

# Презентація 8

## Лекції 15\_16

### Лекція 15:

#### Тема 10. Пристосування для установки, базування та

#### закріплення заготовки в робочій зоні

През. №8, сл.№2

10.1. Настановні елементи пристосувань

През. №8, сл.№3

10.2. Затискні механізми пристосувань

През. №8, сл.№8

10.3. Приводи пристосувань

През. №8, сл.№10

Контрольні запитання та завдання

През. №8, сл.№11

Бібліографічний опис

През. №8, сл.№12

### Лекція 16:

#### Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки

През. №8, сл.№13

11.1. Пристосування для поверхневої термообробки

През. №8, сл.№15

11.2. Пристрої для легування поверхні при лазерному нагріванні

През. №8, сл.№17

11.3. Аморфізація поверхні з лазерним опромінюванням

През. №8, сл.№18

11.4. Комбінована з поверхнево пластичною деформацією поверхнева лазерна обробка

През. №8, сл.№19

Контрольні запитання та завдання

През. №8, сл.№23

Бібліографічний опис

През. №8, сл.№25

# Тема 10. Пристосування для установки, базування та закріплення заготовки в робочій зоні

## Точність позиціювання заготовки в робочій зоні

Перехід **ТО** установки заготовки в технологічне оснащення (пристосування) виконується в два етапи – її **базування** та **закріплення**.

Пристосування надають вплив на **точність лазерної обробки** внаслідок пружної деформації матеріалу заготовки при застосуванні сил закріплення (погрішність закріплення) і невизначеності положення вимірювальної бази (погрішність базування). Оскільки при лазерній обробці **зусилля різання практично відсутні**, деформація заготовок силами закріплення з подальшим спотворенням результатів обробки має істотне значення лише для **заготовок низької жорсткості**.

Істотне більше значення для точності **ТО** лазерної обробки має **погрішність установки** заготовки в пристосуванні. Ця погрішність характеризує **невизначеність положення вимірювальної бази заготовки в пристосуванні**. Величина погрішності установки  $\xi_y$ , визначається як поле розсіяння відхилень положення вимірювальної бази заготовки, виміряних у напрямі отриманого розміру. Структура і міра впливу погрішності установки на точність обробки вимірюється залежно від умов виконання операції.

У загальному випадку складовими **погрішності установки**  $\xi_y$  є **погрішності базування**  $\xi_b$ , **закріплення**  $\xi_3$  і **положення заготовки** унаслідок **неточності виготовлення** і **зносу пристосування**  $\xi_n$ :

**Погрішність базування** виникає внаслідок неспівпадіння **вимірювальної** і **установочної** технологічних баз заготовки. Погрішність її визначається як **поле розсіяння відхилень вимірювальної бази заготовки**, вимірюваних у напрямі обробки, або як величину поля допуску на замикаючу ланку розмірного ланцюга, тобто на елемент заготовки, що зв'язує бази.

**Погрішність закріплення** утворюється в результаті порушення базування заготовки при її закріпленні. Величина  $\xi_3$  визначається як поле розсіяння відхилення положення вимірювальної бази, яка вимірюється у напрямі отриманого розміру, при застосуванні сил закріплення.

**Погрішність положення заготовки**  $\xi_n$  є слідством неточності виготовлення і зносу настановних елементів, а також помилок установки пристосування на столі  $\xi_{рп}$ . Погрішність настановних елементів  $\xi_{нас}$  викликано неточністю їх виготовлення. Погрішність, отримана унаслідок зносу  $\xi_{зн}$  настановних елементів пристосувань, залежить від часу роботи пристосування, конструкції і розміру опор. При використанні настановних елементів з кераміки, ситалу, інших теплостійких матеріалів, а також таких, що добре відбивають або прозорих для лазерного випромінювання, погрішністю  $\xi_{зн}$  можна нехтувати. Погрішність установки пристосування на столі  $\xi_{рп}$  залежить від точності його виготовлення, конструкції і зносу баз установки і пристосування;  $\xi_{рп}$  зазвичай складає 0,010-0,020 мм.

Погрішність  $\xi_y$  можна розраховувати за рівнянням:

$$\xi_y = \sqrt{\xi_b^2 + \xi_3^2} + \xi_{нас} + \xi_{зн} + \xi_{рп} \quad 2$$

# Тема 10. Пристосування для установки, базування та закріплення заготовки в робочій зоні

## 10.1. Настановні елементи пристосувань

Робочі поверхні настановних елементів матеріально втілюють координатну систему, відносно якої визначається положення оброблювальної заготовки при її установці в пристосуванні.

Настановні елементи пристосувань сприймають сили закріплення заготовки при її установці і знятті, а під час обробки з руйнуванням матеріалу піддаються дії тепла, потужного електромагнітного випромінювання, розплаву і пари матеріалу заготовки, а також надзвукових струменів робочого газу.

