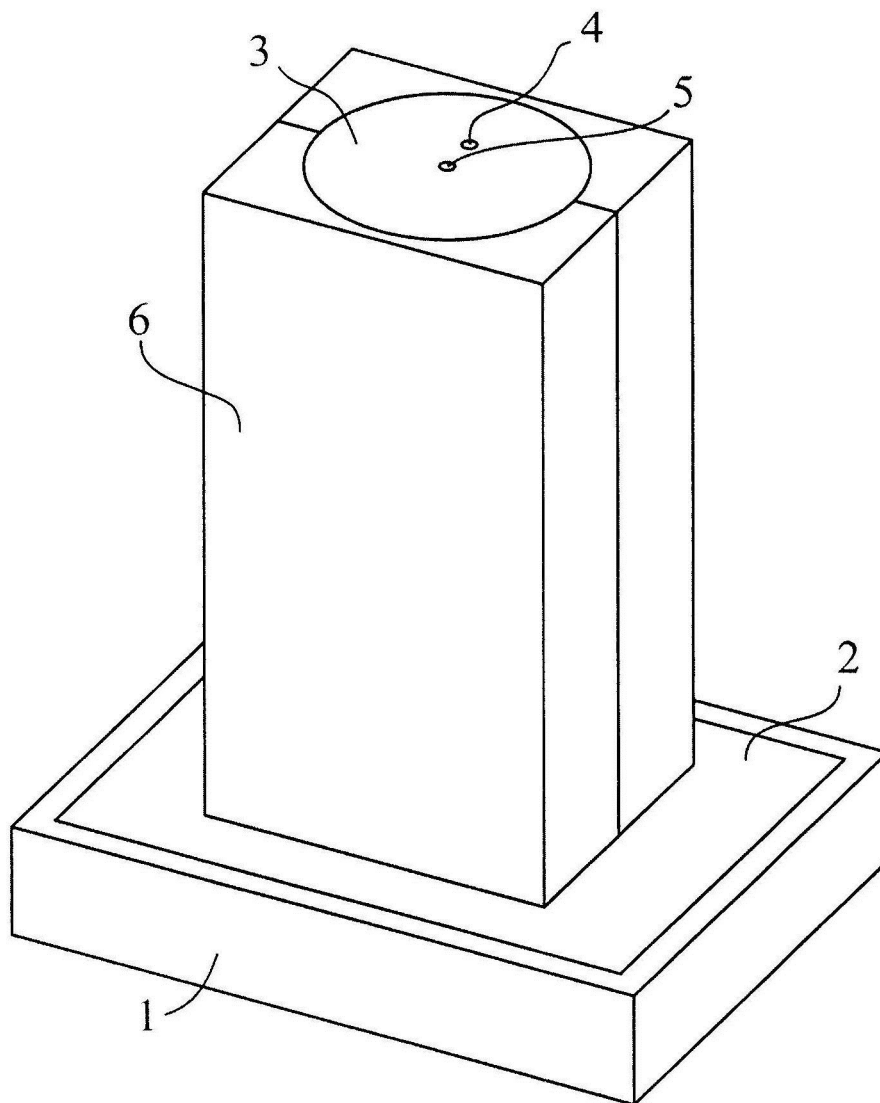
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 868320 A1, 30.09.1981. RU 2735435
C1, 02.11.2020. SU 1115820 A1, 30.09.1984. SU
986522 A1, 07.01.1983. RU 2506138 C2, 10.02.2014.
SU 1258528 A1, 23.09.1986. GB 466764 A,
04.06.1937.

(54) Образец для исследования пластического течения и деформированного состояния при винтовой прокатке

(57) Реферат:

Полезная модель относится к измерительной
технике, а именно к исследованию течения и
оценке деформации твердых тел. Образец для
исследования пластического течения и
деформированного состояния при винтовой
прокатке, который выполнен в виде цилиндра с
двумя продольными отверстиями. Отверстия
проходят по всей длине образца. В отверстиях
жестко закреплены две вставки. Цилиндр

изготовлен из алюминия, вставки изготовлены
из меди. Вставки имеют поперечное сечение в
виде круга. При этом диаметр каждой из вставок
составляет 1/12 от диаметра образца. Ось одной
из вставок совпадает с осью образца, а ось второй
вставки параллельна оси образца и находится на
расстоянии половины радиуса образца от оси
образца.



