

# МАШИНОБУДУВАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

УДК 621.791.927.7

**О.Шаблій, докт.фіз.-мат.наук; Ч.Пулька, канд.техн. наук; М.Шарик**  
*Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ НОЖІВ-ГИЧКОРІЗІВ

*В роботі описано конструкції пристроїв для завантаження і розвантаження деталей до і після наплавлення, пристрої для засипання стійкого проти спрацювання порошкоподібного сплаву на робочі поверхні, пристрої для наплавлення суцільних дисків і ножів-гичкорізів з метою модернізації існуючих автоматичних потокових ліній для неперервно-послідовного і одночасного наплавлення робочих поверхонь, що дозволить підвищити продуктивність процесу наплавлення, якість наплавлюваного металу, а також керувати режимом нагрівання за експоненціальним законом з економією електроенергії 15...25%.*

Одним з основних шляхів підвищення техніко-економічних показників процесу наплавлення тонких дисків (ріжучих апаратів), поряд з вдосконаленням технології і підвищення якості наплавлюваного металу, є створення високопродуктивного для наплавлення обладнання, яке має високу ступінь надійності і здатного працювати в автоматичних лініях виробництва ріжучих апаратів. При створенні обладнання для наплавлення цих деталей вирішувались задачі конструкторських розробок окремих вузлів, механізмів, установок для наплавлення, а потім уже наплавляючих роботизованих комплексів (автоматичних, потокових ліній) з автоматичним завантаженням і розвантаженням деталей, переміщенням їх по технологічних позиціях для засипання шихти, наплавлення і т.д. [1, 2].

Однак в цих автоматичних лініях механізми для поштучної подачі деталей до і після наплавлення являють собою досить складні по конструкції механізми, які складаються з електродвигунів, гвинтових пар, муфт приводів, конічних шестерень і т.д. [1, 2]. Для керування їх роботою необхідні системи з пневмоприводом, електроприводом, що пов'язано з великими трудовими затратами на їх виготовлення. Крім цього, пристрої для засипання порошкоподібного твердого сплаву на робочі поверхні, які використовуються на відомих лініях малопродуктивні. Вищезазначені відомі автоматичні лінії [1, 2] призначені для індукційного наплавлення тонких дисків зубчатої форми, а для наплавлення суцільних дисків необхідно розробляти додаткові пристрої з метою модернізації автоматизованих ліній для наплавлення дисків з різними робочими поверхнями (суцільні і зубчаті диски). Методам усунення вказаних недоліків присвячена дана робота.

Для подачі дисків до і після наплавлення розроблено пристрій [3], який показано на рис.1. Він має змонтовану на основі направляючу 1, пружини 2, 3, 4 різної висоти і жорсткості, які закріплені на основі корпусу 5.

На вільних кінцях пружин розміщені деталі (диски) 6. Пристрій працює наступним чином. Диски 6 кладуть на пружини 2, 3, 4 орієнтуючи їх по направляючій 1. Після повного завантаження пристрій з заготовками подають до лінії для наплавлення. За допомогою захоплюючого механізму (на рис. не показано), здійснюється поштучне зняття дисків 6 з подачею їх на наплавлення. При знятті одного диска партія, що залишилась підіймається пружинами до певного рівня (висоти), до тих пір, поки не залишиться жодного диска. Потім порожній пристрій забирають, а на його місце встановлюють пристрій з новим комплектом дисків.

