



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **147475** (13) **U**  
(51) МПК

**F04B 27/02** (2006.01)

**F16C 3/06** (2006.01)

**F16C 9/02** (2006.01)

**F16M 1/021** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	<b>u 2020 07330</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Сгоров Віктор Александровіч (RU)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>25.01.2019</b>	(73) Володілець (володільці):	<b>АКЦІОНЕРНОЄ ОБЩЕСТВО "РУМО",</b> ул. Адмирала Нахимова, д. 13, литер АВ, этаж 2, помещение 83, г. Нижний Новгород, 603073, Российская Федерация (RU)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	<b>13.05.2021</b>	(74) Представник:	<b>Низова Інна Олександрівна, реєстр. №373</b>
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>2018122867</b>		
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>24.06.2018</b>		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	<b>RU</b>		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	<b>12.05.2021, Бюл.№ 19</b>		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>PCT/RU2019/000046, 25.01.2019</b>		

## (54) ПОРШНЕВИЙ КОМПРЕСОР

### (57) Реферат:

Поршневий компресор містить фундаментну раму, в якій розміщений кривошипно-шатунний механізм, який складається з колінчастого вала, виконаного з можливістю з'єднання з двигуном, і шатунів. Колінчастий вал встановлений у корінних підшипниках, один з яких є упорним. Верхні головки шатунів встановлені у крейцкопфах, розташованих в напрямних крейцкопфів, а кривошипні головки шатунів з'єднані з шатунними шийками колінчастого вала. Компресорні циліндри закріплені на фундаментній рамі через напрямні крейцкопфів і з'єднані з кривошипно-шатунним механізмом за допомогою штоків поршнів, з'єднаних з крейцкопфами. Також пристрій містить буферні ємності всмоктування і нагнітання. У верхній частині фундаментної рами між поздовжніми стінками встановлені розпірки з регульовальними проставками на кінцях, за допомогою яких вони без зазорів з'єднані з фундаментною рамою. Колінчастий вал виконаний з щокми овалної форми. Упорний підшипник містить кришку, в якій встановлені упорні півкільця. Направні крейцкопфів виконані з поздовжніми ребрами жорсткості. Штоки поршнів компресорних циліндрів з'єднані з крейцкопфами за допомогою гайок і контргайок, виконаних з кільцевими проточками в тілі.

UA 147475 U

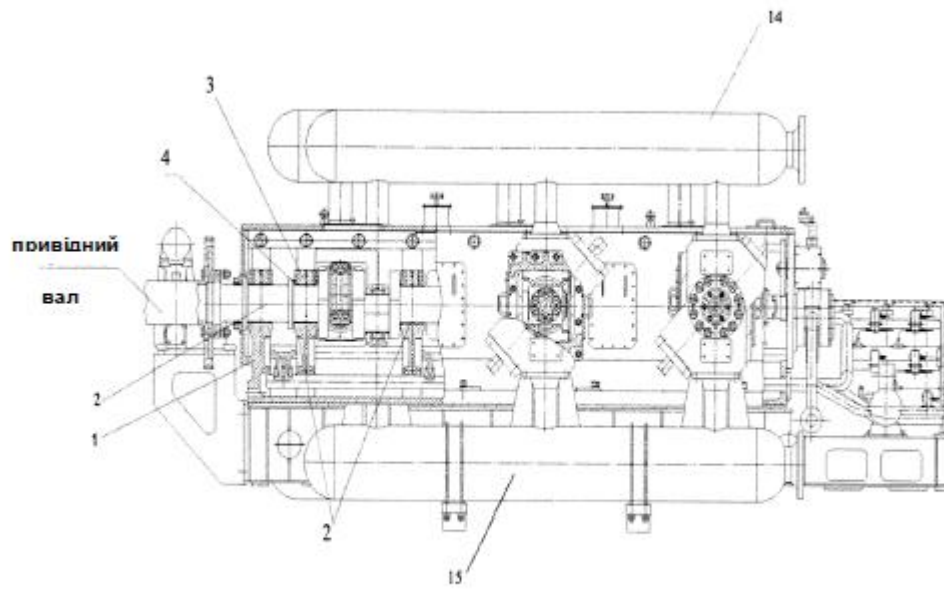


Fig. 1

Корисна модель належить до галузі машинобудування, стосується пристрою поршневого компресора, призначеного для стиснення і перекачування природних і попутних нафтових газів різного хімічного складу, який може бути застосований для роботи у складі газоперекачувальних агрегатів із закачування природного газу в підземні сховища, на дожимних компресорних станціях та інших об'єктах газової та нафтопереробної промисловості.

Найближчим аналогом корисної моделі, що пропонується, є поршневий компресор, що захищений патентом RU 2645885 C2, кл. F04B35/00, опубл. 05.10.2017 р., прийнятий за найближчий аналог (прототип). Поршневий компресор на опозитних базах за прототипом містить станину, в якій розміщений кривошипно-шатунний механізм, що складається із колінчастого вала, виконаного з можливістю з'єднання з електродвигуном, насаджених на нього корінних підшипників і шатуна, верхня головка якого закріплена в крейцкопфі, розташованому в напрямній, а кривошипна головка прикріплена до шатунної шийки колінчастого вала, і виконаний з можливістю перетворення обертального руху колінчастого вала у зворотно-поступальний рух крейцкопфа у напрямній, і пов'язаного з ним штока з поршнем у циліндрі, з'єднаному з напрямною крейцкопфа.

