



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 105137

(13) U

(51) МПК

B23K 20/04 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 07500**

(22) Дата подання заявки: **27.07.2015**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.03.2016**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.03.2016, Бюл.№ 5**

(72) Винахідник(и):

**Бобух Іван Олексійович (UA),
Волошин Олексій Іванович (UA),
Савченко Олег Євгенович (UA),
Ростовський Сергій Костянтинович (UA)**

(73) Власник(и):

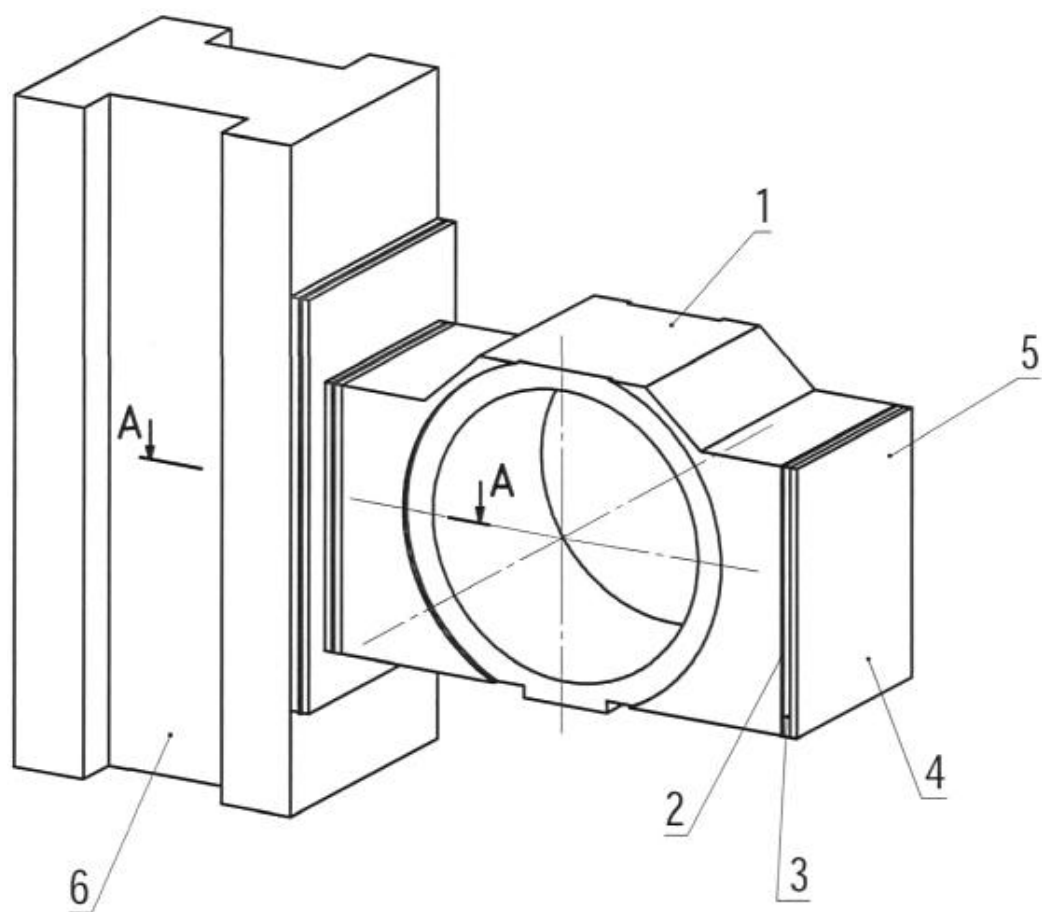
**ПУБЛІЧНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
"НОВОКРАМАТОРСЬКИЙ
МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД",
вул. Орджонікідзе, 5, м. Краматорськ,
Донецька обл., 84305 (UA)**

(54) ОБЛИЦЮВАЛЬНІ ПЛАНКИ СТАНИН Й ПОДУШОК ПРОКАТНОЇ КЛІТІ

(57) Реферат:

Облицювальні планки станин і подушок прокатної кліті, кожна з яких складається з м'якого шару h_m із твердістю поверхні примикання рівною 0,8-0,95 твердості базової поверхні станини або подушки, твердого шару h_t із твердістю поверхні тертя, перевищуючою в 2,75...4,5 рази твердість базової поверхні станини або подушки й проміжного шару h_p . Співвідношення твердості поверхонь тертя подушок становить 80-90 % твердості поверхонь тертя облицювальних планок станин. Товщина проміжного шару h_p визначається по величині оптимальних контурних тисків. Товщина м'якого шару h_m визначається по величині оптимальних контурних тисків. Товщина твердого шару h_t визначається по величині оптимальних контурних тисків. Загальна товщина планки h визначається по залежності: $h=h_p+h_m+h_t$, де $p_{cm}=0,03 \text{ НВ}_m$ (МПа) оптимальні контурні тиски м'якого шару; $p_{ct}=0,03 \text{ НВ}_t$ (МПа) оптимальні контурні тиски твердого шару.

UA 105137 U



Фиг. 1

Запропонована корисна модель належить до прокатного виробництва і може використовуватися як облицювальні планки внутрішніх опорних поверхонь станин прокатних клітей і взаємодіючих з ними опорних поверхонь подушок прокатних валків.

Відома облицювальна планка прокатної кліті (Патент Російської Федерації № 2263580). Недоліком аналога є невідповідність твердості поверхонь носійного шару планки й відповідних опорних поверхонь станини й базових поверхонь подушки, на яких закріплені планки, а також твердості поверхонь носійного й плакувального шарів планки, а також твердостей основного й плакувального шарів планки.

Найбільш близьким аналогом є облицювальні планки прокатної кліті (патент України № 98380), кожна з яких складається з основного носійного шару, виконаного з маловуглеродистої сталі із твердістю поверхні примикання рівної 0,80...0,95 твердості базових поверхонь примикання станини або подушок, плакувального шару розташованого з боку поверхні тертя й виконаного з високовуглеродистої зносостійкої сталі й загартованого до твердості, що перевищує твердість поверхні основного носійного шару планок в 2,75...4,50 рази, й контактуючими між собою поверхнями тертя. При цьому твердість поверхонь тертя облицювальних планок подушок становить 80 %...90 % твердості поверхонь тертя облицювальних планок станин, а товщина плакувального шару усіх планок рівна 6...15 мм і визначається з умови забезпечення носійної здатності основного носійного шару планок.

Недоліком найближчого аналога є в першу чергу те, що вихідні товщини шарів планок не визначені з умови напружено-деформованого стану, також не визначені контурні тиски на поверхнях примикання, що приводить у випадку завищення товщин шарів і загальної товщини облицювальної планки до додаткових витрат і збільшення собівартості, а у випадку недостатніх товщин - до зношування м'якого й твердого шарів, що веде до зношування контактуючих поверхонь базових деталей і скорочення строків використання й довговічності.

В основу корисної моделі поставлена задача, що полягає у підвищенні довговічності й зменшенні собівартості багатошарових облицювальних планок станин і подушок.

Задача вирішується за рахунок технічного результату, який полягає в мінімізації контурних тисків на поверхнях примикання станин і подушок у місцях установки планок, мінімізує товщини шарів багатошарових планок і їх собівартість, що забезпечить підвищення термінів служби та надійності подушок валків і їх підшипників.

Для досягнення вищевказаного результату облицювальні планки станин і подушок прокатної кліті, кожна з яких складається з м'якого шару h_m із твердістю поверхні примикання рівної 0,8-0,95 твердості базової поверхні станини або подушки, твердого шару h_t із твердістю поверхні тертя перевищуючої в 2,75...4,5 рази твердість базової поверхні станини або подушки й проміжного шару h_p , а співвідношення твердості поверхонь тертя подушок становить 80 %-90 % твердості поверхонь тертя облицювальних планок станин, згідно з корисною моделлю, товщина проміжного шару h_p визначається по величині оптимальних контурних тисків по залежності:

$$h_p \geq 0,65 (p_{cm} + p_{ct}),$$

а товщина м'якого шару h_m визначається по величині оптимальних контурних тисків по залежності: $h_m = 0,46 p_{cm}$,