Настановні елементи пристосувань повинні задовольняти загальним для верстатних пристосувань вимогам, а саме: точність визначення положення технологічної бази заготовки, жорсткість, зносостійкість і технологічну стійкість. Відповідальним етапом проектування пристосування є визначення типу і розміру настановних елементів, їх взаємного розташування, зумовлене вибором технологічних баз заготовок і виглядом обробки (траєкторією руху променя, співвідношенням глибини обробки і товщини заготовки). Конструкція настановного елемента залежить від характеристики технологічної бази заготовки: вигляду і розміру поверхні, її точності і якості. Це - плоска поверхня, зовнішня і внутрішня циліндрова, конічна і різьбова поверхні, поверхні обертання.

В табл. 10.1 представлено характеристики елементів.

Таблиця 10.1

Технологічна база	Настановочні елементи	Погрішність базування	Область використання
Плоска поверхня	Штирі ГОСТ 13440-68 ГОСТ 13442-68	$\xi_{\perp} = 0$	Для невеликих заготовок
- " -	Пластини опорні ГОСТ4743-68 Шайби і пластили опорні ГОСТ17776-72 Опори спеціальні ГОСТ17778-72	- " -	Для середніх та крупних заготовок Сумісно з настановними пальцями Для різання листових заготовок
Зовнішня циліндрична поверхня	Втулки	$\xi_R = It(d_0) + It(d_y) + \Delta_R$	Зовнішня поверхня
- " -	Призми опорні ГОСТ12195-66 ГОСТ12197-60	- "-	Зовнішня поверхня
Внутрішня циліндрична поверхня	Пальці ГОСТ1774-72 ГОСТ12209-66	$\xi_t = It(d_0) + It(d_y) + \Delta_t$	Отвір діаметром не білы 50мм и точністю не нижче 9 <sup>го</sup> квалітету
- " -	Пальці зрізані	$\xi_t = It(d_0) + It(d_y) + \Delta_t$	При установці на два отвори
- " -	Настановочні штирі		Для великих отворів
- " -	Оправки циліндричні		Для отворів
- " -	Оправки конічні	$\xi_R = 0$	Для коротких отверсті (L/d = 1,5) Отвори не нижче 8 <sup>го</sup> квалітету
Внутрішня конічна поверхня	Центри жорсткі ГОСТ13214-79	$\xi_t = 0$	
- " -	Центри, які плавають	$\xi_t = 0 \quad \xi_o = 0$	В разі необхідності точної установки
Зовнішня конічна поверхня	Втулки (зворотні центри)	$\xi_t = 0 \quad \xi_o = 0$	Базування заготовки

# Тема 10. Пристосування для установки, базування та закріплення заготовки в робочій зоні

## 10.1. Настановні елементи пристосувань (подовження)

Стандартні настановні елементи змальовані на рис.10-1. Це опора (а); призма (б), палець (в) і циліндрова оправка (г).

а. Ці опори можуть бути рухливими і нерухомими, плаваючими і такими, що самі встановлюються. Плаваючі опори застосовують для установки погано оброблених поверхонь.

б. Призми бувають жорсткими, регульованими і такими, що самі встановлюються;

в. Пальці виготовляють зрізаними, якщо базування виконують за двома отворами;

г) Оправки виготовляють циліндровими, конічними, жорсткими або цанговими, роз'ємними.