Фиг. 1

Полезная модель относится к измерительной технике, а именно к исследованию течения и оценке деформации твердых тел.

Известен способ исследования течения металла при горячей штамповке изделий (RU 2506138, опубликовано 10.02.2014, бюллетень №4). В рамках данного способа используется композитная заготовка (образец). Данная заготовка эффективна при исследовании течения металла при горячей штамповке, но, в силу разности напряженно-деформированного состояния при штамповке и винтовой прокатке неэффективна для исследования пластического течения в рамках винтовой прокатки.

Известен образец для определения характеристик напряженно-деформированного состояния (SU 1388171 A1, опубликовано 15.04.88, бюл. №14). Образцы предлагаемой конструкции непригодны для исследований процессов винтовой прокатки, так как представляют собой пирамиды или конусы, а не цилиндры, и, следовательно, будут разрушаться в процессе формоизменения. Или же деформироваться так, что будет иметь место такое искажение наносимых на образцы квадратов и прямоугольников, что дальнейшее проведение измерений будет невозможным.

Известен образец для исследования напряженно-деформированного состояния (SU 946707, опубликован 30.07.82, бюллетень №28). Образец крайне сложен в изготовлении. Для получения образца используют свинцовый цилиндр, на котором намотана проволока по винтовой линии с заданным шагом. Свинцовая заготовка помещается в полый цилиндр и заливается свинцом. На остывшую заготовку снова наматывается проволока по винтовой линии с тем же заданным шагом, после чего свинцовый образец помещается в другой полый цилиндр, у которого диаметр больше диаметра главного цилиндра, и заливается другим слоем свинца. Затем еще образец подвергают прессованию. После прокатки образец разрезают и исследуют положение проволок. При этом в процессе прокатки проволоки могут рваться и деформироваться до такой степени, что дальнейшая обработка результатов будет невозможна. Использование данного образца не позволяет оценить напряженно-деформированное состояние областей, лежащих на оси заготовки, то есть в ее центре.

Известен образец для исследования пластического течения металла при винтовой прокатке (SU 1115820 A, опубликовано 30.09.84, бюллетень №36). Образец сложен в изготовлении. Образец изготавливается из слоев, слои образованы наплавленным металлом разных марок сталей. Наплавка слоев происходит в паз образца. Из этого паза все слои могут вывалиться в процессе прокатки. Нет данных о возможности использования данного образца при обжатиях выше 20%. В случае успешной деформации в стане винтовой прокатки (без разрушения и повреждения слоев из разных марок сталей) для обработки результатов требуются существенные временные затраты, в том числе, вырезка темплетов, травление и изучение полученных шлифов.

Наиболее близким предлагаемой полезной модели является образец для исследования напряженно-деформированного состояния при винтовой прокатке (SU 868320, опубликовано 30.09.1981, бюллетень №36). Образец имеет два паза по всей длине, выполненными по винтовой линии на образующей поверхности цилиндра и расположенных под углом 90° к друг другу пластин с нанесенными с двух сторон координатными сетками, расстояние между которыми в центре образца равно шагу координатной сетки. Все указанное существенно усложняет процесс изготовления образца. Пластины могут вывалиться из образца в процессе прокатки. Координатные сетки на поверхностях обеих пластин могут оплавиться или исказиться так, что их дальнейшее измерение будет невозможным, а значит и оценка напряженно-деформированного состояния и пластического течения не может быть произведена.