крім цього товщина твердого шару h_t визначається по величині оптимальних контурних тисків по залежності: $h_t = 0,46 p_{ct}$,

$$\text{при цьому загальна товщина планки } h \text{ по залежності: } h = h_p + h_m + h_t,$$

де $p_{cm} = 0,03 \text{ НВ}_m$ (МПа) оптимальні контурні тиски м'якого шару;

$p_{ct} = 0,03 \text{ НВ}_t$ (МПа) оптимальні контурні тиски твердого шару.

У результаті порівняльного аналізу облицювальних планок з найближчим аналогом можна зробити висновок, що вони мають наступні загальні ознаки:

- кожна з облицювальних планок складається з м'якого шару h_m із твердістю поверхні примикання рівної 0,8-0,95 твердості базової поверхні станини або подушки;

- твердого шару h_t із твердістю поверхні тертя перевищуючої в 2,75...4,5 рази твердість базової поверхні станини або подушки;

- проміжного шару h_p ;

- співвідношення твердості поверхонь тертя подушок становить 80 %-90 % твердості поверхонь тертя облицювальних планок станин,

- а також відмітні ознаки:

- товщина проміжного шару h_p визначається по величині оптимальних контурних тисків по залежності: $h_p \geq 0,65 (p_{cm} + p_{ct})$,

- товщина м'якого шару h_m визначається по величині оптимальних контурних тисків по залежності: $h_m = 0,46 p_{cm}$,

- товщина твердого шару h_T визначається по величині оптимальних контурних тисків по залежності: $h_T=0,46 p_{CT}$,

- загальна товщина планки h по залежності: $h=h_n+h_m+h_T$;

де $p_{CM}=0,03 HB_M$ (МПа) оптимальні контурні тиски м'якого шару;

5 $p_{CT}=0,03 HB_T$ (МПа) оптимальні контурні тиски твердого шару.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак, що заявляються, та технічним результатом полягає у такому.

Завдяки тому, що товщина проміжного шару h_n визначається по величині оптимальних контурних тисків по залежності: $h_n \geq 0,65 (p_{CM}+p_{CT})$, а товщина м'якого шару h_m визначається по величині оптимальних контурних тисків по залежності: $h_m=0,46 p_{CM}$, крім цього товщина твердого шару h_T визначається по величині оптимальних контурних тисків по залежності: $h_T=0,46 p_{CT}$, при цьому загальна товщина планки h по залежності: $h=h_n+h_m+h_T$, стало можливим визначити глибину деформованої часті з боку м'якого шару, визначити глибину інтенсивної деформації з боку м'якого шару й товщину м'якого шару, аналогічно - з боку твердого шару визначити глибину інтенсивної деформації й товщину твердого шару.

Виключення з вищевказаної сукупності відмітних ознак хоча б однієї з них не забезпечує досягнення технічного результату.

Запропонована корисна модель промислово застосована, її технологічне й технічне виконання не представляє труднощів. Виконаний технічний проект для стану 3000, 1680 г.п.

20 Корисна модель пояснюється кресленнями, на яких зображені:

Фіг. 1 - схема відносного положення станини й подушки прокатної кліті при їх взаємодії через облицювальні планки.

Фіг. 2 - А-А на Фіг. 1 (облицювальні планки подушки й станини прокатної кліті).

25 Фіг. 3 - поле ліній ковзання локальної пластичної деформації навантаження облицювальних планок.

Облицювальна планка подушки 1 виконана багатошаровою й складається з м'якого шару 2 (із маловуглеродистої сталі), яким планка примикає до опорної поверхні подушки 1, проміжного шару 3 й твердого шару 4, розташованого з боку поверхні тертя 5 (Фіг. 1).

30 Облицювальна планка станини 6 (Фіг. 2) виконана також багатошаровою й складатися з м'якого шару 7, яким планка примикає до опорної поверхні станини 6, проміжного шару 8 і твердого шару 9, розташованого з боку поверхні тертя 10.

