

Винахід відноситься до обробки металів тиском, зокрема до виробництва гнутих профілів формуванням в валках, і може бути використаний в будівництві, сільгоспмашинобудуванні та інших галузях при виготовленні замкнених профілів.

Відомий аналог - спосіб виготовлення труб з фальцевим швом, що включає згинання відбортовок стиків фальцевого шва, формування круглої частини труби зі зменшуваним радіусом до утворення незамкненої труби еліпсної форми з недогнутими відбортовками, зчеплення цих відбортовок і зшиття фальцевого шва шляхом закачування. При цьому зчеплення відбортовок стиків фальцевого шва здійснюють в передостанньому переході шляхом роздавання незамкненої труби на оправці, і одночасно калібрують більшу частину її внутрішньої поверхні по діаметру готової труби. Після цього в останньому переході здійснюють передвалькове калібрування по діаметру готової труби шляхом обтиснення в валках, і потім заочують фальцевий шов валком і роликком, розташованим на оправці. Тобто в суті в останньому переході здійснюється калібрування шляхом обтиснення валками ще незамкненого профілю (труби) на оправці одночасно з закачуванням елементів фальцевого шва [див. авт. свід. СРСР №1303211, М.кл. В21Д 5/06, опубл. в Б.В., 1987, №14].

У аналога і рішення, що заявляється, співпадають наступні ознаки: формування елементів фальцевого шва, формозмінення заготовки шляхом згинання до утворення профілю незамкненої форми, отримання замкненого профілю шляхом зчеплення і закачування елементів шва, калібрування профілю.

Отриманню очікуваного технічного результату при використанні аналога перешкоджають наступні причини. При обтисненні валками розташованого на оправці профілю, тим більше одночасно із закачуванням шва, забезпечити щільний обхват металом оправки по всьому периметру (особливо для профілів складної конфігурації) не можливо, а тому розміри готового профілю завжди перевищують розміри оправки. Збільшення обтиснення в валках може привести до втрати стійкості стінок профілю і видавленню надлишків металу в зазори між валками, в тому числі в місцях сполучення стінок профілю. Крім того, зі збільшенням обтиснення росте опір переміщенню профілю на оправці і відповідно збільшуються енерговитрати на формування. У разі недостатнього тягового зусилля можливе буксування валків, в наслідок чого порушується поверхня профілю.

Найбільш близьким по технічній суті до того, що заявляється, є вибраний як прототип спосіб виготовлення замкнених профілів коробчатого типу з фальцевим швом шляхом багатоперехідного формування смугової заготовки в валках, який включає формування елементів фальцевого шва, згинання полиць, а потім стінок до утворення профілю незамкненої форми, зчеплення елементів шва шляхом прикладення нормальних зусиль до верхньої частини бічних стінок зсередини, закачування шва вертикальними зусиллями при збереженні заданих нормальних зусиль зсередини і подальше калібрування профілю ззовні шляхом обтиснення в валках [див. авт. свід. СРСР №1775202, М.кл. В21Д 5/06, опуб. в Б. В., 1992, №42].

У винаходу, що заявляється, і прототипу співпадають наступні ознаки: формування елементів фальцевого шва, послідовне формозмінення заготовки згинанням до утворення профілю незамкненої форми, отримання замкненого профілю шляхом зчеплення і закачування елементів шва, калібрування профілю.

Отриманню очікуваного технічного результату при використанні прототипу перешкоджають наступні причини. В результаті прикладення зусиль на локальних ділянках профілю (в місцях сполучення стінок з полицями) при згинанні бічних стінок утворюється неплоскостність (опуклість) стінок. Відповідно з цієї ж причини, а також через вільне згинання металу не відбувається формування на заданий радіус місць вигину на нижній стінці профілю. При калібруванні профілю шляхом обтиснення в валках через втрату стійкості стінок отримати місця згину необхідних розмірів не завжди можливо. При цьому опуклі бічні стінки при їх обтисненні прогинаються всередину профілю, і це прогинання може залишатися на готовому виробі. У випадку, якщо таке прогинання відбувається в межах пружних деформацій, то після виходу з калібруючих валків стінки профілю повертаються (повністю або частково) в первинне положення, тобто опуклість стінок залишається. Таким чином, отримати задані форму і розміри профілю, особливо тонкостінного, калібруванням шляхом обтиснення в валках не завжди можливо. Крім того, з прикладенням зусиль до зовнішньої поверхні профілю через відносно ковзання в калібрах валків можливе пошкодження його лицьової поверхні. Цей дефект найбільш виявляється на металі з декоративним покриттям.