Перевагами і спільними ознаками пристрою за найближчим аналогом із корисною моделлю є підвищене номінальне поршневе зусилля компресора. У пристрої за прототипом номінальне поршневе зусилля становить тонн і 25 тонн, при цьому елементи кривошипно-шатунного механізму розраховані на робочі зусилля відповідно 20,0 тонн і 33,5 тонни, короткий хід поршня 100 або 120 мм, високі оберти від 1000 об/хв. до 1500 об/хв. При цьому забезпечується середня швидкість поршня від 3,25 м/с до 5,0 м/с. Це дозволяє застосовувати матеріали, що забезпечують компримування газу без змащення циліндрів і сальників при середній швидкості поршня до 4,0 м/с. Однак, найближчий аналог не позбавлений недоліків: по-перше, робочі зусилля кривошипно-шатунного механізму 20,0 тонн і 33,5 тонни не відповідають зусиллю на шток компресорного циліндра 15 тонн і 25 тонн, що призводить до перерозмірювання бази компресора і, як наслідок, до збільшення масово-габаритних показників компресора у порівнянні з поршневими компресорами, у яких зусилля на шток компресорного циліндра відповідає зусиллям кривошипно-шатунного механізму; по-друге, через невідповідність розрахункових зусиль кривошипно-шатунного механізму і зусилля на шток компресорного циліндра відсутня можливість підвищення потужності компресора; по-третє, через обмеження розрахункового зусилля на шток компресорного циліндра не повністю використовується можливість кривошипно-шатунного механізму щодо діапазону тисків газу, що стискається, на всмоктуванні й нагнітанні.

Задача корисної моделі - удосконалити поршневий компресор.

Технічним результатом від використання корисної моделі є розширення діапазону щодо тисків на всмоктуванні й нагнітанні, більш повне використання потужності компресора для отримання більшої продуктивності, підвищення безпеки експлуатації компресора при підвищеному зусиллі на штоку до 32 тонн, зниження маси і габаритів.

Поставлена задача вирішується тим, що у поршневому компресорі, що містить фундаментну раму, в якій розміщений кривошипно-шатунний механізм, що складається з колінчастого вала, виконаного з можливістю з'єднання з двигуном, встановленого в корінних підшипниках рами, і шатунів, верхні головки яких встановлені у крейцкопфах, розташованих у напрямних, а кривошипні головки з'єднані з шатунними шийками колінчастого вала, компресорні циліндри, що закріплені на фундаментній рамі через напрямні крейцкопфів, і з'єднані з кривошипно-шатунним механізмом за допомогою штоків поршнів, з'єднаних з крейцкопфами, буферні ємності всмоктування і нагнітання, згідно з корисною моделлю, у верхній частині фундаментної рами між поздовжніми стінками встановлені розпірки з регульовальними проставками на кінцях, за допомогою яких вони без зазорів з'єднані з фундаментною рамою, колінчастий вал виконаний з щокми овальної форми, упорний підшипник містить кришку, в якій встановлені упорні півкільця, напрямні крейцкопфів виконані з поздовжніми ребрами жорсткості, штоки поршнів компресорних циліндрів з'єднані з крейцкопфами за допомогою гайок і контргайок, виконаних із кільцевими проточками в тілі; фундаментна рама відлита з чавуну СЧ25, у поперечному напрямку посилена ребрами з переходом до опорних майданчиків; колінчастий вал встановлений у семи корінних підшипниках, при цьому підшипник, що виконаний другим з боку двигуна, є упорним; розпірки виконані з прокату круглого перерізу і зафіксовані на рамі за допомогою стяжних болтів; регульовальні проставки виконані у вигляді 15 шайб із того ж матеріалу, що і розпірки, які за товщиною відповідають зазору між розпіркою і поздовжньою стінкою фундаментної рами; у кришці упорного підшипника встановлено два півкільця, при цьому кришка упорного підшипника з'єднана з фундаментною рамою шпильками; спеціальна кільцева проточка в тілі гайок і контргайок являє собою канавки трапецеїдальної

форми із закругленими кутами і виступами; поршневий компресор містить шість компресорних циліндрів, опозитно розташованих відносно фундаментної рами по три компресорних циліндри з кожного боку; для забезпечення функціонування поршневий компресор додатково містить насос прес-мастила з приводом, насос масляний з приводом, агрегат електронасосний, регулюючі пристрої компресорних циліндрів, блок керування регулюючими пристроями компресорних циліндрів, валоповоротний пристрій, трубопроводи.

На фіг. 1 представлений вигляд збоку поршневого компресора.

На фіг. 2 представлений поперечний розріз поршневого компресора.

На фіг. 3 представлена рама фундаментна поршневого компресора, де а - вигляд збоку, б - вигляд зверху, в - поперечний розріз.

На фіг. 4 представлений поперечний розріз рами фундаментної поршневого компресора.

На фіг. 5 представлений поздовжній розріз упорного підшипника з кришкою упорного підшипника і двома півкільцями.

На фіг. 6 представлена напрямна крейцкопфа поршневого компресора, де: а - поздовжній розріз, б - вигляд зверху.

На фіг. 7 представлений колінчастий вал поршневого компресора, де: а - вигляд збоку, б - поперечний розріз.

На фіг. 8 представлений циліндр компресорний поршневого компресора, де: а - поздовжній розріз, б - вигляд збоку (зліва).

На фіг. 9 представлений поршень зі штоком поршневого компресора.

На фіг. 10 представлена гайка кріплення штока компресорного циліндра поршневого компресора.

