



УКРАЇНА

(19) UA (11) 21124 (13) U

(51) МПК (2006)

F04C 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РОБОЧЕ КОЛЕСО ҐРУНТОВОГО НАСОСА

1

2

(21) u200613147

(22) 12.12.2006

(24) 15.02.2007

(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.

(72) Сербулов Олексій Юрійович, Маняїн Костянтин Вадимович

(73) МАЛЕ ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО "МК"

(57) Робоче колесо ґрунтового насоса, що являє собою плоске тіло обертання, одна формотвірна сторона якого оснащена посадковою втулкою з осьовим отвором для розміщення привідного вала, а інша формотвірна сторона оснащена радіально розташованими лопатями, які мають вигин у проекції на площину тіла обертання, яке **відрізняється** тим, що формоутворення вигину лопатей робочого колеса характеризується зовнішнім радіусом окружності лопатей робочого колеса, радіусом початку лопатей робочого колеса, швидкістю води в напірному патрубку насоса, що відповідає його подачі, швидкістю виходу води з колеса, що відповідає напору насоса, кутом виходу лопаті, кутом охоу лопаті, величиною рівних засічок, радіусом рівних засічок, коефіцієнтом зменшення зовнішнього радіуса окружності лопатей робочого колеса, числом розбивок кута охоу лопаті, порядковим номером кутів, отриманих у результаті розбивок кута охоу лопаті, радіусами засічок, відповідними кутам, отриманим у результаті розбивки кута охоу лопаті, кутами, які відповідають радіусам засічок, що відповідають кутам, отриманим у результаті розбивок кута охоу лопаті, і які визначаються за формулою:

$$\dot{V}_{nx} = \frac{V}{n_x},$$

де γ - кут охоу лопаті, град, n_x - порядковий номер кута,

при цьому кут виходу лопаті дорівнює

$$\alpha = \arcsin \frac{\sqrt{\dot{V}_s}}{V_a},$$

де \dot{V}_s - швидкість води в напірному патрубку насоса, що відповідає його подачі, м/с, V_a - швидкість виходу води з колеса, що відповідає напору насоса, м/с,

а кут охоу лопаті дорівнює

$$\gamma = \left(\arccos \frac{R_a^2 + R_x^2 - H_x^2}{2R_a R_x} + \arccos \frac{R_e}{R_x} \right), \text{ град},$$

де R_a - зовнішній радіус окружності лопатей робочого колеса, мм, R_e - радіус початку лопатей робочого колеса, мм, H_x - значення рівних засічок, мм,

$$H_x = \sqrt{R_x^2 - R_e^2},$$

 R_x - радіус рівних засічок H_x , мм,

$$R_x = \sqrt{\frac{1 + 2(R_a^2 \cos^2 \alpha - R_a \sin \alpha) \pm \sqrt{1 + 4(R_a^2 \cos^2 \alpha - R_a \sin \alpha - R_e^2)}}{2}},$$

де α - кут виходу лопаті, град,

причому формоутворення лопаті відповідає коефіцієнту зменшення зовнішнього радіуса окружності лопатей робочого колеса

$$m = (n-1) \sqrt{\frac{R_a}{R_e}},$$

де n - число розбивок кута охоу лопаті,

і радіусам засічок, відповідним кутам, отриманим у результаті розбивки кута охоу лопаті

$$R_{nx} = \frac{R_a}{m^{n_x}},$$

де n_x - порядковий номер кута, отриманого в результаті розбивок кута охоу лопаті, причому формотвірна крива вигину профілю лопаті відповідає точкам перетинання радіусів засічок, відповідних кутам, отриманим у результаті розбивки кута охоу лопаті, і променів з кутами, які відповідають радіусам засічок, що відповідають кутам, отриманим у результаті розбивок кута охоу лопаті, а в тілі робочого колеса розміщена і зафіксована порожниста посадкова втулка циліндричної форми, оснащена зовнішнім бічним багатогранним пазом.