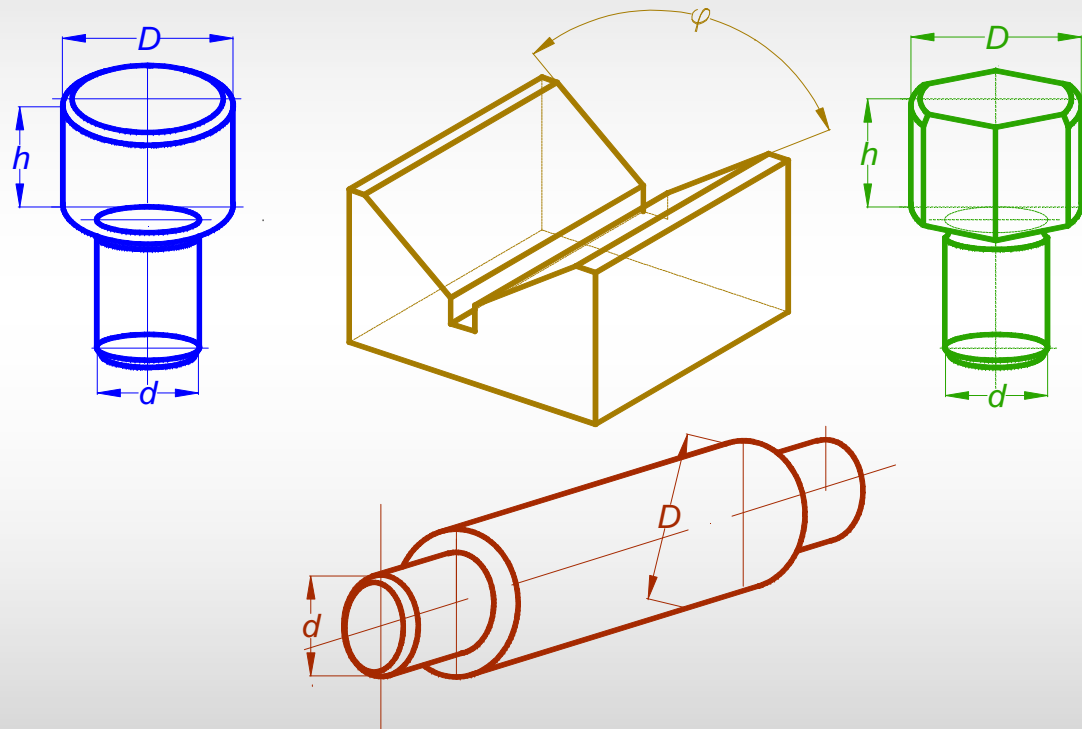
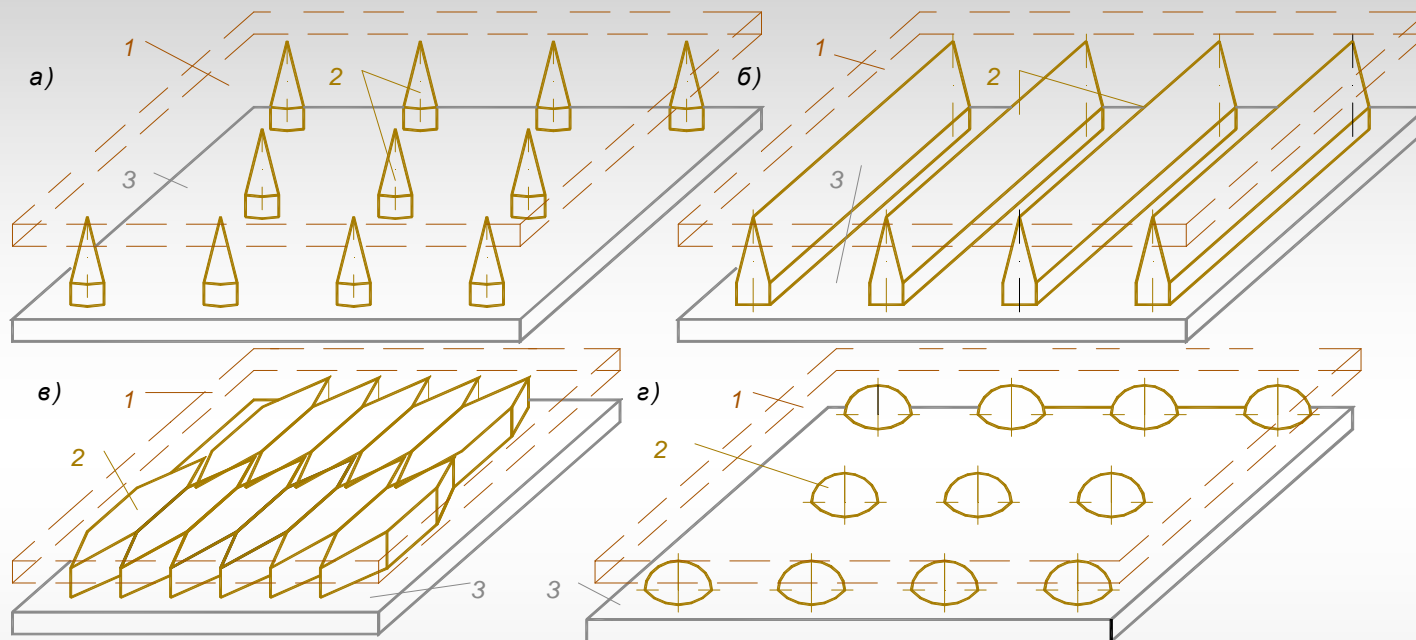


Рис.10.1. Конструкції настановочних елементів

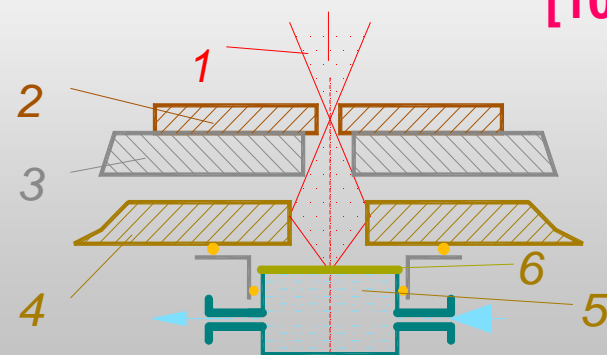
# Тема 10. Пристосування для установки, базування та закріплення заготовки в робочій зоні

