



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52386 (13) U  
(51) МПК (2009)  
F04C 29/02  
F04C 18/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ ШАХТНОЇ КОМПРЕСОРНОЇ УСТАНОВКИ

1

(21) u201001871

(22) 22.02.2010

(24) 25.08.2010

(46) 25.08.2010, Бюл.№ 16, 2010 р.

(72) ГРЯДУЩИЙ БОРИС АБРАМОВИЧ, КОВАЛЬ  
АНАТОЛІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, ЛОБОДА ВОЛОДИ-  
МИР ВАСИЛЬОВИЧ, МАНЕЦ НАТАЛІЯ ВОЛОДИ-  
МИРІВНА, НОВИКОВ ПАВЛО АНДРІЙОВИЧ, КИ-  
СЕЛЬОВ ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) "НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ГІРНИЧОЇ  
МЕХАНІКИ ІМЕНІ М.М.ФЕДОРОВА"

(57) 1. Комплексна система захисту шахтної ком-  
пресорної установки з накопичувальною ємністю-  
повітряозбірником з вбудованим масловіддільником  
і запобіжним клапаном, повітряним фільтром і кон-  
тролем тиску стиснутого повітря в нагнітальній  
лінії і робочій рідині в маслосистемі гвинтового  
компресора, що містить датчики теплового захис-  
ту, розміщені на лінії всмоктування після дросель-  
ного клапана, в нагнітальній лінії до і після масло-  
віддільника перед клапаном мінімального тиску,  
системою пожежогасіння і датчик контролю газу ме-  
тану під кожухом установки, а також датчик кон-  
тролю газу СО в стиснутому повітрі, сполучені з  
системою аварійного відключення компресора, яка  
**відрізняється** тим, що датчик контролю газу СО  
розміщений на розподільній ємності спеціальної

2

обвідної лінії після фільтра-конденсатовідвідника,  
вхід якої підключений до лінії нагнітання компре-  
сора між масловіддільником і клапаном мінімаль-  
ного тиску, а вихід підключений до всмоктуючої  
лінії компресора між дросельним клапаном і повіт-  
ряним фільтром.

2. Комплексна система захисту шахтної компресо-  
рної установки за п. 1, яка **відрізняється** тим, що  
безпосередньо біля зовнішніх кілець підшипнико-  
вих вузлів нижче за центр осьової лінії провідного  
ротора компресора на стороні нагнітання і всмок-  
тування додатково встановлені малоінерційні дат-  
чики теплового захисту, сполучені з системою  
аварійного відключення компресора.

3. Комплексна система захисту шахтної компресо-  
рної установки за п. 1, яка **відрізняється** тим, що  
в накопичувальній ємності-повітряозбірнику розмі-  
щений датчик контролю рівня робочої рідини, спо-  
лучений з системою аварійного відключення комп-  
ресора.

4. Комплексна система захисту шахтної компресо-  
рної установки за п. 3, яка **відрізняється** тим, що  
датчик контролю рівня робочої рідини розміщений  
в спеціальному пристрої, розташованому безпосе-  
редньо у накопичувальній ємності-повітряозбірнику  
і сполученому з ним трубопроводами у верхній і  
нижній частині з утворенням сполучених посудин.

Корисна модель відноситься до компресоро-  
будування і може бути використана при розробці і  
модернізації шахтних компресорних установок з  
гвинтовими компресорами.

Відома система захисту шахтної гвинтової  
компресорної установки за допомогою датчиків  
теплового захисту і запобіжних клапанів, розміще-  
них на лініях всмоктування і нагнітання компресо-  
ра [1].

Недоліками такої системи захисту є:

- відсутність контролю температури підшипни-  
кових вузлів компресора, що при виході їх з ладу,  
як правило, унаслідок сильного розігрівання, на-  
приклад, за відсутності мастила провідного і веде-  
ного гвинтів (роторів), приводить до розбивання  
розточувань під підшипники в корпусі компресора,

заклинюванню або поломці роторів, до виходу з  
ладу і аварії на компресорній установці;

- відсутність автоматичного контролю рівня  
робочої рідини в маслосистемі компресорної уста-  
новки, що приводить до різкого зростання темпе-  
ратури на установці і аварії у разі швидкого спаду  
масла в маслосистемі, наприклад, при його малій  
кількості в накопичувальній ємності-  
повітряозбірнику, пориві або пошкодженні масло-  
проводів, їх забрудненні і т.д.;

- відсутність контролю наявності газу СО в на-  
гнітальній лінії компресора приводить при підви-  
щених температурах до появи цього отруйного  
газу в пневмережі та у пневмоспоживачів, що  
неприпустимо при експлуатації компресора в шах-

U  
(13)  
52386  
(11)  
UA  
(19)

ті, оскільки може привести до отруєння людей в гірничих виробках;

Відома система захисту шахтної гвинтової компресорної установки, що містить накопичувальну ємність з вбудованим масловіддільником, запобіжні клапани і датчики теплового захисту на лінії всмоктування і нагнітання компресора [2].