(13) U

(11) 21124

(19) UA

Корисна модель відноситься до машинобудування, зокрема, до виготовлення ґрунтових насосів. Як конструктивний елемент ґрунтових насосів, робоче колесо, що заявляється, забезпечує створення усмоктувального і нагнітаючого тиску, що забезпечує транспортування рідин, які являються багатокомпонентними за вмістом і мають відносно високу щільність. Ці рідини складаються з основного носія - води і наповнювача, що представляє собою дрібну кристалічну масу, частки якої мають різну міцність, абразивність і гранулометричний склад.

У якості рідини можуть бути водонасичені метаморфічні породи, що витягаються шляхом розмиву, або пульпа збагачувальних фабрик використовується на різних технологічних циклах переробки мінеральних корисних копалин: від первинної переробки вихідної сировини до заключної, в результаті якої одержують товарний концентрат і хвости збагачення.

Найбільш близьким технічним рішенням, обраним як прототип, є робоче колесо ґрунтового насоса, який призначений для транспортування гідроабразивних сумішей із включенням руди, шлаків, піску. Робоче колесо являє собою плоске тіло обертання, одна формотворна площа якого постачена посадковою втулкою із гніздом для розміщення приводного вала, а інша формотворна площа постачена радіально розташованими лопатками, які мають вигин у проекції на площину тіла обертання [Семидуберский М.С. "Насосы, компрессоры, вентиляторы", М. 1974, С.64-67.]

Недоліком відомого робочого колеса є те, що при існуючій формі лопаток неможливо досягнути максимально можливого коефіцієнта корисної дії та зносостійкості, за рахунок неоптимальних кутів нахилу лопаток та їх профілю.

Формоутворення лопаток робочого колеса ґрунтового насоса не регламентовано.

Крім того, конструкцією робочого колеса передбачена посадка приводного вала у посадкову втулку, де він фіксується. Втулка виконується у вигляді порожнього циліндра. Після виконання отвору в робочому колесі і його попереднього нагрівання посадкова втулка, яка має циліндричну бічну поверхню, фіксується за рахунок зміни температурного градієнта робочого колеса.

Тривалість експлуатації робочого колеса визначається максимальним збігом осі обертання із центром маси тіла обертання. Відома конструкція посадкового місця для приводного вала, шляхом відомого розміщення в ньому циліндричної втулки, робить складним рішення цього завдання.

При розбіжності осі обертання і центра маси, необхідні додаткові роботи із центрування робочого колеса шляхом часткового фрезерування його поверхні.

При тривалій експлуатації втулка втрачає надійне зчеплення з робочим колесом і виникає при цьому його осьове і радіальне биття робить непридатним використання ґрунтового насоса для перекачування псевдорідини високої щільності.

Завданням корисної моделі є вдосконалення конструкції робочого колеса ґрунтового насоса за рахунок регламентованого формоутворення лопа-

ток. Крім того, конструкцією передбачена фіксація посадкової втулки в тілі робочого колеса за рахунок наявності плоских граней у кільцевому зовнішньому пазу.

Це дозволяє максимально збільшити продуктивність ґрунтового насоса, підвищити експлуатаційний ресурс, знизити собівартість за рахунок зменшення кількості технологічних циклів виготовлення і надійної фіксації посадкової втулки.

Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що робоче колесо ґрунтового насоса являє собою плоске тіло обертання, одна формотворна сторона якого постачена посадковою втулкою з осьовим отвором для розміщення приводного вала, а інша формотворна сторона постачена радіально розташованими лопатками, які мають вигин у проекції на площину тіла обертання.

Відповідно до корисної моделі, формоутворення вигину лопаток робочого колеса характеризуються: зовнішнім радіусом окружності лопаток робочого колеса; радіусом початку лопаток робочого колеса; швидкістю води в напірному патрубку насоса, що відповідає його подачі; швидкістю виходу води з колеса, що відповідає напору насоса; кутом виходу лопаті; кутом охопту лопаті; величиною рівних засічок; радіусом рівних засічок; коефіцієнтом зменшення зовнішнього радіуса окружності лопаток робочого колеса; числом розбивок кута охопту лопаті; порядковим номером кутів, отриманих в результаті розбивок кута охопту лопаті; радіусами засічок відповідним кутам отриманих у результаті розбивки кута охопту лопаті; кутами, які відповідають радіусам засічок, що відповідають кутам отриманих у результаті розбивок кута охопту лопаті і які визначаються за формулою

$$\dot{\gamma}_{nx} = \frac{\gamma}{n_x}$$

де γ - кут охопту лопаті, град;

n_x - порядковий номер кута;

