



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**(12) ФОРМУЛА ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2017123656, 04.07.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
04.07.2017

Дата регистрации:  
30.10.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.07.2017

(45) Опубликовано: 30.10.2017 Бюл. № 31

Адрес для переписки:

241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, 14, Брянский  
государственный университет им. акад. И.Г.  
Петровского

(72) Автор(ы):

Лагерев Александр Валерьевич (RU),  
Лагерев Игорь Александрович (RU),  
Толкачев Евгений Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Брянский государственный  
университет имени академика И.Г.  
Петровского" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 165378 U1, 20.10.2016. RU  
2161589 C2, 10.01.2001. US 5082128 A1,  
21.01.1992.

**(54) ШАРНИР УСТРОЙСТВА СОЕДИНЕНИЯ ЗВЕНЬЕВ КРАНО-МАНИПУЛЯТОРНОЙ  
УСТАНОВКИ**

**(57) Формула полезной модели**

Шарнир устройства соединения звеньев крано-манипуляторной установки, образованный двумя парами проушин, каждая из которых неподвижно закреплена на конце металлоконструкции одного из соединяемых смежных звеньев, изготовлена из толстостенного листового проката и имеет соосные отверстия для установки в них промежуточных втулок с центральными отверстиями для размещения в них шарнирного пальца, отличающийся тем, что промежуточные втулки выполнены разборными в окружном направлении и состоящими не менее чем из четырех плотно контактирующих между собой V-образных сегментов.

RU  
174726  
U1

RU  
174726  
U1

## **Шарнир устройства соединения звеньев крано-манипуляторной установки**

Полезная модель относится к области подъемно-транспортного машиностроения, а именно к устройствам для разъемных соединений элементов металлоконструкций грузоподъемных машин, в частности, к устройствам для разъемных соединений смежных звеньев шарнирно-сочлененных грузоподъемных стрел крано-манипуляторных установок.

Известна конструкция шарнирно-сочлененной грузоподъемной стрелы крано-манипуляторной установки, состоящая из нескольких последовательно закрепленных между собой звеньев, устройство для соединения которых в единую кинематическую цепь выполняется с помощью шарниров, обеспечивающих при работе крано-манипуляторной установки возможность поворота смежных звеньев друг относительно друга вокруг оси шарнира с помощью приводных гидроцилиндров [Вайнсон, А.А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности: атлас конструкций / А.А. Вайнсон. – М.: Машиностроение, 1976. – 152 с.]. Конструктивно шарнир образован двумя парами проушин, каждая из которых неподвижно закреплена на конце металлоконструкции одного из соединяемых смежных звеньев крано-манипуляторной установки, изготовлена из толстостенного листового проката и имеет соосные отверстия для установки в них шарнирного пальца непосредственно или через цельную промежуточную втулку из антифрикционного материала для создания цилиндрического шарнира.

Существенным недостатком данного устройства является увеличение с течением времени эксплуатации крано-манипуляторной установки уровня динамических ударных нагрузок на транспортируемый груз и металлоконструкцию установки вследствие развития износа либо отверстий промежуточных втулок (при их наличии), либо непосредственно отверстий проушин (при отсутствии промежуточных втулок) с увеличением диаметра изнашиваемых отверстий и, как следствие, с увеличением зазора между шарнирными пальцами и поверхностью указанных отверстий. Решение задачи сохранения исходных технико-экономических показателей работы крано-манипуляторной установки в течение всего нормативного срока его эксплуатации в условиях постепенно нарастающего износа шарниров требует принятия конструктивных мер, направленных на исключение повышения уровня динамических ударных нагрузок.

Наиболее близким по своей технической сущности к предлагаемой полезной модели и принятой за ее прототип является устройство для соединения секций грузоподъемной стрелы крано-манипуляторной установки (Патент RU № 165378, В66С 23/64, 2016 г.), которое образовано двумя парами проушин, каждая из которых неподвижно закреплена на конце металлоконструкции одной из соединяемых смежных звеньев, изготовлена из толстостенного листового проката и имеет соосные отверстия для установки в них

шарнирного пальца для создания цилиндрического шарнира, причем шарнирный палец выполнен удлиненным за счет исполнения цилиндрического хвостовика шарнирного пальца, на котором установлено металлическое кольцо, имеющее возможность свободного скольжения относительно поверхности хвостовика, а с наружной поверхностью этого кольца по его периметру контактируют расположенные радиально по отношению к продольной оси шарнирного пальца кольцевые упругие амортизирующие элементы и имеющие неподвижное крепление к одному из смежных звеньев крано-манипуляторной установки.