Недоліками такого захисту є:

- відсутність контролю рівня масла в накопичувальній ємності-повітрозбірнику з вбудованим масловіддільником, що приводить до роботи компресора без мастила і до його поломки;
- відсутність контролю розігрівання підшипникових вузлів, що приводить до виходу з ладу компресора і створення аварійної ситуації;
- відсутність контролю газу СО в нагнітальній лінії, що приводить до подачі із стислим повітрям цього отруйного газу до пневмоспоживачів;
- відсутність системи пожежогасіння і контролю газу метану під кожухом компресорної установки, що робить установку пожежовибухонебезпечною при експлуатації на вугільних шахтах небезпечних по вибухах газу метану і пилу.

Відома система аварійного захисту компресорної станції за допомогою термовимикачів і датчиків-реле, розміщених на лінії нагнітання і всмоктування гвинтового компресора [3].

Недоліками цієї системи аварійного захисту є:

- відсутність контролю температури розігрівання підшипникових вузлів гвинтового компресора, що приводить у ряді випадків до виходу їх з ладу і пошкодженню компресора;
- відсутність автоматичного контролю рівня робочої рідини в системі охолодження і мастила компресорної станції, що приводить у разі недостатньої кількості або відсутності масла в системі охолодження і мастила до значного зростання температури в порожнинах станції і виникненню аварійних ситуацій;
- відсутність контролю наявності газу СО в нагнітальній лінії, що приводить до появи отруйного для людини газу у споживачів стислого повітря і не захищає компресорну станцію від виникнення пожежонебезпечних ситуацій, наприклад, при значному зростанні температури в робочих порожнинах компресора і ін.

Відома система захисту установки компресорної гвинтовою шахтною, що містить систему пожежогасіння і датчик контролю метану під кожухом установки [4].

Недоліками цієї системи аварійного захисту є:

- відсутність контролю наявності газу СО в нагнітальній лінії компресорної установки, що приводить до появи отруйного для людини газу у споживачів стислого повітря і не захищає компресорну установку від виникнення пожежонебезпечних ситуацій, наприклад, при значному зростанні температури в робочих порожнинах компресора і ін.
- відсутність контролю температури розігрівання підшипникових вузлів гвинтового компресора, що приводить у ряді випадків до виходу їх з ладу і пошкодженню компресора;
- відсутність автоматичного контролю рівня робочої рідини в системі охолодження і мастила компресорної установки, що приводить у разі не-

достатньої кількості або відсутності масла в системі охолодження і мастила до значного зростання температури в порожнинах установки і виникненню аварійних ситуацій.

Найбільш близькою до корисної моделі, що заявляється, є система захисту шахтної компресорної установки підвищеної пожежобезпеки [5].

Прийнята за найближчий аналог система аварійного захисту шахтної компресорної установки з накопичувальною ємністю - повітрозбірником з вбудованим масловіддільником і запобіжним клапаном, повітряним фільтром і контролем тиску стислого повітря в нагнітальній лінії і робочій рідині в маслосистемі гвинтового компресора, що містить датчики теплового захисту, розміщені на лінії всмоктування після дросельного клапана, в нагнітальній лінії до і після масловіддільника перед клапаном мінімального тиску, систему пожежогасіння і датчик контролю газу метану під кожухом установки, а також датчик контролю газу СО в стислому повітрі, сполучені з системою аварійного відключення компресора.

