



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 74601

(13) C2

(51) МПК (2006)

E21C 29/00

E21C 31/00

B65G 23/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ГІДРОМЕХАНІЧНИЙ ПРИВІД ГІРНИЧОЇ МАШИНИ

1

2

(21) 2003065556

(22) 17.06.2003

(24) 16.01.2006

(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.

(72) Ремарчук Микола Парфенійович, Кириченко  
Ігор Георгійович, Нестеров Артем Павлович, Ви-  
соцький Геннадій Васильович, Леусенко Анатолій  
Васильович, Гуленко Олексій Сергійович(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІ-  
ЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) SU 334136, B65G23/04, 1972

RU 2109946, E21C29/02, 31/00, 1998

Коваль П.В. Гидравлика и гидропривод горных  
машин. - М.: Машиностроение, 1979. - 319 с.(57) 1. Гідромеханічний привід гірничої машини,  
що включає корпус, систему керування розподілом  
рідини, силові гідроциліндри, з'єднані з однієї сто-  
рони з корпусом, а з другої - штоками з колінчатим  
валом, на якому закріплено привідну зірку, та напі-

рну і зливну гідролінії, з'єднані системою керуван-  
ня розподілом рідини з поршневыми і штоковими  
порожнінами гідроциліндрів, який **відрізняється**  
тим, що система керування розподілом рідини  
включає розподільні клапани з порожнінами керу-  
вання ними, диск з прорізами, електричну систему,  
безконтактні датчики і електромагніти електромаг-  
нітних гідорозподільювачів, що з'єднані електрич-  
ною системою з електромагнітами та датчиками,  
останні вмонтовані відповідно прорізам диска, при  
цьому штокова і поршнева порожніни кожного із  
гідроциліндрів системою керування розподілом  
рідини сумісно з'єднані з напірною гідролінією че-  
рез гідравлічні розподільні клапани і поперемінно  
штокова порожніна з'єднана з напірною, а порш-  
нева - зі зливною гідролініями.

2. Гідромеханічний привід за п.1, який **відрізня-  
ється** тим, що на поверхні диска виконані прорізи,  
число яких відповідає кількості гідроциліндрів.

Винахід відноситься до гірничих розробок і  
може використовуватися в гідромеханічних приво-  
дах ланцюгових скребкових конвеєрів гірничих  
машин з метою підвищення надійності і ефектив-  
ності їх роботи.

Відомі гірничі машини, в яких тяговий ланцюг  
конвеєра переміщується при обертальному русі  
приводної зірки. Обертальний рух привідної зірки  
забезпечується гідромотором за рахунок гідравліч-  
ної енергії, яка створюється насосом при перет-  
воренні механічної або електричної енергії, напри-  
клад, при використанні електродвигуна [1].  
Гідромотори забезпечують обертальний рух при-  
відної зірки з постійною окружною швидкістю, що  
при змінних навантаженнях тягового ланцюга не  
призводить до виникнення коливальних процесів і  
це являється його перевагою. Разом з тим, при  
передачі приводною зіркою значних навантажень  
габаритні розміри і вага гідромоторів зростають,  
що являється перепорою для їх використання в  
гірничих машинах. Забезпечення високої чистоти  
рідини при роботі гідромоторів в умовах функціо-

нування гірничих машин додатково ускладнює  
умови їх використання.

Відомий винахід [2] усуває наведені недоліки,  
а саме зменшує габаритні розміри системи приво-  
ду гірничої машини. Трудомісткість процесом  
управління та невизначеність послідовними діями  
при управлінні рухом трьох гідроциліндрів не до-  
зволила реалізувати наведені технічні рішення, що  
засвідчує реальна практика розробки гірничих ма-  
шин.

Усуває наведені недоліки винахід [3], в якому  
обертальний рух забезпечується двома гідроцилі-  
ндрами. Для реверсування рухом штоків гідроци-  
ліндрів використовуються розподільні клапани з  
механічним управлінням. Розподільні клапани  
управляються системою керування розподілом  
рідини, яка включає кулачковий вал, з'єднаний  
через зубчасту передачу з колінчатим валом. Колі-  
нчатий вал, на якому розміщена приводна зірка,  
з'єднаний шарнірно зі штоками двох силових гід-  
роциліндрів під кутом не меншим ніж 90°. Це дає  
змогу, при умові знаходження одного зі штоків гід-

(13) C2

(11) 74601

(19) UA

роциліндрів, в так званій "мертвій точці", за рахунок другого гідроциліндра забезпечити запуск в роботу гідросистеми при наявності зовнішнього навантаження приводної зірки гірничої машини.