Существенным недостатком рассмотренного прототипа является то, что для установки амортизирующих элементов требуется удлинение шарнирного пальца с обеих сторон в продольном направлении за счет исполнения цилиндрических хвостовиков, что приводит к увеличению габаритного размера стрелы крано-манипуляторной установки. Кроме того, включение в конструкцию устройства соединения смежных звеньев дополнительных конструктивных элементов (кроме хвостовиков – амортизирующих элементов, толстостенного корпуса, глухой крышки, крепежных деталей) также ведет к дополнительному увеличению габаритного размера и массы стрелы крано-манипуляторной установки, что будет приводить к определенному ухудшению грузо-высотных характеристик стреловых кранов-манипуляторов. При этом положительное воздействие рассматриваемого устройства для соединения секций грузоподъемной стрелы крано-манипуляторной установки на уровень динамических ударных нагрузок на транспортируемый груз и металлоконструкцию крано-манипуляторной установки начинает сказываться лишь по истечению некоторого времени эксплуатации, причем до наступления этого момента (в начальный период эксплуатации) присутствие данного устройства может приводить, наоборот, к некоторому повышению уровня ударных нагрузок по сравнению со случаем его отсутствия [Лагерев, И.А. Моделирование рабочих процессов манипуляционных систем мобильных многоцелевых транспортно-технологических машин и комплексов: монография / И.А. Лагерев. – Брянск: РИО БГУ, 2016. – 371 с.].

Технической задачей, на решение которой направлена предлагаемая полезная модель, является улучшение массо-габаритных характеристик устройства соединения звеньев крано-манипуляторной установки и исключение действия динамических ударных нагрузок на транспортируемый груз и металлоконструкцию самой крано-манипуляторной установки в течение всего срока ее эксплуатации, включая и начальный период. Это также обуславливает повышение показателей надежности и коэффициента технического использования крано-манипуляторной установки в целом.

Для решения указанной технической задачи шарнир устройства соединения звеньев крано-манипуляторной установки, образованный двумя парами проушин, каждая из которых неподвижно закреплена на конце металлоконструкции одного из соединяемых смежных звеньев, изготовлена из толстостенного листового проката и имеет соосные отверстия для установки в них промежуточных втулок с центральными отверстиями для размещения в

них шарнирного пальца, причем промежуточные втулки выполнены разборными в окружном направлении и состоящими не менее чем из четырех плотно контактирующих между собой V-образных сегментов.

Полезная модель поясняется более подробно с помощью чертежей. Все не требующиеся для непосредственного понимания полезной модели элементы исключены.

На фиг. 1 показана исходная конструкция шарнира устройства соединения смежных звеньев крано-манипуляторной установки (вид сбоку); на фиг. 2 – исходная конструкция шарнира устройства соединения смежных звеньев (разрез А-А на фиг. 1); на фиг. 3 – схема реализации взаимного смещения смежных звеньев при увеличении диаметра отверстий проушин; на фиг. 4 – модернизированный шарнир устройства соединения смежных звеньев (продольный разрез); на фиг. 5 – модернизированный шарнир устройства соединения смежных звеньев (разрез Б-Б на фиг. 4).