В основу винаходу поставлено задачу створити такий спосіб виготовлення замкнених профілів з фальцевим швом, в якому удосконалення за рахунок введення нової операції дозволяє забезпечити досягнення технічного результату, що полягає в підвищенні якості профілів (за рахунок забезпечення заданих форми і розмірів і попередження пошкодження їх лицьової поверхні) і скороченні кількості технологічних переходів при їх виготовленні.

На рішення поставленої задачі направлено спосіб виготовлення замкнених профілів з фальцевим швом. Він здійснюється шляхом багатоперехідного формування в валках смугової заготовки і включає формування елементів фальцевого шва, послідовне формозмінення заготовки згинанням до утворення профілю незамкненої форми, отримання замкненого профілю шляхом зчеплення і закачування елементів шва і калібрування профілю.

Від прототипу спосіб, що заявляється, відрізняється тим, що калібрування здійснюють розтягненням шляхом прикладення нормальних зусиль зсередини профілю.

Між сукупністю суттєвих ознак способу, що заявляється, і досягненням технічного результату є наступний причинно-наслідковий зв'язок. Калібрування розтягненням шляхом прикладення нормальних зусиль зсередини профілю дозволяє: по-перше, здійснювати деформацію розтягнення прямих ділянок (стінок) профілю без загрози втрати їх стійкості, усуваючи при цьому відхилення від прямолінійності стінок (опуклість, угнутість, хвилястість та ін.) і забезпечуючи отримання необхідних форми і розмірів профілю; по-друге, при формуванні криволінійних ділянок реалізувати схему вигину з розтягненням, що дає можливість чітко отримувати місця вигину із заданими радіусами кривизни, в тому числі і за рахунок практично повного виключення пружинення металу. Крім того, у відмінність від прототипу лицьова поверхня профілю при калібруванні не випробовує зовнішніх навантажень і тому не ушкоджується, що особливо важливо для

профілів з покриттям.

Потрібно зазначити, що при калібруванні прикладення нормальних зусиль зсередини профілю може бути здійснено як мінімум в двох протилежних напрямках таким чином, щоб забезпечити розтягнення металу по всьому поперечному перетину профілю, а не будь-якої окремої його частини (наприклад, прикладення таких зусиль до двох протилежно направлених стінок при виготовленні коробчатого профілю). Якщо при калібруванні такого ж профілю зусилля прикладати тільки в місцях сполучення стінок, то це необхідно робити в чотирьох напрямках. При збільшенні числа таких напрямків процес розтягнення здійснюється більш рівномірно зі зменшенням тангенціальних сил (тертя) на ділянках контакту профілю з інструментом (наприклад роликми оправки, за допомогою яких передаються нормальні зусилля).

Калібрування профілю розтягненням може бути здійснене як за рахунок зміни форми профілю (вирівнювання неплоскостності стінок, зменшення радіусів вигину місць сполучення стінок, переформування заздалегідь створеної проміжної конфігурації профілю та ін.), так і безпосередньо за рахунок пластичної деформації розтягнення металу. При цьому у першому випадку довжина металу по периметру профілю (ширина заготівлі) до калібрування і після нього практично не змінюється, а в другому - вона після калібрування збільшується.