при цьому кут виходу лопаті дорівнює

$$\alpha = \arcsin \frac{\sqrt{V_s}}{V_a}$$

де V_s - швидкість води в напірному патрубку насоса, що відповідає його подачі, м/с;

V_a - швидкість виходу води з колеса, що відповідає напору насоса, м/с;

а кут охопту лопаті дорівнює

$$\gamma = \left(\arccos \frac{R_a^2 + R_x^2 - H_x^2}{2R_a R_x} + \arccos \frac{R_e}{R_x} \right), \text{ град,}$$

де R_a - зовнішній радіус окружності лопаток робочого колеса, мм;

R_e - радіус початку лопаток робочого колеса, мм;

H_x - значення рівних засічок, мм

$$H_x = \sqrt{R_x^2 - R_e^2}$$

R_x - радіус рівних засічок H_x , мм;

$$R_x = \sqrt{\frac{1 + 2(R_a^2 \cos^2 \alpha - R_e \sin \alpha) \pm \sqrt{1 + 4(R_a^2 \cos^2 \alpha - R_a \sin \alpha - R_e^2)}}{2}}$$

де α - кут виходу лопаті, град;

при чому формоутворення лопаті відповідає коефіцієнту зменшення зовнішнього радіуса окружності лопаток робочого колеса

$$m = (\dot{n} - 1) \sqrt{\frac{R_a}{R_e}}$$

де \dot{n} - число розбивок кута охопту лопаті;
і радіусам засічок відповідним кутам, отриманих у результаті розбивки кута охопту лопаті

$$R_{\dot{n}x} = \frac{R_a}{m^{\dot{n}x}}$$

де \dot{n}_x - порядковий номер кута, отриманого в результаті розбивок кута охопту лопаті;

при чому формотворна крива вигину профілю лопаті відповідає точкам перетинання радіусів засічок відповідним кутам, отриманих у результаті розбивки кута охопту лопаті, і променів з кутами, які відповідають радіусам засічок, що відповідають кутам, отриманих у результаті розбивок кута охопту лопаті, а в тілі робочого колеса розміщена і зафіксована порожня посадкова втулка циліндричної форми, постачена зовнішнім бічним багатограним пазом.

Заявлена корисна модель ілюструється схемами, де

на Фіг.1 показана вертикальна проекція робочого колеса ґрунтового насоса,

на Фіг.2 - вид колеса з боку лопаток;

на Фіг.3 - розріз А-А Фіг.1;

на Фіг.4 - розрахункова схема лопаток робочого колеса ґрунтового насоса.

Робоче колесо 1 ґрунтового насоса включає лопаті 2 і посадкову втулку 3.

Заявлене робоче колесо 2 є конструктивним елементом ґрунтового насоса. Ґрунтовий насос являє собою відцентровий насос консольного типу. У середині розніжного по вертикалі корпусу розташований ротор, що складається з вала, з'єднаного за допомогою посадкової втулки 3 з робочим колесом 1, постаченим лопатками 2.

Робоче колесо працює в такий спосіб.

При обертанні робочого колеса 1 частка рідини під дією відцентрової сили і сили Кориоліса рухаються уздовж лопаток 2, тобто беруть участь у двох рухах: обертальному разом у колесом 1, здобуваючи окружну швидкість, і уздовж лопаток, здобуваючи відносну швидкість. У відцентровому насосі рідина підводиться по усмоктувальній трубі до робочого колеса 1 в осьовому напрямку з абсолютною швидкістю. При вході в колесо 1 рідина відхиляється від осьового напрямку і рухається радіально з абсолютною швидкістю.

При проходженні рідини по каналах між лопатками швидкість її руху зростає на виході з колеса 1. За час повороту лопаті 2 разом з колесом 1 частка рідини, рухаючись уздовж лопаті і обертаючись разом з нею, описує задану абсолютну траєкторію, так що на виході з колеса 1 абсолютна швидкість дотична до траєкторії абсолютного руху.

