



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 76582

(13) C2

(51) МПК (2006)
B66C 9/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) КОЛЕСО КРАНА

1

2

(21) 20040806817

(22) 13.08.2004

(24) 15.08.2006

(46) 01.08.2006, Бюл. №8, 2006р.

(72) Канов Геннадій Лаврентійович

(73) Канов Геннадій Лаврентійович

(56) UA 35983 A, 29.03.2000

SU 1289800 A1, 15.02.1987

UA 40020 A, 29.12.1999

SU 929532, 23.05.1982

(57) Колесо крана, що містить сполучені між собою сферичними поверхнями обід і маточину, зв'язані пружними елементами, яке відрізняється тим, що

обід виконаний складеним з кілець з рівномірно розміщеними по колу округленими пазами шириною, рівною ширині циліндричної зрізаної частини пружного елемента, довжиною паза кільця обода від 0,5 до 1,0 ширини паза, а маточина містить співвісно пазам обода глухі отвори з сферичними днищами з радіусом сфери, рівним радіусу кореневої частини пружних елементів, які встановлені в пазах з можливістю повороту і виконані по довжині із змінним профілем поперечного перерізу, при цьому кожен пружний елемент має поперечний проріз.

Винахід відноситься до підйомно-транспортного машинобудування, зокрема, до ходових коліс кранів.

Відома конструкція складового ходового колеса крана, що самовстановлюється відносно рейки, що містить вал, виконаний в середній частині з опорною сферичною поверхнею, на якій розміщений зубчатий вінець, обід колеса, на внутрішній поверхні якого нарізані внутрішні евольвентні зуби, що постійно знаходяться в зачіпленні із зубчатим вінцем валу, торцеві півсферичні обойми, сполучені з ободом, які створюють з поверхнею валу сферичний шарнір, що забезпечує ободу можливість повертатися щодо валу на заданий обмежувальними упорами кут. [а.с. СРСР №1498695, кл. B66C9/08, 1987].

Така конструкція колеса забезпечує його самовстановлення в будь-якій площині, проте є жорсткою по передачі моменту, що крутить, оскільки зубчате з'єднання валу з ободом не пом'якшує динамічні навантаження, що виникають при ударах коліс об стики рейок і роботі крана в режимах розгону і гальмування. Крім того, постійне переміщення зубів щодо один одного під навантаженням призводить до їх передчасного зносу, що знижує довговічність складної і дорогої конструкції колеса.

Відома також конструкція складового колеса крана, що самовстановлюється відносно рейки, що містить обід і маточину, зв'язані між собою сферичними поверхнями і зв'язані, жорстко закріпленими

на маточині, штифтами через пружні конічні втулки і кільцеві прокладки, [а.с. СРСР №1289800, кл. B66C 9/08, 1985].

Відома конструкція колеса крана на додаток до самовстановлення щодо рейки дозволяє знижувати динамічні навантаження за рахунок деформації пружних втулок і кілець, але має низьку довговічність через швидке руйнування пружних елементів. Це пов'язано з тим, що передача моменту, що крутить, і ударних навантажень від маточини до обода здійснюється через штифти з малою площею контактної поверхні з пружними еластичними елементами і через великий питомий тиск і знакозмінні навантаження останні подріблюються, що вимагає їх частоті заміни.

Найближчою до пропонованого рішення по технічній суті і результату, що досягається, є колесо крана, що складає сполучені між собою сферичними поверхнями обід і маточину, зв'язані пружними елементами [патент України №35983, кл. B66C9/08, 1999].

Конструктивне виконання такого колеса передбачає, що обід цільний з наскрізними пазами виконаними паралельно його осі, маточина з глухими пазами виконаними з одного боку, пружні елементи являють собою тіла обертання з коаксіальними прорізами, крім того, пружні елементи зафіксовані кришкою і мають розподільну шайбу.