В окремих випадках реалізації способів виготовлення замкнених профілів з фальцевим швом характеризується наступними відмінними від прототипу ознаками:

- формозмінення заготовки до утворення профілю незамкненої форми здійснюють шляхом одночасного підгинання всіх його стінок;

- спочатку формують незамкнений профіль з конфігурацією, відмінною від заданої, і отримують замкнений профіль, потім переформовують його в профіль потрібної конфігурації, після чого здійснюють калібрування;

- одночасно з калібруванням профілю додатково обтискають фальцевий шов;

- калібрування профілю здійснюють з обмеженням ззовні, наприклад валками або роликми;

- калібрування здійснюють з прикладенням до зовнішньої поверхні профілю нормальних зусиль в напрямі, перпендикулярному напрямку дії нормальних зусиль зсередини профілю;

- перед калібруванням стінки профілю прогинають всередину.

Формозмінення заготовки до утворення профілю незамкненої форми шляхом одночасного підгинання всіх його стінок в порівнянні з послідовним формуванням, починаючи з периферійних ділянок заготівлі, дозволяє застосовувати збільшені кути згинання, тобто посилити режим формування, і за рахунок цього отримати додатковий технічний результат - зменшення кількості технологічних переходів.

У випадку, коли отриманий замкнений профіль (проміжної форми) формозмінюють до необхідної конфігурації і після цього здійснюють його калібрування, досягається аналогічний додатковий технічний результат. Так, при виготовленні коробчатого профілю початкове отримання замкнутого профілю у вигляді труби як перехідної форми з подальшим його переформуванням в профіль потрібної конфігурації вимагає менше технологічних переходів, ніж безпосереднє формоутворення необхідної конфігурації згинанням заготівлі.

Додаткове обтиснення фальцевого шва, здійснюване одночасно з калібруванням, дозволяє запобігти руйнуванню шва, особливо при значних по величині зусиллях розтягнення, що підвищує якість готових профілів.

Калібрування профілю з обмеженням ззовні може бути здійснене у випадку, коли ролики на оправці заздалегідь не можуть бути виставлені на заданий розмір (наприклад, якщо вони виконані підпружненими, а роль обмежувача виконує валок або інший ролик). Це гарантує отримання готового профілю з точними розмірами.

Калібрування з прикладенням до зовнішньої поверхні профілю нормальних зусиль в напрямі, перпендикулярному дії нормальних зусиль зсередини профілю, здійснюють в тих випадках, коли, наприклад, розтягнення здійснюється в двох протилежних напрямках, і для зменшення зусиль на це розтягнення застосовують зусилля стиснення з других напрямів. Це доцільно при відносно збільшеній товщині заготівлі і дозволяє отримувати профілі без опуклості стінок, тобто підвищити їх якість.

Прогинання стінок профілю всередину перед калібруванням дозволяє зменшити величину радіуса в місцях сполучення стінок профілю. При подальшому калібруванні ці стінки вирівнюються, а величина радіуса практично не змінюється.

Суть винаходу, що заявляється, пояснюється графічними матеріалами, на яких зображено:

на Фіг.1 - замкнений профіль з фальцевим швом;

на Фіг.2 - смугова заготовка;

на Фіг.3 - 9 - технологічні переходи виготовлення профілю;

на Фіг.10 - схема калібрування з попереднім переформуванням профілю;

на Фіг.11 - схема калібрування з обмеженням ззовні;

на Фіг.12 - схема калібрування розтягненням із застосуванням обтиснення профілю;

на Фіг.13 - схема калібрування з попереднім прогинанням стінок профілю.

На графічних матеріалах є наступні позначення:

1 - нижня стінка профілю;

2 і 3 - бічні стінки;

4 і 5 - нижні похилі стінки;

6 і 7 - верхні похилі стінки;

8 - верхня стінка;

9 - фальцевий шов;

10 і 11 - полиці верхньої стінки 8;

12 - смугова заготовка;

13 і 14 - елементи фальцевого шва;

15 і 16 - відбортовки елементів фальцевого шва;
17, 18, 21, 22, 23 і 24 - дільниці заготовки; відповідні стінкам 2, 3, 4, 5, 6 і 7 профілю;
19 і 20 - дільниці заготовки, відповідні полицям 10 і 11;

25 - незамкнений профіль;

26 - замкнений профіль;

27 - готовий профіль (після калібрування);

28 - профіль перехідної форми (труба);

29 - переформований профіль (квадратна труба);

30 - замкнений профіль;

31 і 32 - валки;

33 - замкнений профіль;

34 і 35 - бічні стінки профілю 53;

36 і 37 - верхня і нижня стінки профілю 33;

35 - профіль з прогнутими стінками;

39 - замкнений профіль перед прогинанням стінок;

I...XVII - нумерація технологічних переходів;

Bo - ширина заготовки.