Исходная конструкция шарнира устройства для соединения смежных звеньев крано-манипуляторной установки включает следующие элементы (фиг. 1, 2). Шарнир устройства для соединения смежных звеньев 1 (фиг. 1-5) и 6 (фиг. 1-5) образован двумя парами проушин 2 и 5 (фиг. 1-5), каждая из которых неподвижно закреплена на конце металлоконструкции одного из соединяемых смежных звеньев, а именно: проушины 2 (фиг. 1-5) неподвижно закреплены на конце звена 1 (фиг. 1-5) с помощью сварных швов 9 (фиг. 2, 3, 5), проушины 5 (фиг. 1-5) неподвижно закреплены на конце звена 6 (фиг. 1-5) с помощью сварных швов 10 (фиг. 2, 3, 5). Проушины 2 и 5 (фиг. 1-5) изготовлены из толстостенного листового проката и имеют соосные отверстия для установки в них цельных промежуточных втулок 4 и 7 (фиг. 1-3) из антифрикционного материала. В центральных отверстиях промежуточных втулок 4 и 7 (фиг. 1-3) выполняется установка шарнирного пальца 3 (фиг. 1-5) для создания цилиндрического шарнира устройства соединения смежных звеньев 1 (фиг. 1-5) и 6 (фиг. 1-5) крано-манипуляторной установки. С помощью приводного гидроцилиндра 8 (фиг. 1) обеспечивается возможность поворота смежных звеньев 1 (фиг. 1-5) и 6 (фиг. 1-5) друг относительно друга вокруг оси шарнира. Для предохранения поверхностей контактирования шарнирного пальца 3 (фиг. 1-5) и отверстий проушин 2 и 5 (фиг. 1-5) от попадания загрязнений (пыли, влаги, абразивных частиц и т.п.) и возможности их смазки устанавливаются крышки – глухие 11 (фиг. 2, 3) и с центральным отверстием 12 (фиг. 2, 3) для прохождения шарнирного пальца 3 (фиг. 1-5), которые с помощью разъемного болтового соединения крепятся к проушинам 2 и 5 (фиг. 1-5) соответственно.

С течением времени эксплуатации крано-манипуляторной установки (фиг. 3) из-за изнашивания и смятия поверхности отверстий проушин 2 и 5 (фиг. 1-5) в условиях трения скольжения между ними и поверхностью шарнирного пальца 3 (фиг. 1-5) при действии высокого контактного давления, обусловленного, в первую очередь, весом транспортируемого груза, происходит постепенная выработка центральных отверстий промежуточных втулок 4 и 7 (фиг. 1-3) проушин 2 и 5 (фиг. 1-5), т.е. увеличение их диаметра.

Как результат, в шарнире появляются зазоры:  $\delta_1$  (фиг. 3) – между поверхностью отверстия промежуточной втулки 4 (фиг. 1-3) проушины 2 (фиг. 1-5) и поверхностью шарнирного пальца 3 (фиг. 1-5);  $\delta_2$  (фиг. 3) – между поверхностью отверстия промежуточной втулки 7 (фиг. 2, 3) проушины 5 (фиг. 1-5) и поверхностью шарнирного пальца 3 (фиг. 1-5). Максимально допустимая выработка отверстий для соединения элементов металлоконструкции грузоподъемных машин регламентируется нормативными документами Ростехнадзора России и составляет 1,5...4% исходного диаметра отверстия (по чертежу). Таким образом, в цилиндрических шарнирах крано-манипуляторных установок допускается эксплуатация при наличии зазоров до 5...8 мм (в зависимости от размера отверстия) и только при превышении этих значений требуется ремонт. При наличии указанных зазоров  $\delta_1$  и  $\delta_2$  (фиг. 3) появляется возможность взаимного перекоса вертикальных плоскостей, в которых совершается движение смежных звеньев 1 (фиг. 1-5) и 6 (фиг. 1-5) относительно исходного нейтрального положения 0-0 (фиг. 3). Диапазон значений перекоса звена 6 (фиг. 1-5) относительно звена 1 (фиг. 1-5) характеризуют крайние положения I-I и II-II (фиг. 3), причем крайнее положение I-I (фиг. 3) обусловлено опиранием промежуточных втулок 7 (фиг. 2, 3) проушин 5 (фиг. 1-5) на шарнирный палец 3 (фиг. 1-5) в крайних точках  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_4$  (фиг. 3), а крайнее положение II-II (фиг. 3) – опиранием в крайних точках  $\Gamma_2$  и  $\Gamma_3$  (фиг. 3). В процессе совершения относительного поворотного движения смежных звеньев 1 (фиг. 1-5) и 6 (фиг. 1-5) с помощью приводного гидроцилиндра 8 (фиг. 1) в условиях естественного раскачивания транспортируемого груза будет происходить попеременное практически мгновенное изменение пар точек опирания промежуточных втулок 7 (фиг. 2, 3) проушин 5 (фиг. 1-5) на шарнирный палец 3 (фиг. 1-5), сопровождающееся ударом. Как показывают результаты компьютерного моделирования данного процесса, длительность удара составляет 0,02...0,03 с, а ударное ускорение достигает значительной величины – до 16 м/с<sup>2</sup>, вследствие чего в шарнире возникают дополнительные ударные нагрузки на металлоконструкцию смежных звеньев 1 (фиг. 1-5) и 6 (фиг. 1-5) и дополнительные динамические напряжения до 100...120 МПа, соизмеримые по величине с нормально действующими эксплуатационными напряжениями [Лагерев, И.А. Моделирование рабочих процессов манипуляционных систем мобильных многоцелевых транспортно-технологических машин и комплексов: монография / И.А. Лагерев. – Брянск: РИО БГУ, 2016. – 371 с.]. Наличие кратковременно действующих переменных напряжений отрицательно сказывается на усталостной долговечности и надежности соединения звеньев крано-манипуляторных установок, может инициировать возникновение и развитие усталостных трещин в материале проушин и основном материале самих звеньев, снижает точность позиционирования грузозахватного органа в пространстве при манипулировании перемещаемым грузом.

