



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 102915

(13) C2

(51) МПК

B21B 1/02 (2006.01)

B21B 1/08 (2006.01)

B21B 1/16 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2012 00925

(22) Дата подання заявки: 30.01.2012

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: 27.08.2013(41) Публікація відомостей 12.08.2013, Бюл.№ 15
про заяву:(46) Публікація відомостей 27.08.2013, Бюл.№ 16
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

Шум Валентин Борисович (UA),
Яковченко Олександр Васильович (UA),
Никиташев Володимир Михайлович (UA),
Курилов Анатолій Васильович (UA),
Гайдук Руслан Євгенович (UA),
Борискін Валентин Валентинович (UA)

(73) Власник(и):

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ
ЗАКЛАД ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Артема, 58, м. Донецьк, 83001 (UA)(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

SU 1560335 A1; 30.04.1990

RU 2351411 C1; 10.04.2009

Мохаммад Захур, Солод В.С., Бенецкий А.Г.

Принципы конструирования специального

овального калибра с учетом критерия

устойчивости для прокатки трубной

заготовки большого диаметра // Металл и

литье Украины. – 2005. – № 9-10. – С. 37-39

UA 5799 U; 15.03.2005

SU 1538937 A1; 30.01.1990

SU 791437 A1; 23.12.1980

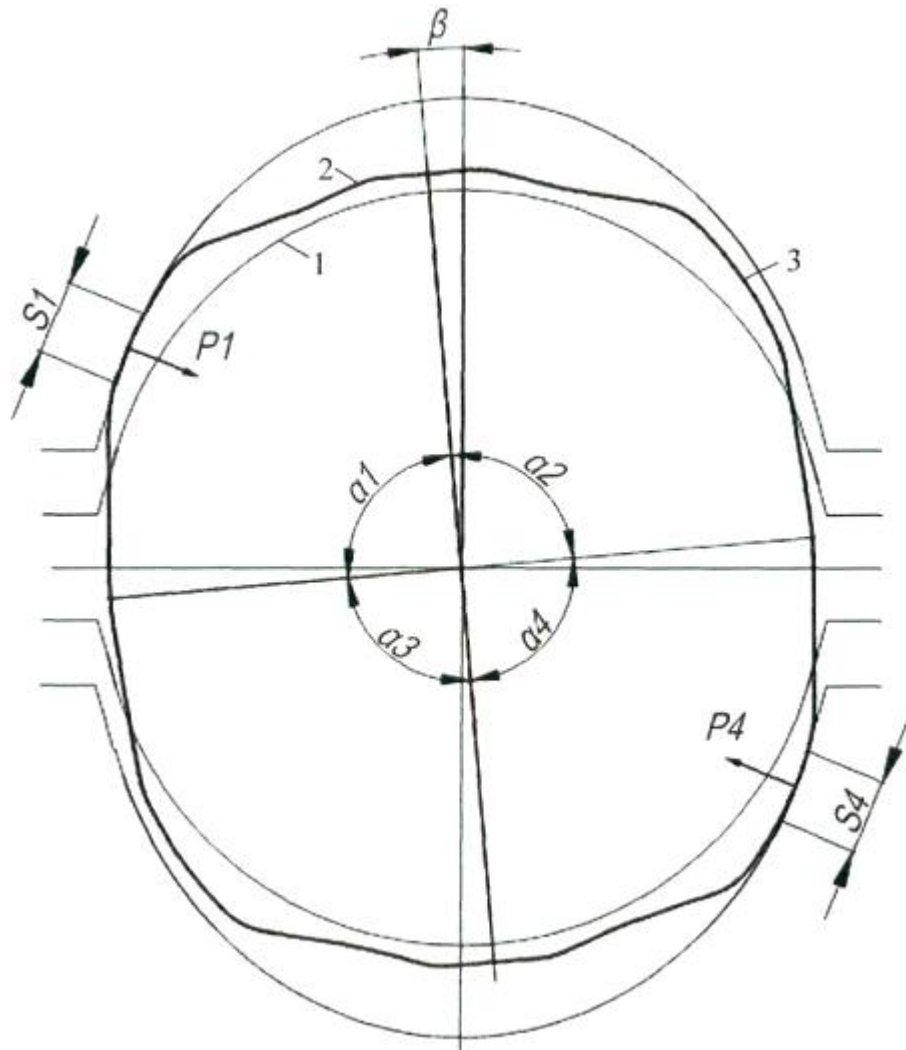
KR 20030053809 A; 02.07.2003

(54) СПОСІБ ПРОКАТКИ КРУГЛИХ ПРОФІЛІВ

(57) Реферат:

Винахід належить до обробки металів тиском, а саме до області гарячої прокатки, і призначений для використання при виробництві круглих профілів. У заявленому способі, що включає формування передчистового овального і чистового круглого профілю, згідно з винаходом, овальний профіль формують з бічними ділянками, розташованими симетрично відносно головних осей чистового калібру, причому крайні точки бічних ділянок обмежені центральними кутами у чистовому калібрі $90\pm 1,5^\circ$ і $140\pm 10^\circ$. Після цього бічні ділянки обтискають у чистовому калібрі на величину, яка забезпечує у момент захвату одночасний по їх ширині контакт металу з калібром. Спосіб забезпечує значне підвищення стійкості розкату і дозволяє знизити ймовірність його "звалювання", а, отже, і кількість браку.

UA 102915 C2



Фиг. 3

Винахід належить до обробки металів тиском, а саме до області гарячої прокатки, і призначений для використання при виробництві круглих профілів.

Відомий спосіб отримання круглих профілів [Луцкий М. Б., Луценко В. А., Чичкан А. А., Дорожко И. К. Система двовалкових калибров для прокатки трубной заготовки. - С. 254-258], який включає прокатку заготовки в трьох двовалкових калібрах: підготовчому, передчистовому і чистовому. Наявність гладкої бочки, наприклад, у валках обтискно-заготовочного стану обмежує число розміщуваних калібрів. Недоліком способу є прокатка у двох окремо розташованих підготовчому і передчистовому калібрах.

Найбільш близьким за технічною суттю є вибраний як найближчий аналог спосіб прокатки круглих профілів великого діаметра [Мохаммад Захур, Солод В. С, Бенецкий А. Г. Принципы конструирования овального калибра с учетом критерия устойчивости для прокатки трубной заготовки большого диаметра. Металл и литье Украины, 2005. - С. 37-39], реалізований на двоклітьовому обтискно-заготовочному стані 950/900. Він включає прокатку на гладкій бочці, в овальному і чистовому калібрах. Причому в овальному калібрі виконують спочатку підготовчі, а після кантування і передчистові пропуски. А потім виконують чистовий пропуск у круглому калібрі.

Недоліком відомого способу є те, що в чистовому пропуску у момент захвату не забезпечується одночасний по периметру круглого калібру контакт з поверхнею овального профілю і при незначному відхиленні осі овалу від осі калібру виникає крутий момент в осередку деформації, що знижує стійкість розкату в калібрі і сприяє утворенню дефектів. Крім того з метою запобігання звалювання овального профілю при завданні в круглий калібр його направляють і утримують в процесі прокатки за допомогою ввідних лінійок. Чим тісніше встановлюються лінійки відносно профілю розкату, тим стійкіше його положення в калібрі. Однак при цьому виникає ймовірність застрягання розкату між лінійками, утворення "задирів" по поверхні чистового профілю, а при збільшенні просвіту між розкатом і лінійками для більш вільного завдання металу у валки знижуються умови для співвісної орієнтації передчистового профілю і чистового круглого калібру у момент контакту, внаслідок чого виникає ймовірність "звалювання" розкату й утворення браку.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу прокатки круглих профілів, в якому за рахунок підвищення стійкості розкату забезпечується зниження ймовірності "звалювання" овального профілю, що призводить до зменшення кількості браку при прокатці круглого профілю.

Поставлена задача підвищення стійкості розкату вирішується за рахунок того, що в способі прокатки круглих профілів, що включає формування передчистового овального і чистового круглого профілю, згідно з винаходом, бічні ділянки овального профілю симетрично розташовують відносно головних осей чистового калібру, при цьому крайні точки бічних ділянок обмежені центральними кутами $90 \pm 1.5^\circ$ і $140 \pm 10^\circ$ і бічні ділянки обтискають на величину $\Delta h(z)$, яка забезпечує у момент захвату одночасний по їх ширині контакт металу з калібром,

$$\Delta h(z) = f_1(z) - f_2(z), \text{ мм},$$

$$f_1 = \left(\frac{D}{2} + \frac{S}{2} \right) + \sqrt{\alpha^2 + R^2 - z_1^2 - z^2 - 2 \cdot \alpha \cdot \sqrt{R^2 - z^2}}; \quad f_2 = \frac{S}{2} + h - R + \sqrt{R^2 - z^2};$$