Між проміжними шарами 3 і 8 планок і твердими шарами 4 і 9 планок у результаті релаксаційних процесів і силового впливу шарів утворюються відповідні перехідні шари 11 і 12.

35 Для визначення товщини багатошарових облицювальних планок розглядалося рішення локальної пластичної деформації на контактуючій поверхні планок і розподіл деформації по їх товщині. При цьому приймалось, що дотичні напруги на стику контактуючих поверхонь $\tau = 0$, а первісні пластичні деформації з'являються на площині, де максимальні нормальні напруги досягають границі текучості. При цьому відношення контурного тиску p_c до величини твердості по Бринелю (НВ) мале. Встановлено, що в межах твердості 150...300 НВ розмір контурних тисків не перевищує величини $p_c = 0,03 \times HB$ (Крагельський И.В., Мухин К.М. Узлы трения машин. Справочник. - М.: "Машиностроение", 1984. - 280с).

45 Як розрахункові моделі приймалися графічні поля ліній ковзання (Фіг. 3), які відображають граничні умови у зоні деформації металу (Совершенствование процессов и оборудования обработки давления в металлургии и машиностроении. Тематический сборник научных трудов ДГМА. Краматорск, 2003. - С. 6-16).

50 На основі графічного поля ліній ковзання з половиною шириною площини контакту чисельно рівної розміру контурних тисків (відстань 1-2) $p_{CM} = 4,5$ МПа при твердості м'якого шару 145-150 НВ (Фіг. 3). Гранична глибина деформованої частини h_d визначається відстанню від точки 1 до 5 (Фіг. 3) і дорівнює 6,1 мм. При цьому глибина інтенсивної деформації h_i - відстань від точки 2 до точки 3 по вертикалі (Фіг. 3) становить 2,2 мм, тобто $h_i=h_m$.

Аналогічно для поверхні твердого шару (твердість 300 НВ) - величина контурних тисків $p_{CT} = 9$ МПа. При цьому гранична глибина області деформації h_d становить 12,2 мм. Інтенсивна деформація h_i становить 4,3 мм. При цьому $h_i=h_T$.

55 Якщо припустити, що в точці 5 (Фіг. 3) дві області розглянутих випадків локальних пластичних деформацій стикаються, то мінімальна товщина облицювальної планки прогнозується на рівні $6,1+12,2=18...19$ мм. При цьому товщина м'якого шару планки виконують в межах 2,0...3,0 мм, а товщина твердого шару - в межах 3,0...4,5 мм.

Отже, м'який шар планки із твердістю контактною поверхнею в межах 145-155 НВ задовольняє вимогам базових поверхонь примикання станин і подушок робочих клітей.

Товщина м'якого шару 2,0...3,0 мм забезпечує розрахункову глибину проникнення інтенсивної деформації.

Твердий шар облицювальної планки з вихідною твердістю 260...330 НВ забезпечує одержання термообробкою, як об'ємною, так і поверхневою підвищення твердості до 55...60 HRC. Товщина твердого шару 3...4, 5 мм.

При мінімальній товщині облицювальної планки $h=18...19$ мм відносна величина твердого й м'якого шару становлять:

$$h_T/h=4,3/18\approx0,23h,$$

$$h_M/h=2,2/18\approx0,14h.$$

Між твердим і м'яким шарами знаходиться проміжний шар з відносною товщиною $h_n=h-(0,23+0,14)h=0,63h$. При цьому зі збільшенням товщини облицювальних планок відносна товщина проміжного шару буде рости, а відносна товщина твердого й м'якого шарів зменшуватися.

Так, при вихідній товщині планок $h=35$ мм маємо:

$$h_n = (35-(4,3+2,2))/35=28,5/35\approx0,82h, \text{ де}$$

- товщина твердого шару $h_T=4,3$ мм,

- товщина м'якого шару $h_M=2,2$ мм.