## 10.1. Настановні елементи пристосувань (подовження)



[10.1], [10.2]

Рис.10.2(14.1).Устновочні елементи столів ЛТУ для наскрізної обробки



[10.3]

Рис.10.3(14.2).Засіб для утилізації надлишків енергії променя

# Тема 10. Пристосування для установки, базування та закріплення заготовки в робочій зоні

## 10.1. Наставні елементи пристосувань (подовження)

[10.4]

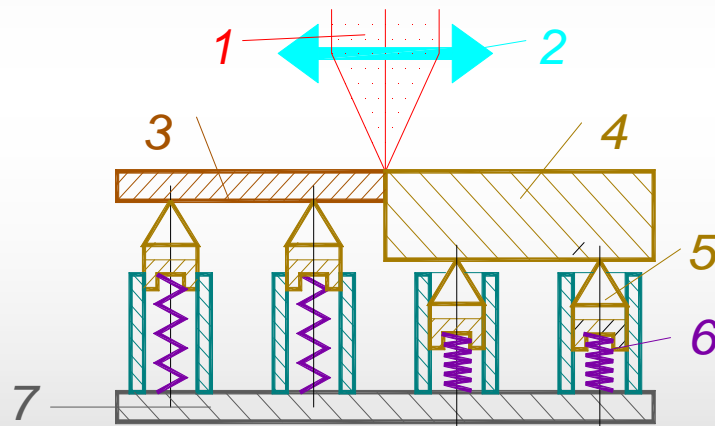
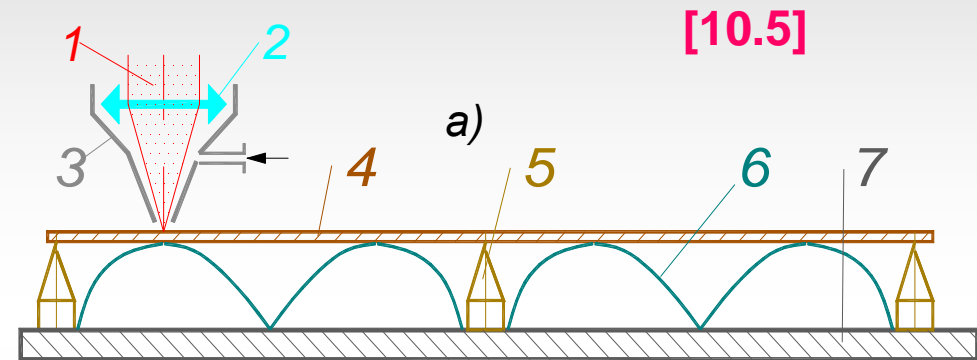
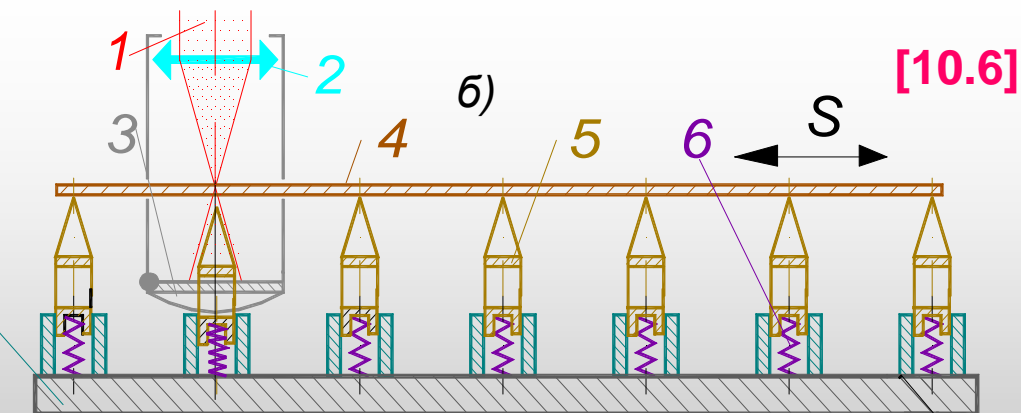


Рис. 10.4(14.3). Опорні елементи для обробки листів різної товщини



[10.5]



[10.6]

Рис. 10.5(14.4,5). Опорні елементи для обробки нежорстких листів

# Тема 10. Пристосування для установки, базування та закріплення заготовки в робочій зоні

## 10.1. Наставні елементи пристосувань (подовження)

[10.7]

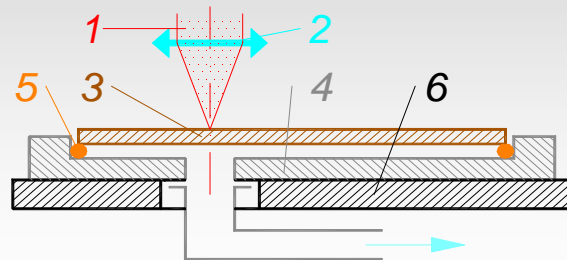


Рис.10.6(14.6).Вакуумний стіл

[10.10]