D - діаметр валка, мм;

S - міжвалковий зазор, мм;

α - ордината центра дуги кола з радіусом R у круглому калібрі, яка визначається за

$$\alpha = \frac{D}{2} - h + R, \text{ мм},$$

формулою

тут R - радіус дуги кола, мм;

z_1 - абсциса крайньої точки А бічної ділянки овального профілю, мм;

z - поточна абсциса, яка задовольняє умові $z_1 \leq z \leq z_2$, мм;

z_2 - абсциса крайньої точки В бічної ділянки овального профілю, мм;

h - глибина врізу калібру у валок, мм;

f_1 - функція, що описує ординати бічної поверхні овального профілю в діапазоні $z_1 \leq z \leq z_2$, мм;

f_2 - функція, що описує ординати бічної поверхні круглого калібру в діапазоні $z_1 \leq z \leq z_2$ у площині YOZ , що відповідає виходу металу з осередку деформації, мм.

На фіг. 1-5 показані схеми передчистового овального і чистового круглого калібрів:

фіг. 1 - схема круглого калібру;

5 фіг. 2 - схема овального калібру, поєднана з овальним профілем і схемою круглого калібру;

фіг. 3 - схема чистового круглого калібру і овального профілю при його нахилі на кут β у перший момент контакту металу з валками;

фіг. 4 - схема чистового круглого калібру із стійким положенням овального профілю в перший момент контакту металу з валками;

10 фіг. 5 - поєднана побудова передчистового овального профілю і чистового круглого калібру (для прокатки круглого профілю діаметром 350 мм).

На фіг. представлені: 1 - круглий калібр; 2 - овальний профіль; 3 - бічна ділянка овального профілю; А, В - крайні точки бічних ділянок овального профілю.

Реалізація пропонованого способу полягає в наступному.

15 Заготовку 2 (див. фіг. 2), отриману в овальному калібрі, з бічними ділянками 3, симетрично розташованими відносно головних осей чистового круглого калібру 1, в яких крайні точки А, В обмежені центральними кутами $2\alpha_1=90\pm 1,5^\circ$ та $2\alpha_2=140\pm 10^\circ$, після кантування обтискають в чистовому круглому калібрі на величину $\Delta h(z)$.

20 Вказані діапазони обґрунтовані наступним. Зменшення ширини бічних ділянок овального профілю при $2\alpha_1 > 90+1,5^\circ$ чи $2\alpha_2 < 140-10^\circ$ призводить до зменшення площі поверхні контакту металу з валками і відповідно до зниження стійкості розкату в калібрі та ймовірності його "звалювання".

25 Збільшення ширини бічних ділянок овального профілю при $2\alpha_2 < 140+10^\circ$ пов'язане з зростанням уширення металу при прокатці в круглому калібрі і відповідно можливістю його течії в зазор.

Збільшення ширини бічних ділянок овального профілю при $2\alpha_1 > 90-1,5^\circ$ призводить до зменшення висоти овального профілю в круглому калібрі і відповідно пов'язане зі збільшенням зони позаконтактної деформації в момент захоплення, можливістю незаповнення металом круглого калібру та відсутністю проробки металу деформацією в зоні вертикальної осі OY .

30 Обтиск $\Delta h(z)$ є змінним по ширині профілю і розраховується по вказаній вище формулі залежно від: діаметру валка D , глибини рівчака h , міжвалкового зазору S , радіусу калібру R , ширини калібру B_0 , ширини випуску B_1 , а також параметрів овального калібру (показаних на фіг. 2) і необхідного коефіцієнту витяжки в чистовому круглому калібрі μ . Також на фіг. 2 показані: r_0, r_1, r_2, r_3, r_4 - радіуси скруглень елементів овального профілю, δb - уширення металу в

35 круглому калібрі, V - величина обтиску овального профілю в точці А при $z=z_1, R_0$ - радіус бічної ділянки овального профілю, T - зазор в овальному калібрі, B_2 - ширина випуску в овальному калібрі, W, E - величини, що задаються конструктивно.

40 При реалізації запропонованого винаходу приводиться в дію механізм самоцентрування передчистового овального розкату при обтиску в чистовому круглому калібрі, показаний на фіг. 2 і фіг. 3. При нахилі овального профілю відносно вертикальної осі чистового круглого калібру спочатку відбувається контакт профілю з калібром на ділянках, розташованих по діагоналі. Ці

ділянки відповідають кутам нахилу $\alpha_1 = \alpha_4 = 90^\circ - \beta$. Відповідно довжини контактних ділянок рівні, тобто $S_1 = S_4$. У зонах контакту виникають сили, які направлені до вертикальної осі калібру (див. фіг. 3). Вони і вирівнюють овальний профіль у круглому калібрі і попереджають його від "звалювання".