Таким чином, перевага запропонованої корисної моделі полягає в тому, що в облицювальних планках закладається проміжний шар, матеріал якого - середньовуглецева сталь, відносна товщина якого при мінімальній товщині планки $h=18...19$ мм становить $0,63h$, а при збільшенні загальної товщини планки h збільшується до $0,82h$ і більш. Це позитивно позначається на працездатності облицювальної планки. При цьому модуль пружності шарів E_i змінюється від E_{\max} до E_{\min} .

Згідно з положенням про спільну деформацію шарів, які сполучаються, багатошарових облицювальних планок (Биргер М.А. Розрахунки на міцність, 1961 г., № 7, с. 76-109), отриманий твердий шар з напругою текучості $\sigma_{02}^T=390$ МПа та проміжний шар з напругою текучості рівним $\sigma_{02}^n=290$ МПа деформуються спільно на одну й ту саму величину $\varepsilon_T = \varepsilon_n$.

При модулі пружності твердого шару $E_T = 210\,000$ МПа відносна деформація твердого шару рівна $\varepsilon_T = 390/210000 \approx 0,00174$.

Тоді модуль пружності проміжного шару рівний $E_n = \sigma_{02}^n/\varepsilon_T$.

$$E_n = 290/0,00174 \approx 166666,7 \text{ МПа.}$$

Оскільки проміжний шар взаємодіє з м'яким шаром, то деформація м'якого шару так само рівна $\varepsilon_M = \varepsilon_n = \varepsilon_T = 0,00174$.

Тоді модуль пружності м'якого шару буде рівний $E_M = \sigma_{02}^M/\varepsilon_T$ і складе при $\sigma_{02}^M=170$ МПа:

$$E_M = 170/0,00174 \approx 97701,12 \text{ МПа.}$$

Відносини модулів пружності проміжного (E_n) і м'якого (E_M) шарів до модуля пружності твердого шару (E_T) становлять:

$$E_n/E_T=166666,7/210000\approx0,794,$$

$$E_M/E_T=97701,1/210000\approx0,465.$$

Значення величини модуля пружності E_i буде необхідним для розрахунків на міцність за допомогою програмного модуля Космос. Що дозволяє визначити контактні напруги p_i від дії технологічних навантажень P (Фіг. 2). Величина контактних напруг p_i знаходиться в лінійній залежності від величини модуля пружності E_i і площі контакту.

При таких співвідношеннях модулів пружності між твердим шаром і проміжним може з'явитися перехідний шар. При прямолінійній зміні напруг між проміжним шаром (σ_{02}^n) і твердим шаром (σ_{02}^T) запишемо рівняння:

$$\sigma_{02}^n \times (h_n + h_M) - 0,5 \times (\sigma_{02}^n + \sigma_{02}^T) \times X_n = \sigma_{02}^T \times h_T$$

При $h_n=0,63h$ і $h_T=0,23h$ вище приведені рівняння після ряду перетворень перетворюються в рівність:

$$630 \times X_n = 154 \times h,$$

$$X_n = 0,244 \times h, \text{ де}$$

X_n - величина (товщина) перехідного шару між твердим шаром й проміжним. Зі збільшенням товщини проміжного шару, наприклад, до $h_n=0,88h$ і з урахуванням товщини м'якого шару $h_M=0,076h$ розрахункове значення товщини проміжного шару зростає до $0,95h$. Також збільшиться й товщина перехідного шару X_n до $0,25h$, що при $h_{пл}=35$ мм маємо товщину перехідного шару $X_n=8,85$ мм.

При середній напрузі в перехідному шарі $\sigma_{02}^{nx}=340$ МПа модуль пружності шару досягне величини

$$E_M = \sigma_{02}^{nx}/\varepsilon_T = 340/0,00174 \approx 196402 \text{ МПа.}$$