По сукупності суттєвих ознак даний винахід являється найбільш близьким до пропонованого і може бути прийнятим за прототип.

Недоліком прототипу являється те, що система керування розподілом рідини, яка забезпечує прохід рідини від насоса до порожнин гідроциліндрів і від них на злив в масляний бак через механічні розподільні клапани, що управляються кулачковим валом, є енергоємною. Енергоємність визначається тим, що відкриття каналів для проходу рідини виконується за законом профілю кулачка. Такий закон відкриття каналів являється джерелом збільшення опору при проходженні рідини через розподільні клапани, підвищує енерговитрати і зменшує надійність роботи насоса і гідросистеми гірничої машини в цілому.

В основу винаходу покладена задача зменшення енерговитрат в процесі роботи гідравлічного приводу ланцюгового конвеєра гірничої машини.

Ця задача вирішена за рахунок того, що в гідромеханічному приводі гірничої машини, яка включає корпус, систему керування розподілом рідини, силові гідроциліндри, з'єднані з однієї сторони з корпусом, а з другої - штоками з колінчатим валом, на якому закріплено приводну зірку, та напірну і зливну гідроліті, з'єднані системою керування розподілом рідини з поршневими і штоковими порожнинами гідроциліндрів. При цьому система керування розподілом рідини включає гідравлічні розподільні клапани з порожнинами управління ними, диск із прорізами, електричну систему, безконтактні датчики і електромагніти електромагнітних гідророзподільювачів, які з'єднані електричною системою з електромагнітами та датчиками, а останні вмонтовані відповідно прорізам диска.

При виконанні прямого ходу штока гідроциліндрами штокова і поршнева порожнини системою керування розподілом рідини сумісно з'єднані тільки з напірною гідролітєю через гідравлічні розподільчі клапани а при виконанні зворотного ходу штока гідроциліндрів штокова порожнина з'єднана з напірною, а поршнева - зі зливною гідролітєю.

Прорізна поверхня диска виконані різних радіусів в вигляді півкілець із довжиною по куту 180°, кількість яких відповідає кількості гідроциліндрів при виконанні їх зі здвигом одної прорізи відносно іншої по куту довжиною 60°.

Для забезпечення однакової швидкості руху штока при прямому і зворотному напрямках при незмінній подачі рідини насосом (див. стор. 200-201, Васильєв Б.А., Грецов Н.А. Гидравлические машины. Москва: Агропромиздат, 1988. - 272 с), взаємозв'язок між діаметрами поршня і штока визначаються за формулою:

$$d = \frac{D \cdot \sqrt{2}}{2},$$

де d, D - діаметр штока і поршня (гільзи гідроциліндра), відповідно.

Інші співвідношення між діаметрами поршня і штока не можуть забезпечити однакової швидкості

руху штока при прямому і зворотному напрямках.

При використанні гідроциліндрів з розрахунковими параметрами поршня і штока і при умові з'єднання штокової порожнини із поршневою і одночасно з насосом робоча рідина, що витісняється із штокової порожнини, підсумовується із подачею насоса і за рахунок цього досягається при прямому напрямку руху штока така же швидкість, яка співпадає по швидкості руху при зворотному напрямку переміщення штока. При виконанні цієї умови та при умові з'єднання штоків трьох гідроциліндрів з колінчатим валом рівномірно під кутом 120° по колу руху, (таке з'єднання забезпечує окружну швидкість зірки, яка близька до постійної, поясненням цьому є аналогія роботи трипоршневого насоса зі зміщенням фаз на 120° див. стор. 60, Пелевін Л.Є., Гаркавенко О.М., Фомін А.В. "Гідро-та пневмоприводи будівельних машин": Підручник. - КНУБА. 2000. - 288 с), досягається однакова лінійна швидкість штока при прямому і зворотному напрямках руху, а відповідно забезпечується рівномірна колова швидкість приводної зірки і за рахунок цього зменшується ймовірність виникнення додатково коливань при роботі конвеєра.