Відома конструкція дозволяє більш рівномірно розподіляти і частково поглинати динамічні наван-

(19) UA (11) 76582 (13) C2

таження, а металеві пружні елементи підвищують надійність і довговічність роботи колеса. Недоліком винаходу є те, що прийняті конструктивні рішення не дозволяють реалізувати ці переваги. Наприклад, цільний обід з наскрізними пазами зумовлює використання складного способу збірки сферичного шарніра, що вимагає виконання на ободі спеціальних проточок вширшки рівній товщині маточини, що знижує міцність шарніра, оскільки частина найбільш навантажених краєвих ділянок обода відсутня.

Маточина з глухими пазами, виконаними з одного боку, зумовлює використання жорсткого кріплення кореневої частини пружного елемента. В цьому випадку пружний елемент працює як консольна балка з жорстким затисканням одного кінця, а виникаючі в процесі роботи колеса крана знакозмінні динамічні (ударні) навантаження є причиною появи втомних тріщин в місці затискання і руйнування пружних елементів.

Конструкція пружних елементів з кількістю прорізів більше двох не є оптимальною, оскільки, в цьому випадку, рівномірно розподілити навантаження на кожен сектор практично неможливо, крім того, велика величина сумарного зазору між секторами пружного елемента є причиною великих люфтів, що неприпустимо при дії динамічних знакозмінних навантажень. В результаті нерівномірності розподілу навантажень на сектори під різними напрямками дії сил, їх профіль піддається вигину з крученням, що призводить до прискореного руйнування пружного елемента.

Відсутність опор з протилежної сторони дії згинаючих зусиль, що обмежують переміщення секторів пружних елементів призводить до їх руйнування при ударному навантаженні.

Фіксація пружних елементів кришкою і наявність розподільних шайб ускладнює, обважнює і здорожує відому конструкцію колеса крана.

У основу винаходу поставлена задача створення такої конструкції колеса крана, застосування якої дозволило б забезпечити самовстановлення пружних елементів в пазах обода і маточини, а також оптимізувати по критерію мінімуму зусиль і зносу склад, форми і розміри конструктивних елементів колеса крана і тим самим забезпечити надійність роботи і довговічність колеса крана з мінімізацією витрат на його виготовлення.

Для вирішення поставленої задачі в колесі крана, що складає сполучені між собою сферичними поверхнями обід і маточину, зв'язані пружними елементами, згідно винаходу, обід виконаний складовим з кілець з рівномірно розміщеними по колу округленими пазами шириною рівній усіченій частині пружного елемента з розміром по довжині кільця від 0,5 до 1,0 ширини паза, а маточина містить співвісно пазам обода глухі отвори з сферичними днищами з радіусом сфери рівним радіусу кореневої частини пружних елементів, які встановлені в пазах з можливістю повороту і виконані по довжині із змінним профілем поперечного перетину у вигляді дзеркально розташованих усічених напівциліндрів.

Виконання обода складовим з дзеркально симетричних половин дозволяє виготовляти його з

товстого листу, штампуванням або прокаткою з фрезеруванням пазів будь-якої конфігурації з високою точністю, що здешевлює колесо крана. Роз'ємність конструкції обода забезпечує можливість простої збірки сферичного шарніра з маточиною з легкою установкою пружних елементів усередині пазів обода і маточини в потрібному фіксованому положенні. Крім того, таке технічне рішення забезпечує герметизацію внутрішньої порожнини пазів і утримання мастила для поверхонь, що труться, оскільки краєві ділянки сферичного шарніра не мають розривів по колу і забезпечені ущільненнями.

Округлені краї пазів обода виконують функції упорів для пружних елементів, а задаючи довжину паза, обмежують величину кута повороту а обода щодо маточини в осьовій площині колеса. Довжина паза кільця обода рівна 0,5 його ширини перетворює паз після збірки кілець в єдиний вузол в циліндричний отвір, а довжина паза кільця обода більш його ширини створює надмірність ходу пружних елементів і кута нахилу площини обода щодо осі колеса. Ширина паза, яка рівна ширині пружного елемента виключає можливість появи люфтів в механізмі при знакозмінних навантаженнях.