45 Це виконується наступним чином. У міру збільшення обтиску під дією сил P_1 і P_4 відбувається поворот вертикальної осі овального профілю в бік вертикальної осі калібру. Це відбувається за рахунок вирівнювання довжини контактних поверхонь $S_1 = S_2 = S_3 = S_4$, при якому досягається рівність сил $P_1 = P_2 = P_3 = P_4$, що гарантує стійке положення овалу в круглому калібрі (див. фіг. 4). Відповідно кут β стає рівним нулю. У результаті застосування запропонованого рішення підвищується стійкість розкату в калібрі і попереджається ймовірність його "звалювання".

Приклад. Реалізація запропонованого способу прокатки круглих профілів показана на прикладі виготовлення круга $\varnothing 350$ на обтисочно-заготовочному стані 950/900.

Стан складається з двох реверсивних клітей: 950 - обтискової з індивідуальним приводом валків від електродвигунів потужністю по 2700 кВт і заготовочної 900 із загальним приводом від двоякірного електродвигуна потужністю 7200 кВт.

Розглянемо прокатку круга діаметром 350 мм у передчистовому і чистовому пропусках відповідно до запропонованого способу. Конфігурація і розміри овального профілю, отриманого в передчистовому пропуску, і контур круглого калібру 1 показані на фіг. 5.

Заготовку, отриману в овальному калібрі (на фіг. 5 розглянута $\frac{1}{4}$ частина профілю), з бічними ділянками симетрично розташованими відносно головних осей чистового круглого калібру, у яких крайні точки обмежені центральними кутами $u_1 = 45^\circ$ і $u_2 = 70^\circ$, після кантування обтискають у чистовому круглому калібрі на величину $\Delta h(z)$. Зазначене обтиснення є змінним по ширині профілю:

при $z=125,1$ мм,	$Ah(z) = 40,9$ мм;
$z=129,6$ мм,	$Ah(z) = 40,3$ мм;
$z=134,2$ мм,	$Ah(z) = 39,8$ мм;
$z=138,8$ мм,	$Ah(z) = 39,2$ мм;
$z=143,3$ мм,	$Ah(z) = 38,6$ мм;
$z=147,9$ мм,	$Ah(z) = 37,9$ мм;
$z=152,5$ мм,	$Ah(z) = 37,2$ мм;
$z=157,1$ мм,	$Ah(z) = 36,4$ мм;
$z=161,6$ мм,	$Ah(z) = 35,6$ мм;
$z=166,2$ мм,	$Ah(z) = 34,7$ мм.

На фіг. 5 показані: $r_0=190$ мм, $r_1=15$ мм, $r_2=40$ мм, $r_3=120$ мм, $r_4=40$ мм - радіуси скруглень, $V = \Delta h(z) = 40,9$ мм - величина обтиску при $z = z_1 = 125,1$ мм.

Бічна ділянка передчистового овалу, виконана радіусом $R_0=203$ мм, забезпечує наведені обтиснення та забезпечує на бічних ділянках овалу одночасний захват металу в круглому калібрі (з витяжкою $\mu = 1,17$), показаному на фіг. 5.

По всій довжині вказаних бічних ділянок овального профілю дотримується рівність довжини осередку деформації (175,8 мм).

Вживання запропонованого способу дозволить понизити ймовірність "звалювання" розкату, а, отже, і кількість браку, шляхом забезпечення у момент захвату одночасного по ширині бічних ділянок овального профілю контакту металу з круглим калібром.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб прокатки круглих профілів, що включає формування передчистового овального і чистового круглого профілю, який **відрізняється** тим, що овальний профіль формують з бічними ділянками, розташованими симетрично відносно головних осей чистового калібру, причому крайні точки бічних ділянок обмежені центральними кутами у чистовому калібрі $90 \pm 1,5^\circ$ і $140 \pm 10^\circ$, при цьому бічні ділянки обтискають у чистовому калібрі на величину $\Delta h(z)$, яка забезпечує у момент захвату одночасний по їх ширині контакт металу з калібром:

$$\Delta h(z) = f_1(z) - f_2(z), \text{ мм},$$

$$\text{де } f_1 = \left(\frac{D}{2} + \frac{S}{2} \right) + \sqrt{\alpha^2 + R^2 - z_1^2 - z^2 - 2 \cdot \alpha \cdot \sqrt{R^2 - z^2}}, \text{ мм} - \text{функція, що описує ординати}$$