Рівномірне розміщення штоків забезпечує запуск конвеєра при значному його перенавантаженні, оскільки знаходження штоків гідроциліндрів, в так званій "мертвій точці", можливе тільки для одного із них.

Задача зменшення енерговитрат у моменти реверсування штоків гідроциліндрів забезпечується зниженням втрат тиску при проході рідини від насоса до порожнин гідроциліндрів через канали розподільних гідравлічних клапанів з порожнинами управління за рахунок їх миттєвого відкриття системою керування.

Між відмінними ознаками винаходу і технічним результатом є причинно-наслідковий зв'язок.

Миттєве відкриття каналів розподільних клапанів, яке забезпечується системою керування розподілом рідини, зменшує втрати тиску при її проходженні від насоса до порожнин гідроциліндрів через канали розподільних клапанів і відповідно з цим зменшуються енерговитрати при роботі гірничої машини.

Таким чином, при використанні винаходу досягається підвищення надійності і зменшення експлуатаційних витрат при роботі конвеєра за рахунок зниження енергетичних втрат при реверсуванні штоків гідроциліндрів.

Такий технічний результат не можна одержати, якщо з наведеної сукупності ознак виключити будь-яку.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де на Фіг.1 представлена загальна схема гідромеханічного приводу гірничої машини. На Фіг.2 показаний переріз А-А. на Фіг.1. На Фіг.3 показано гідравлічну схему гідромеханічного приводу гірничої машини.

Гідромеханічний привід гірничої машини (див. Фіг.1) включає корпус 1, наприклад, ланцюгового конвеєра гірничої машини. В корпусі 1 розміщені три гідроциліндри 2. Гідроциліндри 2 з однієї сторони з'єднанні шарнірами 3 з корпусом 1, а з іншої - штоками 4 з колінчатим валом 5, на якому з одного із торців розміщується диск 6. На диску 6 ви-

конані півкільцеві прорізи 7, 8 і 9 з різними по величині радіусами з розміщенням відповідно кожному півкільцю датчиків 10, 11 та 12. Кожний із півкільцевих прорізів має довжину по куту  $180^\circ$  і виконаний зі зсувом одного прорізу відносно іншого на величину по довжині кута  $60^\circ$ . До колінчатого вала закріплена приводна зірка 13 (див. Фіг.2), яка забезпечує обертальний рух ланцюгового конвеєра. Поршневі 14 і штокові 15 порожнини гідроциліндрів 2 з'єднані (див. Фіг.3) трубопроводами з насосом 16. Насос 16 завдяки напірній гідролінії 17 з'єднаний з запобіжним клапаном 18 і гідророзподільником розвантаження 19 по тиску рідини насоса 16. Робоча рідина знаходиться в баці 20. Насос 16 напірною гідролінією 17 з'єднаний з розподільними клапанами 21 і 22 з порожнинами управління ними та з електромагнітними гідророзподільювачами 23. Розподільний клапан 24 з порожниною управління ним з'єднує штокову 15 з поршневою 14 порожнинами гідроциліндрів 2. Розподільний клапан 25 з порожниною управління ним одночасно з'єднаний з розподільним клапаном 24, з поршневою порожниною 14 гідроциліндра 2 та зливною гідролінією 26, яка з'єднана через фільтр 27 з баком 20. Порожнини управління 28, 29, 30 і 31 розподільних клапанів 21, 22, 24 і 25 з'єднанні гідролініями з електромагнітними гідророзподільювачами 23.

При подачі струму живлення на електромагніти 32 або 33 і одночасно на електромагніт 34 гідророзподільника розвантаження 19 гідророзподільювачі 23 забезпечують поперемильне з'єднання насоса 16 з порожнинами управління 28 і 30 розподільних клапанів 21 та 24, або з порожнинами управління 29 і 31 розподільних клапанів 22 та 25, відповідно.

Заявлений гідромеханічний привод гірничої машини діє так.