Виконання на маточині глухих отворів з сферичними днищами забезпечує можливість повороту і дозволяє реалізувати функцію самовстановлення пружних елементів в пазах обода завдяки створенню сферичних шарнірів з кореневими частинами пружних елементів з мінімально можливими контактними напругами, що забезпечує високий рівень надійності і довговічності роботи колеса крана.

Виконання форми пружного елемента по його довжині із змінним профілем поперечного перетину дозволяє забезпечити і регулювати пружні властивості кожного пружного елемента і загальну характеристику пружності сферичного шарніра колеса в широких межах. Змінний профіль поперечного перетину пружного елемента формують при його виготовленні, коли корпус циліндричної заготовки пружного елемента розрізають по осі симетрії на два напівциліндри, які потім усикають в підставах, формуючи кут конусності β , і у вершинах, формуючи контактні грані. При постійних габаритних розмірах пружного елемента, регулюючи ступінь усічення напівциліндрів в підставах і вершинах, можливо виготовити пружний елемент найдешевшим способом з будь-якими необхідними пружними характеристиками. Кут конусності β визначає величину переміщення кінців напівциліндрів при консольному вигині до осі під дією згинаючої сили P і відповідно кут нахилу корпусу пружного елемента щодо осі симетрії пазів обода і маточини. Цей кут пропорційний куту γ повороту обода щодо маточини при дії динамічних навантажень, наприклад, при рушні з місця (гальмуванні) або під час переходу через стики рейок.

Розмір плоских контактних граней пружного елемента визначає величину контактного питомого тиску, від якого залежить знос поверхонь, що труться, і відповідно довговічність роботи механізму. Ці усікання формують площу поперечного перетину робочої частини пружного елемента, зада-

ючи його пружні характеристики. Крім того, пропорційно усюканню вершин встановлюється розмір ширини паза обода, бічні стінки якого з контактними гранями пружного елемента утворюють пару тертя з фіксацією положення пружного елемента від провороту навколо його подовжньої осі так, щоб сили P завжди були направлені перпендикулярно конусному пазу.

На додаток до усюкання підстав і вершин напівциліндрів жорсткості пружного елемента регулюють зміною площі його поперечного перетину шляхом осевого свердлення внутрішньої порожнини, створюючи тонкостінний профіль напівциліндрів з найм'якшими характеристиками пружності.

Пружні елементи в конструкції колеса крана є базовими елементами, які зумовлюють всю решту геометричних розмірів деталей, що дозволяє оптимізувати службові (споживацькі) характеристики колеса і трудомісткість його виготовлення.

Таким чином, сукупність істотних ознак технічного рішення, що заявляється, надійно забезпечує ефективне поглинання динамічного навантаження синхронно всіма пружними елементами без їх поломки і заклинювань в умовах постійно мінливих кутів перекосу обода щодо маточини в процесі обертання колеса з максимальним рівнем надійності роботи і довговічності колеса крана недосяжний при використуванні прототипу.

За наслідками пошуку по патентній і науково-технічній літературі у відповідних рубриках МПК і УДК сукупність істотних ознак частково або повністю співпадаючих з тими, що заявляються і дозволяють вирішити поставлену задачу не виявлена ні в одному відомому технічному рішенні. Отже, винахід, що заявляється, відповідає критерію "новизна".

З відомого рівня техніки сукупність істотних ознак технічного рішення, що заявляється, з очевидністю не витікає. Отже, винахід, що заявляється, відповідає критерію "рівень винахідництва".

Винахід пропонується використовувати на всіх підприємствах, що експлуатують мостові крани і виготовляють для них запасні частини, зокрема, ходові колеса, а також кранобудівним заводам для комплектації кранів, що виготовляються. Отже, винахід, що заявляється, відповідає критерію "промислова застосовність".