Недоліками даної системи захисту є:

- розташування датчиків системи контролю газу СО безпосередньо в нагнітальній лінії компресорної установки, а саме в роздаточній трубі, в яку потрапляють разом із стислим повітрям аерозолі масла і нагаро-масляні забруднення, що характерні для гвинтових маслозаповнених компресорів, а так само може мати місце підвищена температура стислого масло-повітряного середовища (до 100-115°C), а при порушенні режимів роботи компресора величина цієї температури може досягати 130-180°C, що приводить до швидкого забруднення робочої частини датчика і роботи його в середовищі з підвищеною температурою, на яку він не розрахований, а це знижує його експлуатаційну надійність і ефективність роботи всієї системи захисту;

- відсутність датчиків контролю температури підшипникових вузлів роторів компресора, що часто приводить не тільки до виходу з ладу самих підшипникових вузлів з причини, наприклад, відсутності подачі або подачі недостатньої кількості масла для їх мастила, що викликає виникнення «сухого тертя» і високі температури, але і до руйнування корпусу компресора із-за розбивання у ньому розточувань під підшипники, що у ряді випадків приводить до повного виходу з ладу компресора і виникнення аварійних ситуацій;

- відсутність автоматичного контролю рівня масла в накопичувальній ємності-повітрозбірнику з вбудованим масловіддільником системи мастила і охолодження приводить при роботі компресорної установки до появи аварійних ситуацій зважаючи на різке погіршення мастила і охолодження вузлів тертя із-за пониженої подачі або відсутності подачі до них з повітрозбірника змащуючої і охолоджуючої рідини. Це відбувається, наприклад, при істотному віднесенні масла із стислим повітрям із-за прориву фільтроматеріалу масловіддільника, що достатньо часто спостерігається при роботі шахтних гвинтових компресорних установок, або втраті масла в наслідок пошкодження або розриву маслопроводів, а також при роботі компре-

соро в повторно-короткочасних і пускових режимах.

Крім того, при недостатній кількості масла в накопичувальній ємкості-повітрозбірнику, воно подається протягом короткого часу в систему мастила і накопичувальна ємкість залишається порожньою, що приводить надалі до аварійної ситуації, оскільки охолоджуюча рідина (масло) до вузлів тертя компресора не подається.

У основу корисної моделі поставлено завдання підвищення надійності і ефективності роботи системи захисту шахтної компресорної установки для підвищення її пожежовибухобезпеки шляхом надійного і ефективного контролю наявності газу СО в стислому повітрі, а також кількості мастила в маслосистемі і температури найбільш теплонавантажених ділянок установки.

Поставлене завдання вирішується тим, що у відомій системі захисту шахтної компресорної установки з накопичувальною ємністю - повітрозбірником з вбудованим масловіддільником і запобіжним клапаном, повітряним фільтром і контролем тиску стислого повітря в нагнітальній лінії і робочій рідині в маслосистемі гвинтового компресора, що містить датчики теплового захисту, розміщені на лінії всмоктування після дросельного клапана, в нагнітальній лінії до і після масловіддільника перед клапаном мінімального тиску, системі пожежогасіння і датчик контролю газу метану під кожухом установки, а також датчик контролю газу СО в стислому повітрі, сполучені з системою аварійного відключення компресора, датчик контролю газу СО, розміщений на розподільній ємкості спеціальної обвідної лінії після фільтру-конденсатівідвідника, вхід якої підключений до лінії нагнітання компресора між масловіддільником і клапаном мінімального тиску, а вихід підключений до всмоктуючої лінії компресора між дросельним клапаном і повітряним фільтром.

Крім того, безпосередньо у зовнішнього кільця підшипникових вузлів нижче за центр осьової лінії провідного ротора компресора на стороні нагнітання і всмоктування додатково встановлені малоінерційні датчики теплового захисту, сполучені з системою аварійного відключення компресора.

Крім того, в накопичувальній ємкості - повітрозбірнику розміщений датчик контролю рівня системи автоматичного контролю кількості робочої рідини, сполучений з системою аварійного відключення компресора.

Є інший варіант, коли датчик контролю рівня робочої рідини розміщений в спеціальному пристрої, розташованому біля накопичувальної ємкості - повітрозбірнику і сполученому з ним трубопроводами у верхній і нижній частині з утворенням сполучених посудин.