В такому стані, як показано на Фіг.3 робоча рідина від насоса 16 через напірну гідролінію 17 і гідророзподільник розвантаження 19 спрямовується до бака 20, чим забезпечується приведення в робочий стан гірничої машини. При включенні електромагніта 34 одночасно з цим приводяться в робочий стан датчики 10, 11 і 12, які визначають місце знаходження штоків 4 гідроциліндрів 2 і забезпечують включення тих чи інших електромагнітів 32 або 33 електромагнітних гідророзподільювачів 23.

Розглянемо включення одного із електромагнітів гідророзподільювачів 23 і роботу одного із гідроциліндрів при подачі струму на електромагніт 32, (див. Фіг.3).

Робоча рідина від насоса 16 по напірній гідролінії 17 через гідророзподільювач 23 спрямовується до порожнин., управління 28 і 30 розподільними клапанами 21 та 24. Завдяки цьому миттєво відкриваються канали в розподільних клапанах 21 і 24 для проходження робочої рідини від насоса 16 в поршневу 14 і штокову 15 порожнини гідроциліндра 2. З'єднання штокової порожнини 15 з поршневою 14 і одночасно з насосом 16 призводить до виштовхування штока, тобто до переміщення штока в прямому напрямку за рахунок того, що площа поршневої порожнини 14 значно більша ніж площа штокової порожнини 15 при рівних тисках в порож-

нинах гідроциліндра 2. Навантаження, яке сприймає шток 4 гідроциліндра 2, передається на корпус 1 конвеєра через шарніри 3. Поступальний рух штока 4 перетворюється колінчатим валом 5 обертотий рух приводної зірки 13. При перевантаженні приводної зірки 13 спрацьовує запобіжний клапан 18.

В процесі обертального руху колінчатого вала 5 положення штоків гідроциліндрів 2 визначається відповідними безконтактними датчиками 10, 11 і 12 в залежності від положення диска 6, на якому виконані півкільцеві прорізи 7, 8 і 9 з різною величиною по радіусу і рівною довжиною по куту  $180^\circ$  зі зсувом кожного із прорізів відносно іншого на величину по довжині кута  $60^\circ$ . По завершенні прямого ходу штока 4 гідроциліндра 2 електромагніт 32 обезструмлюється і подається напруга на електромагніт 33. В результаті цього робоча рідина від насоса 16 спрямовується до порожнин управління 29 і 31 розподільних клапанів 22 та 25. За рахунок цих дій відкриваються канали для миттєвого проходження робочої рідини тільки до штокової порожнини 15 гідроциліндра 2, а з поршневої порожнини 14 рідина направляється по зливній гідролінії 26 через розподільний клапан 25 і фільтр 27 в бак 20.

Таким чином, миттєве відкриття каналів для проходження рідини через розподільні клапани 21, 22, 24 і 25 в моменти реверсування штоками гідроциліндрів дозволяє знизити втрати тиску і відповідно зменшити енерговитрати в процесі роботи гірничої машини.

Завершення переміщення штока в зворотному напрямку також визначається одним із датчиків 10, 11 і 12, які подають відповідний сигнал на відключення електромагніта 33, тобто його знеструмлення і знову подається напруга на електромагніт 32 і процес переміщення штоків гідроциліндрів 2 при прямому ході повторюється, як це представлено раніше.

Забезпечуючи однакові швидкості руху штока 4 при прямому і зворотному напрямках, разом з рівномірним розташування по колу штоків гідроциліндрів, з'єднаних з колінчатим валом, в даному випадку під кутом  $120^\circ$ , досягається постійна окружна швидкість приводної зірки конвеєра, що виключає причини виникнення автоколивального процесу і за рахунок цього також підвищується надійність роботи гірничої машини.

Розглянемо функціональні дії кожного із гідроциліндрів 2 при подачі робочої рідини від насоса 16 до порожнин 14 і 15 при умові обертання колінчатого вала, наприклад, по часовій стрілці (див. Фіг.1). Робота гідроциліндрів 2 забезпечується в такій послідовності.