B і H - ширина і висота готового профілю;

ΔB і ΔH - величини зміння розмірів профілю 39;

N - зусилля розтягнення;

P - зусилля стиснення;

R - радіус сполучення стінок профілю;

S - товщина заготовки;

b і h - розміри похилої стінки;

f - зазор між окрайками відбортовок 15 і 16;

m - ширина фальцевого шва;

α - кут підгинання відбортовок 15 і 16;

β , γ , δ і φ - кути підгинання дільниць 17 і 18; 19 і 20; 21 і 22; 23 і 24 заготовки - відповідно;

γ_1 - кут недогинання до 90° дільниці 19;

φ_1 - кут перегинання за 90° дільниць 23 і 24.

Спосіб, що заявляється, реалізовується за допомогою профілезгинального стану, що включає робочі кліті з валками, бічні допоміжні непривідні ролики і оправку, розташовану між валками і цими роликами. При цьому оправка взаємодіє з профілем тільки за допомогою встановлених на ній власних роликів.

Спосіб, що заявляється, в конкретному прикладі при виготовленні замкнутого профілю 27 з фальцевим швом 9 (Фіг.1), утвореного зі стінок: прямих - 1, 2, 3, 8 і похилих - 4, 5, 6 і 7, реалізовується таким чином. У першому переході (Фіг.2) валки робочої кліті стану деформації смугової заготовки 12 не здійснюють, а лише задають точний напрям і створюють необхідне тягове зусилля для її переміщення в стані.

В переході II (Фіг.3) здійснюють формування елементів 13 і 14 фальцевого шва і підгинають відбортовки 15 і 16 на кут α . Далі (переходи III-V) продовжують підгинання відбортовок до кута $\alpha=150^\circ \dots 160^\circ$, тобто недоформування їх до кінцевого положення на профілі (180°) складає $20^\circ \dots 30^\circ$.

В переході VI (Фіг.4) починають одночасне підгинання на кут в дільниць 17 і 18 заготовки, відповідних похилим стінкам 6 і 7 профілю, і на кут γ - дільниць 19 і 20, відповідних полицям 10 і 11. В VII-IX переходах продовжують їх підгинання, при цьому кінцеві положення дільниць в IX переході визначаються: для дільниць 17 і 18 - кутом $\beta = \arctg b/h$ (при $b=h$, $\beta=45^\circ$); для дільниці 19 - $\gamma=90^\circ - \gamma_1$; для дільниці 20 - $\gamma=90^\circ$; Кут $\gamma_1=3^\circ \dots 15^\circ$, причому менші його значення застосовують для величин з меншим відношенням розмірів відбортовки 15 і полиці 10.

В X-XIII переходах (Фіг.5) здійснюють підгинання на кут δ дільниць 21 і 22, відповідних похилим стінкам 4 і 5, і на кут φ - дільниць 23 і 24, відповідних бічним стінкам 2 і 3. Кінцеві положення цих дільниць в XIII переході, в якому закінчується формування незамкнутого профілю 25, визначаються кутами: $\delta = \arctg h/b$; $\varphi = 90^\circ$. При цьому полиця 19 залишається недогнутою на кут γ_1 , а елементи 13 і 14 фальцевого шва розташовані один над одним і не зчеплені поміж собою.