При обертанні робочого колеса 1 окружна швидкість частки рідини при вході в робоче колесо 1 і на виході з колеса 1 різні.

Частка рідини рухається уздовж лопаток 2 з відносною швидкістю на вході в колесо і на виході з нього. У результаті геометричного додавання окружної і відносної швидкостей отримана абсо-

лютна швидкість руху рідини на вході в колесо 1 і на виході з нього.

Ефективність роботи ґрунтового насоса перебуває у прямої залежності від параметрів лопаток 2 на робочому колесі 1, яке являє собою плоске тіло обертання, одна формотворна сторона якого постачена посадковою втулкою 3 з осьовим отвором для розміщення приводного вала, а інша формотворна сторона постачена радіально розташованими лопатками 2, які мають вигин у проекції на площину тіла обертання. Оптимальні параметри лопаток 2 визначаються за допомогою залежностей, отриманих у результаті проведених теоретичних і експериментальних досліджень. В отримані залежності входять основні параметри, які визначають формотворний вигин лопаток 2: зовнішній радіус окружності лопаток 2 робочого колеса 1; радіус початку лопаток 2 робочого колеса 1; швидкість води в напірному патрубку насоса, що відповідає його подачі; швидкість виходу води з колеса 1, що відповідає напору насоса; кут виходу лопаті 2; кут охопту лопаті 2; величина рівних засічок; радіус рівних засічок; коефіцієнт зменшення зовнішнього радіуса окружності лопаток 2 робочого колеса 1; число розбивок кута охопту лопаті 2; порядковий номер кутів отриманих у результаті розбивок кута охопту лопаті 2; радіуси засічок відповідним кутам отриманих у результаті розбивки кута охопту лопаті 2; кути, які відповідають радіусам засічок, що відповідають кутам отриманих у результаті розбивок кута охопту лопаті 2 і які визначаються за формулою

$$\dot{\gamma}_{\dot{n}x} = \frac{\gamma}{\dot{n}_x}$$

де γ - кут охопту лопаті, град;

\dot{n}_x - порядковий номер кута;

при цьому кут виходу лопаті дорівнює

$$\alpha = \arcsin \frac{\sqrt{V_s}}{V_a}$$

де V_s - швидкість води в напірному патрубку насоса, що відповідає його подачі, м/с;

V_a - швидкість виходу води з колеса, що відповідає напору насоса, м/с;

а кут охопту лопаті дорівнює

$$\gamma = \left(\arccos \frac{R_a^2 + R_x^2 - H_x^2}{2R_a R_x} + \arccos \frac{R_e}{R_x} \right), \text{ град.}$$

де R_a - зовнішній радіус окружності лопаток робочого колеса, мм;

R_e - радіус початку лопаток робочого колеса, мм;

H_x - значення рівних засічок, мм

$$H_x = \sqrt{R_x^2 - R_e^2}$$

R_x - радіус рівних засічок H_x , мм;

$$R_x = \sqrt{\frac{1 + 2(R_a^2 \cos^2 \alpha - R_a \sin \alpha) \pm \sqrt{1 + 4(R_a^2 \cos^2 \alpha - R_a \sin \alpha - R_e^2)}}{2}}$$

де α - кут виходу лопаті, град;

при чому формоутворення лопаті 2 відповідає коефіцієнту зменшення зовнішнього радіуса окружності лопаток 2 робочого колеса 1

$$m = (i-1) \sqrt{\frac{R_a}{R_e}}$$

де i - число розбивок кута охопту лопаті;
і радіусам засічок відповідним кутам, отрима-
них у результаті розбивки кута охопту лопаті 2

$$R_{ix} = \frac{R_a}{m^{ix}}$$

де i_x - порядковий номер кута, отриманого в
результаті розбивок кута охопту лопаті;

Формотворна крива вигину профілю лопаті 2
відповідає точкам перетинання радіусів засічок
відповідним кутам, отриманих у результаті розбив-
ки кута охопту лопаті 2 і променів з кутами, які від-
повідають радіусам засічок, що відповідають ку-
там, отриманих у результаті розбивок кута охопту
лопаті 2.