Суть полезной модели заключается в следующем (фиг. 4, 5). В соосные отверстия проушин 2 и 5 (фиг. 1-5) устанавливается не менее чем четыре V-

образных сегмента 13 (фиг. 4, 5), причем каждый V-образный сегмент 13 (фиг. 4, 5) своими боковыми поверхностями В с обеих сторон плотно контактирует с аналогичными поверхностями В смежных V-образных сегментов 13 (фиг. 4, 5). Вершины всех V-образных сегментов 13 (фиг. 4, 5) контактируют с металлическим кольцом 14 (фиг. 4, 5), которое имеет скользящую посадку, обеспечивающую возможность свободного вращения металлического кольца 14 (фиг. 4, 5) по поверхности шарнирного пальца 3 (фиг. 1-5). Таким образом, реализуется конструкция промежуточных втулок 4 и 7 (фиг. 1-3) как разборной конструкции, состоящей не менее чем из четырех одинаковых V-образных сегментов 13 (фиг. 4, 5). V-образные сегменты 13 (фиг. 4, 5) могут быть изготовлены из высокопрочной стали, например, методом холодной штамповки. Для предохранения поверхности контактирования шарнирного пальца 3 (фиг. 1-5), металлического кольца 14 (фиг. 4, 5) и V-образных сегментов 13 (фиг. 4, 5) от загрязнений (пыли, влаги, абразивных частиц и т.п.) и возможности их смазки устанавливаются глухие крышки-фиксаторы 15 (фиг. 5) и крышки-фиксаторы с центральным отверстием 16 (фиг. 5), которые с помощью разъемного болтового соединения закрепляются на проушинах 2 и 5 (фиг. 1-5). Внутренние полости Д (фиг. 4, 5) заполняются пластичным смазочным материалом - консистентной смазкой.

Полезная модель работает следующим образом. В процессе перемещения груза на конструктивные элементы шарнира устройства соединения звеньев крано-манипуляторной установки действуют статические эксплуатационные нагрузки от веса груза и звеньев самой крано-манипуляторной установки, а также динамические эксплуатационные нагрузки от инерционных сил, связанных с ускоренным и криволинейным перемещением груза и звеньев. Эти нагрузки передаются на шарнирный палец 3 (фиг. 1-5) через V-образные сегменты 13 (фиг. 4, 5) и металлическое кольцо 14 (фиг. 4, 5). Так как V-образные сегменты 13 (фиг. 4, 5) благодаря своей конфигурации являются упругими элементами, то они демпфируют взаимные перекосы смежных звеньев крано-манипуляторной установки за счет своей деформации, не испытывая при этом изнашивания или смятия опорных поверхностей, как это характерно для цельных промежуточных втулок 4 и 7 (фиг. 1-3) проушин 2 и 5 (фиг. 1-5). Так как равнодействующая сила, складывающаяся из всех перечисленных статических и динамических нагрузок, в процессе взаимного перемещения смежных звеньев крано-манипуляторной установки изменяет свое направление в пространстве, то для ее надежного восприятия при любом из возможных направлений действия требуется не менее четырех V-образных сегментов 13 (фиг. 4, 5). Таким образом, исключается воздействие ударных нагрузок на транспортируемый груз и металлоконструкцию самой крано-манипуляторной установки, чем и достигается положительный результат от использования рассматриваемой полезной модели.