В XIV-XVI переходах отримують замкнений профіль шляхом зчеплення і закачування елементів шва. Для цього спочатку зусиллями P_1 (Фіг.6) перегинають дільниці 23 і 24 на кут φ_1 і одночасно зусиллям P підтискують полицю 19 з елементом 13 шва таким чином, щоб між окрайками відбортовок 15 і 16 утворився гарантований зазор f. Його величина тим більша, чим більші розміри відбортовок і величина кута α підгинання. Потім зусиллями N_1 (Фіг.7), прикладеними до дільниць 23 і 24 зсередини профілю, здійснюють зчеплення елементів 13 і 14 фальцевого шва. Після цього (Фіг.8) зусиллями P_2 (при діючих зсередини профілю зусиллях N_2) обтискують елементи 13 і 14 і заковчують їх, отримуючи фальцевий шов 9 шириною m і замкнений профіль 26 загалом.

В XVII - останньому переході (Фіг.9) здійснюють калібрування профілю розтягненням шляхом додатку зусиль N_3 до похилих стінок 4, 5, 6 і 7, внаслідок чого отримують готовий профіль 27. При калібруванні зусилля розтягнення розповсюджуються по всьому периметру профілю (стінки розтягуються, а в місцях їх сполучення реалізовується схема вигину з розтягненням), в результаті усуваються дефекти його форми (опуклість і угнутість стінок, збільшена величина радіусу місць вигину) і досягаються задані розміри B, H, b, h, R і m. Крім того, лицева поверхня профілю характеризується високою якістю, оскільки не випробовує безпосередньо на собі значних по величині зусиль калібрування і тому не ушкоджується.

Формоутворення заготовки в I-XI переходах здійснюють у валках робочих клітей із застосуванням (в VIII і IX переходах) бічних непривідних вертикальних роликів. Починаючи з XII переходу і до закінчення формування профілю використовують оправку з роликами, призначення яких різне. Так, в XII і XIII переходах з їх

допомогою підгинають дільниці 21, 22 і 23, 24, коли доступ до них верхніх валків неможливий. Такими ж роликами утримують в необхідному положенні дільниці 21 і 22 в XIV-XVI переходах. При цьому перегинання дільниць 23 і 24 на кут φ_1 здійснюють бічними роликами, а повернення цих дільниць в початкове положення (зусиллями N_1 при зчепленні елементів 13 і 14) і утримання в ньому (зусиллями N_2 при закачуванні фальцевого шва 9) - роликами оправки. І, нарешті, в XVII переході роликами оправки здійснюють калібрування профілю розтягненням.

В окремих випадках реалізації способу, що заявляється, виготовлення профілю здійснюється таким чином.

1) Починаючи з переходу VI (Фіг.4) одночасно попарно підгинають всі дільниці 17 і 18, 19 і 20, 21 і 22, 23 і 24 заготівлі на кути β , γ , δ і φ відповідно до отримання незамкненого профілю 25 (Фіг.5). Така схема формування дозволяє збільшити кути підгинання в кожному з переходів і отримати той же незамкнений профіль за 6-7 переходів, замість 8, а готовий профіль 27 (Фіг.9) - відповідно за 15-16 переходів замість 17, тобто досягається додатковий технічний результат - скорочення числа технологічних переходів.

2) Спочатку (Фіг.10) формують незамкнений профіль перехідної форми (трубу) з конфігурацією відмінною від заданої (квадратної), і отримують з нього замкнену трубу 28. Потім здійснюють переформування в профіль 29 (квадратну трубу) шляхом додатку зусиль P_4 , після чого калібрують профіль 29 зусиллями N_4 , прикладеними зсередини до місць сполучення його стінок. Аналогічно з попереднім випадком тут також досягається скорочення числа технологічних переходів, оскільки на формування труби їх потрібно на 20%...40% менше, ніж на отримання квадратного профілю безпосередньо шляхом послідовного вигину заготівлі.

3) Додаткове обтиснення фальцевого шва 9 (Фіг.9) одночасно з калібруванням профілю зусиллями N_3 здійснюють шляхом додатку зусиль P_3 (зовні валком, а зсередини роликом оправки). Це дозволяє запобігти руйнуванню шва, наприклад при збільшених розтягуючих зусиллях, і зміцнити його, що підвищує якість профілю.