Для надійної фіксації приводного вала з робо-
чим колесом 1 у тілі робочого колеса розміщують і
фіксують порожню посадкову втулку 3.

У втулці 3 виконують зовнішній бічний паз, од-
на з поверхонь якого паралельна осі втулки і має
багатогранну форму. Це підвищує надійність фік-
сації втулки і попереджає виникнення бічних і
осьових зсувів робочого колеса 1 щодо приводно-
го вала в процесі експлуатації ґрунтового насоса.

$$R_x = \sqrt{\frac{1 + 2(350^2 \cos^2 21,417^\circ - 350 \sin 21,417^\circ) \pm \sqrt{1 + 4(350^2 \cos^2 21,417^\circ - 350 \sin 21,417^\circ - 120^2)}}{2}}$$

$R_{\max}=326,101\text{mm}$ $R_{\min}=325,172\text{mm}$ - радіус пі-
вних засічок H_x

З двох значень беремо більше з метою одер-
жання більше пологого профілю лопаті.

$$H_x = \sqrt{R_x^2 - R_e^2}, \quad H_x = \sqrt{326,101^2 - 120^2} = 303,219 \text{ мм}$$

Визначаємо профілювання кривої вигину ло-
паті

$$m = (i-1) \sqrt{\frac{R_a}{R_e}},$$

$$m = (6-1) \sqrt{\frac{350}{120}} = 1239$$

де $i=6$ - прийняте число розбивок кута γ

б) визначаємо радіуси R_{ix} відповідним кутам

$$i_{nx} \quad R_{ix} = \frac{R_a}{m^{ix}},$$

$$R_1 = \frac{350}{1,239^1} = 282,49 \text{ мм}, \quad R_2 = \frac{350}{1,239^2} = 228 \text{ мм},$$

$$R_3 = \frac{350}{1,239^3} = 184,02 \text{ мм},$$

Як приклад визначення оптимальних парамет-
рів лопаток робочого колеса прийняті наступні
вихідні дані:

- зовнішній радіус окружності лопаток робочого
колеса, $R_a=350\text{мм}$;

- радіус початку лопаток робочого колеса,
 $R_e=120\text{мм}$;

- швидкість води в напірному патрубку насоса,
що відповідає його подачі, $V_s=4\text{м/с}$;

- швидкість виходу води з колеса, що відпові-
дає напору насоса, 30м/с ;

Визначаємо кут виходу лопаті α (див. Фіг.4)

$$\alpha = \arcsin \frac{\sqrt{V_s}}{\sqrt{V_a}}$$

$$\alpha = \arcsin \frac{\sqrt{4}}{\sqrt{30}} = 21,417^\circ \text{ град}$$

Визначаємо кут охопту лопаті γ (див. Фіг.4)

$$\gamma = \left(\arccos \frac{R_a^2 + R_x^2 - H_x^2}{2R_a R_x} + \arccos \frac{R_e}{R_x} \right),$$

$$\gamma = \left(\arccos \frac{350^2 + 326,101^2 - 303,219^2}{2 \times 350 \times 326,101} + \arccos \frac{120}{326,101} \right) = 121,56^\circ$$

град., град

$$R_x = \sqrt{\frac{1 + 2(R_a^2 \cos^2 \alpha - R_a \sin \alpha) \pm \sqrt{1 + 4(R_a^2 \cos^2 \alpha - R_a \sin \alpha - R_e^2)}}{2}}$$

$$R_4 = \frac{350}{1,239^4} = 158,52 \text{ мм}, \quad R_5 = \frac{350}{1,239^5} = 120 \text{ мм}$$

де i_x - порядковий номер кута.