Надалі винахід пояснюється докладним описом його конкретного виконання з посиланнями на креслення.

На Фіг.1 представлений розріз колеса крана в початковому стані.

На Фіг.2 представлений вид колеса крана на Фіг. 1 в перетині Б-Б.

На Фіг.3, 4, 5 зображена конструкція пружного елемента.

На Фіг.6, 7, 8 зображений варіант конструкції пружного елемента на Фіг.3 з внутрішньою порожниною.

На Фіг.9, 10 зображені положення деталей колеса крана у момент початку додатку навантаження Фіг.9 і при дії максимального навантаження від моменту, що крутить, Фіг.10.

На Фіг.11, 12 представлений вид колеса крана на Фіг.1 в перетині А-А без перекосу колеса Фіг.11 і при максимальному перекосі колеса Фіг.10.

На Фіг.13, 14 представлений загальний вид колеса крана у взаємодії з рейкою.

Колесо крана містить маточину 1, обід 2 з пазами 3 і 4 відповідно, розміщеними рівномірно по колу і дзеркально щодо сферичного шарніра 5, утвореного сполученням увігнутої і опуклої сферичними поверхнями торців обода і маточини. У овальних пазах обода і циліндричних пазах маточини вільно встановлені пружні елементи 6 з подовжніми конічними пазами 7. Обід 2, що складається з фігурних кілець з дзеркальною симетрією, через отвори 8 зібраний в єдиний вузол кріпильними деталями 9, при цьому, перед збіркою обода, в циліндричні пази 3 маточини сферичною кореневою частиною встановлені пружні елементи 6, які зорієнтовані конічними площинами 10 пазів 7 і контактними гранями 11 уздовж пазів 4, як показано на Фіг.1, Фіг.2 і Фіг.11, 12.

У зібраному стані сферичні донні частини пазів 3 маточини 1 і сферичні кореневі частини пружних елементів 6 утворюють сферичний шарнір, що забезпечує сумісно з конічними частинами 13 пружних елементів вільний поворот останніх у всіх площинах з обмеженнями переміщень рівнем конусності β і фіксуючими виступами 14, як показано на Фіг.9, 10. Між торцями пружних елементів 6 і донною частиною пазів 4 обода 2 виконані зазори 15, які забезпечують вільне переміщення кінців пружних елементів в процесі їх роботи. Розмір зазору 15 в середньому 2-4мм, а при менших зазорах торці пружних елементів і донні частини пазів 4 обода виконують криволінійними для запобігання заклинювань.

Для зменшення тертя пази 3 і 4 заповнені густим мастилом, яке утримується контактними поверхнями сферичного шарніра 5 і ущільненнями 16 розміщеними в кільцевих проточках 17 обода 2.

Як варіант, аналогічно ободу, конструкція маточини може бути виконана також збіркою із двох напівкілець залежно від типорозміру колеса крана.

Колесо крана працює таким чином.

У початковому положенні в стані спокою деталі колеса знаходяться співвісно симетрично щодо один одного, як показано на Фіг.1, Фіг.2 і Фіг.9.

У момент включення електроприводу виникає пара сил P , від якої маточина 1 починає повертатися в сферичному шарнірі 5 в радіальній площині щодо загальмованого масою крана обода 2. Завдяки вільній установці пружних елементів 6 в пазах 3 і 4 обода і маточини, пружні елементи синхронно починають повертатися в сферичних шарнірах, утворених поверхнями донних частин пазів 3 і корневих частин пружних елементів в напрямі протилежному напрямку обертання маточини, як показано на Фіг.10. У міру зростання моменту, що крутить, маточина 1 продовжує повертатися щодо початкового положення на кут γ , переміщаючи центр сфери пружного елемента на величину зсуву δ . В той же час, під дією сил P корпус пружного елемента починає згинатися як U-подібна ресора із зменшенням величини кута конусності β подовжнього паза 7. Як тільки сили опо-