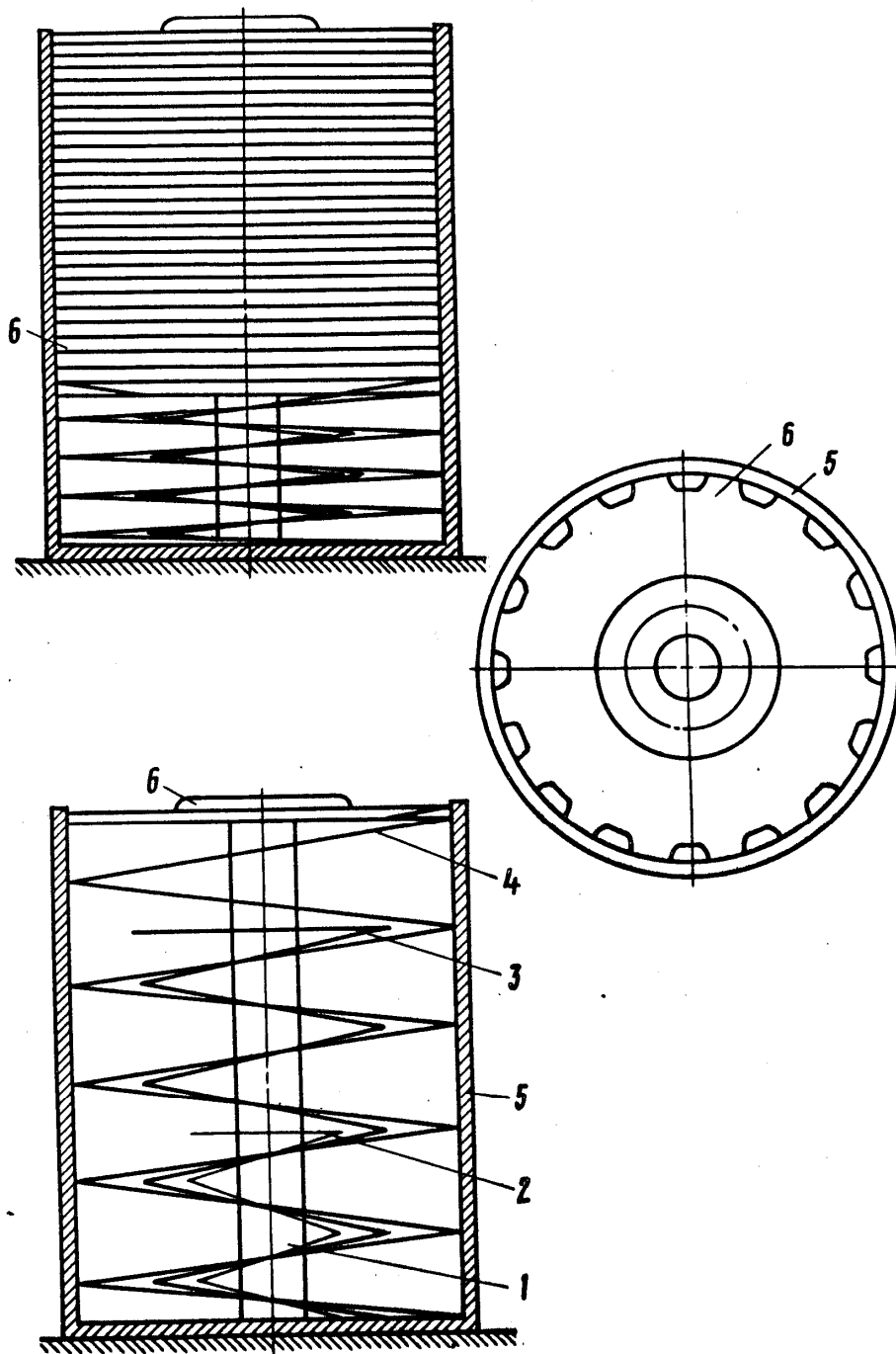


Рис.1. Пристрій для поштучної подачі дисків до і після наплавлення

Для покращення якості засипання стійкого проти спрацювання порошкоподібного сплаву на поверхню, яка підлягає наплавленню тонкого диска зубчатої форми, розроблено пристрій [4], який показано на рис.2, а, б.

Пристрій для подачі сипучого матеріалу при напавленні на заготовки з зубчастими виступами має станину 1 (рис.2, а), на якій змонтований стіл 2, який встановлений на поворотному валі 3, і рамі 4 з бункером 5, який має рухоми заслонку 6. На поворотному валі 3 осі заготовки 7 змонтований кулачковий диск 8 з кулачками 9. На станині 1 змонтовані направляючі 10, на яких встановлена рама 4. Заслонка 6 з'єднана з електромагнітним приводом 11, взаємодіючи з кулачковим диском 8 за допомогою кінцевого вмикача 12. Заслонка 6 має регульований упор 13. Регулювання товщини насипання шихти 14 здійснюється вертикально-рухомих переміщенням нижньої рами 15, за допомогою гвинта 16, гайки 17, а також болтів 18 відносно нерухомої станини 1. Для переміщення рами 4 з бункером 5 і заслонки 6 на підвісці 19 вмонтований гідропривід 20.

В столі 2 вмонтований індуктор 21. На рамі закріплений додатковий бункер 22 з лотком 23.

