



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014127258/11, 03.07.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.07.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.07.2014

(45) Опубликовано: 10.11.2015 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2468969 C2, 10.12.2012; JP H0260900
A, 01.03.1990; RU 2258640 C1, 20.08.2005

Адрес для переписки:

443009, г. Самара, ул. Земеца, 18, АО
"РКЦ"Прогресс", Отдел интеллектуальной
собственности и информационного обеспечения

(72) Автор(ы):

Сороколетов Владимир Иванович (RU),
Плетнева Наталия Александровна (RU),
Богданов Николай Александрович (RU),
Юдинцев Вадим Вячеславович (RU),
Афанасьев Анатолий Петрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

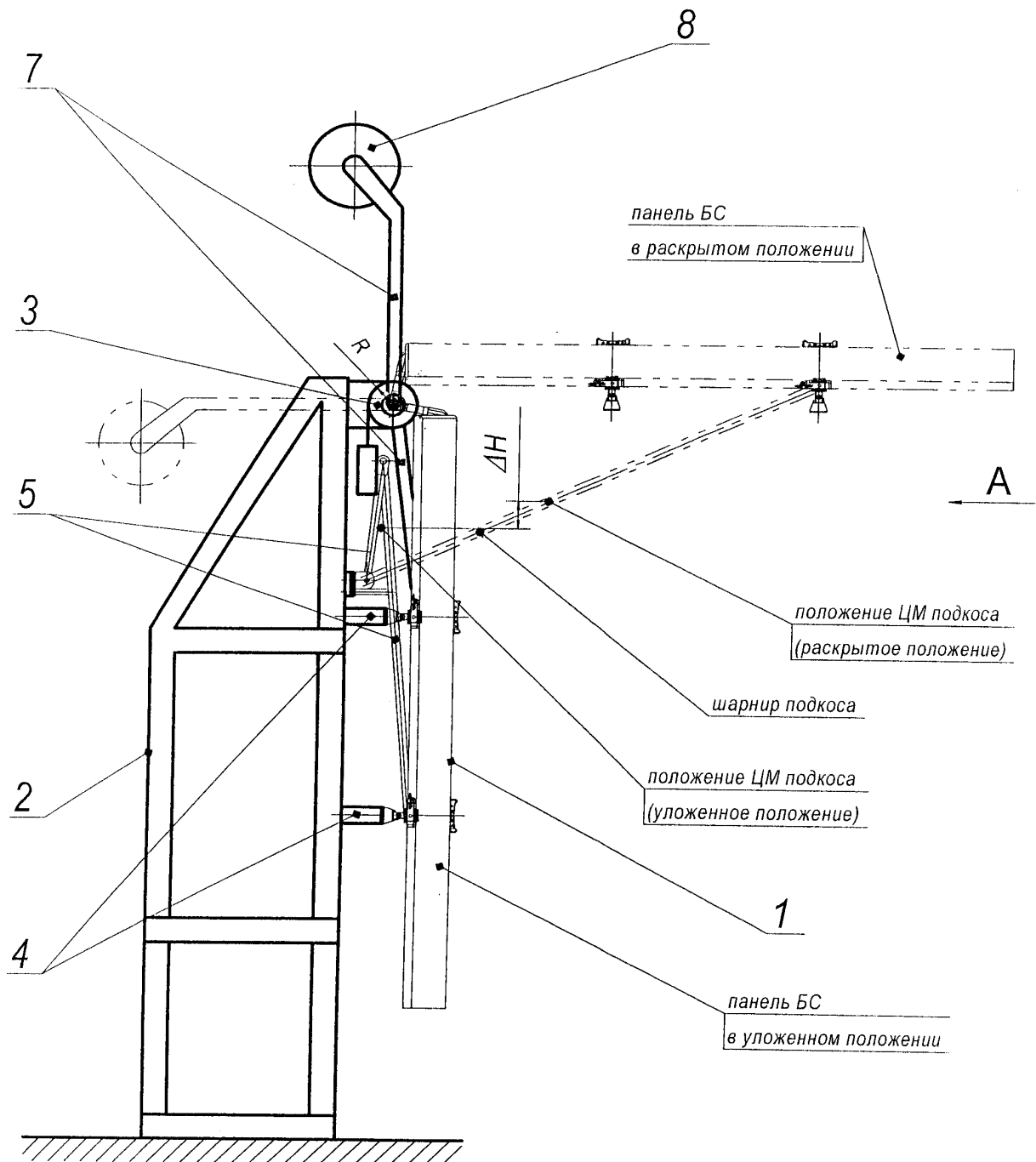
Российская Федерация, от имени которой
выступает Министерство обороны
Российской Федерации (RU),
Акционерное общество "Ракетно-
космический центр "Прогресс" (АО "РКЦ
"Прогресс") (RU)