ру обертанню обода урівноважаться з сумарним зусиллям пружної деформації корпусів всіх пружних елементів, колесо починає плавно рушати з місця, запобігаючи режиму пробуксовування, а при гальмуванні режиму юза. Після подолання пікового навантаження накопичена пружними елементами енергія пружності плавно повертає їх в положення близьке до початкового залежно від поточної величини сил опору коченню колеса. Жорсткість характеристик пружних елементів розраховують виходячи з критерію їх постійної роботи в умовах пружного вигину (як ресори), що забезпечується підбором співвідношень геометричних розмірів пружного елемента:

довжини, діаметру, профілю усічених напівциліндрів в поєднанні з маркою сталі і твердістю після термообробки пропорційно потужності електроприводу. При дії середньої величини моменту, що крутить електроприводу, сумарну пружність корпусів пружних елементів вибирають такою, щоб утримувати розмір ширини паза 7 кожного пружного елемента удвічі меншої від його початкової ширини без навантаження з урахуванням кількості пружних елементів застосованих в колесі (оптимально 4-8 шт.).

У кінцевій межі при пікових (ударних) навантаженнях, наприклад, при екстремому гальмуванні або переході через різновисотні стики рейок подовжні пази 7 стуляються, а жорсткість пружних елементів набагато разів зростає, при цьому вони починають виконувати функції шпонок.

Ширина конусного прорізу 7 пружного елемента 6 визначає і обмежує величину кута повороту γ маточини щодо обода в радіальній площині сферичного шарніра 5 у напрямі обертання (і навпаки). Вибираючи ширину прорізів і величину кута β їх конусності задають величину пружного люфта в шарнірі 5 (оптимально 4-5 мм) в радіальній площині. При широких прорізах (більше 3,0 мм) кут β може бути рівний нулю.

При дії бічних зусиль на реборди колеса, виникаючих від перекосу моста крана, непаралелі і кривизни рейок, і інших причин, колесо працює в площинах перпендикулярних радіальній площині таким чином.

Бічна сила F , діюча в місці контакту бічної верхньої рейки і реборди колеса, створює обертаючий момент щодо центру маси колеса m з плечем рівним радіусу колеса, який у разі монолітної конструкції колеса згинає його вісь обертання, але наявність сферичного шарніра усередині колеса розвантажує цю вісь обертання, завдяки можливості повороту обода колеса щодо маточини, що набагато разів знижує величину сили F до величини зусилля тертя між поверхнями сферичного шарніра 5. Як показано на Фіг.13, 14 обід, повертаючись в сферичному шарнірі 5 у вертикальній площині щодо маточини у напрямі дії сили F , самовстановлює поверхні катання рейки і колеса без їх поперечного ковзання щодо один одного, що різко знижує знос пари тертя. В цьому випадку пружні елементи 6 вільно ковзають своїми бічними стінками 11 по бічних стінках E пазів 4 обода 2 в напрямі перпендикулярному площині симетрії колеса, як показано на Фіг.11, 12.

Ступінь самовстановлення колеса крана щодо рейки задають вибором для кожного типу крана величини кута α і довжини паза 4 обода, обмежуючи поворот обода по сферичному шарніру 5 за допомогою упору пружних елементів в тупикові циліндричні поверхні пазів 4. У цьому режимі роботи пружні елементи працюють як плаваючі жорсткі шпонки, оскільки величина їх пружності при дії сил у напрямі довжини кінцевого паза 7 мінімальна. Оскільки величина непаралелі монтажу рейок і їх кривизна обумовлені будівельними нормами і правилами, то для реалізації самовстановлення коліс кранів щодо рейкового шляху достатньо величину кута α обмежити діапазоном $0,5^\circ$ - $1,5^\circ$, що при відповідних діаметрах коліс дозволяє забезпечити зсув реборд колеса від розрахункового положення осі симетрії рейки на величину $\Delta = \pm 30$ мм.