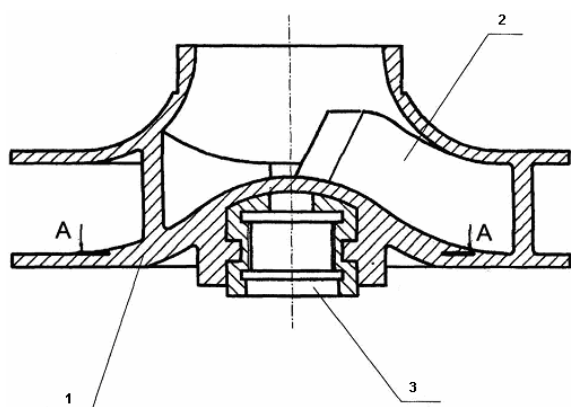
На перетинанні R_{ix} і лучачи з кутом i_{nx}

$$i_{nx} = \frac{\gamma}{i_x} = \frac{121,56}{5} = 24,312^\circ \text{ град.}$$

одержуємо точку. По отриманих точках буде-
мо лекальну криву профілю лопаті.

Проведені аналітичні та дослідно - промислові
експерименти показали високу ефективність робо-
ти насоса при різних фізико - механічних власти-
востях рідин, що перекачуються.

Конструкція робочого колеса, що заявляється,
дозволяє в широкому діапазоні варіювати харак-
теристики ґрунтового насоса залежно від конкрет-
них умов експлуатації.



A - A

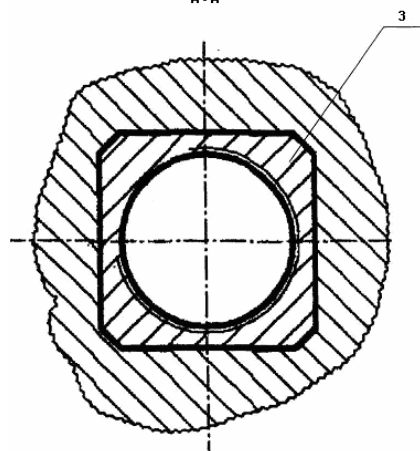


Fig. 3

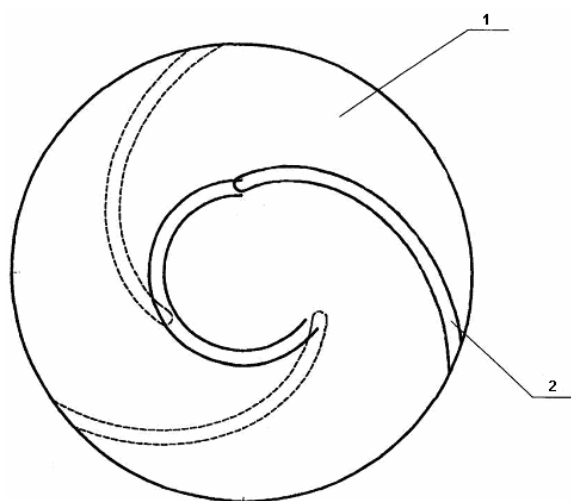


Fig. 2

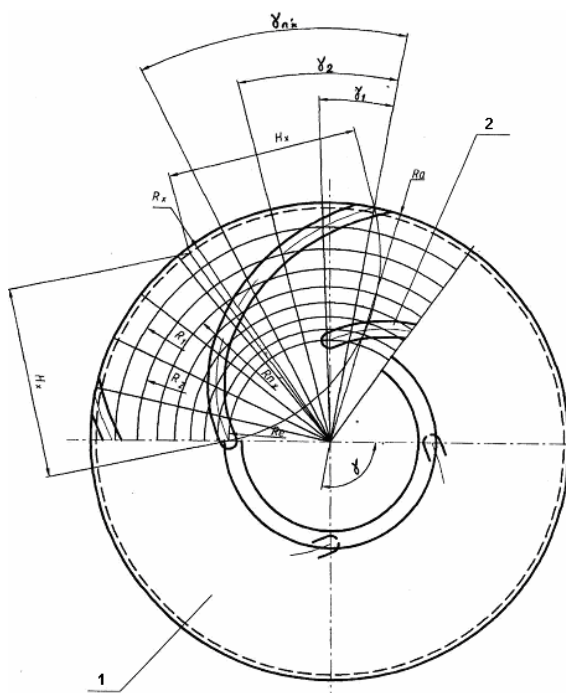


Fig. 4