(54) СТЕНД ДЛЯ РАСКРЫТИЯ БАТАРЕИ СОЛНЕЧНОЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к космической технике и может быть использовано при проектировании стендов для наземных испытаний трансформируемых конструкций космических аппаратов, раскрывающихся в двух плоскостях, типа батареи солнечной (БС), с максимальным приближением к условиям невесомости. Панель БС и технологическая рама связаны между собой с обеспечением свободы перемещения в продольном направлении относительно друг друга в месте связи. Центр масс сборки «технологическая рама с балансировочным грузом + панель БС без подкосов» совпадает с

осью вращения технологической рамы с балансировочным грузом. Вторые звенья подкосов панели БС шарнирно закреплены на вертикальной ферме стенда. Компенсатор выполнен в виде груза, вес которого должен быть таким, чтобы создать вращающий момент, компенсирующий работу сил тяжести звеньев раскладывающихся подкосов. Техническим результатом изобретения является упрощение конструкции стенда и создание условий максимального приближения процесса раскрытия панелей БС в наземных условиях к условиям невесомости. 2 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014127258/11, 03.07.2014

(24) Effective date for property rights:
03.07.2014

Priority:

(22) Date of filing: 03.07.2014

(45) Date of publication: 10.11.2015 Bull. № 31

Mail address:

443009, g. Samara, ul. Zemetsa, 18, AO
"RKTs"Progress", Otdel intellektual'noj
sobstvennosti i informacionnogo obespechenija

(72) Inventor(s):

Sorokoletov Vladimir Ivanovich (RU),
Pletneva Natalija Aleksandrovna (RU),
Bogdanov Nikolaj Aleksandrovich (RU),
Judintsev Vadim Vjacheslavovich (RU),
Afanas'ev Anatolij Petrovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Rossijskaja Federatsija, ot imeni kotoroj
vystupaet Ministerstvo oborony Rossijskoj
Federatsii (RU),
Aksionernoe obshchestvo "Raketno-
kosmicheskij tsentr "Progress" (AO "RKTs
"Progress") (RU)

(54) **BENCH FOR SOLAR BATTERY DEPLOYMENT**

(57) Abstract:

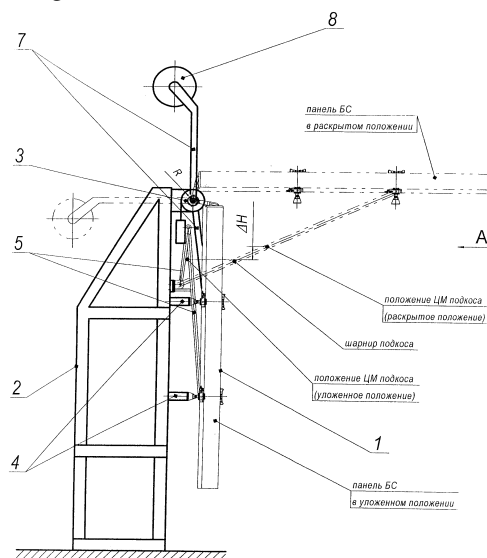
FIELD: test equipment.

SUBSTANCE: invention can be used for development of benches for ground tests of deployable structures of spacecrafts deployed in two planes, of the solar array (SA) type, with the maximum approximation to zero gravity conditions. SA panel and the handling fixture are connected among themselves with provisioning of freedom of movement in the longitudinal direction with reference to each other in the connection location. The centre of lot of assembly "handling fixture with balance load + SA panel without struts" coincides with the axis of rotation of the handling fixture with the balance load. The second links of struts of SA panel are hingedly fixed on the vertical frame of the bench. The compensator is implemented in the form of the load the weight of which is to be such to create the rotating moment compensating the work of gravity of links of the deployable struts.

EFFECT: simplification of the bench design and creation of conditions of maximum approximation of

the process of deployment of BS panels in ground conditions to zero gravity conditions.

2 dwg



Фиг.1

Изобретение относится к космической технике и может быть использовано при проектировании стендов для наземных испытаний трансформируемых конструкций космических аппаратов, раскрывающихся в двух плоскостях, типа батареи солнечной (БС), с максимальным приближением к условиям невесомости.