На фіг. 11 представлена контргайка штока компресорного циліндра поршневого компресора. Поршневий компресор на фіг. 1-11, що конструктивно пропонується, містить:

1 - фундаментну раму;

2 - колінчастий вал;

3 - корінні підшипники;

4 - упорний підшипник;

5 - шатуни;

6 - верхні головки шатунів;

7 - кривошипні головки шатунів;

8 - крейцкопфи;

9 - напрямні крейцкопфів;

10 - шатунні шийки колінчастого вала;

11 - компресорні циліндри;

12 - штоки компресорних циліндрів;

13 - поршні компресорних циліндрів;

14 - буферні ємності всмоктування;

15 - буферні ємності нагнітання;

16 - розпірки;

17 - регулювальні проставки;

18 - щоки колінчастого вала;

19 - кришка упорного підшипника;

20 - упорні півкільця;

21 - поздовжні ребра жорсткості напрямних крейцкопфів;

22 - гайки;

23 - контргайки.

Для забезпечення функціонування поршневий компресор додатково містить: насос прес-мастила з приводом; насос масляний з приводом; агрегат електронасосний, регулюючі пристрої компресорних циліндрів 11, блок керування регулюючими пристроями компресорних циліндрів; валоповоротний пристрій, трубопроводи. Поршневий компресор, що пропонується, є горизонтальним шестирядним, містить шість компресорних циліндрів 11, опозитно розташованих відносно фундаментної рами по три компресорних циліндри 11 з кожного боку.

У фундаментній рамі 1 розміщений кривошипно-шатунний механізм.

Кривошипно-шатунний механізм складається з колінчастого вала 2, виконаного з можливістю з'єднання з двигуном, і шатунів 5. Колінчастий вал 2 встановлений у корінних підшипниках 3, один з яких є упорним підшипником 4.

Верхні головки 6 шатунів 5 встановлені у крейцкопфах 8, розташованих у напрямних 9, а кривошипні головки 7 з'єднані з шатунними шийками колінчастого вала 10.

Компресорні циліндри 11, що закріплені на фундаментній рамі 1 через напрямні 9

крейцкопфів 8, і з'єднані з кривошипно-шатунним механізмом за допомогою штоків 12 поршнів 13, з'єднаних з крейцкопфами 8.

У верхній частині фундаментної рами 1 між поздовжніми стінками встановлені розпірки 16 з регульовальними проставками 17 на кінцях, за допомогою яких вони без зазорів з'єднані з фундаментною рамою 1.

Колінчастий вал 2 виконаний з щоками 18 овальної форми.

Упорний підшипник 4 містить кришку 19, у якій встановлені упорні півкільця 20.

Напрявні 9 крейцкопфів 8 виконані з поздовжніми ребрами жорсткості 21.

Штоки 12 поршнів 13 компресорних циліндрів 11 з'єднані з крейцкопфами 8 за допомогою гайок 22 і контргайок 23, виконаних з кільцевими проточками в тілі, що являють собою канавки трапецеїдальної форми із закругленими кутами і виступами.

Рама фундаментна 1 виконана чавунною, литою, коробчастого перерізу, містить поперечні перегородки і ребра жорсткості. До бічних поверхонь фундаментної рами 1 через ущільнюючі прокладки прикріплені напрямні крейцкопфів 9. З боку приводного двигуна до торцевої поверхні фундаментної рами 1 прикріплене роз'ємне закриття, в якому розміщене ущільнення колінчастого вала 2. З протилежного торця фундаментної рами 1 прикріплене сталеве закриття, на якому розташовується насос масляний і привід масляного насоса. Зверху на раму 1 встановлене закриття, що виконане зі сталевих листів. Для зручності обслуговування в ньому передбачені люки.

Колінчастий вал 2 виконаний цільнокованим. Частота обертання колінчастого вала 2 становить 1000 об/хв. Колінчастий вал 2 встановлений у семи корінних підшипниках 3, підшипник - другий з боку приводу є упорним 4. Кожен підшипник має два взаємозамінних вкладиші - вкладиш рамковий і вкладиш кришки 3. Підшипники виконані з біметалічної стрічки. Кришка 19 упорного підшипника 4 відлита з високоміцного чавуну. У кришці 19 упорного підшипника 4 встановлено 2 упорних півкільця 20. Кришка 19 з півкільцями 20 має точну підгонку до гнізда фундаментної рами 1. Кришка 19 упорного підшипника кріпиться до фундаментної рами шпильками. Шатуни 5 виготовлені з легованої сталі. Для зниження динамічної невідповідності, комплект шатунів 5 підібраний таким чином, щоб різниця мас шатунів 5 не перевищувала 0,4 кг.

Крейцкопфи 8 виконані сталевими звареними, без відокремлених плазунів. Робочі поверхні крейцкопфів 8 залиті бабітом.

Напрявні крейцкопфів 9 відлиті з чавуну і мають відлиті заодно з ними ліхтарі для кріплення компресорних циліндрів 11. Компресорні циліндри 11 виготовлені з поковок легованої сталі, а також з виливків високоміцного або сірого чавуну. Компресорні циліндри 11 у залежності від температури нагнітання газу виконані з повітряним або з водяним охолодженням. Для розвантаження під час пуску, а також для регулювання продуктивності під час роботи з метою отримання максимального завантаження газомотокомпресора, компресорні циліндри 11 можуть бути обладнані регулюючими пристроями або пристроями відключення робочої порожнини циліндра. Штоки 12 виготовлені з високоякісної сталі. Для підвищення зносостійкості робоча поверхня штока загартована ТВЧ до твердості 52...62 HRC. Максимально припустиме зусилля на шток - 32 т.