Розміщення датчика контролю СО після фільтру-конденсатівідвідника на спеціальній обвідній лінії у верхній частині розподільної ємкості, вхід якої сполучений з лінією нагнітання компресора між масловіддільником і клапаном мінімального тиску, а вихід підключений до всмоктуючої лінії компресора, дозволяє істотно поліпшити умови застосування датчика і підвищити надійність і ефективність його роботи. Це досягається за ра-

хунок того, що проводиться очищення стислого повітря, що відбирається з нагнітальної лінії компресора, від аерозолів масла і забруднень, при цьому робоча частина датчика не забруднюється. Крім того, знижується температура стислого повітря до 30-60°C за рахунок проходження стислого повітря по обвідному трубопроводу і різкого його розширення в розподільній ємкості, в якій тиск середовища не перевищує або нижче атмосферного, оскільки ємкість сполучена зі всмоктуючою лінією компресора. Можливе застосування (при необхідності) додаткового пристрою для охолодження стислого повітря, що містить СО, перед подачею його в розподільну ємність і на датчик контролю СО. Така система контролю СО дозволяє також проводити перевірку, заміну або ремонт датчика без припинення роботи компресорної установки. Крім того, не відбувається забруднення навколишнього середовища, оскільки повітря після відбору з нагнітальної лінії компресора знов повертається в компресор.

Розміщення додаткових датчиків теплового захисту безпосередньо у зовнішнього кільця підшипникових вузлів провідного ротора компресора з боку нагнітання і з боку всмоктування і зв'язок їх з системою аварійного відключення компресора дозволяє захистити компресор від руйнування і виникнення аварійної ситуації на ній при появі високої температури на підшипниках через відсутність або недостатньої кількості масла, що подається в них для охолодження і мастила, і виникнення при цьому «сухого тертя» металу об метал. Температура в цьому випадку в місцях розміщення підшипникових вузлів може досягати 300-400 °C і відбуватися заклинювання гвинтів роторів. Розташування робочої частини датчиків нижче за осьову лінію провідного ротора (гвинта) або розточувань під підшипники дозволяє мати контакт датчика з найбільш нагрітою частиною корпусу компресора або зовнішнього кільця підшипників, оскільки в нижній частині відбувається найбільше розігрівання корпусу компресора із-за «просідання» ротора провідного гвинта в підшипниках, що руйнуються.

Розміщення датчика рівня системи автоматичного контролю кількості робочої рідини в накопичувальній ємкості-повітрозбірнику компресорної установки дозволяє контролювати кількість рідини в маслосистемі і не допускати роботу компресора із зниженою кількістю робочої рідини (масла) або при його відсутності. Це дозволяє підвищити ефективність захисту і експлуатаційну надійність і безпеку роботи компресорної установки.

Можливий варіант розміщення датчика рівня масла в спеціальному пристрої поза накопичувальній ємкості-повітрозбірнику дозволяє застосувати інші, відмінні від першого варіанту, системи контролю рівня рідини і проводити обслуговування датчика рівня без розтину повітрозбірника.

На Фіг.1 приведена схема комплексної системи захисту шахтної компресорної установки.

Комплексна система захисту шахтної компресорної установки включає гвинтовий компресор 1 з роторами: ведучим 2 і веденим (на схемі не показаний) з розташованими безпосередньо у підшип-

никових вузлів 3, 4 датчиками теплового захисту 5 (на стороні всмоктування) і 6 (на стороні нагнітання) з повітряним фільтром 7, дросельним клапаном 9 і датчиком 10, встановлених на всмоктуючій лінії 8, з датчиками теплового захисту 11 і 12, розміщеними в нагнітальній лінії 13 після компресора і після масловіддільника 14, вбудованого в повітрязбірник 15, в якому розміщений датчик контролю рівня 16.

На лінії нагнітання після масловіддільника 14 перед клапаном мінімального тиску 17 підключений вхід спеціальної обвідної лінії малого діаметру 18, на якій послідовно встановлені фільтр-конденсатовідвідник 19, вентиль 20, розподільна ємність 21, вихід з якої підключений трубопроводом до всмоктуючої лінії 8 між повітряним фільтром 7 і дросельним клапаном 9 і на якій розміщений датчик 22 контролі СО в стислому повітрі так, щоб потік стислого повітря, що поступає з лінії нагнітання компресора, проходив через робочу частину датчика 22.

Для підбурювання стислого повітря з порожнин компресорної установки при зупинці передбачена спеціальна підбурююча лінія 23, на якій розміщений клапан підбурювання 24 і яка підключена до лінії нагнітання компресора після масловіддільника 14 і до лінії всмоктування після повітряного фільтра 7.