5 Известен испытательный стенд для раскрытия батареи солнечной (см. патент RU 2468969), состоящий из фермы, неподвижно установленной и закрепленной на основании, в верхней части которой закреплена неподвижная балка с шарнирными рычагами, имитирующими кинематические характеристики створок панели БС и соединенными со створками при помощи тросов, на которой закреплены испытываемая панель БС и
10 соосно с осью вращения панели БС технологическая рама с балансировочным грузом и моментом инерции, равным моменту инерции панели БС, которая взаимодействует с двухзвенным шарнирным подкосом панели БС, второе звено которого шарнирно закреплено на технологической раме, при этом вал вращения технологической рамы взаимодействует через кулачок и трос с пружинным компенсатором устранения влияния
15 веса раскладывающегося подкоса. Конструкция стенда позволяет испытывать БС как с одним подкосом, так и с двумя и более.

Известный испытательный стенд имеет следующие недостатки:

- раскрытие БС происходит по «обратной» схеме, т.к. отводится не панель БС с подкосом, как на реальном космическом аппарате, а технологическая рама,
20 имитирующая борт космического аппарата, с присоединенным к ней подкосом. Панель БС остается закрепленной на ферме стенда и не движется, а раскрываются только створки, из которых состоит панель. Таким образом, в процессе раскрытия панели БС не проверяется влияние деформаций панели на срабатывание защелок створок и подкоса, на саму динамику процесса раскрытия и отвода панели;
- 25 - размещение в верхней части фермы стенда системы обезвешивания створок панели БС усложняет его конструкцию, а само наличие системы обезвешивания искажает динамику раскрытия створок из-за присоединения к ним дополнительных инерционных масс в виде шарнирных рычагов и тросов. Система обезвешивания створок необходима, когда панель состоит из большого числа раскрываемых створок или створки имеют
30 большую массу при их малом количестве, т.к. в обоих случаях створки своим весом сильно нагружают каркасы створок и их узлы вращения.

Технической задачей изобретения является максимальное приближение условий раскрытия створок и отвода панели БС к условиям невесомости и упрощение конструкции стенда.

35 Техническая задача решается тем, что в стенде для раскрытия батареи солнечной (БС), включающем вертикальную ферму, на которой по штатным посадочным местам зафиксирована в исходном положении панель БС, взаимодействующая с двухзвенными шарнирными подкосами, шарнирно установленную технологическую раму с балансировочным грузом, при этом вал вращения батареи солнечной установлен соосно
40 с валом вращения технологической рамы, который охвачен кулачком, взаимодействующим через трос с компенсатором, а панель БС и технологическая рама с балансировочным грузом посредством узлов вращения закреплены в верхней части фермы с обеспечением их совместного вращения при раскрытии панели БС, и связаны между собой с обеспечением свободы перемещения в продольном направлении
45 относительно друг друга в месте связи, центр масс сборки «технологическая рама с балансировочным грузом + панель БС без подкосов» совпадает с осью вращения технологической рамы с балансировочным грузом, при этом вторые звенья подкосов панели БС шарнирно закреплены на вертикальной ферме стенда, а компенсатор

выполнен в виде груза, вес которого должен быть таким, чтобы создать вращающий момент, компенсирующий работу сил тяжести звеньев раскладывающихся подкосов, и определяется по формуле

$$G_{\text{груза}} = \frac{n \cdot A}{\pi \cdot R / 2},$$

где $A = G_{\text{под.}} \Delta H$ - работа сил тяжести одного подкоса при его раскладывании;

n - количество подкосов;

$G_{\text{под.}}$ - вес подкоса;

ΔH - изменение высоты центра тяжести подкоса;

R - радиус сектора кулачка.

Заявляемая конструкция стенда поясняется чертежами:

- фиг. 1 - общий вид стенда для раскрытия батареи солнечной;

- фиг. 2 - вид А на фиг. 1.

Стенд для раскрытия панели батареи солнечной 1 состоит из фермы 2, неподвижно установленной и закрепленной на полу помещения, в верхней части которой закреплен узел вращения 3 панели СБ 1, а на боковой поверхности фермы 2, имитирующей борт космического аппарата, закреплены штатные узлы фиксации 4 панели БС 1 и один конец двухзвенных подкосов 5, расположенных между панелью БС 1 с валом вращения 6 и фермой 2 в сложенном положении. На ферме 2 шарнирно установлена технологическая рама 7 с балансировочным грузом 8, при этом вал вращения 9 технологической рамы 7 установлен соосно с валом вращения 6 панели БС 1, а технологическая рама 7 и панель БС 1 имеют свободу перемещения в продольном направлении относительно друг друга в месте связи 10. Для компенсации влияния веса звеньев двухзвенных подкосов 5 на процесс раскрытия панели БС 1 на валу (на оси) вращения 9 технологической рамы 7 закреплен кулачок 11, взаимодействующий при помощи троса 12 с компенсатором 13, выполненным в виде груза, вес которого создает момент вращения, выполняющий работу, равную, но противоположную по знаку, работе, совершаемой силами веса раскладывающихся двухзвенных подкосов 5. Вес груза определяется по формуле:

$$G_{\text{груза}} = \frac{n \cdot A}{\pi \cdot R / 2},$$

где $A = G_{\text{под.}} \Delta H$ - работа сил тяжести одного подкоса при его раскладывании;

n - количество подкосов;

$G_{\text{под.}}$ - вес подкоса;

ΔH - изменение высоты центра тяжести подкоса;

R - радиус сектора кулачка.

Испытание на раскрытие панели БС 1 происходит следующим образом. В исходном состоянии панель БС 1 подвижно закреплена в верхней части фермы 2 и прижата к ее боковой поверхности, подвижные створки панели БС 1 сложены, панель БС 1 и ее створки зафиксированы штатными или технологическими замками (на чертеже не показаны) в зоне штатных посадочных мест 4, двухзвенные подкосы 5 сложены и занимают положение в соответствии с фиг. 1. Вал вращения 6 панели БС 1 установлен соосно с валом вращения 9 технологической рамы, причем технологическая рама 7 и панель БС 1 связаны между собой и имеют свободу перемещения в продольном направлении относительно друг друга в месте связи 10, а балансировочный груз 8

установлен так, чтобы центр масс сборки «технологическая рама + панель БС без подкосов» совпадал с осью вращения 9 технологической рамы 7. После срабатывания замков подвижные створки панели БС 1 освобождаются и под действием собственных пружин начинают раскрываться, при этом усилия в пружинных приводах вращения створок подобраны так, чтобы сначала, пока оси вращения створок панелей БС 1 оставались вертикальными и вес раскрывающихся створок не создавал паразитного момента, завершилось раскрытие створок, только потом начался отвод панели БС 1. После поворота створок панели БС 1 на определенный угол происходит окончательная расфиксация панели БС 1 от фермы 2, и, после полного раскрытия створок, панель БС 1 вместе с технологической рамой 7 и балансировочным грузом 8 под действием штатной пружины отвода панели БС 1 начинает отводиться от фермы 2. В процессе отвода панели БС 1 начинают раскрываться и подкосы 5, при этом собственный вес подкосов 5 создает тормозящий момент, что недопустимо, поэтому установленный компенсатор 13 с тросом 12, намотанным на кулачок 11, компенсирует тормозящую энергию движения подкосов 5 с помощью своего груза, вес которого подобран таким, чтобы работа, совершаемая грузом, была равна, но противоположна по знаку работе, совершаемой силами веса раскладывающихся подкосов 5. Начало и конец движения, и створок, и панели контролируются телеметрическими датчиками (на чертеже не показаны).

Заявленная конструкция стенда позволяет исключить систему обезвешивания и проводить испытания панелей солнечных батарей сложной конструкции с устранением влияния сил веса как панели, так и складываемых подкосов, что упрощает его конструкцию и создает условия максимального приближения процесса раскрытия панелей батарей солнечных в наземных условиях к условиям невесомости.

Формула изобретения

Стенд для раскрытия батареи солнечной (БС), содержащий вертикальную ферму, на которой по штатным посадочным местам зафиксирована в исходном положении панель БС, взаимодействующая с двухзвенными шарнирными подкосами, шарнирно установленную технологическую раму с балансировочным грузом, при этом вал вращения батареи солнечной установлен соосно с валом вращения технологической рамы, который охвачен кулачком, взаимодействующим через трос с компенсатором, отличающийся тем, что панель БС и технологическая рама с балансировочным грузом посредством узлов вращения закреплены в верхней части фермы с обеспечением их совместного вращения при раскрытии панели БС, и связаны между собой с обеспечением свободы перемещения в продольном направлении относительно друг друга в месте связи, причем центр масс сборки «технологическая рама с балансировочным грузом + панель БС без подкосов» совпадает с осью вращения технологической рамы с балансировочным грузом, при этом вторые звенья подкосов панели БС шарнирно закреплены на вертикальной ферме стенда, а компенсатор выполнен в виде груза, вес которого должен быть таким, чтобы создать вращающий момент, компенсирующий работу сил тяжести звеньев раскладывающихся подкосов, и определяется по формуле:

$$G_{\text{груза}} = \frac{n \cdot A}{\pi \cdot R / 2},$$

где $A = G_{\text{под}} \cdot \Delta H$ - работа сил тяжести одного подкоса при его раскладывании;

n - количество подкосов;

$G_{\text{под}}$ - вес подкоса;

ΔH - изменение высоты центра тяжести подкоса;
R - радиус сектора кулачка.