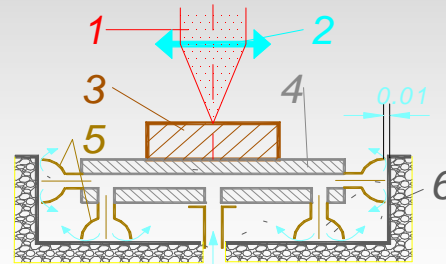


Рис.10.7(14.7).Стіл на повітряній подушці

[10.8], [10.9]

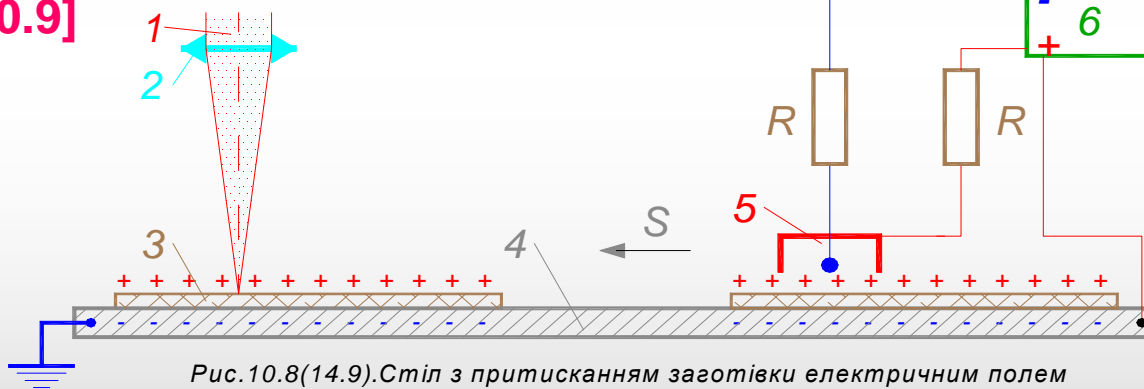


Рис.10.8(14.9).Стіл з притисканням заготовки електричним полем

[10.11]

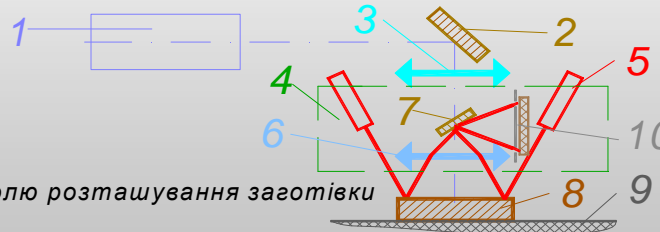


Рис.10.9(14.8).Метод контролю розташування заготовки

# Тема 10. Пристосування для установки, базування та закріплення заготовки в робочій зоні

## 10.2. Затискні механізми пристосувань

Основні характеристики затискних елементів наступні:

- передавальне співвідношення сил:

$$i_k = P/W,$$

де:  $P$  - сила закріплення заготовки;  
 $W$  - вихідна сила, що розвивається силовим приводом;

- передавальне відношення переміщень:

$$i_n = S_p/S_w,$$

де:  $S_p$  - переміщення виконавчої ланки;  $S_w$  - провідної ланки;

- ККД затискного елемента:

$$\eta = i_k i_n .$$

Для комбінованих затискних механізмів характеристики визначаються як добуток відповідних характеристик простих механізмів:

$$i_k = \prod_{g=1}^n i_{kg}; i_n = \prod_{g=1}^n i_{ng}; \eta_k = \prod_{g=1}^n \eta_g$$

Таблиця 10.2. Характеристики затискних елементів

Механізм	$i_c$	$i_n$	$\eta$
Гвинтовий	177-83	0,0017-0,0020	0,14-0,33
Клиновий	11,8-2,19	0,035-0,268	0,165-0,83
Важільний	2,94-0,48	0,33-2,00	0,95-0,95
Шарнирно-важільний	9,26-0,24	-	0,54-0,92



