



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34603 (13) U
(51) МПК (2006)
B66B 1/28

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ КЕРУВАННЯ ШАХТНОЮ ПІДІЙМАЛЬНОЮ МАШИНОЮ

1

2

(21) u200805427

(22) 25.04.2008

(24) 11.08.2008

(46) 11.08.2008, Бюл.№ 15, 2008 р.

(72) СМОВЖ ОЛЕКСАНДР ЛЕОНІДОВИЧ, UA,
БЕЗРУЧКО ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДА-
ЛЬНІСТЮ НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМС-
ТВО "АПЬЯНС-Д", UA

(57) 1. Спосіб керування шахтною підіймальною машиною, що включає керування пусковим і гальмовим механізмами приводного двигуна підіймальної машини, вимір швидкості обертання приводного двигуна, визначення положення посудини у стволі шахти, вибір напрямку руху, регулювання приводу відповідно до тахограми підіймального циклу, який **відрізняється** тим, що попередньо у режимі настроювання підіймальної машини заміряють у контрольній точці руху посудини у стволі величину струму $I_{1e}, I_{2e}, \dots, I_{ie}, \dots, I_{ne}$, що споживає двигун підіймальної машини, коли посудина, що піднімається, завантажена еталонною вагою гірничої маси $P_{1e}, P_{2e}, \dots, P_{ie}, \dots, P_{ne}$, де P_{1e} і P_{ne} - границі припустимих значень завантаження підіймальної машини, а парна посудина, що опускається, повністю розвантажена, після чого за отриманою інформацією встановлюють кореляційну залежність між параметрами I_{ie} і P_{ie} , визначають коефіцієнти кореляції, потім у робочому режимі при

підйомі посудини з вантажем $P_{зав}$ у тій же контрольній точці вимірюють величину струму, що споживає двигун підіймальної машини $I_{вим}$, а по встановленій кореляційній залежності і коефіцієнтах кореляції обчислюють значення I_{e} , яке відповідає $P_{ie} = P_{зав}$, порівнюють заміряне й обчислене значення струму, що споживає двигун, і, якщо $I_{e} > I_{вим}$, обчислюють різницю $I_{\Sigma} = (I_{ie} - I_{вим})$ і, відповідно до значення цієї різниці і встановленій кореляційній залежності, вагу вантажу в посудині, що спускається, $P_{\Sigma} = f(I_{\Sigma}, k_1, \dots, k_n)$, де k_1, \dots, k_n - коефіцієнти кореляції, після чого формують інформаційний сигнал для дозуючого пристрою про наявність вантажу в посудині, що спускається, який дорівнює P_{Σ} .

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що підготовчий режим настроювання виконують при підйомі кожної з двох посудин з відповідним еталонним навантаженням і повним розвантаженням парної посудини, при цьому одержують дві кореляційні залежності, після чого в робочому режимі, при підйомі кожної завантаженої посудини для визначення наявності вантажу в парній посудині, використовують відповідну кореляційну залежність.

Корисна модель відноситься до області керування підйомно - транспортувальними машинами і може бути використана для керування шахтною підіймальною машиною.

Відомий спосіб керування шахтною підіймальною машиною згідно [а.с. SU №1101403 від 15.11.85г., МПК B66B1/28, «Устройство для управления шахтной подъемной машиной»], що включає керування пусковим і гальмовим механізмами підіймальної машини, вимір швидкості обертання приводу, вимір положення посудини у стволі шахти, вибір напрямку руху, регулювання приводу

підіймальної машини відповідно до тахограми підіймального циклу.

Основним недоліком відомого технічного рішення є те, що воно не дозволяє регулювати і контролювати навантаження на валу підіймальної машини, оскільки не включає вимір і коректування ступеня завантаження і розвантаження посудин (скіпів).