Поршні 13 виготовляють литими з чавуну, і, в залежності від діаметра, вони можуть мати внутрішню порожнину з поздовжніми ребрами. Залежно від перепаду тиску, на поршнях 13 встановлюють різну кількість поршневих кілець, які виконують з композиційних матеріалів, що працюють з мінімальною подачею масла або без мастила. Для збільшення терміну служби поршні 13 забезпечені змінними опорними кільцями.

Посадку поршня 13 на шток 12 здійснюють за циліндричною поверхнею з фіксацією в осьовому напрямку упорним буртом штока 12 і кріпленням поршня 13 гайкою штока, яка після остаточної затяжки і перевірки невинтупання гайки від торця поршня стопориться гвинтом, з керненням останнього. Кріплення штоків 12 поршнів 13 до крейцкопфів 8 здійснюють навернутими на штоки 12 гайками 22 і контргайками 23 і вісьмома болтами. Для контролю затягування кожен болт має стрижень, що встановлений у тілі болта із зазором. Керування регулюючими пристроями компресорних циліндрів 11 здійснюють за допомогою блока керування.

Для повертання колінчастого вала 2 під час технічного обслуговування використовують валоповоротний пристрій.

Фундаментна рама 1 у зборі з усім механізмом руху, вузлами і трубопроводами встановлена на підрамнику з опорами під напрямні крейцкопфів 9, за допомогою якого компресор монтується на фундамент. Привід поршневого компресора здійснюється приводним двигуном, в ролі якого можуть бути використані: газопоршневий двигун, електродвигун, газова турбіна.

Корисна модель, що пропонується, працює наступним чином.

Перед пуском здійснюється передпускове прокачування поршневого компресора маслом від електронасосного агрегату.

Після цього запускається приводний двигун, який передає обертання колінчастому валу 2, що обертається в корінних підшипниках 3, 4. Обертання від колінчастого вала 2 через шатуни 5 передається на крейцкопфи 8, що переміщуються в напрямних крейцкопфів 9, і далі через штоки 12 компресорних циліндрів 11 зворотно-поступальний рух передається поршням 13.

Газ, що стискається, через буферні ємності всмоктування 14 і всмоктувальні клапани надходить в робочу порожнину компресорних циліндрів 11. Поршні 13, переміщаючись у компресорних циліндрах 11, стискають газ, що надійшов у компресорні циліндри 11. Стиснутий газ через нагнітальні клапани, буферні ємності нагнітання 15 надходить у нагнітальний трубопровід компресорної станції.

Регулювання продуктивності і потужності поршневого компресора здійснюється регулюючими пристроями компресорних циліндрів 11, що являють собою пристрої, що встановлюються на місці задньої кришки компресорного циліндра. Принцип дії регулюючого пристрою полягає у приєднанні додаткового об'єму до робочої порожнини стиснення компресорного циліндра, що дозволяє зменшувати об'єм всмоктуваного газу, а значить зменшувати продуктивність і завантаження компресора. Керування регулюючими пристроями здійснюється блоком керування.

Розпірки 16, що беззазорно встановлені між поздовжніми стінками фундаментної рами 1 за допомогою регулювальних проставок 17, забезпечують посилення поперечної жорсткості фундаментної рами 1 за рахунок обмеження поперечного переміщення верхньої частини поздовжніх стінок фундаментної рами 1, яке викликається зусиллями від поршнів 13 15 компресорних циліндрів 11.

Овальна форма шків 18 колінчастого вала 2 знижує їх масу, що забезпечує зниження інерційних сил і моментів, що впливають на колінчастий вал 2 під час обертання, не погіршуючи при цьому його міцність. Виконання напрямних 9 крейцкопфів 8 із поздовжніми ребрами жорсткості 21 забезпечує підвищення поздовжньої і поперечної жорсткості за рахунок збільшення площі поперечного перерізу напрямних 9.

Виконання гайок 22 і контргайок 23 зі спеціальною кільцевою проточкою в тілі, що являють собою канавки трапецеїдальної форми із закругленими кутами і виступами, забезпечує рівномірний розподіл зусиль від штоків 12 по всій висоті різьби гайок 22 і контргайок 23 за рахунок їх більшої податливості при затягуванні.

Поршневий компресор, що пропонується, характеризується підвищеним допустимим зусиллям на шток - 32 т, що дозволяє працювати компресору в більш широкому діапазоні тисків газу на всмоктуванні й нагнітанні, а також сприяє більш повному використанню потужності компресора для отримання більшої продуктивності. Тиск на всмоктуванні може перебувати в межах від 0,5 МПа до 10 МПа, тиск на нагнітанні від 5,0 МПа до 500 МПа, продуктивність від 25000  $\text{нм}^3/\text{год.}$  до 300000  $\text{нм}^3/\text{год.}$  при номінальній потужності компресора 4,0 МВт. При цьому пристрій має невелику масу і габарити, що дозволяє транспортувати його укріпленими монтажними блоками.

Робочі параметри поршневого компресора, що пропонується, модифікації 6ПК32-1/(47-57)-(77-103) у складі газоперекачувального агрегату 10 ГПА-4РМП із газотурбінним приводом підтверджені актом приймальних випробувань головного зразка агрегату газоперекачувального ГПА-4РМП.