Технико-экономический результат от внедрения полезной модели достигается за счет снижения вероятности повреждения транспортируемого груза и уровня действующих на металлоконструкцию крано-манипуляторной установки динамических ударных нагрузок, что обеспечивает повышение показателя

телей надежности и коэффициента технического использования крано-манипулятора в целом. Это приводит к снижению материально-финансовых затрат при эксплуатации крано-манипуляторной установки. Экономический эффект при использовании полезной модели при изготовлении или модернизации кранов-манипуляторов машин для сварки трубопроводов составит 0,5 млн. руб. на одну машину.

### **Формула полезной модели**

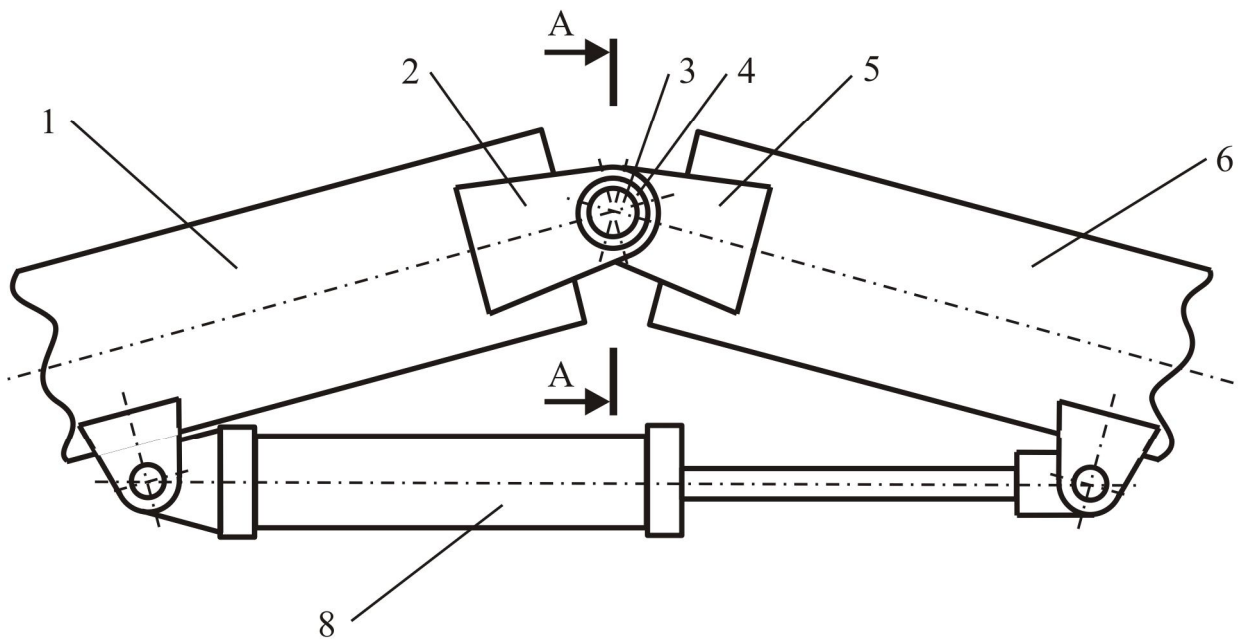
Шарнир устройства соединения звеньев крано-манипуляторной установки, образованный двумя парами проушин, каждая из которых неподвижно закреплена на конце металлоконструкции одного из соединяемых смежных звеньев, изготовлена из толстостенного листового проката и имеет соосные отверстия для установки в них промежуточных втулок с центральными отверстиями для размещения в них шарнирного пальца, отличающееся тем, что промежуточные втулки выполнены разборными в окружном направлении и состоящими не менее чем из четырех плотно контактирующих между собой V-образных сегментов.