Проблема контролю ступеня розвантаження посудин підіймальної машини і наступного його завантаження виникає при великій масі налиплиго матеріалу в посудині при його розвантаженні, уна-

U
(13)

(11) 34603

UA
(19)

слідок високої міцності адгезії вмісту посудини, що характерно для відкладень із пластичною і пухкою структурою, наприклад залізорудних матеріалів. При цьому, неминуче подальше завантаження частково не розвантаженої посудини призводить до її перевантаження і можливого виникнення аварійних ситуацій.

Відоме технічне рішення способу керування шахтною підйомальною машиною відповідно до [патенту RU №2010766 від 15.04.1994г. МПК В66В1/28 «Устройство для управления шахтной подъемной машиной» (найближчий аналог)]. Відоме рішення включає керування пусковим і гальмовим механізмами підйомальної машини, вимір швидкості обертання приводу, вимір положення посудини в стволі шахти, вибір напрямку руху, вимір крутильного моменту на валу двигуна, регулювання приводу підйомальної машини відповідно до тахограми підйомного циклу і величини крутильного моменту.

У порівнянні з вищевизначеним аналогом це технічне рішення враховує ступінь навантаження на вал двигуна за допомогою виміру крутильного моменту. Автори корисної моделі рахують що крутильний момент відповідає фактичному навантаженню. Крутильний момент міряють при руханні з рівномірною швидкістю посудини, що підіймається, у визначеній точці ствола і, для підвищення економічності, в залежності від значення крутильного моменту, регулюють напругу на затискачах двигуна підйомальної машини.

Однак, значення крутильного моменту на валу може свідчити як про навантаження, що виникає в результаті винятково підймання посудини з вантажем, так і про навантаження на вал, що виникає в результаті підймання посудини з вантажем і одночасним опусканням парної посудини з вантажем, що залишився після її розвантаження в силу різних причин, тобто сумарного навантаження різноспрямованими силами ваги двох посудин.

Відомий спосіб не враховує небезпеку ситуації з нерозвантаженою до кінця парною посудиною - спосіб передбачає, по суті, тільки ситуацію, коли посудина що підіймається, завантажена гірничою масою, вага якої знаходиться в границі припустимих значень завантаження, а парна посудина повністю розвантажена. Але є велика ймовірність недостатнього ступеня розвантаження парної посудини і матеріал, що залишився в розвантаженій посудині, неминуче надійде на завантаження. При цьому, якщо доза завантаження відповідає номінальному завантаженню посудини, що звичайно має місце при автоматичному завантаженні у завантажувальному пристрої, у посудині одночасно опиниться і матеріал із завантажувального пристрою (номінальне завантаження) і нерозвантажена гірнична маса, і, таким чином, посудина піде на підйом перевантаженою, перевантажуючи двигун, привод і троси. Це може призвести до аварійної ситуації або захисного блокування шахтної підйомальної машини. У підсумку буде потрібна зупинка, ручне втручання в процес, що в остаточному рахунку призведе до втрати часу, ресурсів і продуктивності. У випадку, якщо перевантаження вийде за рамки можливостей підйомальної машини і тросів, це призведе до аварійної ситуації. Переванта-

ження підйомальних посудин, що перевищує розрахункову тягову здатність підйомальної машини, є однією з основних причин аварій на підйомальних установках.

Задачею корисної моделі, що заявляється, є підвищення надійності і безпеки способу керування шахтною підйомальною машиною за рахунок контролю ступеня розвантаження посудини, яка опускається, і відповідному наступному коректуванню завантаження цієї посудини.