За наявності перекосу колеса під дією бічної сили F в процесі обертання колеса кінці пружних елементів скоюють поворотно-поступальну ходу від одного краю паза обода до іншого при максимальному куті перекосу α , за напівоберта в одну сторону і в подальші напівоберта в іншу сторону по синусоїдальному закону руху по колу.

За відсутності перекосу поворотно-поступальна хода пружних елементів відсутня. У проміжних режимах амплітуда коливань кінців пружних елементів щодо осі симетрії колеса змінюється прямо пропорційно зміні величини кута α .

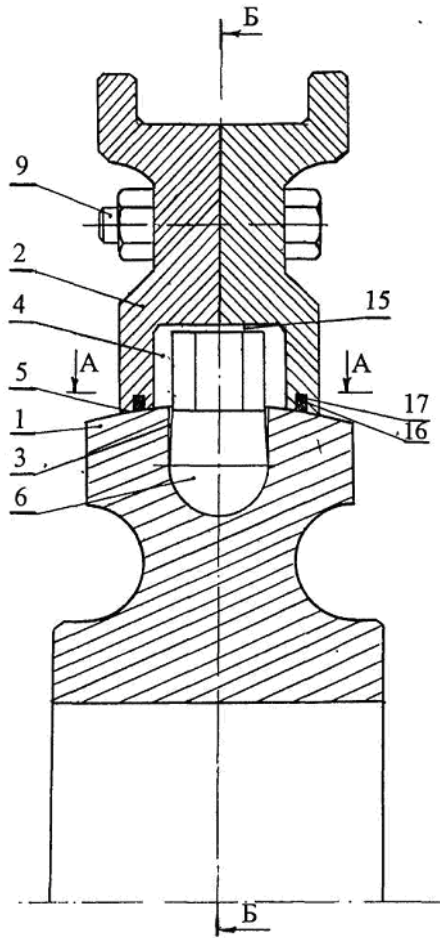
Для пом'якшення ударів об краї пазів застосовують варіант конструкції пружного елемента з внутрішньою порожниною 18, зображений на Фіг.7, яка має пружинячі властивості за рахунок вигину і кручення стоншених стінок напівциліндрів у напрямі дії сили F .

При русі крана по рейковому шляху залежно від положення рейок щодо один одного під дією сил F колеса кранів будуть повертатися щодо центру маси колеса m в ту або іншу сторону, при цьому найстійкіше положення колеса буде, коли осі симетрії рейки і колеса співпадають з центром маси m . Таким чином реалізується ефект самоустановки коліс кранів щодо рейок.

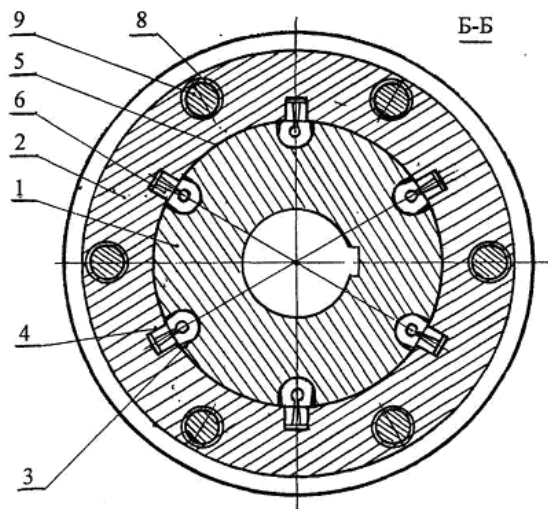
При критичних кутах перекосу моста щодо рейкового шляху в контакт з рейкою вступають обидві реборди колеса. В цьому випадку, завдяки наявності сферичного шарніра 5, обід 2 колеса повертається в горизонтальній площині, що запобігає заклинюванню моста і знижує сили тертя між рейкою і ребордами. Таким чином реалізується ефект самовстановлення мостового крана щодо рейкового шляху.