### **Реферат**

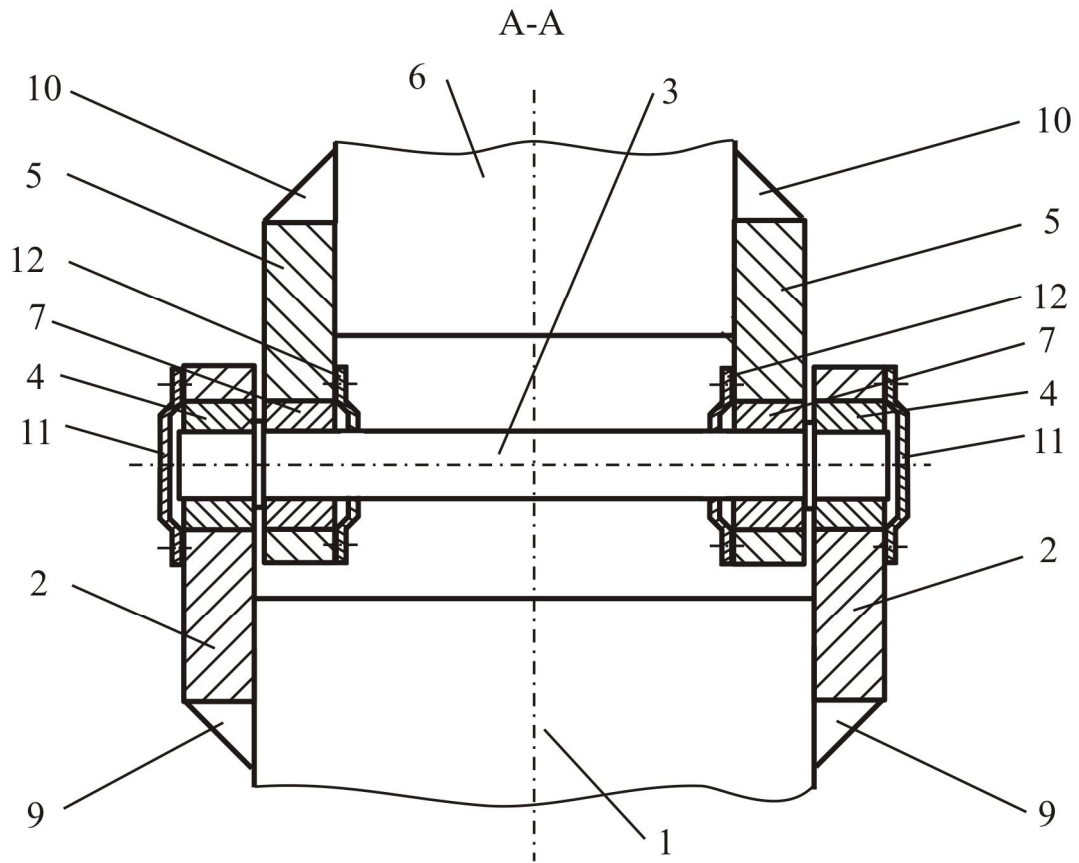
Полезная модель относится к области подъемно-транспортного машиностроения, а именно к устройствам для разъемных соединений элементов металлоконструкций грузоподъемных машин, в частности, к устройствам для разъемных соединений смежных звеньев шарнирно-сочлененных грузоподъемных стрел крано-манипуляторных установок.

Шарнир устройства соединения звеньев крано-манипуляторной установки, образованный двумя парами проушин, каждая из которых неподвижно закреплена на конце металлоконструкции одного из соединяемых смежных звеньев, изготовлена из толстостенного листового проката и имеет соосные отверстия для установки в них промежуточных втулок с центральными отверстиями для размещения в них шарнирного пальца. Отличается тем, что промежуточные втулки выполнены разборными в окружном направлении и состоящими не менее чем из четырех плотно контактирующих между собой V-образных сегментов.