4) Калібрування профілю 30 (Фіг.11) з обмеженням ззовні здійснюють валками 31 і 32, які заздалегідь виставляють на заданий основний (точний) розмір H_1 готового профілю. Зусилля N_5 калібрування передаються зсередини профілю роликами оправки, які встановлені в ній з можливістю переміщення в напрямі їх дії, а валки 31 і 32 тим самим обмежують це переміщення, запобігаючи отриманню основного розміру профілю, більшого за необхідний (H_1).

5) Калібрування профілю 33 (Фіг.12) при додатку нормальних розтягуючих зусиль N_6 зсередини до стінок 34 і 35 здійснюють за допомогою нормальних зусиль P_6 , які прикладають ззовні до стінок 36 і 37, тобто перпендикулярно дії зусиль N_6 . При отриманні основного розміру B_1 профілю (особливо при збільшеній товщині його стінок) величина калібруючих зусиль N_6 що створюються роликами оправки, меншає завдяки зусиллям P_6 , які створюються валками.

6) Прогинання стінок всередину профілю 38 (Фіг.13) перед калібруванням здійснюють шляхом додатку нормальних зусиль P_7 (у вертикальній площині валками, а в горизонтальній - вертикальними роликами). При цьому в порівнянні з початковою формою профілю 39 дещо меншають його поперечні розміри (по вертикалі на величину $2\Delta H = H_3 - H_2$, а по горизонталі - $2\Delta B = B_3 - B_2$) і величина радіуса сполучення стінок з R_2 до R_1 . Додатком зусиль N_7 калібрують профіль переважно за рахунок розгинання стінок. При цьому величина радіуса R_1 практично не змінюється, і готовий профіль (на Фіг.13 не показано) отримують з основним (точним) для нього розміром R_1 .

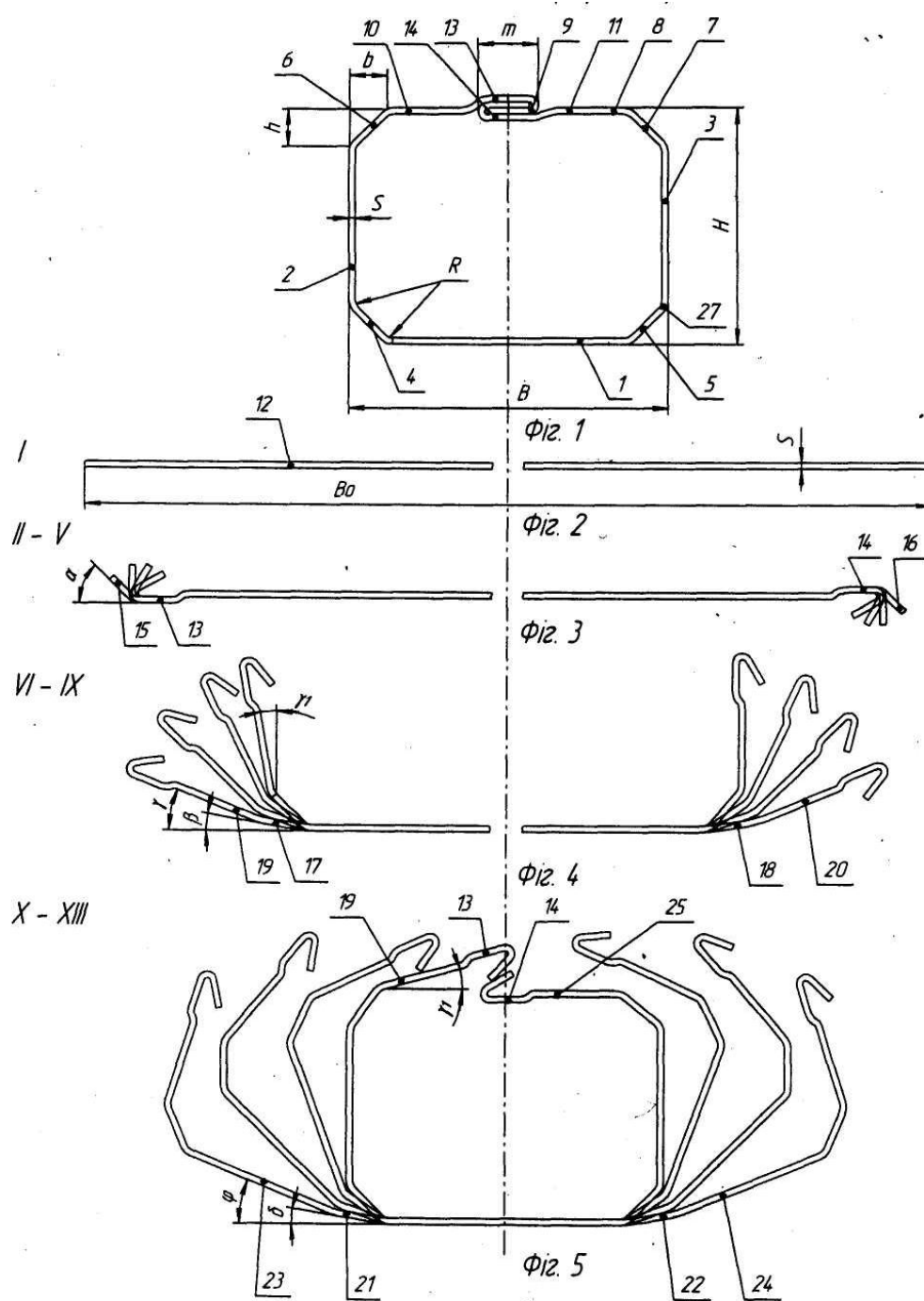
Таким чином здійснення калібрування за схемами, зображеними на Фіг.11-13, дозволяє підвищити якість профілів за рахунок отримання точних розмірів H_1 , B_1 і R_1 .