Поставлена задача вирішується тим, що в спосіб керування шахтною підйомальною машиною, що включає керування пусковим і гальмовим механізмами приводного двигуна підйомальної машини, вимір швидкості обертання приводного двигуна, визначення положення посудини у стволі шахти, вибір напрямку руху, регулювання приводу у відповідності з тахограмою підйомного циклу, відповідно до корисної моделі, попередньо, у режимі настроювання підйомальної машини заміряють у контрольній точці руху посудини у стволі величину струму $I_e, I_{2e}, \dots, I_e, \dots, I_{ne}$, що споживає двигун підйомальної машини, коли посудина що піднімається, завантажена еталонною вагою гірничої маси $P_{1e}, P_{2e}, \dots, P_{1e}, \dots, P_{ne}$, де P_{1e} і P_{ne} , де P_{1e} і P_{ne} - границі припустимих значень завантаження підйомальної машини, а парна посудина, що опускається, повністю розвантажена, після чого, за отриманою інформацією, встановлюють кореляційну залежність між параметрами I_e і P_{1e} , визначають коефіцієнти кореляції, потім, у робочому режимі при підйманні посудини з вантажем $P_{зав}$ у тій же контрольній точці вимірюють величину струму, який споживає двигун підйомальної машини $I_{вим}$, а по відомій кореляційній залежності і коефіцієнтам кореляції обчислюють значення I_e , яке відповідає $P_{1e} = P_{зав}$, порівнюють виміряне й обчислене значення струму і, якщо $I_e > I_{вим}$, обчислюють різницю $I_{\Sigma} = (I_e - I_{вим})$ і, відповідно до цієї різниці і встановленій кореляційній залежності, вагу вантажу в посудині що опускається:

$P_{\Sigma} = f(I_{\Sigma}, k_1, \dots, k_n)$, де k_1, \dots, k_n - коефіцієнти кореляції, після чого формують інформаційний сигнал для дозуючого пристрою про наявність вантажу в посудині, що опускається, який дорівнює P_{Σ} .

Для більш точного контролю розвантаження посудин, підготовчий режим настроювання виконують при підйманні кожної з двох посудин з відповідним навантаженням і повним розвантаженням парної посудини, при цьому одержують дві кореляційні залежності, після чого в робочому режимі при підйомі кожної завантаженої посудини для визначення наявності вантажу в парній посудині використовують відповідну кореляційну залежність.

Суть способу, який заявляється, полягає в тому що, якщо в режимі настроювання з еталонними вантажами (P_e в одній посудині, а парна посудина повністю розвантажена) в контрольній точці

руху посудини у стволі заміряти струм I_e , який споживає двигун підіймальної машини, то у робочому режимі порівняння величини робочого струму $I_{\text{вим}}$ і еталонного I_e в цій контрольній точці дає досить повну інформацію про ступінь розвантаження парної посудини. Цього достатньо щоб сформувати інформаційний сигнал для наступного завантаження парної посудини з урахуванням гірничої маси, що залишилася після розвантаження. Таким чином виключається можливість перевантаження частково нерозвантаженої парної посудини, яку опускають для завантаження, а разом з цим це дає можливість уникнути перевантаження двигуна і тросів, чим підвищується надійність способу і виключається можливість аварійної ситуації.

Слід зазначити, що система, що складається з валу двигуна підіймальної машини, до якого прикладені різнонаправлені навантаження (посудини з двох сторін канатів), на практиці є досить складною для математичного опису з точки зору взаємозалежності струму, який споживає двигун, і вантажів у посудинах на тросах. Струм, який споживає двигун, залежить від ваги посудин, завантаження посудини що підіймається, ступеня розвантаження посудини, що опускається, ваги тросів, величина якої змінюється зі зміною положення посудин і безлічі інших факторів - змашення тросів, ступеня їх натягу, кліматичних факторів, коефіцієнту зчеплення між тросами і тросоведучим шківом і таке інше. Тому для встановлення залежності між величиною струму, який споживає двигун, і величиною завантаження посудин простіше і зручніше використовувати метод кореляції, як такий, що враховує всі сформовані фактори взаємного впливу всіх параметрів у конкретних умовах.

При цьому з відомих курсів основ електроприводу між величиною навантаження на вал двигуна, і величиною струму, який споживає двигун I , існує залежність, яка є пропорційною у межах границь припустимих значень навантаження, що дозволяє для визначення характеру зв'язку між ними для інтервалу від P_{1e} до P_{ne} використовувати просту лінійну кореляцію Пірсона.