**Шарнир устройства соединения звеньев  
крано-манипуляторной установки**



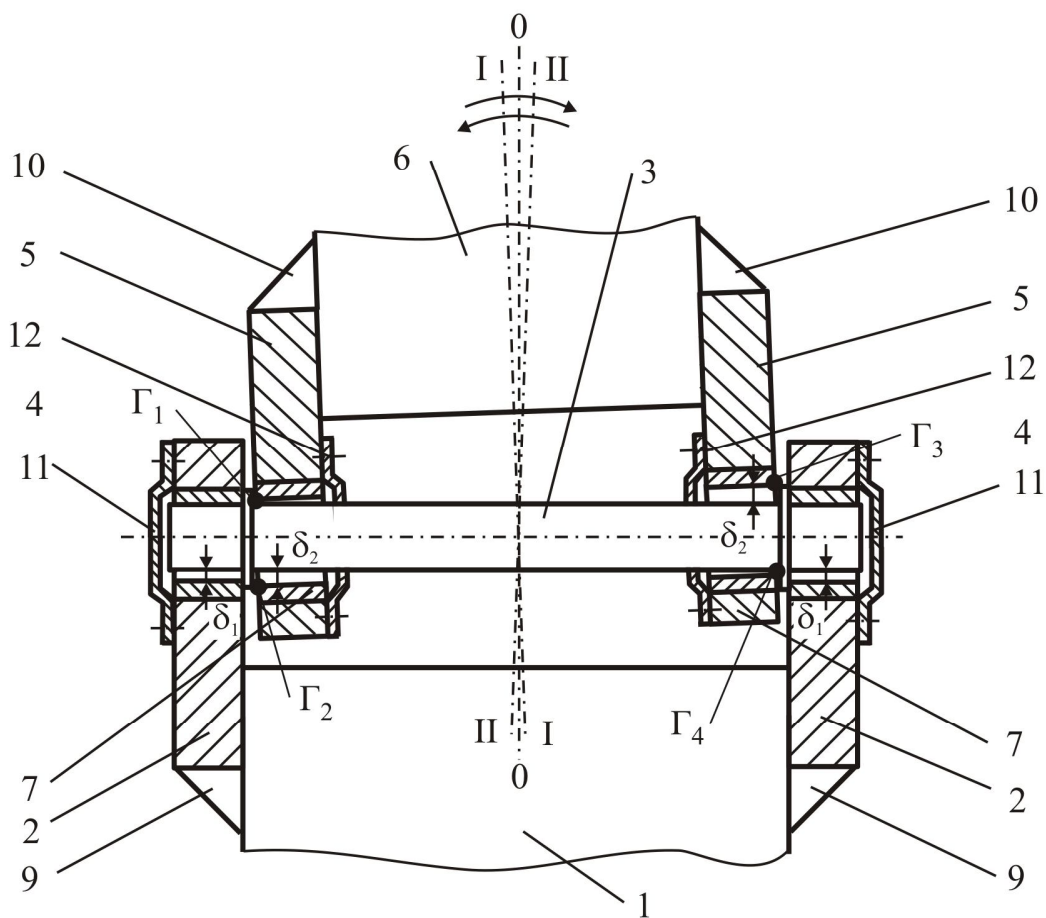
Фиг. 1



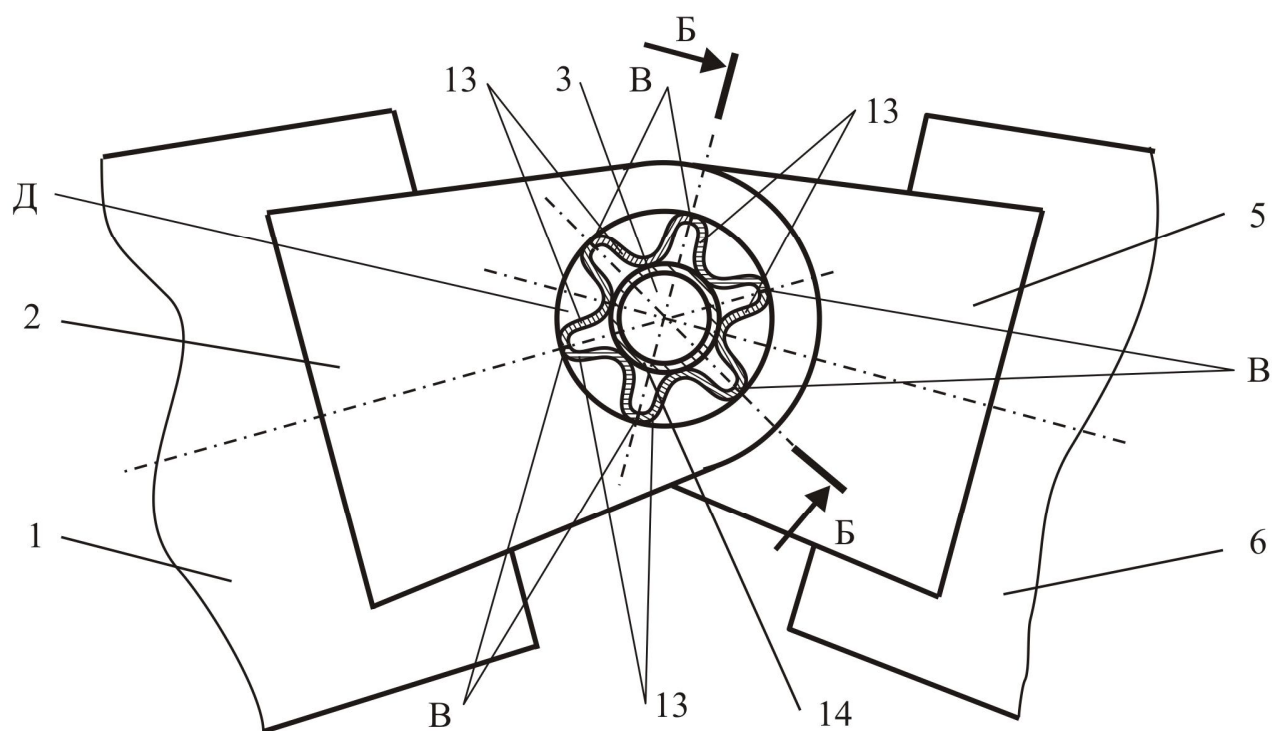
Фиг. 2