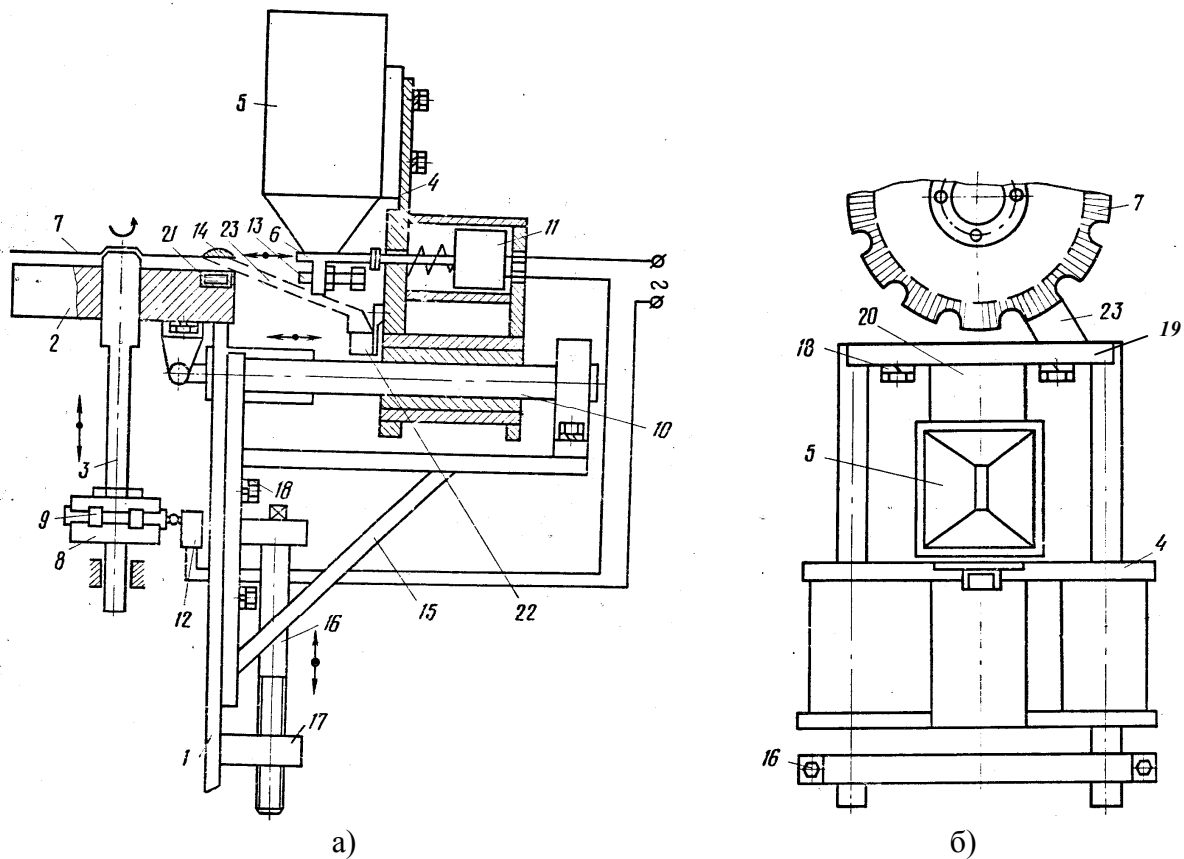


Рис.2. Пристрій для індукційного наплавлення тонких дисків з неперервно-послідовним засипанням порошкоподібного твердого сплаву: а - загальний вид; б - вид зверху

Працює пристрій наступним чином: за допомогою спеціального механізму (на рисунку не показано) направляюча заготовка 7 встановлюється на обертаючий вал 3, верхній торець якого виконаний по конфігурації середньої частини наплавляючої деталі. Після цього здійснюється горизонтальне переміщення рами 4 з бункером 5 і заслонкою 6, а також з електромагнітним приводом 11 в ліву сторону по двох направляючих 10 за допомогою гідроприводу 20.

При дотиканні регулюючого упорного гвинта 13 з нерухомим столом 2, рама 4 продовжує рухатися в ліву сторону до тих пір, поки отвір бункера (дозатора 5) частково не звільниться від заслонки 6 на ширину безперервного засипання шихти в кінці зубів (тобто ширина наплавлення більша, ніж висота зуба).

При обертанні заготовки 7 (від додаткового механізму, на рис. не показано) і диска 8 з кулачками 9 проходить ковзання ролика кінцевого вмикача і вимикача 12 по диску 8 з кулачками 9, заставляючи тим самим рухатись в зворотньо-поступальному, горизонтальному напрямку шток кінцевого вимикача 12, після цього проходить замикання і розмикання електричного кола з метою забезпечення пульсуючого горизонтального переміщення штока електромагнітного приводу 11 з заслонкою 6 для перервного засипання шихти 14 на зубчаті виступи заготовки 7. Під час ковзання ролика кінцевого вимикача 12 на поверхню диска 8, здійснюється розмикання електричного кола, при якому відбувається неперервне засипання шихти у підніжжя зубів заготовки 7, а при ковзанні його по поверхні кулачка 9 замикається електричне коло і засувка 6 разом з штоком електромагнітного приводу 11 відкриває отвір бункера на ширину зубців заготовки.

Після закінчення засипання твердого сплаву відбувається вмикання гідроприводу 20, бункер 5 разом з рамою 4 переміщається в праву сторону на деяку відстань від

стола 2, в верхньому торці якого розміщені круговий індуктор 21 прямокутного поперечного перерізу. Перед засипанням шихти на наплавляючу поверхню заготовки 7 необхідно її орієнтувати так, щоб бункер знаходився над заготовкою, посередині впадин її зубців. Для запобігання можливого попадання шихти на індуктор 21 є додатковий бункер 22 з лотком 23, який щільно закріплений на рамі 4.