Попереднє настроювання підіймальної машини, що полягає у вимірі струму $I_{e1}, I_{e2}, \dots, I_{en}$, що споживає двигун підіймальної машини, при підйманні однієї із своїх посудин, завантаженою еталонною вагою $P_{1e}, P_{2e}, \dots, P_{ne}$, де P_{1e} і P_{ne} - границя припустимих значень завантаження, і повному розвантаженні парної посудини, дає можливість зафіксувати еталонну (базову) модель роботи шахтної підіймальної машини і вирахувати коефіцієнти кореляції.

Після встановлення кореляційної залежності (тобто коефіцієнтів кореляції) обчислюють значення I_e , яке відповідає $P_{1e} = P_{\text{зав}}$:

При його порівнянні з величиною виміряного струму, що споживає двигун ($I_{\text{вим}}$), можливо сформувати інформаційний сигнал для пристрою завантаження посудини, що опускається (парної посудини).

Якщо $I_e > I_{\text{вим}}$, то посудина, що опускається, не цілком розвантажена, оскільки, якщо парна посудина розвантажена не цілком, його вага, спрямована протилежно вазі завантаженої посудини, що підіймається, знизить результуюче навантаження на вал двигуна і струм, який споживає двигун, зменшиться.

Різниця $I_{\Sigma} = (I_e - I_{\text{вим}})$ пропорційна вазі вантажу в посудині, що опускається. Вагу вантажу можна визначити відповідно до кореляційної залежності:

$P_{\Sigma} = f(I_{\Sigma}, k_1, \dots, k_n)$, де k_1, \dots, k_n - коефіцієнти кореляції.

Ця величина є кількісною інформацією для завантаження посудини, що опускається.

Якщо парна посудина розвантажена цілком, то визначений по величині $P_{1e} = P_{\text{зав}}$ струм I_{1e} буде відповідати величині струму $I_{\text{вим}}$, а різниця у цьому випадку дорівнює нулеві.

Сформований інформаційний сигнал дозволить скорегувати роботу завантажувального пристрою і виключити позаштатні ситуації при роботі шахтної підіймальної машини.

Таким чином технічне рішення, що заявляється, цілком виключає аварійні ситуації, тобто вирішує поставлену задачу - підвищує надійність і безпеку способу керування шахтною підіймальною машиною за рахунок контролю ступеня розвантаження посудини, що опускається, і відповідному наступному коректуванню завантаження цієї посудини.

Це підтверджується прикладом конкретної реалізації способу.

На Фіг.1 показана схема роботи шахтної підіймальної машини.

На Фіг.2 показана блок - схема пристрою для керування шахтною підіймальною машиною, що реалізує спосіб.

Спосіб був реалізований на шахті Гвардійська з наступними характеристиками скіпового підйому:

- глибина - 1412 метрів;
- межа припустимих значень

завантаження посудини (скіпу) від 22,5т. до 27,5т.

Для реалізації технічного рішення використовували типову шахтну підіймальну машину, що складається з електричного двигуна 1, привід якого з'єднаний принаймні з одним тросовим барабаном 2. Посудини (скіпи) 3, 4 для підйому вантажу зі ствола 5 шахти кріпляться до вільних кінців троса 6, що намотується на барабан 2 так, що обертання барабана 2 піднімає одну із посудин, наприклад посудину 3, тоді як інша посудина 4 опускається.

Розвантажують посудини на поверхні шляхом автоматичного відкриття їх секторного затвору. Завантажують посудину (скіп) у нижній точці підйому у камері дозування за допомогою дозуючого пристрою 7, який забезпечує автоматичне завантаження в скіпи 3, 4 заданої порції гірничої маси, вага якої вимірюється тензодатчиком 8 дозуючого пристрою 7.

Для визначення положення посудин 3, 4 у стволі шахти і швидкості їх руху використовують

інформацію від датчиків 9 (поворотних шифраторів).

Блок керування 10 шахтною підйомальною машиною включає блок 11 пуску, блок 12 гальмування, блок 13 вибору напрямку руху, блок 14 керування двигуном 1, блок 15 виміру струму, що споживає двигун 1, блок 16 визначення параметрів руху посудин (скіпів), блок 17 аналізу й обчислень, блок 18 відображення інформації для оператора, блок 19 керування завантаженням.