Для гідроциліндрів 2, які знаходяться в верхньому положенні відносно горизонтальної вісі (див. Фіг.1), підвід рідини від насоса забезпечується одночасно в поршневу і штокову порожнини, що призводить до виконання гідроциліндрами 2 прямого ходу. Для гідроциліндра 2, у якого горизонтальна вісь і вісь симетрії гідроциліндра сумісні можна відмітити таке. Цим гідроциліндром, як це видно з Фіг.1 і 2, завершено зворотній хід, при якому робоча рідина подавалась в штокову порожнину 14 і процес її подачі закінчується і далі починається

процес подачі рідини одночасно в поршневу 15 та штокову 14 порожнини гідроциліндра 2. Для гідроциліндрів 2, які знаходяться нижче горизонтальної вісі, робоча рідина подається тільки в штокові порожнини, що забезпечує їм зворотній хід штока.

При умові обертання колінчатого вала, проти часової стрілки (див. Фіг.1) робота гідроциліндрів 2 забезпечується в такій послідовності.

Для гідроциліндрів 2, які знаходяться в верхньому положенні відносно горизонтальної вісі (див. Фіг.1), підвід рідини від насоса забезпечується в штокові порожнини, що призводить до виконання гідроциліндрами 2 зворотного ходу. Для гідроциліндра 2, у якого горизонтальна вісь і вісь симетрії гідроциліндра сумісні, можна відмітити таке. Цим гідроциліндром, як це видно з Фіг.1 і 2, завершено зворотній хід, при якому робоча рідина подавалась в штокову порожнину 14 і процес її подачі закінчується і далі починається процес подачі рідини одночасно в поршневу 15 та штокову 14 порожнини гідроциліндра 2. Для гідроциліндрів 2, які знаходяться нижче горизонтальної вісі робоча рідина подається в штокову і поршневу порожнину одночасно, що забезпечує їм прямий хід штока.

З'єднання штоків гідроциліндрів (див. Фіг.1) з колінчатим валом під кутом  $120^\circ$ , як це видно із принципу роботи гірничої машини, допускає знаходження тільки одного зі штоків, в так званій "мертвій точці". Це забезпечує запуск в роботу конвеєра при значній навантаженості і підвищує можливість його використання.

Для реверсування приводної зірки конвеєра гірничої машини необхідно зупинити обертання приводної зірки конвеєра а потім запустити в роботу два гідроциліндри, штоки яких максимально віддалені від так званої "мертвої точки". Для цього необхідно включити електричну систему і подати струм на відповідні електромагніти електромагнітних гідророзподільвачів, які забезпечать підвід

рідини до порожнин двох гідроциліндрів.

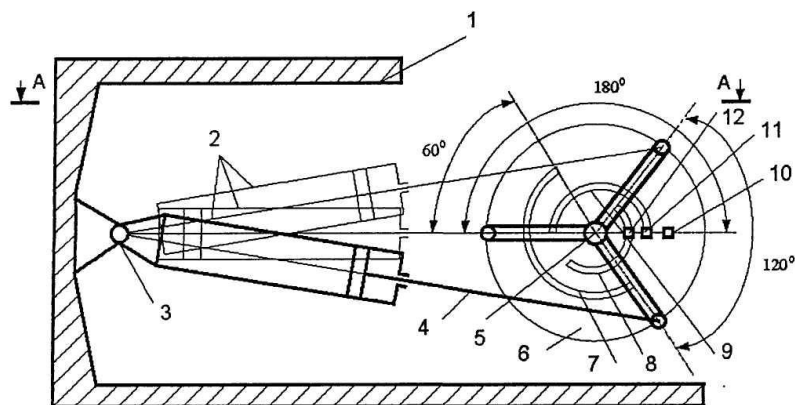
Так, для забезпечення обертання по часовій стрілці (див. Фіг.1) необхідно підвести рідину від насоса тільки в штокову порожнину гідроциліндра, який знаходиться нижче горизонтальної вісі. Для гідроциліндрів, які знаходяться вище горизонтальної вісі рідина від насоса підводиться по напірній гідролінії одночасно в поршневу і штокову порожнини гідроциліндрів.

Для забезпечення обертанням приводної зірки проти часової стрілки для гідроциліндрів, які знаходяться вище горизонтальної вісі рідина підводиться від насоса тільки в штокову порожнину. Для гідроциліндрів, які знаходяться нижче горизонтальної вісі рідина від насоса підводиться одночасно в поршневу і штокову порожнини.