У даний час заявником розроблені наступні модифікації поршневого компресора зі штокової зусиллям 32 тонни для закачування природного газу в підземні сховища газу:

поршневий компресор 6ПК32-1/(36-51)-(71-116) з абсолютними тисками на всмоктуванні від 3,6 МПа до 5,1 МПа і на нагнітанні від 7,1 МПа до 11,6 МПа, продуктивністю від 81800  $\text{нм}^3/\text{год.}$  до 173400  $\text{нм}^3/\text{год.}$ ;

поршневий компресор 6ПК32-2/(20-31)-(90-161) з абсолютними тисками на всмоктуванні від 2,0 МПа до 3,1 МПа і на нагнітанні від 9,0 МПа до 16,3 МПа, продуктивністю від 38300  $\text{нм}^3/\text{год.}$  до 70800  $\text{нм}^3/\text{год.}$ ;

поршневий компресор 6ПК32-2/(34-72,6)-(80-145) з абсолютними тисками на всмоктуванні від 3,4 МПа до 7,26 МПа і на нагнітанні від 8,0 МПа до 14,5 МПа, продуктивністю від 57700  $\text{нм}^3/\text{год.}$  до 212800  $\text{нм}^3/\text{год.}$

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 1. Поршневий компресор, що містить фундаментну раму, в якій розміщений кривошипно-шатунний механізм, що складається з колінчастого вала, виконаного з можливістю з'єднання з двигуном, встановленого в корінних підшипниках, один з яких є упорним, і шатунів, верхні головки яких встановлені у крейцкопфах, розташованих у напрямних, а кривошипні головки з'єднані з шатунними шийками колінчастого вала, компресорні циліндри, що закріплені на фундаментній рамі через напрямні крейцкопфів, і з'єднані з кривошипно-шатунним механізмом
- 10 за допомогою штоків поршнів, з'єднаних з крейцкопфами, буферні ємності всмоктування і нагнітання, який **відрізняється** тим, що у верхній частині фундаментної рами між поздовжніми стінками встановлені розпірки з регульовальними проставками на кінцях, за допомогою яких вони без зазорів з'єднані з фундаментною рамою, колінчастий вал виконаний з щоками овальної форми, упорний підшипник містить кришку, в якій встановлені упорні півкільця, напрямні крейцкопфів виконані з поздовжніми ребрами жорсткості, штоки поршнів
- 15 компресорних циліндрів з'єднані з крейцкопфами за допомогою гайок і контргайок, виконаних з кільцевими проточками в тілі.
2. Поршневий компресор за п. 1, який **відрізняється** тим, що фундаментна рама відлита з чавуну СЧ25, у поперечному напрямку посилена ребрами з переходом до опорних майданчиків.
- 20 3. Поршневий компресор за п. 1, який **відрізняється** тим, що колінчастий вал встановлений в семи корінних підшипниках, при цьому підшипник, що виконаний другим з боку двигуна, є упорним.
4. Поршневий компресор за п. 1, який **відрізняється** тим, що розпірки виконані з прокату круглого перерізу і зафіксовані на рамі за допомогою стяжних болтів.
- 25 5. Поршневий компресор за п. 1, який **відрізняється** тим, що регульовальні проставки виконані у вигляді шайб з того ж матеріалу, що і розпірки, які по товщині відповідають зазору між розпіркою і поздовжньою стінкою фундаментної рами.
6. Поршневий компресор за п. 1, який **відрізняється** тим, що у кришці упорного підшипника встановлено два півкільця, при цьому кришка упорного підшипника з'єднана з фундаментною
- 30 рамою шпильками.
7. Поршневий компресор за п. 1, який **відрізняється** тим, що спеціальна кільцева проточка в тілі гайок і контргайок являє собою канавки трапецеїдальної форми із закругленими кутами і виступами.
8. Поршневий компресор за п. 1, який **відрізняється** тим, що містить шість компресорних
- 35 циліндрів, опозитно розташованих відносно фундаментної рами по три компресорних циліндри з кожного боку.
9. Поршневий компресор за п. 1, який **відрізняється** тим, що для забезпечення функціонування поршневий компресор додатково містить насос прес-мастила з приводом, насос масляний з приводом, агрегат електронасосний, регулюючі пристрої компресорних циліндрів, блок
- 40 керування регулюючими пристроями компресорних циліндрів, валоповоротний пристрій, трубопроводи.