## Шарнир устройства соединения звеньев крано-манипуляторной установки

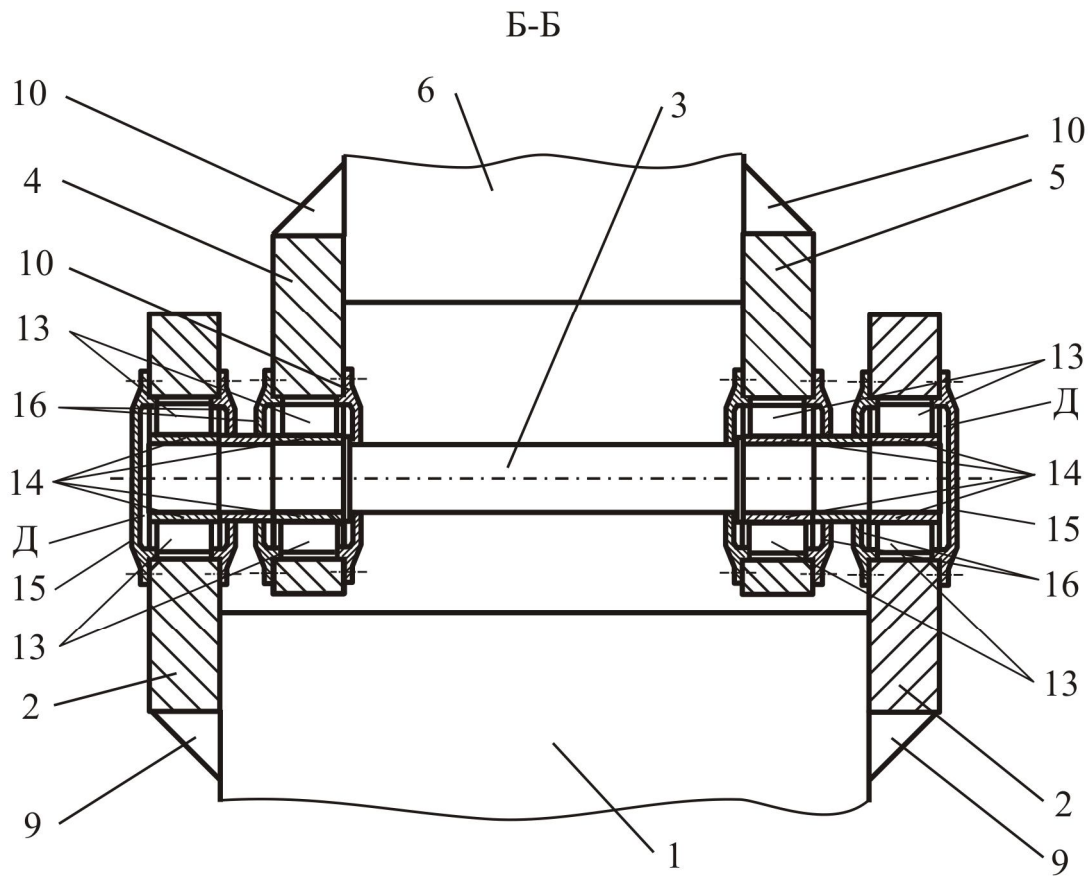


Фиг. 3



Фиг. 4

**Шарнир устройства соединения звеньев  
крано-манипуляторной установки**



Фиг. 5