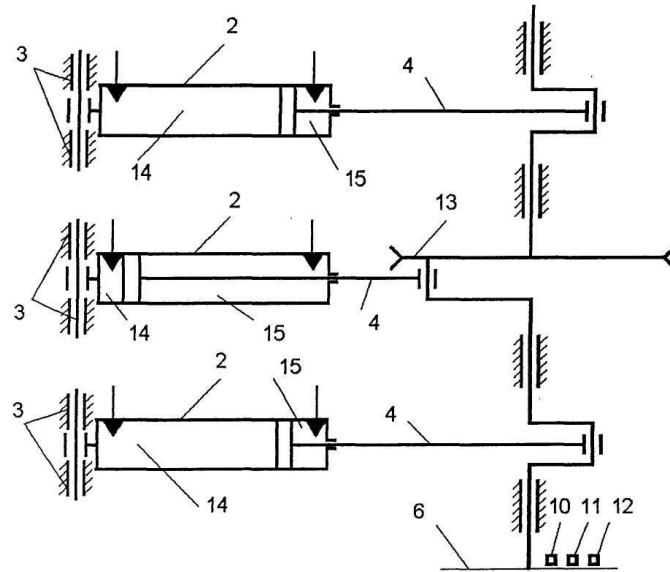
Для забезпечення функціонування приводу гірничої машини використовуються безконтактні датчики, (наприклад, фірми "OMRON", виготовлювач Китай; або ВПБ - 18, підприємство "Контакт" м. Київ, для всіх датчиків використовується постійний струм, напруга 12В), які серійно виготовляються. Електрична система, яка забезпечує підключення безконтактних датчиків до електромагнітів є відомою, що не потребує додаткових пояснень і для гірничих умов виконується з високою надійністю роботи.

Для забезпечення надійності роботи гідроциліндрів без використання демпфувальних пристроїв необхідно забезпечити конструктивний хід штоків гідроциліндрів на  $(10...20)\%$  більшим за технологічний хід.

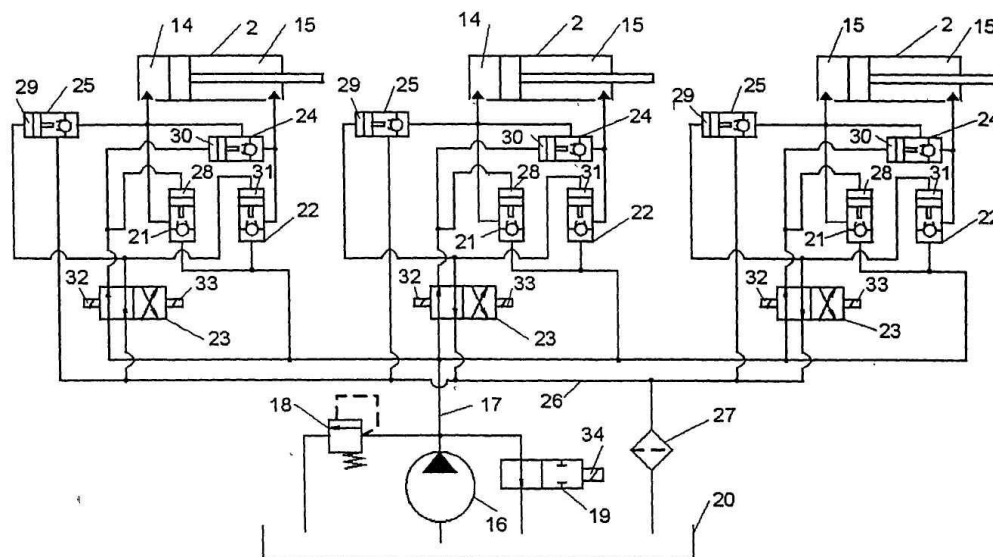
Винахід є промислово-придатним, тому що Харківським національним автомобільно-дорожнім університетом сумісно з заводом "Світло шахтаря" розроблена документація і виготовлена модель ланцюгового конвеєра, в якому використаний пропонуванний гідромеханічний привод гірничої машини.



Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3