Після наплавлення деталь 7 знімається і цикл роботи дозуючого пристрою повторюється.

З метою підвищення продуктивності процесу наплавлення шляхом автоматизації процесу засипання шихти розроблений ще один пристрій [5], який показаний на рис.3, а,б,в, в якому дозатор шихти має привідний затвор, шток приводу якого закріплений з прижимним механізмом, виконаним з двох пустотілих конусів, вставлених один всередині другого, при цьому внутрішній конус жорстко закріплений із своєю вершиною з штоком приводу затвору (дозатора). Зовнішній кінець встановлений на цьому штоці з зазором і виконаний охоплюючим наплавляючий диск, який має конусну воронку, яка повернута растром до дозатора.

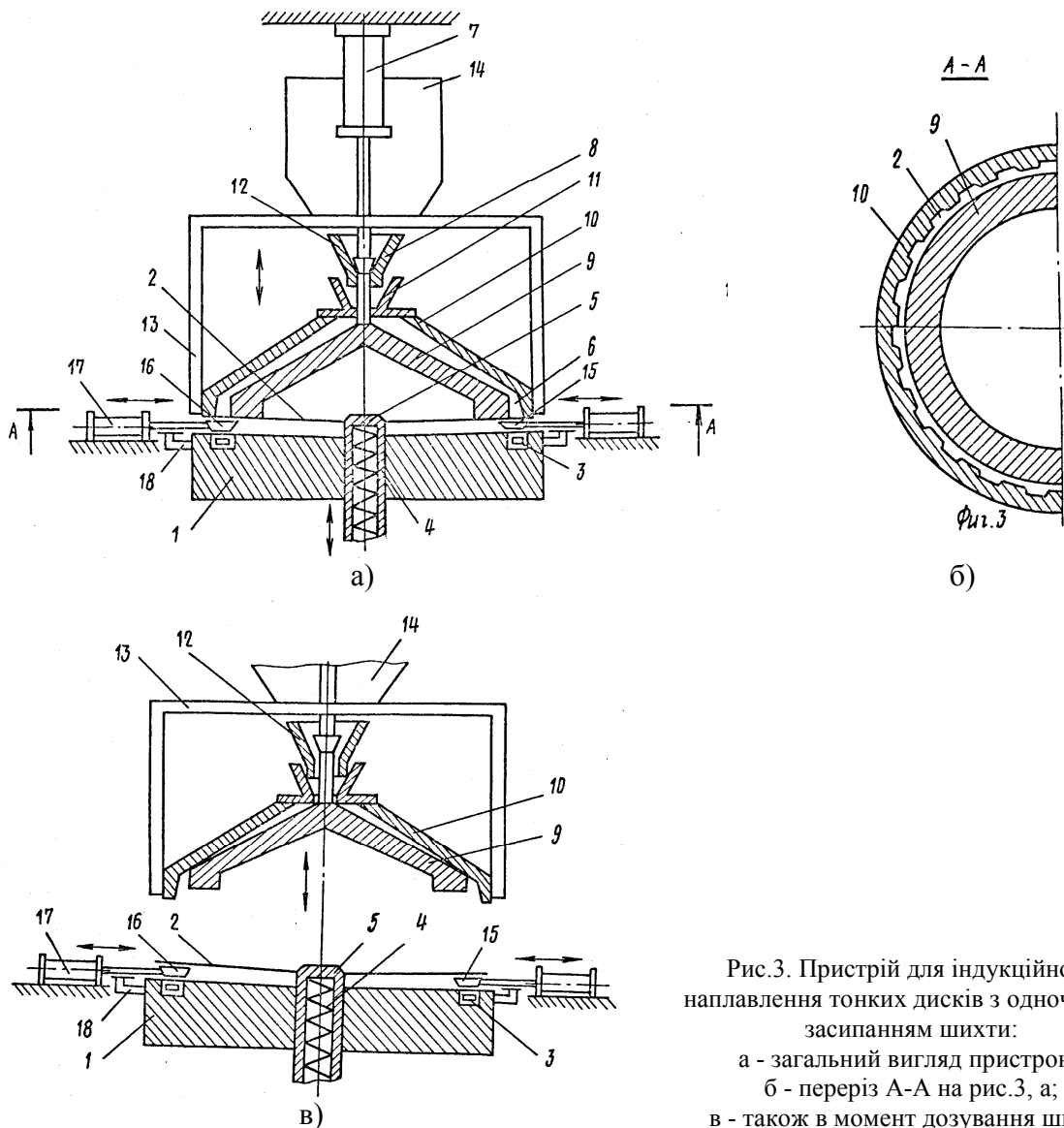


Рис.3. Пристрій для індукційного наплавлення тонких дисків з одночасним засипанням шихти:  
 а - загальний вигляд пристрою;  
 б - переріз А-А на рис.3, а;  
 в - також в момент дозування шихти

При цьому у верхньому положенні штока між внутрішнім і зовнішнім конусами утворюється замкнута порожнина, об'єм якої дорівнює об'єму дозатора. Крім цього, з метою економії наплавлюваних матеріалів пристрій забезпечений двома горизонтально рухомими напівкільцевими лотками, встановленими на направляючих, виконаних на столі для встановлення виробу.