5

10

15

20

25

30

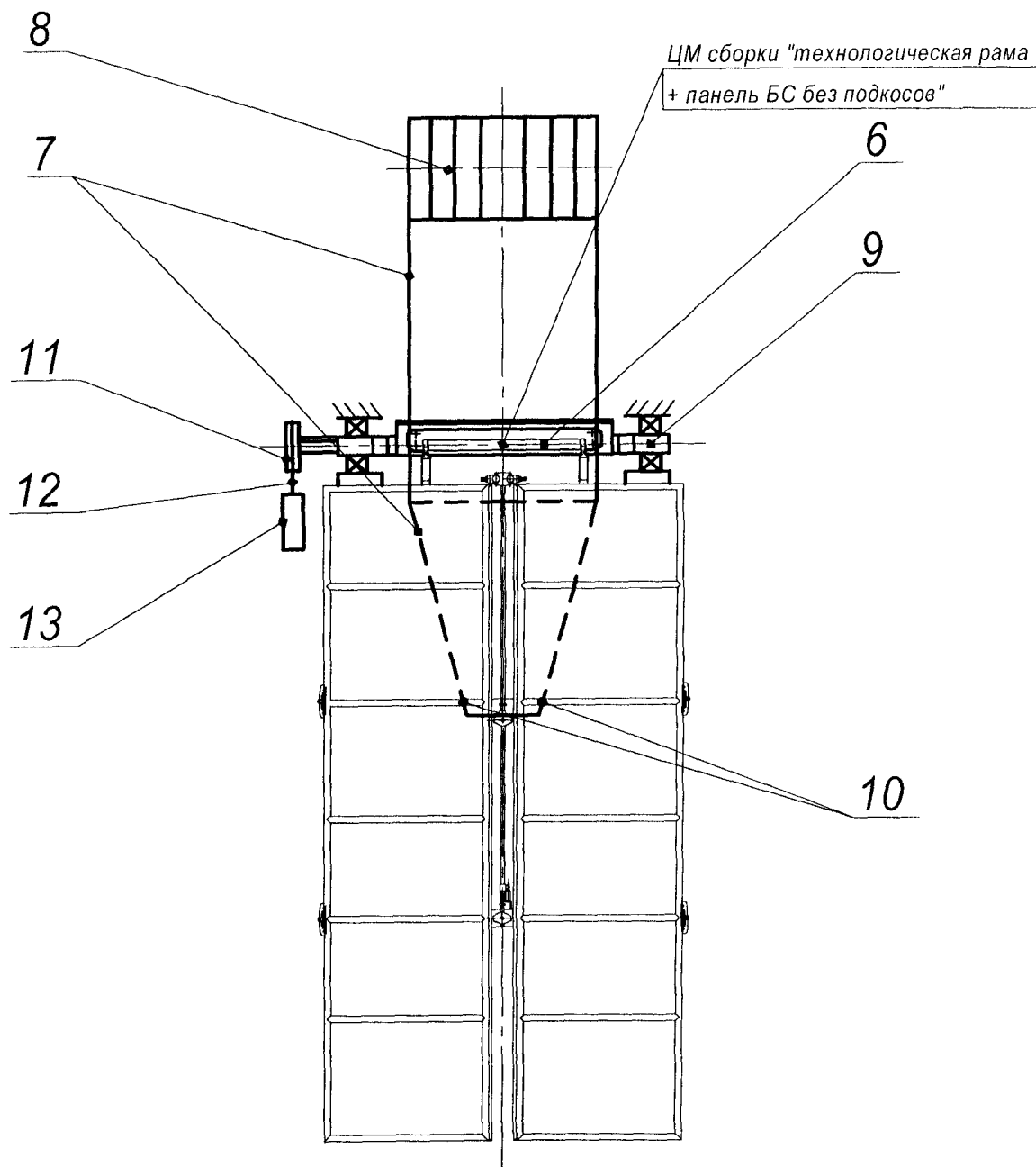
35

40

45

A

(ферма стенда условно не показана)



Фиг.2