Техническим результатом предлагаемой полезной модели является повышение эффективности и надежности при исследовании пластического течения и деформированного состояния при винтовой прокатке. Надежность повышается благодаря тому, что в конструкции заготовки нет каких-либо слоев, тонких проволочек, плохо закрепленных в пазах вставок, в том числе с координатными сетками, что повышает вероятность прокатки образца без разрушения, разламывания по границам слоев, вываливанием вставок из пазов и др. Благодаря отсутствию координатных сеток или проволочек в конструкции образца они не оплавятся, не деформируются до состояния невозможности измерений и дальнейшей обработки результатов измерений. Эффективность повышается за счет того, что, в отличие от других образцов можно оценивать напряженно-деформированное состояние как в центре заготовки, так и на радиусе. Нет необходимости в длительном измерении размеров ячеек координатной сетки по окончании прокатки. Напряженно-деформированное состояние при сравниваемых режимах прокатки оценивается по количеству разрушений вставок по длине. Также по углу скрутки вставок можно оценить геликоидальность истечения материала образцов.

Технический результат достигается следующим образом.

Образец выполнен в виде цилиндра с двумя продольными отверстиями по всей его длине. В отверстиях жестко закреплены две вставки. При этом цилиндр выполнен из алюминия. Вставки имеют поперечное сечение в виде круга. Вставки изготовлены из меди. Диаметр каждой из вставок составляет 1/12 от диаметра образца. Ось одной из вставок совпадает с диаметром образца. Ось другой вставки параллельна оси образца и находится на расстоянии половины радиуса образца от оси образца.

Полезная модель поясняется чертежом.

На фиг. 1 представлен изометрический вид модели, иллюстрирующий изготовление образца.

На фиг. 2 представлены изображения рентгеновских снимков образцов после прокатки с различными углами подачи.

На фиг. 3 представлены части после разрезания образцов.

На фиг. 4 представлены трехмерные модели заготовок после прокатки.

На фиг. 5 показаны углы скрутки вставок каждого из образцов.

Примером использования образца предлагаемой конструкции является прокатка в трехвалковом стане МИСиС-100Т при углах подачи валков 12° и 20° . Медные вставки (99,7 вес.% Cu), диаметром 5 мм и длиной 200 мм были плакированы алюминием (99,85 вес.% Al). Процесс плакирования заключался в плавке алюминия в высоком и узком стальном тигле с добавлением флюса следующего состава: 43% KCl, 37% LiCl, 10% NaCl, 10% NaF (мас.%). Благодаря низкой плотности и низкой температуре плавления расплав флюса находился сверху тигля (над расплавом алюминия) и образовывал слой толщиной 10-20 мм. Медные вставки были помещены внутрь флюса и расплава. После этого плакирующий слой алюминия сформировался вокруг медных прутков.

Изготовление образца проиллюстрировано на фиг. 1: 1 - стальная опока, 2 - форма из холоднотвердеющей смеси, 3 - алюминий образца, 4, 5 - медные вставки, 6 - изложница из алюминиевого сплава АК7. Плакированные медные вставки 4,5 были установлены на подложке 2 из холоднотвердеющей смеси (ХТС). Затем на подложку 2 из ХТС была установлена изложница 6 из сплава АК7. Перед заливкой форму окрашивали кокильной краской Cillolin A1285. Расплав алюминия 3 был приготовлен в графитошамотном тигле, дегазацию проводили гексахлорэтаном. Получили образцы диаметром 60 мм и длиной 200 мм с медными вставками внутри. Прокатку полученных образцов провели

в трехвалковом стане МИСиС-100Т. Перед прокаткой образцы нагревали до 400°С и выдерживали в печи в течение 3 ч. Прокатку осуществляли при углах подачи валков 12° и 20°, угол раскатки при всех прокатках составлял 10°. Рентгеновские снимки образцов после прокатки получали с помощью универсального рентгентелевизионного

5 комплекса Филин 238.
На фиг. 2 показаны рентгеновские снимки: 7 - образец после трехвалковой винтовой прокатки с углом подачи валков 12°, 8-образец после трехвалковой винтовой прокатки с углом подачи валков 20°.