Працює пристрій наступним чином. В початковому положенні притискаючий механізм у вигляді двох конусів 9 і 10 знаходиться на деякій відстані від поверхні стола 1. За допомогою спеціального додаткового пристрою деталь 2 подається на підпружинений пружиною 4 вертикально-рухомий вал і встановлюється на його торці на деякій відстані від поверхні стола 1. В цей момент затвор 8 дозатора 12 знаходиться вище отвору, виконаного в дні дозатора 12, утворюючи зазор для пропуску порції порошку, необхідного для одночасного засипання по поверхні деталі. Порошок поступає через конусну воронку 11, яка є в верхній частині зовнішнього конуса 10 в замкнуту порожнину, утвореної між внутрішнім конусом 9 і зовнішнім конусом 10. Вмиканням гідроприводу 7, внутрішній конус 9 і зовнішній конус 10 разом із затвором 8 дозатором 12 переміщуються вниз і відбувається закривання отвору дозатора 12 за допомогою конуса 11. Так як зовнішній конус виконаний охоплюючим наплавляючий диск, а внутрішній своєю вагою міцно притискається до поверхні диска, тоді виключається можливість висипання шихти 6 на індуктор 3 при засипанні шихти на поверхню диска 2. При можливому частковому висипанні порошку (шихти) через зазори, які утворюються між торцем деталі 2 і конусом 10 (через неточності виготовлення деталі) він попадає в два рухомі напівкільцеві лотки 15, 16, які переміщуються в горизонтальному напрямку по направляючих 18 за допомогою двох приводів 17. Напівкільцеві лотки 15 і 16 переміщуються одночасно під деталь в той момент, коли відбувається охоплення деталі 2 за допомогою зовнішнього конуса 10. Після закінчення засипання шихти 6 на наплавляючу поверхню здійснюється зворотньо-поступальне переміщення лотків 15 і 16, а при вмиканні гідроприводу 7 відбувається наступне переміщення вниз деталі 2 разом з плитою, а також дозатором 12, який має можливість вертикально переміщатися до зіткнення верхньої торцевої частини стола 1 з нижньою поверхнею деталі. Дозатор 12 встановлений на рамі 13. При подачі струму високої частоти на індуктор 3 відбувається одночасне наплавлення деталі 2 по всій робочій поверхні.

Після наплавлення здійснюється вертикальне переміщення плити із заготовкою 2 і дозатором 12 вгору за допомогою вертикально рухомого підпружиненого вала 5 до верхнього граничного переміщення дозатора 12 при ввімкненому гідроприводі 7. За допомогою гідроприводу здійснюється вертикальне переміщення вгору внутрішнього конуса 9 до зіткнення з зовнішнім конусом 10, утворюючи з ним замкнуту порожнину з одночасним відкриванням отвору дозатора. При підйманні затвору 8 до відповідного рівня здійснюється висипання порошку, а наплавлювану деталь спеціальним додатковим пристроєм транспортують в тару завантаження. Подача порошку з бункера 14 в дозатор 12 відбувається при притисканні деталі 2 до столу 1.

Для зменшення витрат електроенергії і підвищення ККД процесу наплавлення розроблений пристрій [6], який показано на рис.4,а,б,в.

Він складається з двох притискаючих плит, нижньої 1 і верхньої 2, робочі торцеві поверхні яких виконані по конфігурації наплавлюваної деталі. Нижня плита 1 виконана П-подібної форми з оберненою основою вниз, в торцевій верхній частині якої виконаний паз. Поверхня паза покрита екрануючим 3 і теплоізоляційним матеріалом 4, а порожнина пазу заповнена жаростійким діелектричним матеріалом 5, наприклад, окислом алюмінію  $Al_2O_3$ , який має діелектричну проникність  $\varepsilon \cong 10$ , малу провідність  $\sigma < 1$  і температуру плавлення біля 2000 °С. В масі матеріалу 5 розміщені кільцеві витки 6 індуктора.