# Тема 10. Пристосування для установки, базування та закріплення заготовки в робочій зоні

## 10.2. Затискні механізми пристосувань

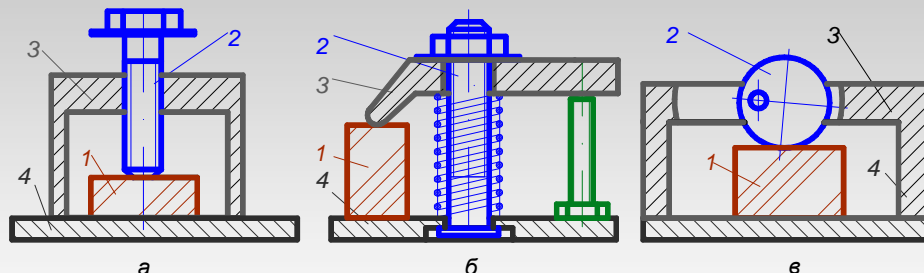


Рис.10.10. Схеми затискних механічних пристроїв

Таблиця 10.4. Центруючі елементи пристроїв для циліндричних заготовок

Центруючий пристрій	Помилка центрування, мм	Точність технологічної бази
Спирально-рейкові ГОСТ 2675-71	0,020-0,800	Широкий діапазон
Плунжерні ГОСТ 16886-71	0,200-0,500	Низька
Важільні	0,100-0,300	
Цангові	0,010-0,120	не нижче 9 квалітету
З тарілчастими пружинами	0,01-0,02	не нижче 11 квалітету
З гидропластом	0,005-0,020	не нижче 9 квалітету
Мембранні ГОСТ 16157-70	0,003-0,030	не нижче 9-11 квалітету

Таблиця 10.3. Характеристики затискних механізмів

Ескіз затискного механізму	Принцип дії
	При змінненні заготовки защімок 3 відводять в бік. Для його повороту гвинт 6 необхідно виводити із гнізда 7, 4 – еластична прокладка.
	Положення защімки 3 з еластичним наконечником 4 регулюється гвинтом 5
	Зашчімка 3 відводиться у бік з одночасним розтиском завдяки діянню ексцентрикового кулачка 5 на упорний виступ 7
	Закріплення скляної пластинки 1 виконують гвинтом 2 з м'яким наконечником 4 (капролон, ебоніт)

# Тема 10. Пристосування для установки, базування та закріплення заготовки в робочій зоні

## 10.3. Приводи пристосувань

Таблиця 10.5. Механізовані приводи пристосувань

Тип приводу	Перетворювачі енергії	Параметри	Сила затиску	Область застосування
Пневматичний	Пневмоциліндри ГОСТ 15608-81 ГОСТ 16683-71	$p=0,3-0,6\text{Мпа}$	$F=(\pi D^2 p/4 - F_{np})\eta$ , де: $D$ - діаметр циліндра, $F_{np}$ - сила спротиву пружини, $\eta$ -КПД циліндра $F=(\pi D^2 p/4 - F_{np})\eta + 0,01pK - F_{np}$ , де: $D$ -діаметр шайби, $K = 0,8-0,85$ - коефіцієнт спротиву діафрагми	Закріплення м'яких і середніх заготовок
Гідравлічний	Гідроциліндри ГОСТ 19897-74, ГОСТ 19900-74	$p = 5-15\text{МПа}$	$F=(\pi D^2 p/4 - F_{np})\eta$ $\eta \leq 0,93$	Для великих сил закріплення
Магнітний	Електромагнітні плити і патрони ГОСТ 17519-81 Магнітні плити ГОСТ 16528-70	Постійний струм $U = 24 - 220\text{В}$ і $P = 50 - 2800\text{Вт}$	$F_{np} = 39,8 \cdot 10^4 B^2 S$ , де: $B$ - магнітна індукція, $Tл$ ; $S$ – площа контакту полюсів пристосування з заготовкою, $\text{м}^2$	Заготовки із феромагнітних матеріалів
Вакуумний	Вакуумні камери	Вакуум $p = 0,01 - 0,03\text{МПа}$	$F_{np} = 0,010 = Sk(0.1033 - p)^{10}$ де: $S$ - активна площа заготовки, $k = 0,80-0,85$ – коефіцієнт герметичності	Тонкостінні заготовки плоскої і криволінійної форми із любых матеріалів.

## Тема 10. Пристосування для установки, базування та закріплення заготовки в робочій зоні

### *Контрольні запитання та завдання*

1. Навести склад похибки установки заготовки в технологічне пристосування.
2. Коли з'являються похибки базування заготовки? Навести приклад її розрахунку.
3. Які настановні елементи технологічного оснащення необхідні в разі плоскої форми настановної бази заготовки?
4. Які настановні елементи технологічного оснащення необхідні в разі циліндричної форми настановної бази заготовки?
5. Які настановні елементи застосовуються пристосовано для лазерної наскрізної обробки?
6. Надати схему настановних елементів та пристроїв для обробки заготовок змінної товщини або нежорстких.
7. Яка конструкція настановного пристрою дозволяє розрізати діелектричні листи без розшарування?
8. Навести схеми вакуумного столу та на повітряній подушці.
9. Які елементи використовуються в затискних пристроях пристосувань: простих та комбінованих?
10. Які приводи використовуються в пристосуваннях?