Подача робочої рідини (масла) в гвинтовий компресор до підшипникових вузлів 3, 4, до шестерень редуктора 27 і до роторів проводиться з нижньої частини накопичувальної ємності-повітрязбірника 15 по маслопроводу 25 після охолодження в охолоджувачі 26. Для аварійного скидання тиску стислого повітря з порожнин компресорної установки на нагнітальній лінії після масловіддільника розташований запобіжний клапан (на Фіг.1 не показаний).

Можливий варіант розміщення датчика рівня 16 поза повітрязбірником (на Фіг.1 не показаний). Також не показані на Фіг.1 приводний електродвигун, система пожежогасіння і контролю газу метану, пневмозахист з термовимикачами, розташованими на нагнітальній лінії після гвинтового компресора і після масловіддільника.

Всі датчики, показані на Фіг.1, сполучені з системою аварійного відключення компресорної установки.

Працює комплексна система захисту шахтної компресорної установки таким чином. Гвинтовий компресор 1 при роботі засмоктує повітря через повітряний фільтр 7 і дросельний клапан 9, розташований на лінії всмоктування 8, стискає його в робочій порожнині за допомогою гвинтової пари, при цьому ведучий ротор 2, розміщений в підшипникових вузлах 3, 4, приводиться в обертання від електродвигуна (на схемі не показаний) через редуктор 27. При роботі компресора до вузлів тертя (гвинтова пара, шестерні редуктора 27, підшипникові вузли 3, 4 і ін.) подається масло з повітрязбірника 15 по трубопроводу 25 і через охолоджувач 26 на мастило.

Стисла в компресорі 1 маслоповітряна суміш по лінії нагнітання 13 подається в повітрязбірник 15 з вбудованим масловіддільником 14, в якому

відбувається відділення стислого повітря від масла, при цьому масло збирається в нижній частині накопичувальної ємності-повітрязбірника 15, а стисле повітря через клапан мінімального тиску 16 подається в пневмомережу до пневмоспоживачів. Певна частина стислого повітря по спеціальній обвідній лінії малого діаметру 18 через фільтр-конденсатовідвідник 19 і вентиль 20 поступає в розподільну ємність 21 і далі через датчик 22 по трубопроводу в лінію всмоктування 8 компресора 1. Масло з накопичувальної ємності-повітрязбірника 15 по маслопроводу 25 через охолоджувач подається до вузлів тертя компресора 1. При цьому датчик рівня 16, датчики теплового захисту 5, 6, 10, 11, 12, а також непоказані на Фіг.1 термовимикачі, не подають сигнали в систему аварійного відключення і компресорна установка при достатньому рівні масла в накопичувальній ємності працює в нормальному режимі.

У разі різкого підвищення з якої-небудь причини температури маслоповітряної суміші в робочих порожнинах компресора 1 при його запуску і появі ознак початку процесу горіння масла з утворенням отруйного газу СО в стислому повітрі, останній поступить по обвідній лінії 18 до датчика контролю газу СО 22, який при перевищенні гранично допустимої концентрації цього газу подасть сигнал в систему аварійного відключення і компресор 1 буде відключений ще до відкриття клапана мінімального тиску 17, тому не відбудеться подача стислого повітря в пневмомережу. Таким чином, буде припинено розвиток пожежонебезпечної ситуації і запобігло надходження отруйного газу СО в пневмомережу і до пневмоспоживачів.

У випадку, якщо в накопичувальній ємності (повітрязбірнику) 15 відбудеться значне зменшення кількості масла із зниженням його рівня до аварійної відмітки, наприклад, унаслідок прориву фільтруючого елементу масловіддільника 14 або пошкодження маслопроводу 25, або унаслідок значного віднесення масла із стислим повітрям, то датчик контролю рівня робочої рідини 16 подасть сигнал в систему аварійного відключення компресора 1. При цьому компресор 1 зупиниться і запобіжить роботу вузлів тертя компресора без мастила або з недостатньою його кількістю. У момент зупинки компресора 1 спрацює клапан підбурювання 24 і стисле повітря з порожнини компресора буде підбурено під повітряний фільтр 7 і далі в атмосферу.

У тому випадку, коли відбудеться різке зростання температури в місцях розміщення підшипникових вузлів 3, 4, наприклад, унаслідок їх поломки, роботи із зменшеною кількістю мастила або з іншої причини датчики 5, 6 подадуть сигнал в систему аварійного відключення і відбудеться відключення компресора 1. Датчики теплового захисту 10, 11, 12 і термовимикачі у разі появи аварійних температур подадуть сигнал в систему аварійного відключення компресора 1. Таким чином, досягається підвищення надійності і ефективності роботи пропонованої комплексної системи захисту, яка забезпечує надійність, пожежовибухобезпеку і екологічність компресорної установки.