Конструкція колеса крана, що заявляється, дозволяє уніфікувати безліч існуючих типів коліс. Наприклад, змінюючи лише геометричні розміри або кількість пружних елементів, стає можливим передавати весь діапазон моментів, що крутять приводу колеса, а змінюючи лише діаметр кочення колеса, можливо змінювати швидкохідність крана в широких межах.

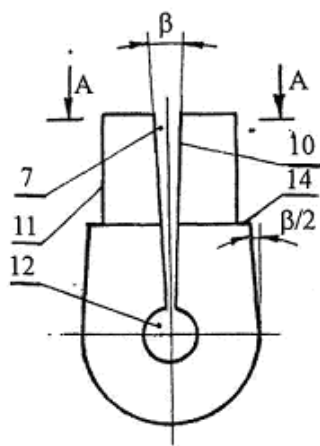
Таким чином, винахід дозволяє при мінімальних витратах набагато разів підвищити довговічність роботи мостових кранів і підкранових шляхів порівняно з прототипом.



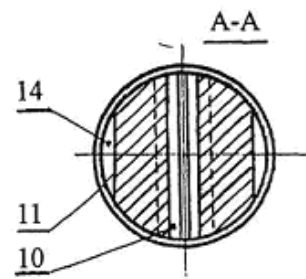