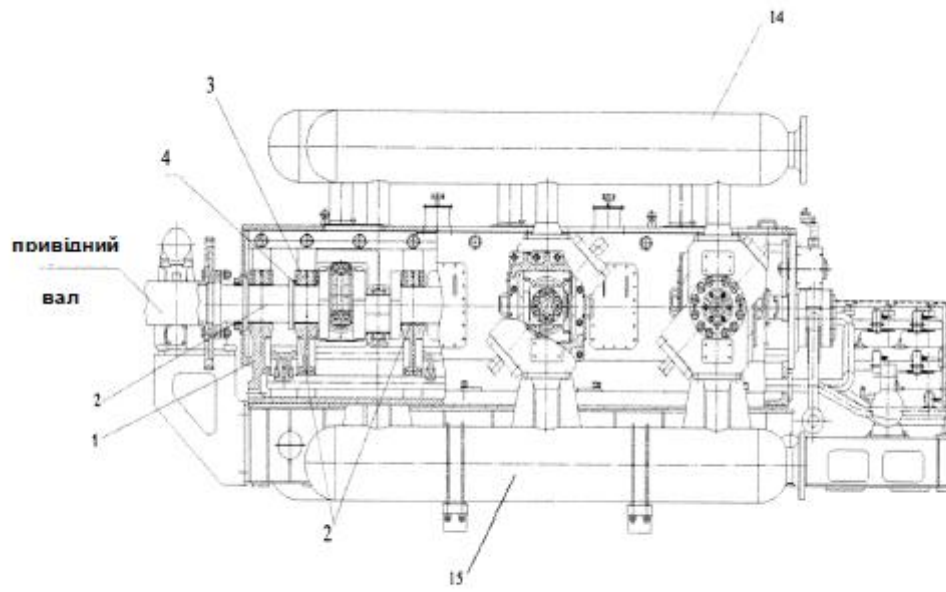


Fig. 1

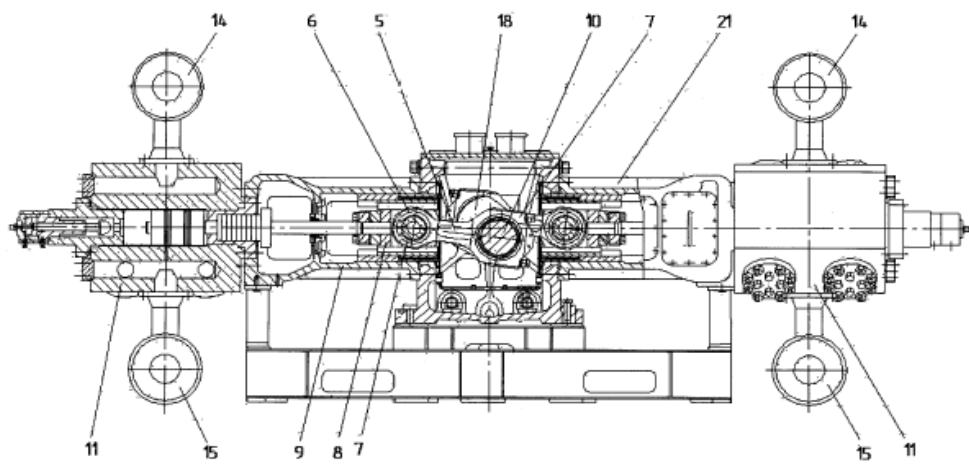
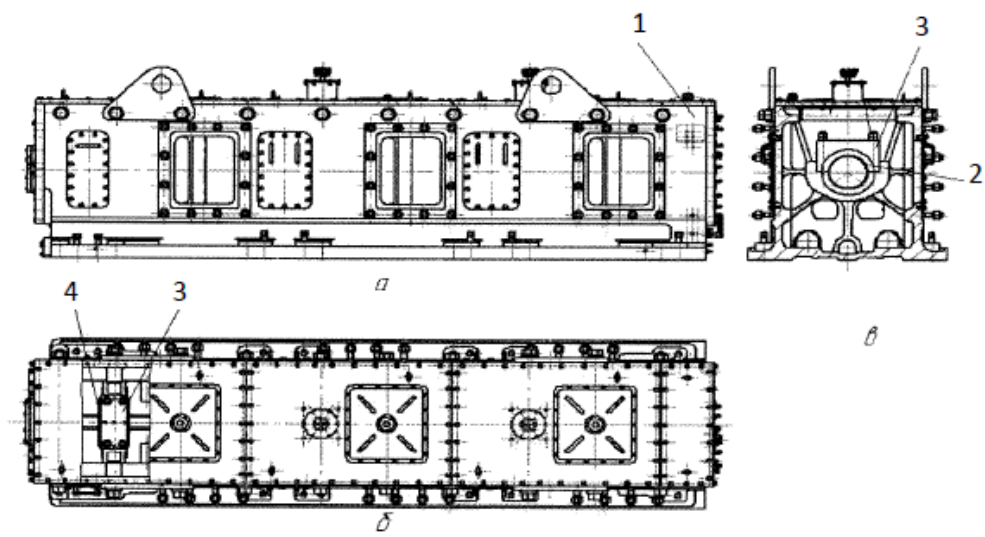
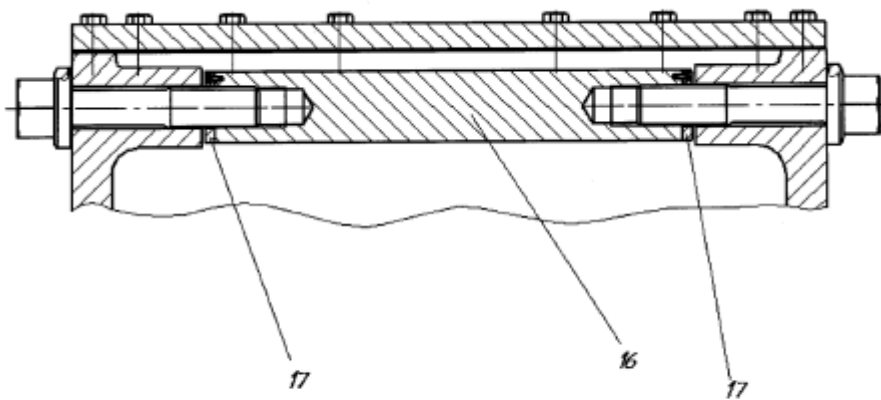