У верхній притискаючій плиті 2 також є кільцева виточка, поверхня якої також покрита екрануючим 3 і теплоізоляційним 4 матеріалами. У верхній плиті є наскрізні отвори 7 для виходу газів з наплавлюваної області. Для забезпечення рівномірного розподілу температури по наплавлюваній поверхні деталі 8, робочі торцеві поверхні притискаючих плит покриті теплоізоляційним матеріалом 9. Витки 6 індуктора під'єднані до клем 10 паралельно з штуцерами 11 для підведення і відведення охолоджуючої води як показано стрілками на (рис. 4, а).

При цьому струм у витках 6 направлений протилежно (антифазно) по струму і магнітному потоці. Для притискання деталі 8 за допомогою плит 1 і 2 є пневмоциліндр 12.

Пристрій працює наступним чином. Деталь 8 (ніж-гичкоріз) з попереднім нанесенням шихти 13 за допомогою приводу спеціального механізму встановлюють на нижню плиту 1. Після цього за допомогою приводу 12 опускають верхню притискаючу плиту 2. Кільцеві виточки з витками 6 індуктора утворюють замкнений хвилевід, який охоплює наплавлювану поверхню. При вмиканні установки СВЧ (на рис. не показано) здійснюється одночасне наплавлення по всій робочій поверхні деталі 8. Після наплавлення відбувається переміщення верхньої притискаючої плити 2 вгору і деталь подається в тару для наступної обробки, наприклад на заточку.

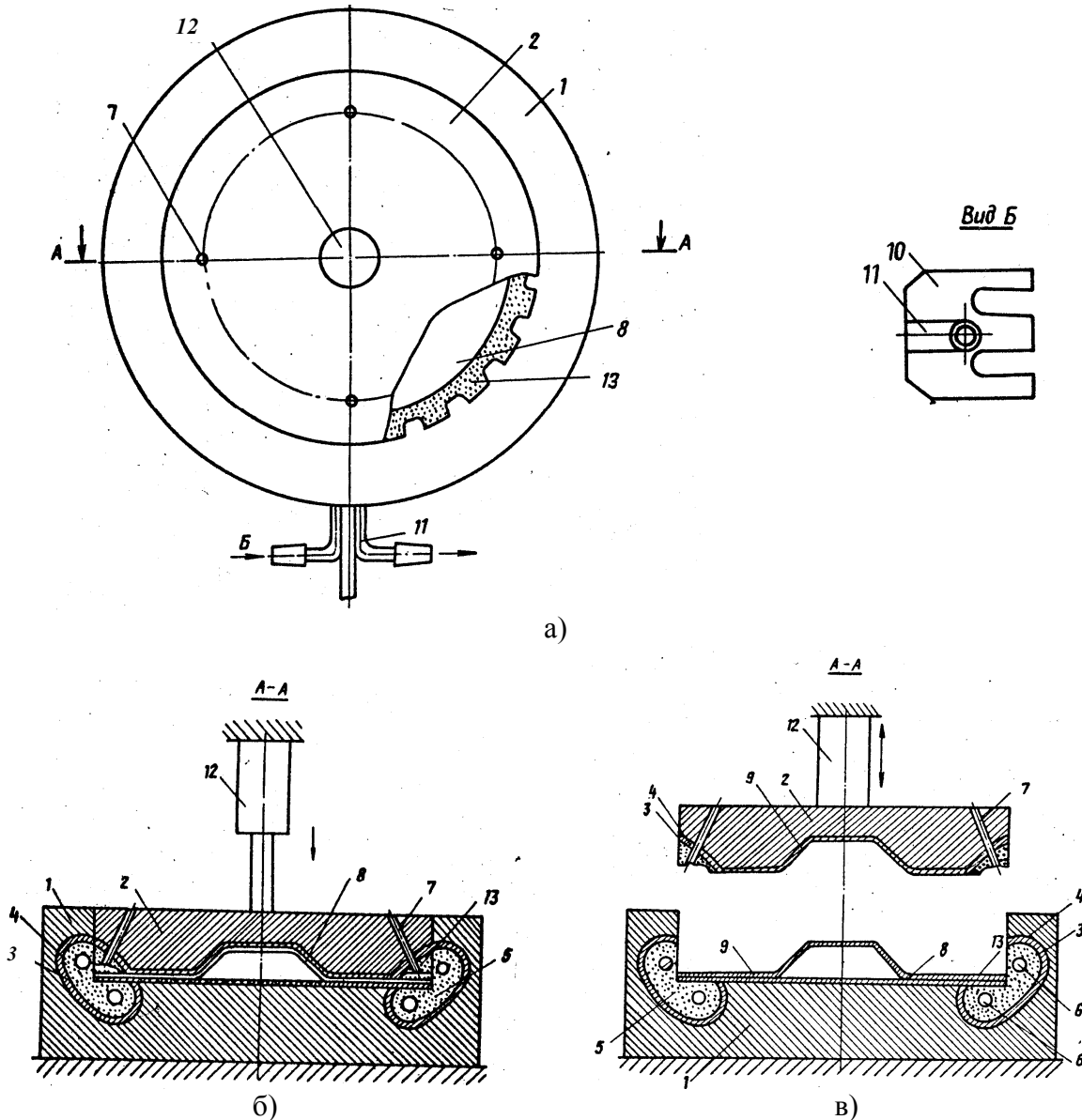


Рис.4. Пристрій для індукційного наплавлення тонких фасонних дисків:  
а - загальний вигляд; б - розріз А-А; в - розріз по А-А при піднятті верхньої притискаючої плити