Досвідна перевірка способу проводилася при виготовленні замкненого профілю водостоку (Фіг.1), розміри якого складали: $B=102\text{мм}$, $H=76\text{мм}$, $b=h=12\text{мм}$, $m=7\text{мм}$, $R=5\text{мм}$, з штучної заготівлі (сталь 08кп з полімерним покриттям) перетином $0,6\text{мм} \times 345\text{мм}$ і довжиною 2000мм . Формування профілю здійснювалося в 17 технологічних переходах за схемою, яка приведена на Фіг.2-9. Режим формування: в II-V переходах - $\alpha = 45^\circ$; 90° ; 120° ; 150° ; в VI-IX переходах - $\beta = 10^\circ$; 20° ; 35° ; 45° ; $\gamma = 22,5^\circ$; 45° ; 65° ; 83° (для дільниці 19) і 90° (для дільниці 20); в X-XIII переходах - $\delta = 10^\circ$; 20° ; 35° ; 45° ; $\varphi = 22,5^\circ$; 45° ; 70° ; 90° .

В переходах II-XI формування металу відбувалося у валках, а починаючи з XII переходу - також і за допомогою роликів оправки, розміщеної в 6 клітках стану. Перегинання дільниць 23 і 24 (Фіг.6) здійснювалося бічними вертикальними роликами на кут $\varphi_1 = 3,5^\circ$, а додаток зусиль N_1 , N_2 і N_3 зсередини профілю - роликами оправки. Підгинання дільниці 19 зусиллям P (Фіг.6) і додаток зусиль P_2 (Фіг.8) ззовні профілю здійснювали валком, а зсередини профілю - роликом.

Після калібрування готовий замкнений профіль водостоку характеризувався хорошим зовнішнім виглядом з непошкодженим полімерним покриттям, рівним і щільним фальцевим швом, стабільністю форми і розмірів, які відповідали вимогам креслення.

Таким чином, при використанні способу, що заявляється, забезпечується досягнення технічного результату - підвищення якості профілів і скорочення числа технологічних переходів.



О. В. Ахлестин