Таким чином, виконання облицювальних планок, згідно із запропонованою корисною моделлю, дозволить підвищити довговічність і зменшити собівартість виготовлення багатшарових облицювальних планок станин і подушок за рахунок мінімізації контурних і контактних тисків на поверхнях примикання станин і подушок у місцях установки планок, що в цілому забезпечить підвищення надійності й довговічності подушок валків і їх підшипників.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Облицювальні планки станин і подушок прокатної кліті, кожна з яких складається з м'якого шару h_m із твердістю поверхні примикання рівною 0,8-0,95 твердості базової поверхні станини або подушки, твердого шару h_t із твердістю поверхні тертя, перевищуючою в 2,75...4,5 рази твердість базової поверхні станини або подушки й проміжного шару h_p , а співвідношення твердості поверхонь тертя подушок становить 80-90 % твердості поверхонь тертя облицювальних планок станин, які **відрізняються** тим, що товщина проміжного шару h_p визначається по величині оптимальних контурних тисків по залежності: $h_p \geq 0,65 (p_{cm} + p_{ct})$, а товщина м'якого шару h_m визначається по величині оптимальних контурних тисків по залежності: $h_m = 0,46 p_{cm}$, крім цього товщина твердого шару h_t визначається по величині оптимальних контурних тисків по залежності: $h_t = 0,46 p_{ct}$, при цьому загальна товщина планки h по залежності: $h = h_p + h_m + h_t$, де $p_{cm} = 0,03 HB_m$ (МПа) оптимальні контурні тиски м'якого шару; $p_{ct} = 0,03 HB_t$ (МПа) оптимальні контурні тиски твердого шару.