В хвилеводі за допомогою двох витків 6 під дією високочастотних різнонаправлених в них струмів, виникає концентроване електромагнітне поле великої потужності, яке сприяє появі виникнення струмів Фуко, які забезпечують рівномірне нагрівання деталей зубчатої форми, якісне наплавлення (більш рівномірна товщина наплавлюваного металу, а також зменшення розбіжностей твердості) при зменшенні енергозатрат.

Енергія, яка подається від витків 6 індуктора до наплавлюваної деталі в запропонованій конструкції хвилеводу 5, не розсіюється в навколишнє середовище, а концентрується в замкненому об'ємі, тим самим дозволяє підвищити ККД індуктора і в пристрої в цілому, а також ліквідувати вплив електромагнітного поля на організм людини.

Необхідно відмітити, що форма поперечного перерізу хвилеводу, порожнина, яка заповнена діелектричним матеріалом і екраном, переріз кільцевих витків 6 і їх взаємне розміщення підбирається таким чином, щоб забезпечити рівномірність розповсюдження Джоулевого тепла в області наплавлення і рівномірний розподіл температури в цій області.

Для наплавлення тонких дисків з суцільною робочою поверхнею розроблений пристрій [7], який показано на рис.5. Він має вмонтовані в робочу поверхню стола концентрично основному індуктору для наплавлення, додаткові кільцеві індуктори для підігрівання поверхні диска за межами наплавлюваної зони, при цьому потужність кожного індуктора пропорційна його діаметру.