Фиг. 1



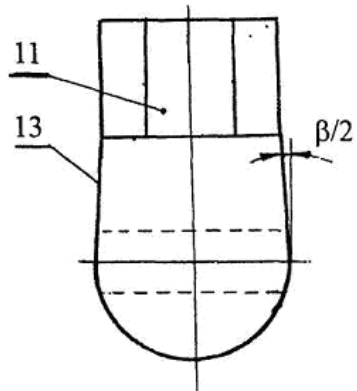
Фиг. 2



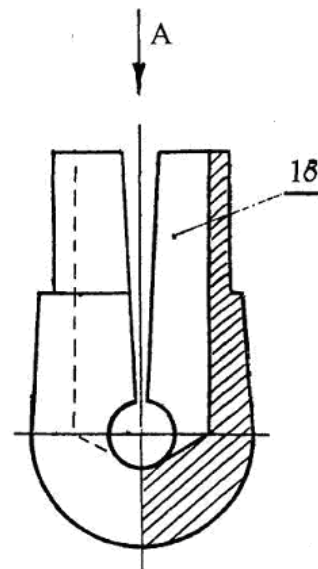
Фиг. 3



Фиг. 4

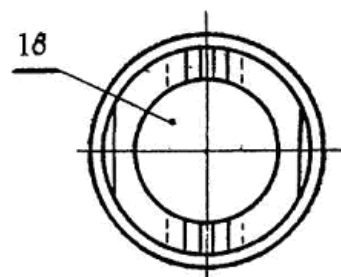


Фиг. 5

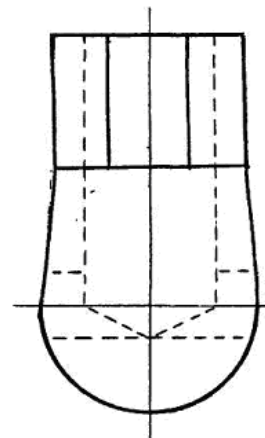


Фиг. 6

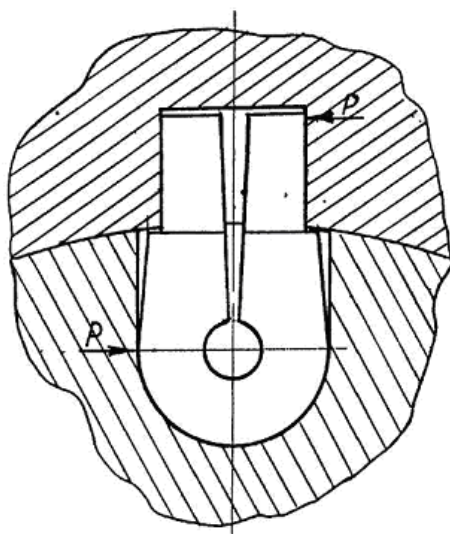
Вид по А



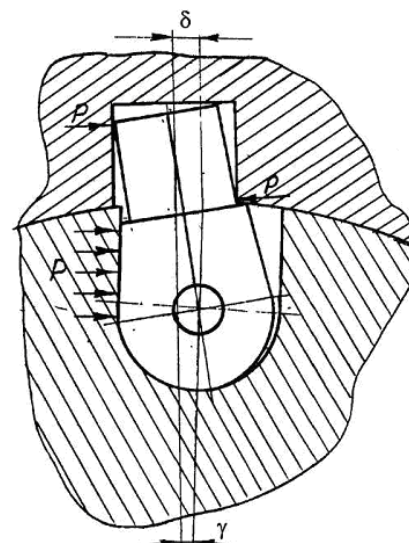
Фиг. 7



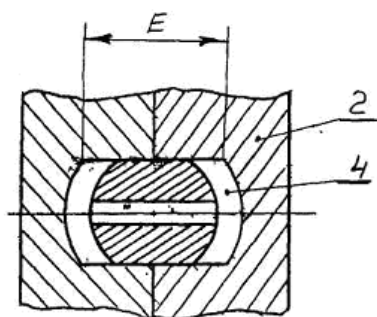
Фиг. 8



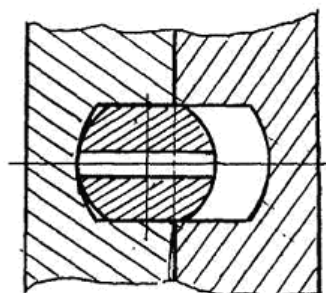
Фиг. 9



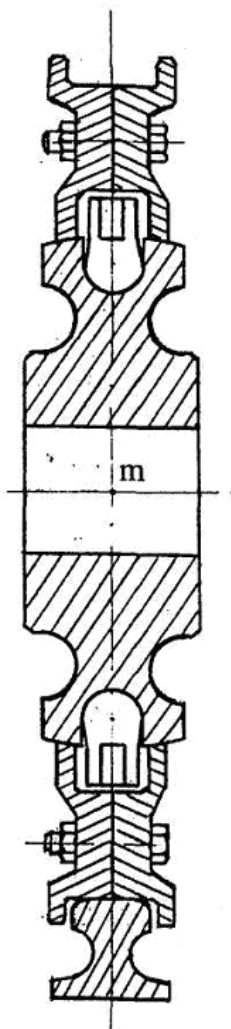
Фиг. 10



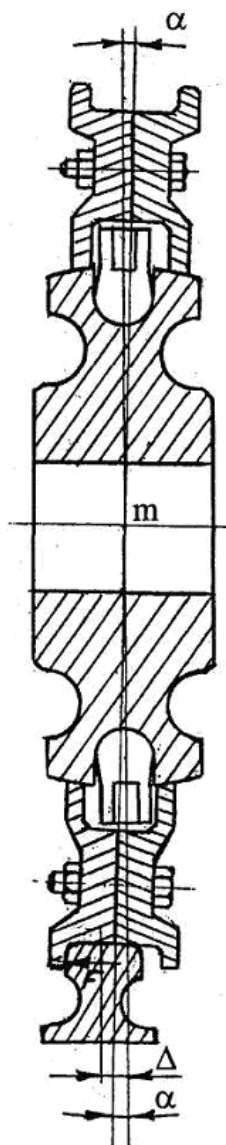
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14