бічної поверхні овального профілю в діапазоні $z_1 \leq z \leq z_2$;

$$f_2 = \frac{S}{2} + h - R + \sqrt{R^2 - z^2}, \text{ мм} - \text{функція, що описує ординати бічної поверхні круглого калібру}$$

в діапазоні $z_1 \leq z \leq z_2$ у площині uoz , що відповідає виходу металу з осередку деформації;

z - поточна абсциса, яка задовольняє умові $z_1 \leq z \leq z_2$, мм;

z_1 - абсциса крайньої точки А бічної ділянки овального профілю, мм;

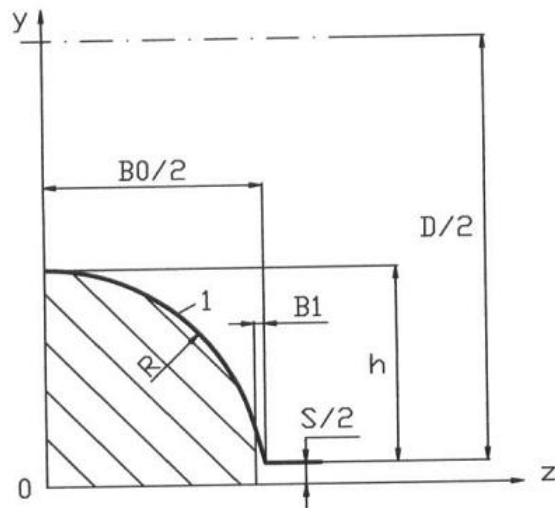
z_2 - абсциса крайньої точки В бічної ділянки овального профілю, мм;

D - діаметр валка у круглому калібрі, мм;

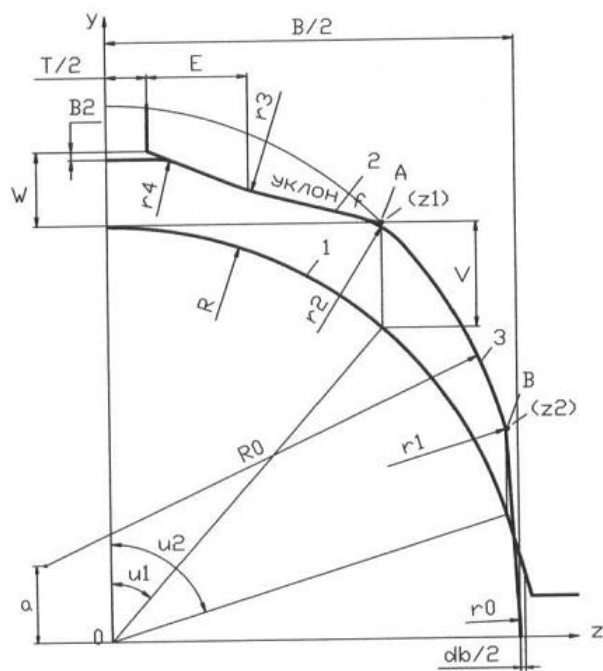
S - міжвалковий зазор у круглому калібрі, мм;

α - ордината центра дуги кола з радіусом R у круглому калібрі, яка визначається за формулою $\alpha = \frac{D}{2} - h + R$, мм;

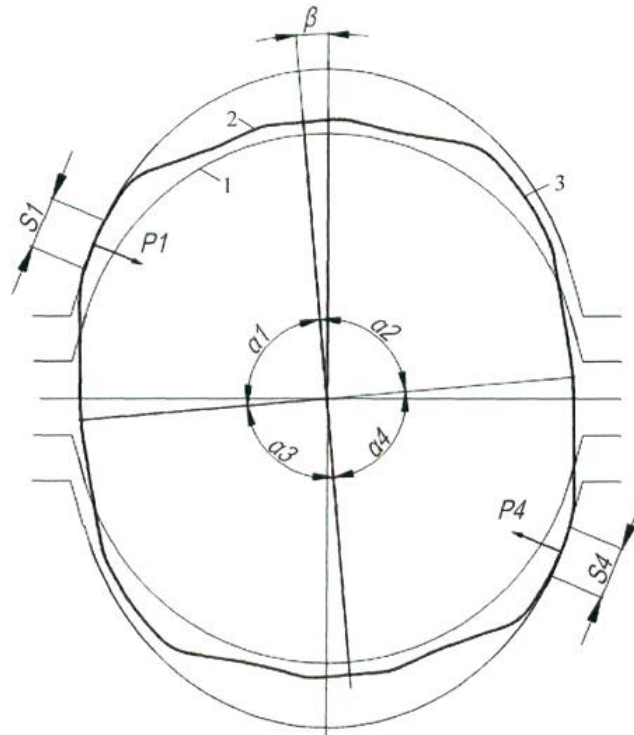
h - глибина врізу круглого калібру у валок, мм.