На фиг. 2 видно, что после прокатки с углом подачи валков 12° в образце 7 медная
10 вставка в центре имеет 3 разрыва, медная вставка на середине радиуса - один. После прокатки с углом подачи 20° в образце 8 вставка в центре заготовки имеет 4 разрыва, вставка на середине радиуса - 3 разрыва. Можно предположить, учитывая большее количество разрывов вставок после прокатки с углом подачи 20°, что при большем угле подачи (20°) растягивающие напряжения, испытываемые вставками выше, чем
15 при угле подачи 12°. Также видно, что вставка на середине радиуса после прокатки образца 8 с углом подачи 20° сильнее скручена, чем вставка на середине радиуса образца 7 после прокатки при угле подачи 12°. При прокатке при угле подачи валков 20°, по сравнению с прокаткой при угле подачи валков 12°, увеличивается деформационная нагрузка на центральный слой заготовки (вставка в центре заготовки) и на расстоянии
20 от центра (примерно середина радиуса заготовки) - больше разрушения для обеих вставок образца 8.

После того, как были получены рентгеновские снимки, для дальнейших исследований у прокатанных заготовок отрезали утяжины на переднем и заднем торце. После
отрезания заготовки имели плоские торцы. Затем каждую заготовку разрезали в
25 поперечном направлении на 10 равных по толщине частей, согласно фиг. 3:9 - части заготовки после прокатки при угле подачи 12°, 10 - части заготовки после прокатки при угле подачи 20°. На внутренней поверхности каждой части с целью фиксации ее положения относительно неразрезанной заготовки имелись цветовые метки: синяя - вертикаль, красная - горизонталь слева, черная - горизонталь справа. Указанные метки
30 использовали для расположения каждой части при фотографировании и дальнейшей обработки полученных фотографий.

Используя данные фиг. 3 с помощью программы трехмерного компьютерного проектирования SolidWorks создали трехмерные модели заготовок после прокатки. На
фиг. 4:11- модель заготовки после прокатки с углом подачи 12°, 12 - модель заготовки
35 после прокатки с углом подачи 20°. Оценили угол скрутки медной вставки, расположенной на середине радиуса заготовки, относительно вставки, расположенной в центре заготовки. На фиг. 5:13- вид с торца заготовки после прокатки с углом подачи 12°, 14 - вид с торца заготовки после прокатки с углом подачи 20°. При прокатке с углом подачи 12° угол составил 65°, с углом подачи 20-110°. Такие же значения углов
40 скрутки можно получить, оценивая положения сечений медных вставок на частях заготовок на фиг. 3. Данные об углах скрутки вставок позволяют оценить, как качественно, так и количественно геликоидальность истечения материала. Учитывая больший градус скрутки при прокатке с углом подачи 20°, геликоидальность («скручивание» течения металла при деформации) при этом угле подачи выражена
45 более четко. Описываемая после прокатки при угле подачи 12° медной вставкой винтовая линия имеет шаг в 1,7 раза больший, чем после прокатки при угле подачи 20°. Полученные данные могут быть использованы при выборе параметров и проектировании режимов винтовой прокатки.

(57) Формула полезной модели

Образец для исследования пластического течения и деформированного состояния при винтовой прокатке, выполненный в виде цилиндра с двумя продольными
5 отверстиями по всей его длине, в которых жестко закреплены две вставки, отличающийся тем, что цилиндр изготовлен из алюминия, вставки имеют поперечное сечение в виде круга, вставки изготовлены из меди, диаметр каждой из вставок составляет $1/12$ от диаметра образца, ось одной из вставок совпадает с осью образца, ось второй вставки параллельна оси образца и находится на расстоянии половины радиуса образца от оси
10 образца.