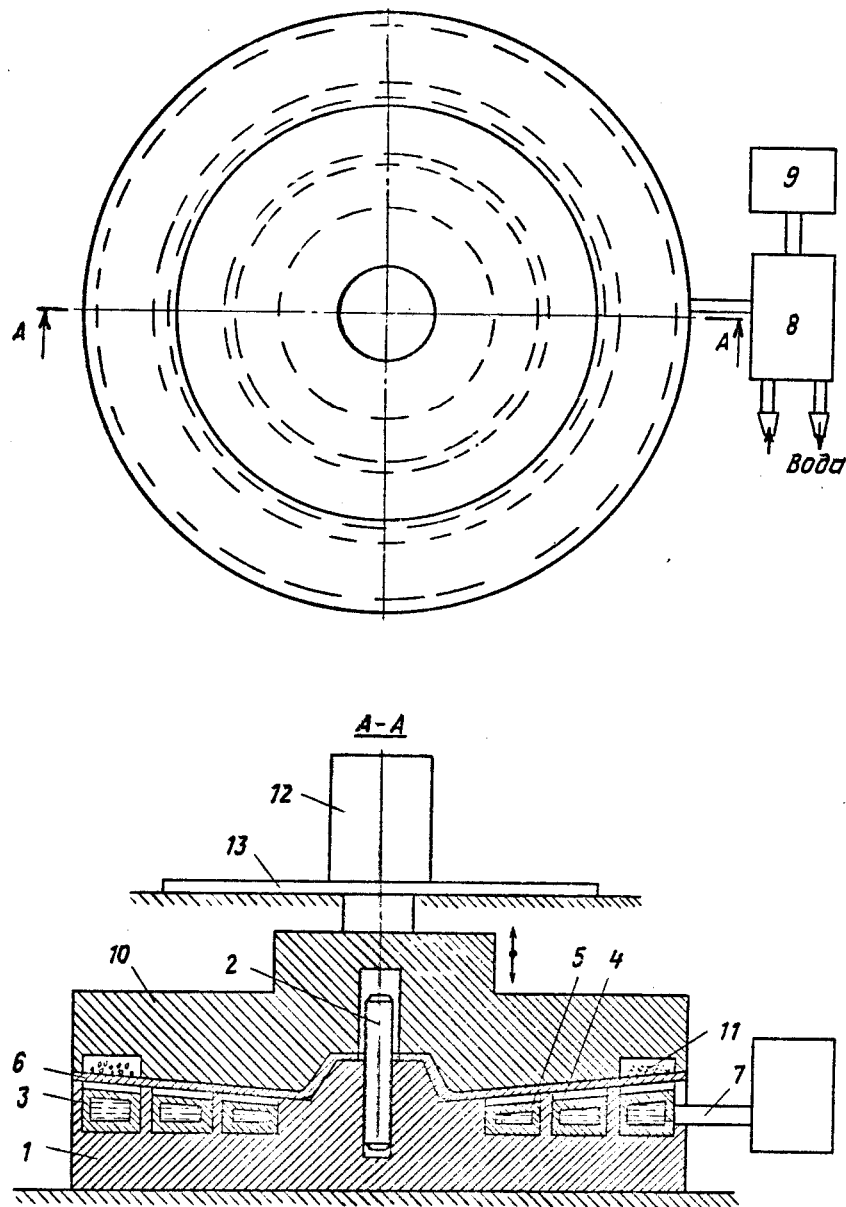


Рис.5. Пристрій для наплавлення тонких фасонних дисків із зняттям залишкових напружень

Пристрій працює таким чином. Диск 6 встановлюється на нерухомий стіл 1. Після цього здійснюється засипання наплавлюваної шихти 11 на деталь 6. Верхня плита 10 під дією приводу 12, який встановлений на плиті 13, пересувається вниз і при-

тискається до верхньої частини диска 6, який фіксується по направляючій 2. Вмикання джерела струму 9 здійснюється за допомогою струмопровідних гнучких шлангів 7, через блок перемикачів 8 і подають напругу на індуктори 3, 4, 5. Після цього відбувається наплавлення, з одночасним підігрівом по всій периферії і ширині наплавленої і ненаплавленої поверхні. Підігрів деталі індукторами 4 і 5 здійснюється до температур, більш низьких в порівнянні з температурою наплавлення індуктором 3. При цьому температура підігріву знижується по мірі зближення до центра диска. Після наплавлення по раніше заданому режиму деталі охолоджуються поверхнями індукторів, в яких постійно циркулює вода.

Створення температурних режимів за допомогою декількох індукторів (в даному випадку 3) створюють умови для забезпечення заданої форми, розмірів, якості наплавленої поверхні, які дозволяють підвищити продуктивність процесу наплавлення суцільних дисків за рахунок усунення додаткових операцій і обладнання для рихтування деталей.

### Висновки

Розроблені пристрої для завантаження і розвантаження дисків до і після наплавлення, пристрої для засипання порошкоподібного твердого сплаву на робочі поверхні, пристрої для наплавлення суцільних дисків і ножів-гичкорізів з додатковою економією електроенергії дозволять модернізувати і упростити по конструкції існуючі автоматичні потокові лінії з метою підвищення продуктивності процесу наплавлення, якості наплавленого металу, здійснювати наплавлення як суцільних, так і зубчатих дисків з керованим режимом нагрівання [8] за експоненціальним законом з економією електроенергії на 15-25 %.

*Constructions of machinery for loading and unloading of parts before and after surfacing, devices for pouring wear-resistant powder alloy on the working surfaces, equipment for the surfacing of solid disks and feet-leave cutters in order to modernise the available automatic conveyers for continuous-successive simultaneous surfacing of the working surfaces, are described. It allows to raise the surfacing productivity, the quality of the surfacing metal as well as to control the heating regime according to the exponential law with the power-saving in 15-25 %.*

### Література

1. Ч.Пулька. Механізована лінія для неперервно-последовного індукційного наплавлення тонких фасонних дисків // Вісник ТДТУ. - 2002. - Том 7. - № 2. - С.83-90.
2. Ч.Пулька. Енергозберігаюча автоматизована лінія для одночасного індукційного наплавлення тонких фасонних дисків // Вісник ТДТУ. - 2002. - Том 7. - № 3. - С.41-48.
3. А.с. 841185 СССР, МКИ<sup>3</sup> В23К 37/04. Устройство для подачи изделий / О.Н.Шаблей, Ч.В.Пулька, М.В.Шарик и др.
4. А.с. 784124 СССР, МКИ<sup>3</sup> В23К 37/00. Устройство для подачи сыпучего материала при наплавке / О.Н.Шаблей, Ч.В.Пулька, М.В.Шарик и др.
5. А.с. 959350 СССР, МКИ<sup>3</sup> В23К 13/00. Установка для индукционной наплавки тонкостенных дисков / О.Н.Шаблей, Ч.В.Пулька.
6. А.с. 1325780 СССР, МКИ<sup>4</sup> В23К 13/00. Устройство для наплавки плоских тонкостенных деталей / О.Н.Шаблей, Ч.В.Пулька, Б.П.Будзан.
7. А.с. 745100 СССР, МКИ<sup>2</sup> В23К 13/00. Установка для автоматической индукционной наплавки / О.Н.Шаблей, Ч.В.Пулька, М.В.Шарик и др.
8. Пулька Ч.В. Программирование режима нагрева при индукционной наплавке тонких стальных дисков // Автомат. сварка. - 1998. - № 1. - С.48-50.

Одержано 10.01.2003 р.