### **Бібліографічний опис**

- 10.1. Патент 350715 Швеції, В23Р 1/00, оп. 6.11.1972р.
- 10.2. Патент 2147284 ФРН, В23К 27/00, оп. 30.10.1980р.
- 10.3. Заявка Японії №59-92193, В23К 26/18, оп. 28.05.1984р.
- 10.4. Заявка Японії №61-67588, В23К 26/00, оп. 07.04.1986р.
- 10.5. Заявка Японії №61-27193, В23К 26/10, оп. 06.02.1986р.
- 10.6. Патент 2423750 ФРН, В23К, 26/00, оп. 03.02.1977р.
- 10.7. Заявка Японії № 57-81985, В23К 26/00, оп. 22.05.1982р.
- 10.8. Патент 67157 Україна, МКІЗ В23К 26/00. Метод лазерної обробки шаруватих діелектриків [Текст] / В.П. Котляров, Я.М.Гніліцький - №            у 2011 06367 ; заявл. 20.05.2011 ; опубл. 10.02.2012, бюл. №3. 3 с. : іл.
- 10.9. Kotlyarov V.P. Special Features of Laser Processing of Layered Materials // Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2013, Vol. 49, No. 2, pp. 152–160
- 10.10. Заявка Японії №59-35894, В23К 26/14, оп. 27.02.1984р.
- 10.11. Заявка Японії №61-78586, В23К 26/02, оп. 22.04.1986р.

# Презентація 8

## Лекція 16

**Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки** През. №8, сл.№13

**11.1. Пристосування для поверхневої термообробки** През. №8, сл.№14

**11.2. Пристрої для легування поверхні при лазерному нагріванні**  
През. №8, сл.№17

**11.3. Аморфізація поверхні з лазерним опромінюванням** През. №8, сл.№18

**11.4. Комбінована з поверхнево пластичною деформацією поверхнева лазерна обробка**  
През. №8, сл.№23

**Контрольні запитання та завдання** През. №8, сл.№25

## Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки

Види технологічних операцій поверхневої лазерної обробки

- поверхнева термообробка;
- легування поверхні;
- аморфізації матеріалу заготовки в при поверхневому шарі або нанесення плівок із аморфних матеріалів;
- поверхнева термообробка, комбінована з поверхневою пластичною деформацією (ППД);
- створення регулярного мікрорельєфу на поверхнях тертя.

# Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки

## 11.1. Пристосування для поверхневої термообробки

[11.1]

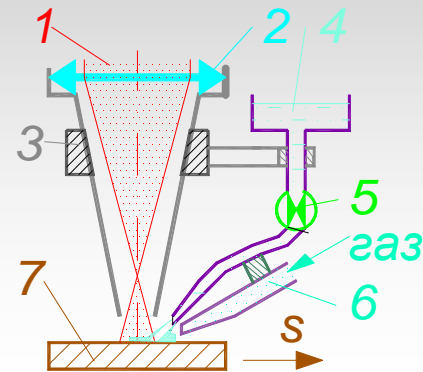
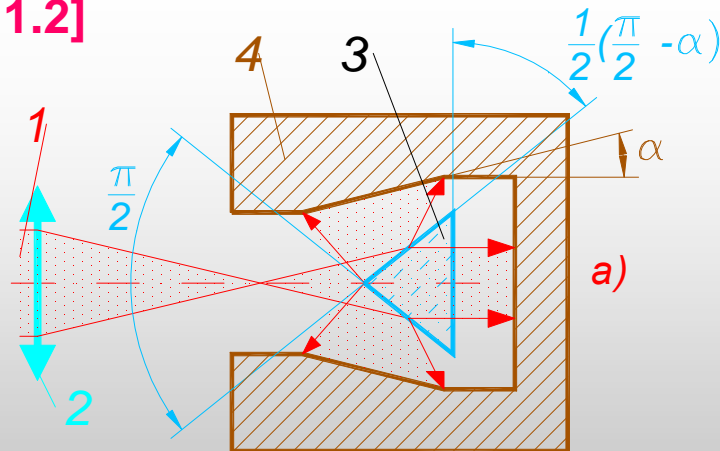


Рис.11.1(15.1). Оптичний вузол для загартування мікроелементів з додатковим охолодженням

[11.2]



[11.3]