15

20

25

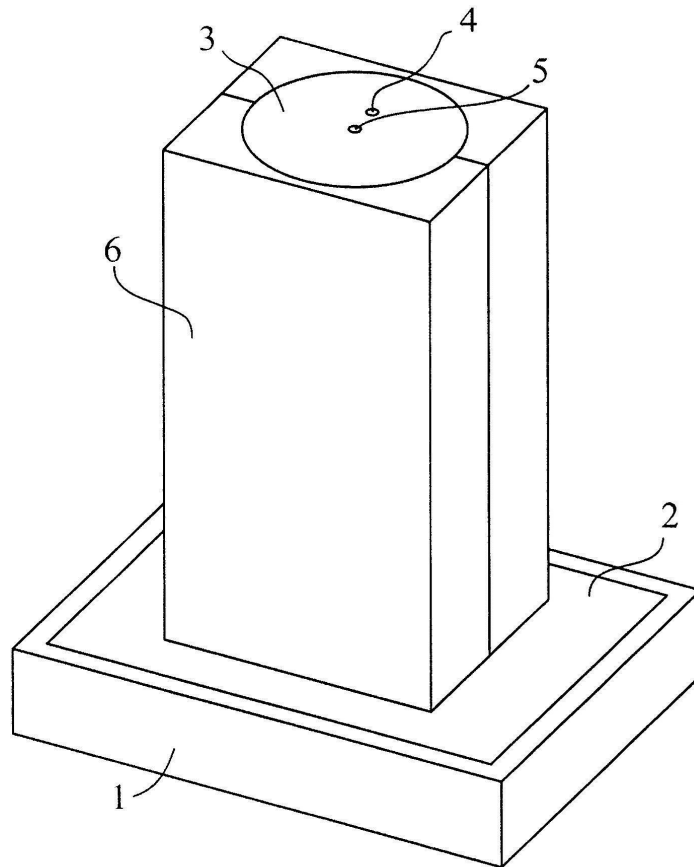
30

35

40

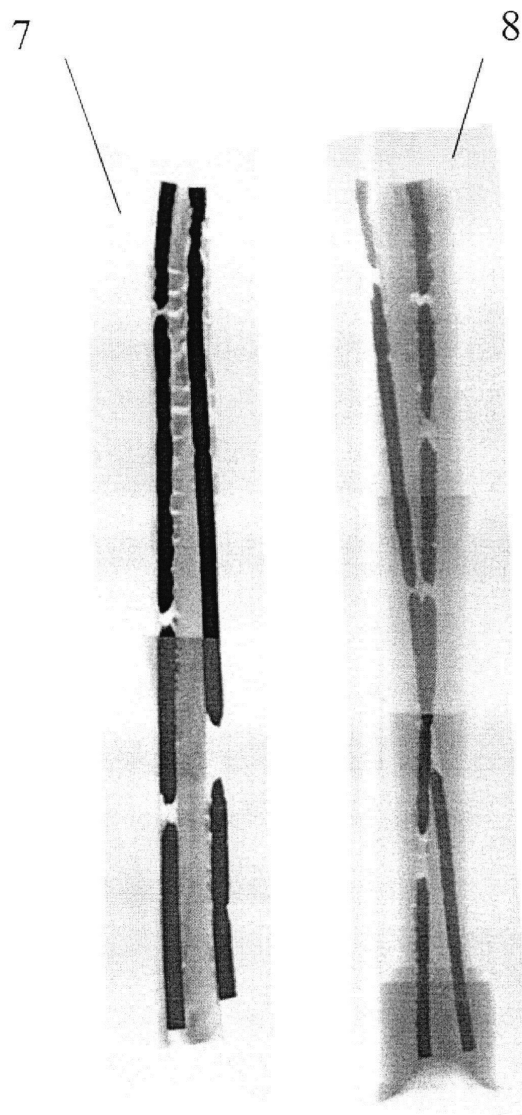
45

1

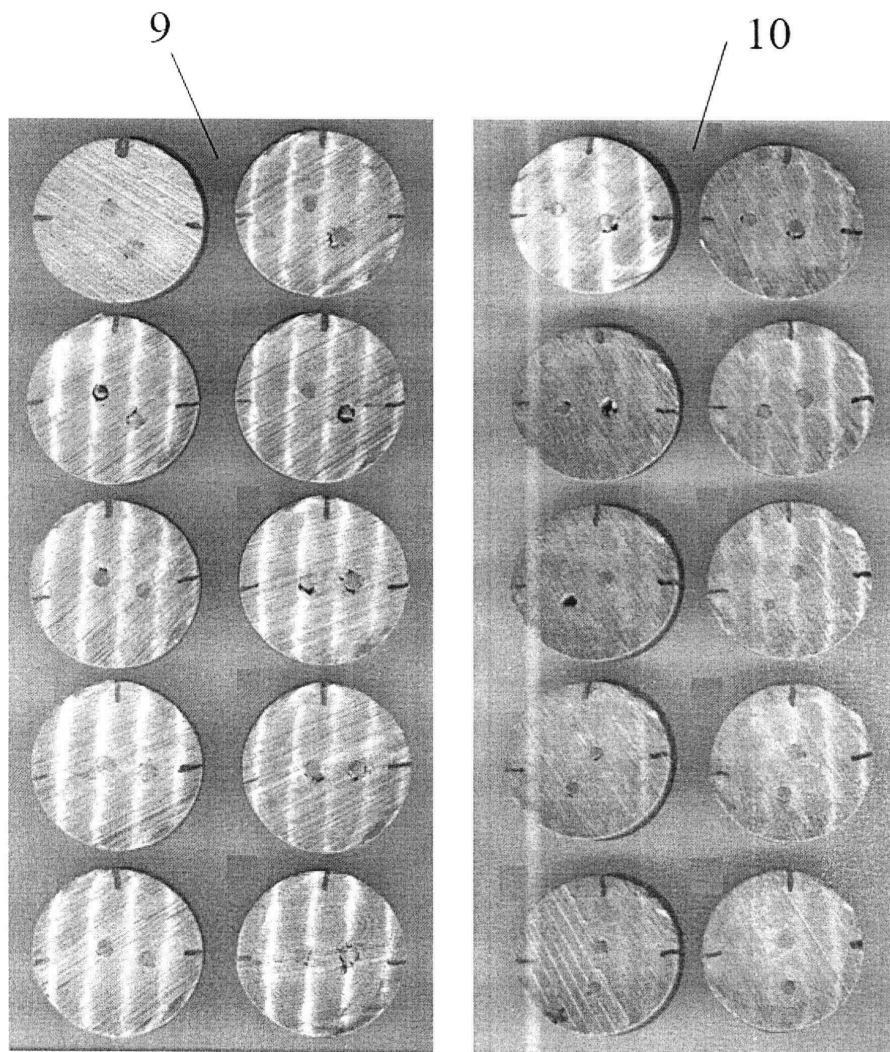