Fig. 2





Фиг. 3



Фиг. 4

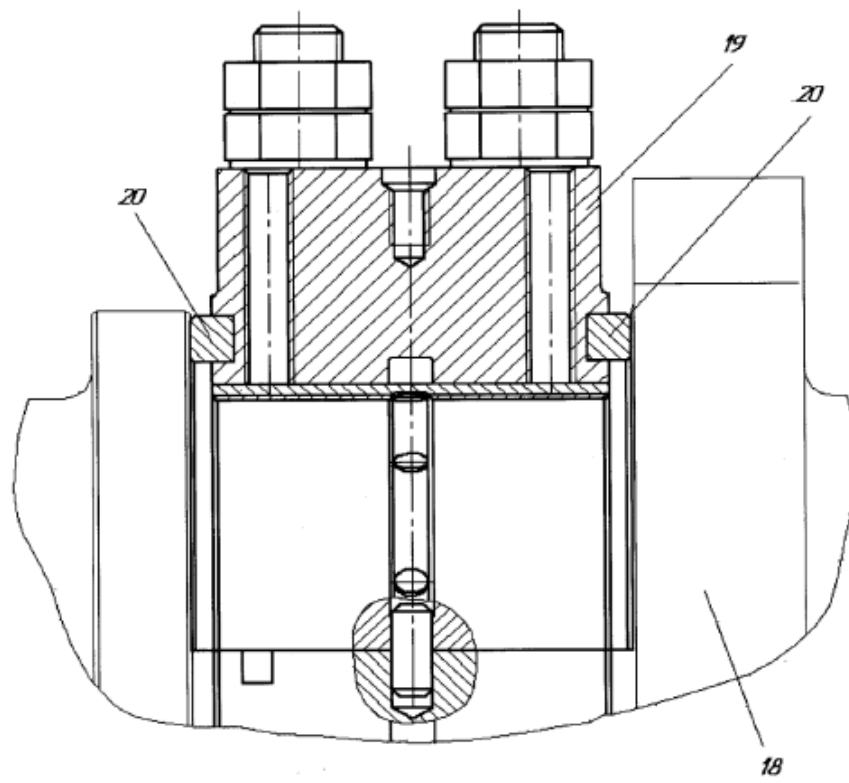
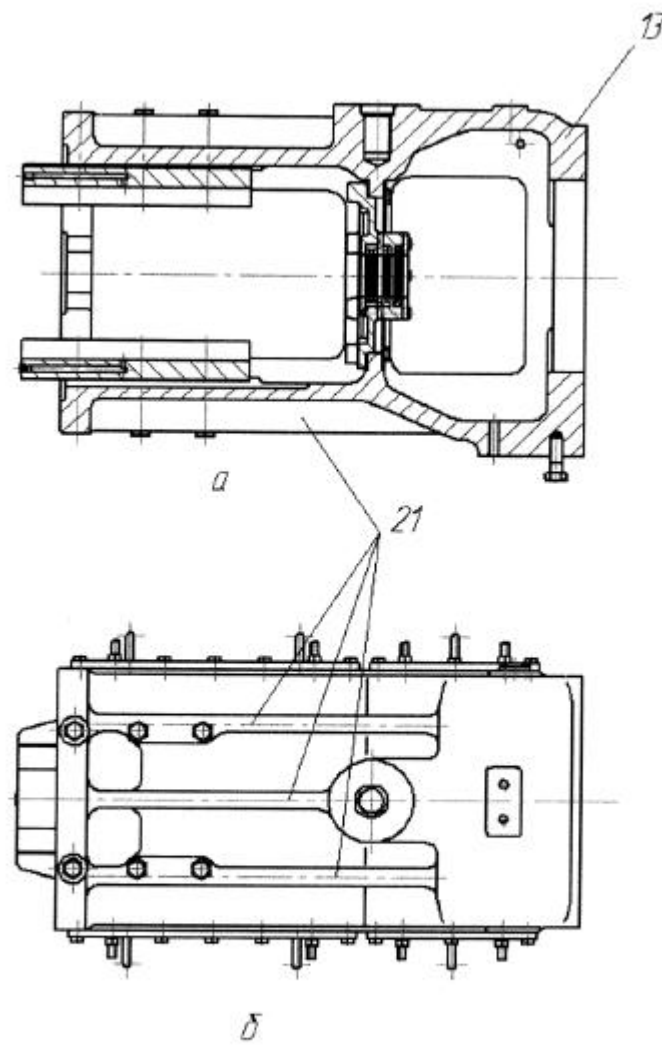
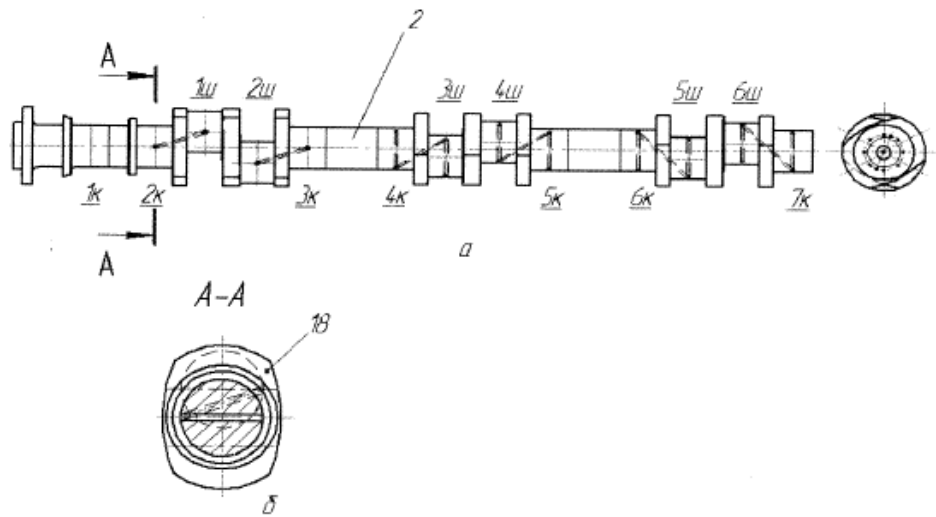