Джерела інформації

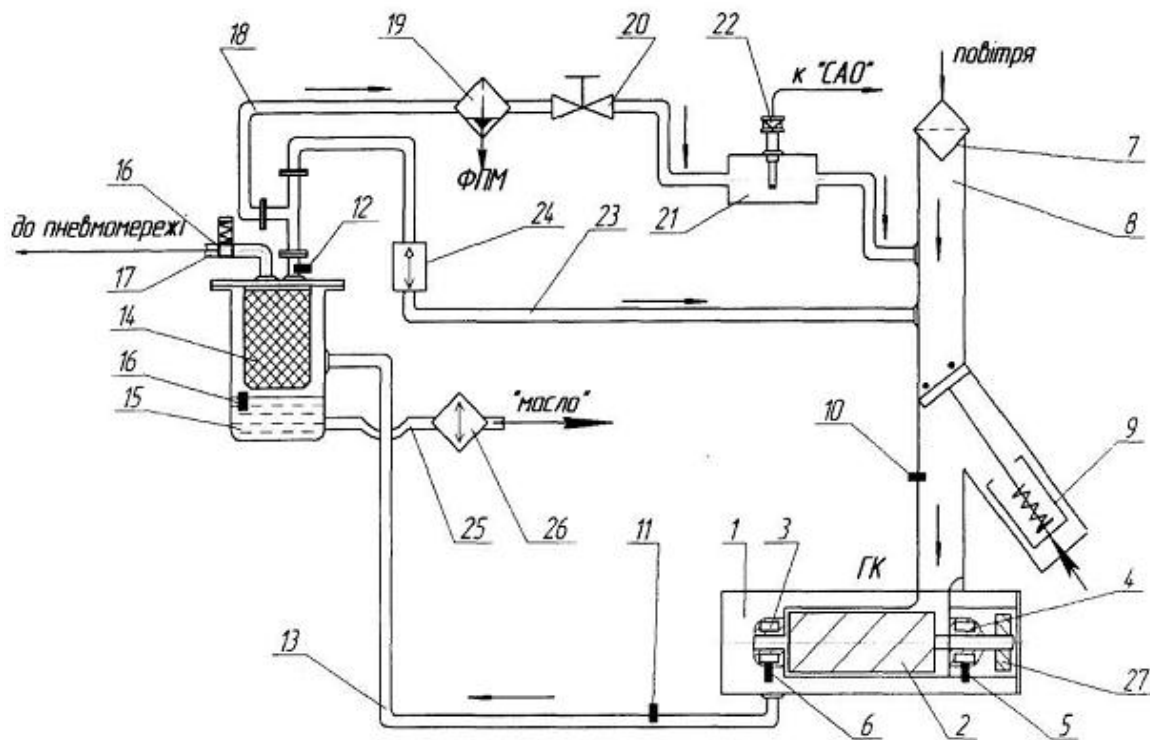
1. Станція повітряно-компресорна шахтна пересувна ЗИФ-ШВ-5М. Технічний опис і інструкція з експлуатації ЗИФ-ШВ-5М ТО. Л. 1980. 65С.

2. Установка компресорна гвинтова шахтна пересувна УКВШ-5/7. Керівництво по експлуатації УКВШ-5/7 00.00.000 РЭ - Сумы, 2000. 70С.

3. А.С. СРСР SU 1634828A1. F04C29/02, F04C18/16. Система аварійного захисту компресорної станції. Авт. Лобода В.В., Дегтярев В.И. Заявка №4620289/29 від 14.12.88. Опубл. 15.03.91. Бюл. №10.

4. Патент UA 40448 F04C29/02, F04C18/16. Установка компресорна гвинтова шахтна. Авт.: Кирик Г.В., Грядущий Б.А., Коваль А.М. і ін. Заявка № U2008 12865 від 04.11.2008 Опубл. 10.04.2009. Бюл. №7.

5. Патент UA40222 F04C29/02, F04C18/16. Шахтна гвинтова компресорна установка підвищеної пожежобезпеки. Авт.: Грядущий Б.А., Коваль А.М., Лобода В.В. та ін. Заявка №U2008 13363 від 19.11.2008. Опубл. 25.03.2009. Бюл. №6.



Фіг. 1