Фиг. 1

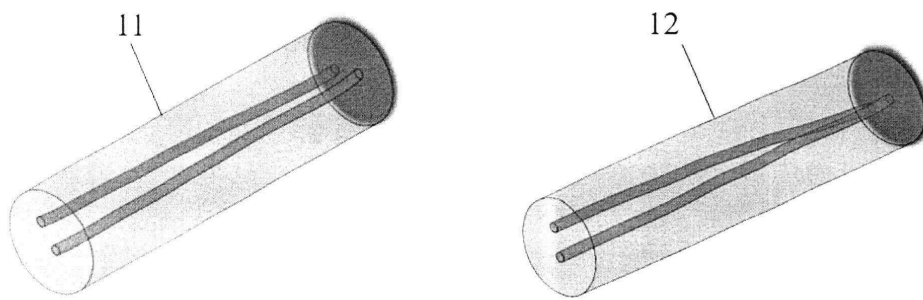
2



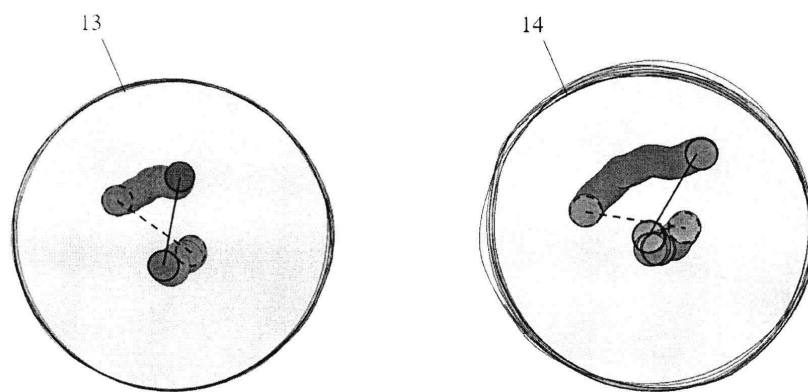
Фиг. 2



Фиг.3



Фиг. 4



Фиг. 5