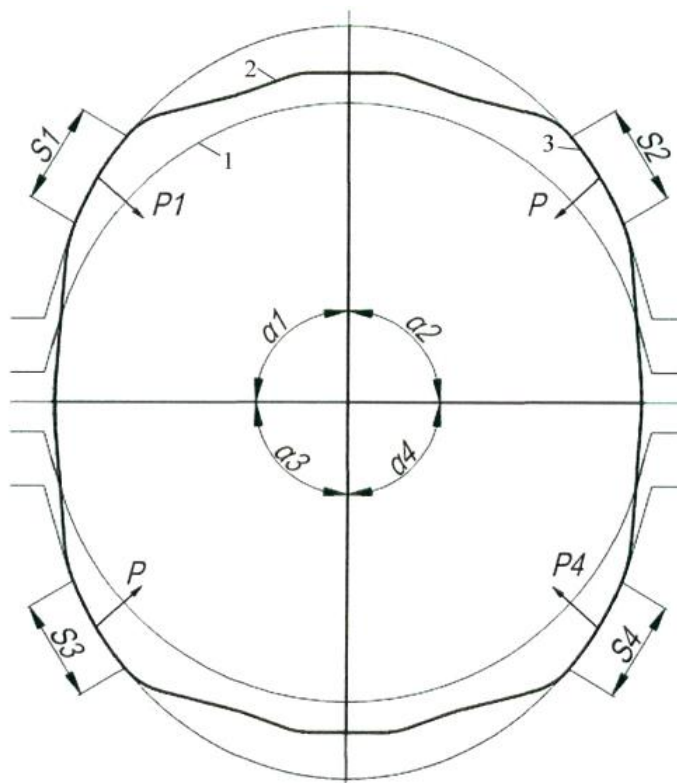
Фиг. 1



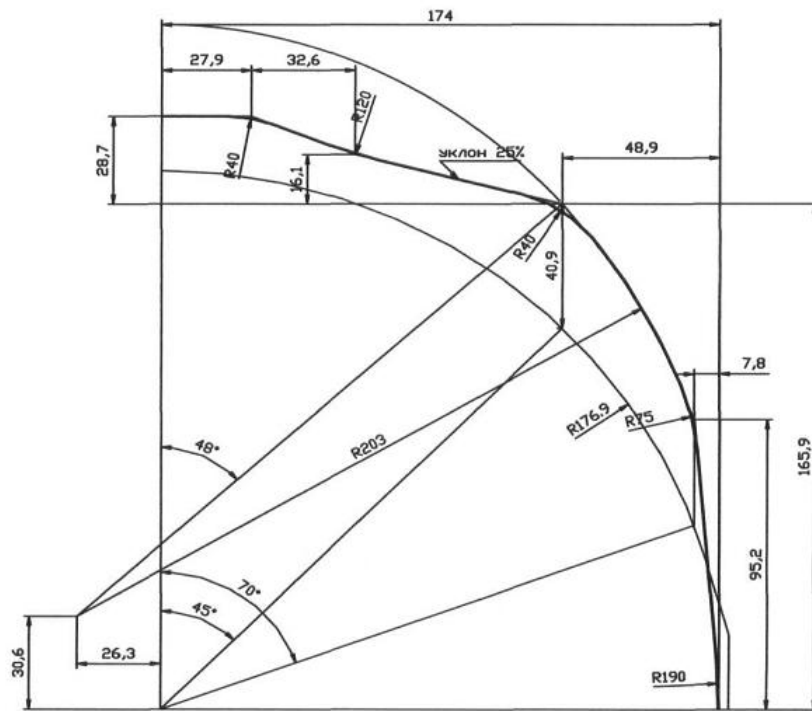
Фиг. 2



Φ ir. 3



Φ ir. 4



Фір. 5

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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

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