Спосіб реалізується таким чином :

У режимі настроювання підйомальної машини блок 15 вимірює у контрольній точці руху посудини у стволі (у якості контрольної точки використовували точку урівноваження тросів - точку зустрічі скіпів) величину струму, який споживає двигун 1 підйомальної машини $I_{1e}, I_{2e}, \dots, I_{ie}, \dots, I_{ne}$ при відповідному завантаженні $P_{1e}, P_{2e}, \dots, P_{ie}, \dots, P_{ne}$, де P_{1e} і P_{ne} - границі припустимих значень завантаження посудини 3, що підіймається ($P_{1e} = 22,5$ т., $P_{ne} = 27,5$ т.), і повному розвантаженні парної посудини 4, що відповідно опускається. Усього було зроблено сім (7) замірів. Дані про вагу порцій гірничої маси $P_{1e} - P_{ne}$ надходили від тензодатчика 8 дозуючого пристрою 7 через блок 19 керування завантаженням у блок 17 аналізу й обчислень, туди ж надходили відповідні дані про величину струму $I_{1e} - I_{ne}$. У результаті обробки обсягу вибірки (7) одержали коефіцієнти кореляції і залежність, що визначає характер зв'язку між I_{1e} і P_{1e} :

$$I_{1e} = 0,1 \times P_{1e} \text{ [кА]}.$$

У межах припустимих границь зміни ваги завантаження гірничої маси в посудині така залежність з достатньою точністю визначає параметри процесу.

Потім, у робочому режимі при підйомі посудини 3 з вантажем $P_{зав} = 25$ т. у контрольній точці вимірили величину струму, що споживає двигун підйомальної машини $I_{вим} = 2,0$ кА, а по відомій кореляційній залежності і коефіцієнтам кореляції блок 17 обчислив значення:

$$I_{1e} = 2,5 \text{кА для відповідного } P_{1e} = P_{зав} (25 \text{т}).$$

Порівняння заміряного й обчисленого значень струму показують, що $I_{1e} > I_{вим}$, тобто у скіпі, що опускається залишилась гірнича маса. Визначили різницю $I_{\Sigma} = (I_{1e} - I_{вим})$, яка дорівнює 0,5кА і, відповідно до цієї різниці, вагу вантажу в посудині, що

опускається, $P_{\Sigma} = 0,5/0,1 = 5$ т. Ця інформація дозволила сформувати блоку 17 сигнал для блоку 19 керування завантаженням про наявність 5т вантажу в посудині 4, що опускається, і необхідності відповідного корегування уставки дозування для завантажувального пристрою 7.

При підйомі посудини 3 з вантажем $P_{зав} = 21$ т. блок 15 заміряв величину струму, який споживає двигун підйомальної машини $I_{вим} = 2,1$ кА. Для цього значення обчислений струм склав $I_{\Sigma} = 2,1 \text{кА}$. Різниця $I_{\Sigma} = (I_{1e} - I_{вим}) = 0$, що засвідчило про те, що посудина 4 розвантажена цілком.

Режим настроювання був проведений для кожної з двох посудин з тим же обсягом вибірки (7). При цьому були отримані дві кореляційні залежності:

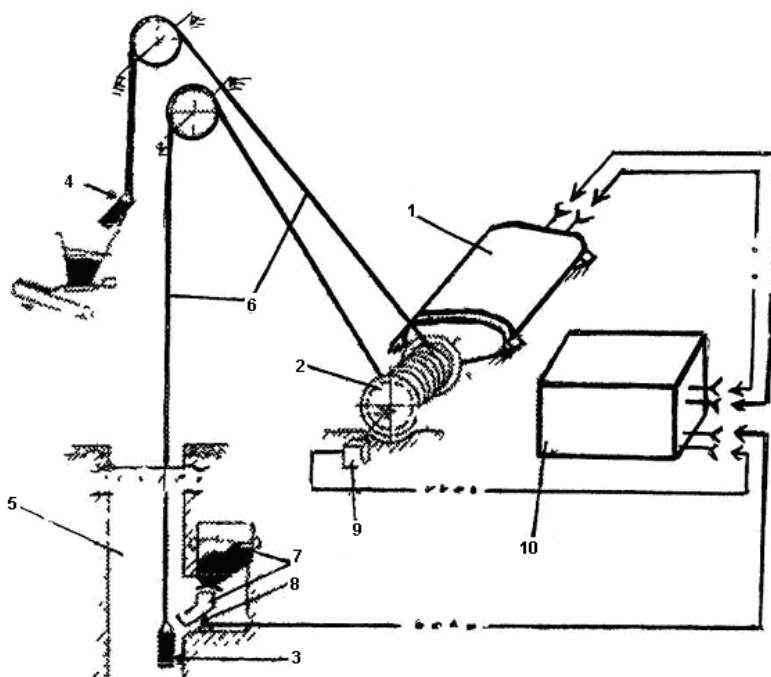
$I_{1e} = 0,1 \times P_{1e} \text{ [кА]}$, для скіпа 3 при його підйомі і скіпа 4 - при опусканні;

$I_{1e} = 0,007 + 0,1 \times P_{1e} \text{ [кА]}$, для скіпа 4 при його підйомі і скіпа 3 - при опусканні.

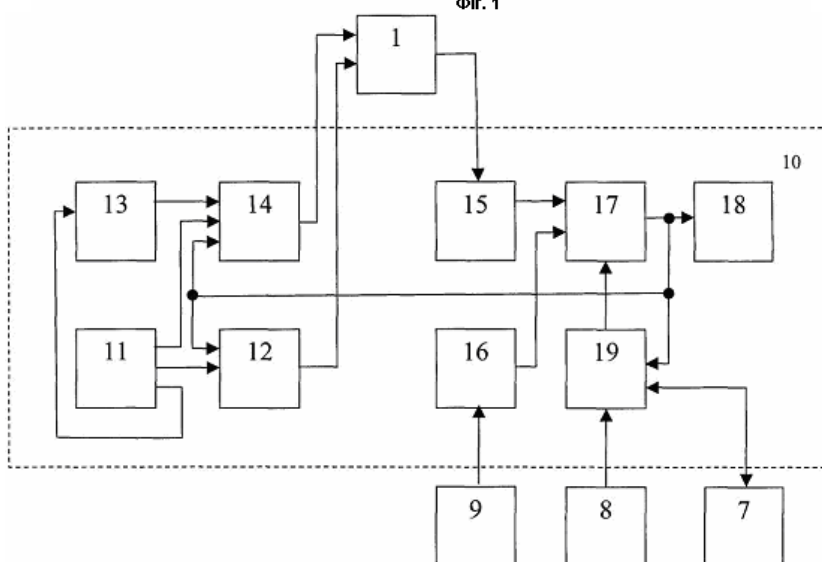
Ці залежності враховувалися в робочому режимі підйомальної машини. Режим настроювання проводили в автоматичному режимі один раз на добу в один і той же час при умові гарантовано завантаженого скіпа і повністю розвантаженого парного скіпа. При цьому перевіряли відповідність заміряного струму еталонному. У випадку коли значення не співпадали, то перераховували параметри кореляційної залежності, які і використовували в подальшій роботі підйомальної машини.

За час пробної експлуатації підйомальної машини з використанням запропонованого рішення способу керування шахтною підйомальною машиною (6 місяців) не було випадків захисного блокування або зупинки процесу роботи підйомальної машини через перевантаження скіпів.

Таким чином технічне рішення способу керування шахтною підйомальною машиною, що заявляється, дозволяє вирішити поставлену задачу підвищення надійності і безпеки способу за рахунок контролю ступеня розвантаження посудини, що опускається, і відповідного наступного коректування завантаження цієї посудини. Відсутність нештатних і аварійних ситуацій у роботі шахтної підйомальної машини дає можливість підвищити продуктивність підйомальної машини і шахти в цілому.



Фіг. 1



Фіг. 2