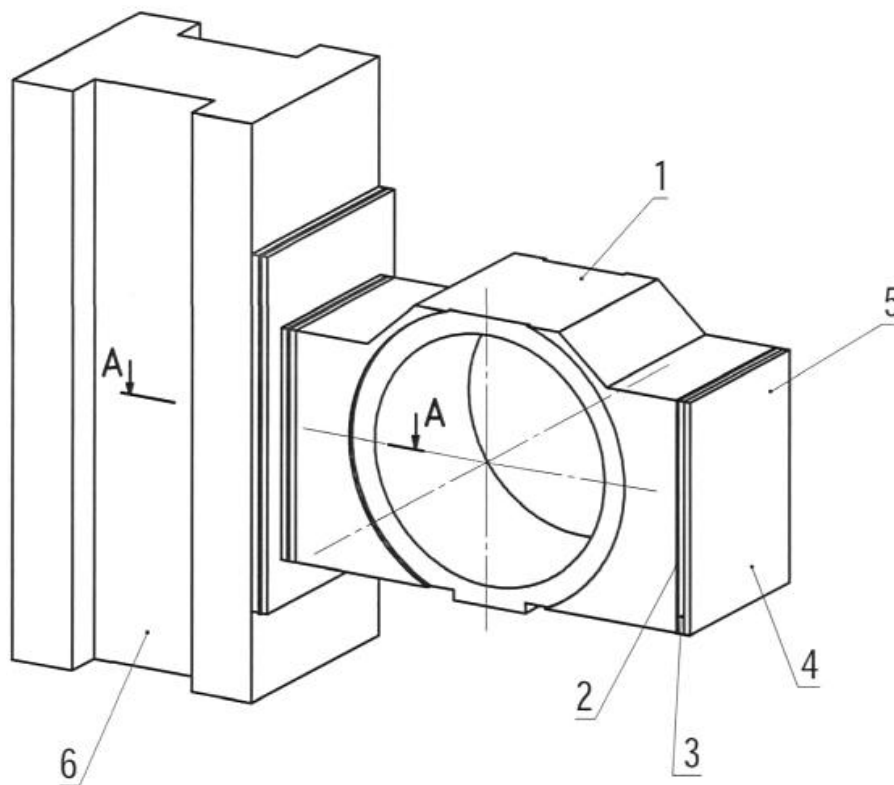


Fig. 1

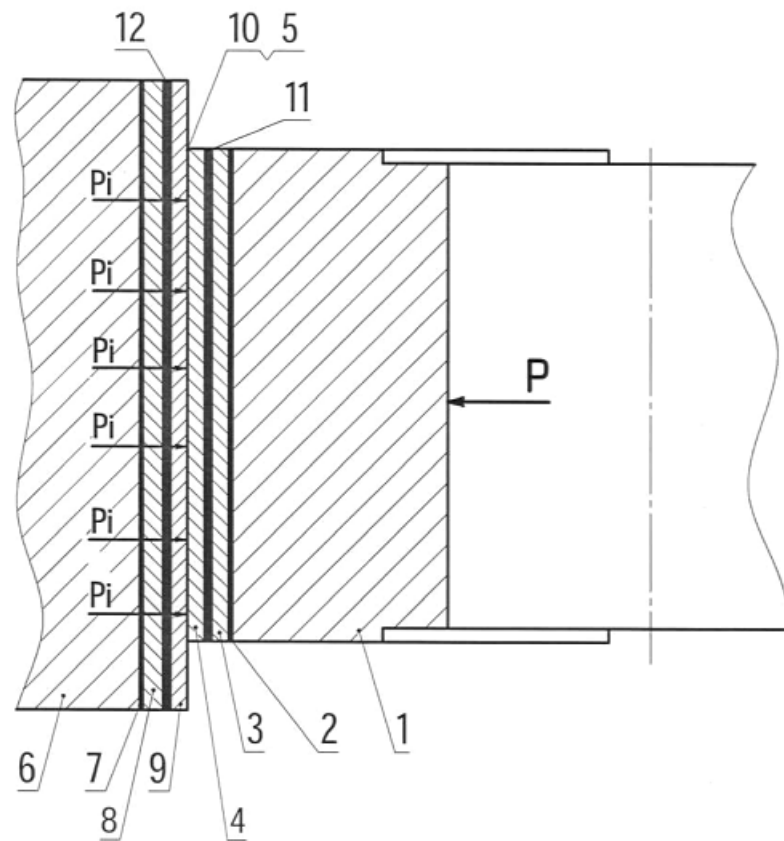


Fig. 2

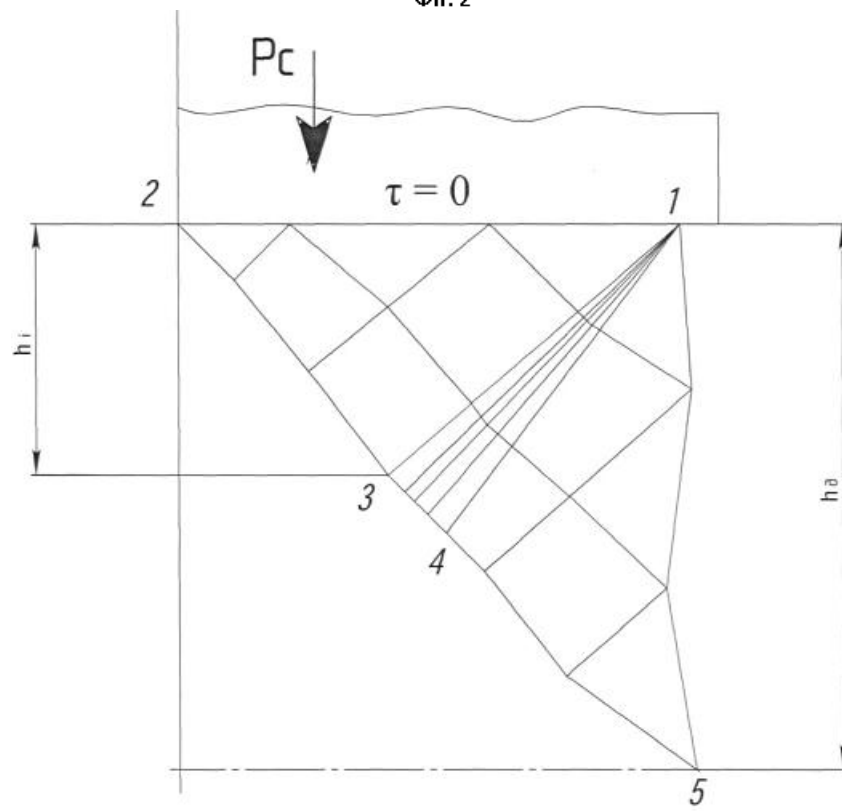


Fig. 3

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601