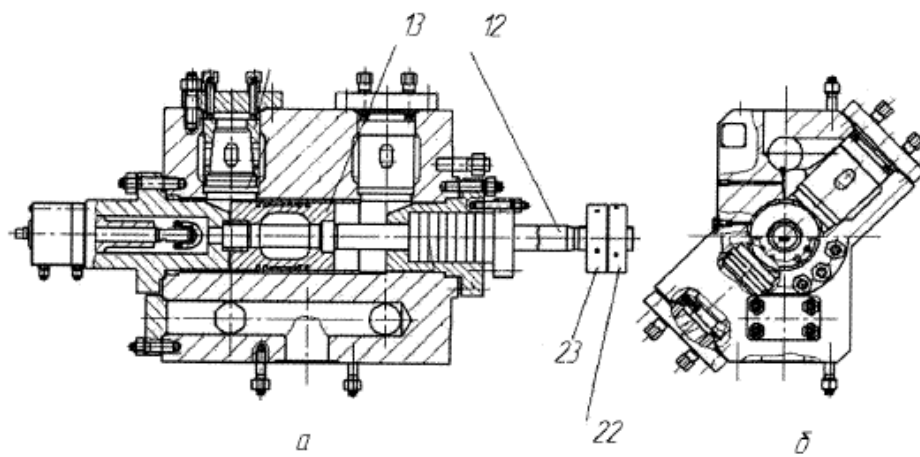
Fig. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

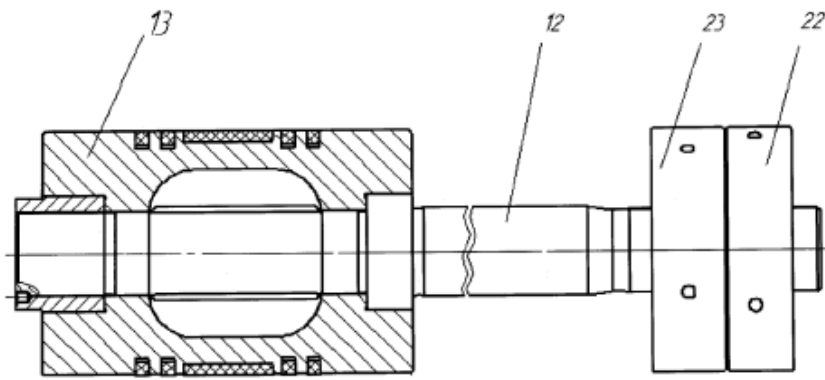


Fig. 9

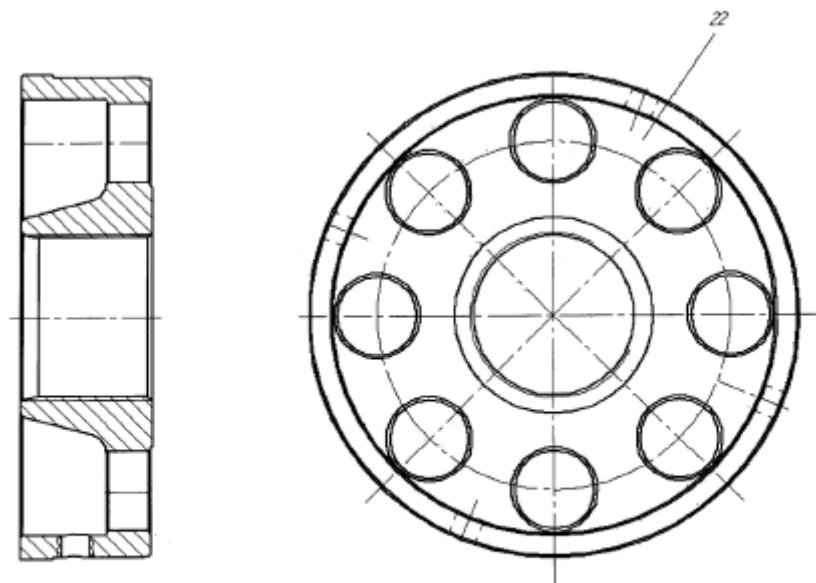


Fig. 10

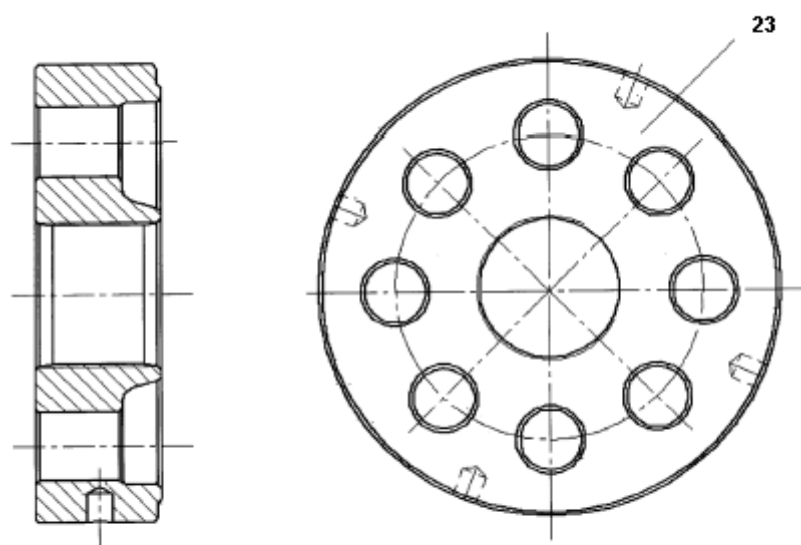


Fig. 11