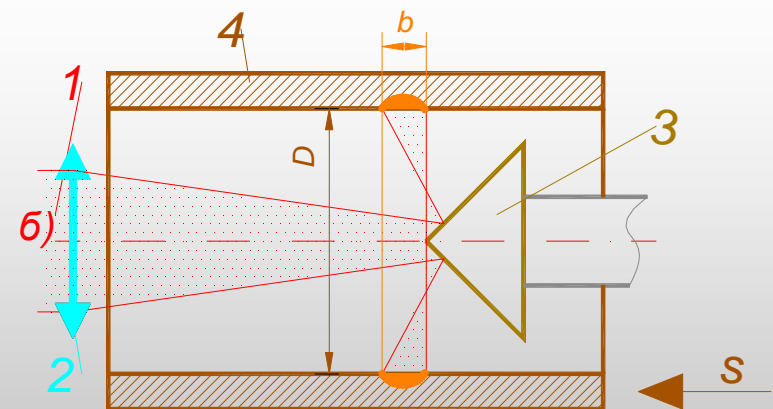
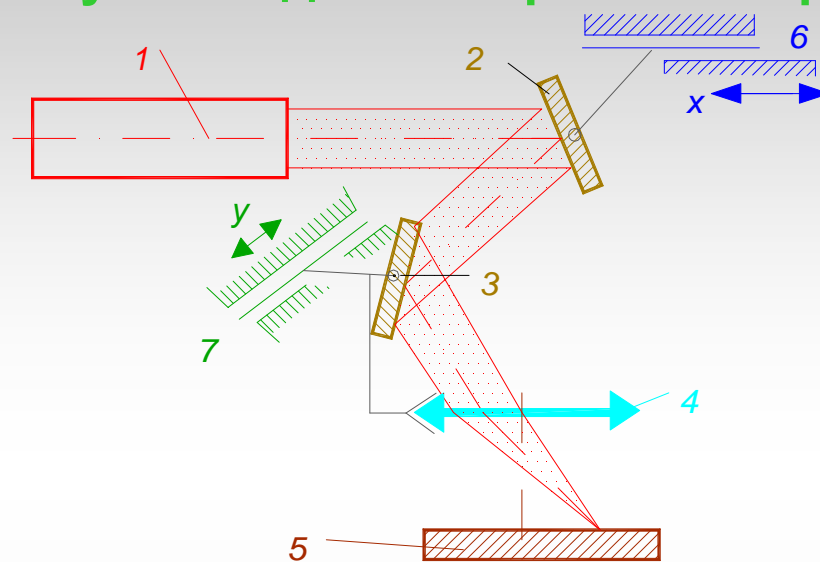


Рис.11.2(15.2,3). Засоби додаткового перетворення пучка лазерного випромінювання

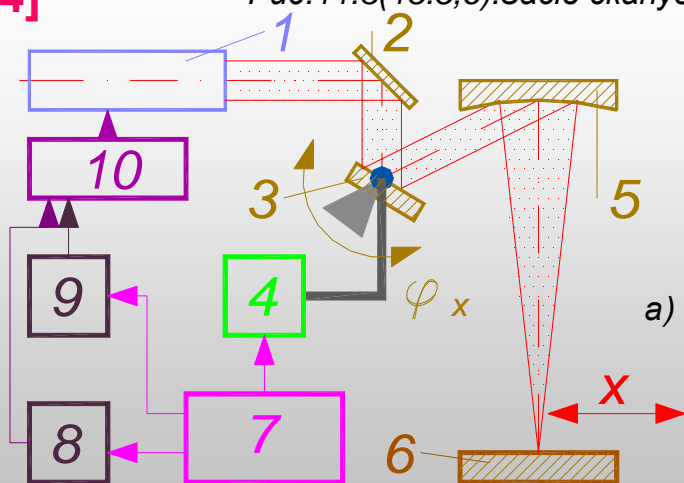
# Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки

## 11.1. Пристосування для поверхневої термообробки



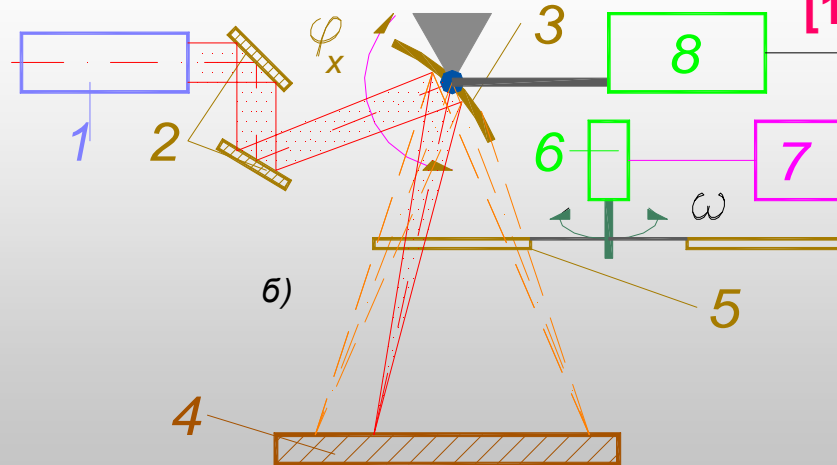
[11.4]

Рис. 11.3(15.5,6).Засіб сканування лазерного променя в декартових координатах



a)

[11.5]



b)

Рис. 11.4(15.5,6).Засоби корекції результатів сканування лазерного променя



# Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки

## 11.2. Пристрої для легування поверхні при лазерному нагріванні

[11.6]

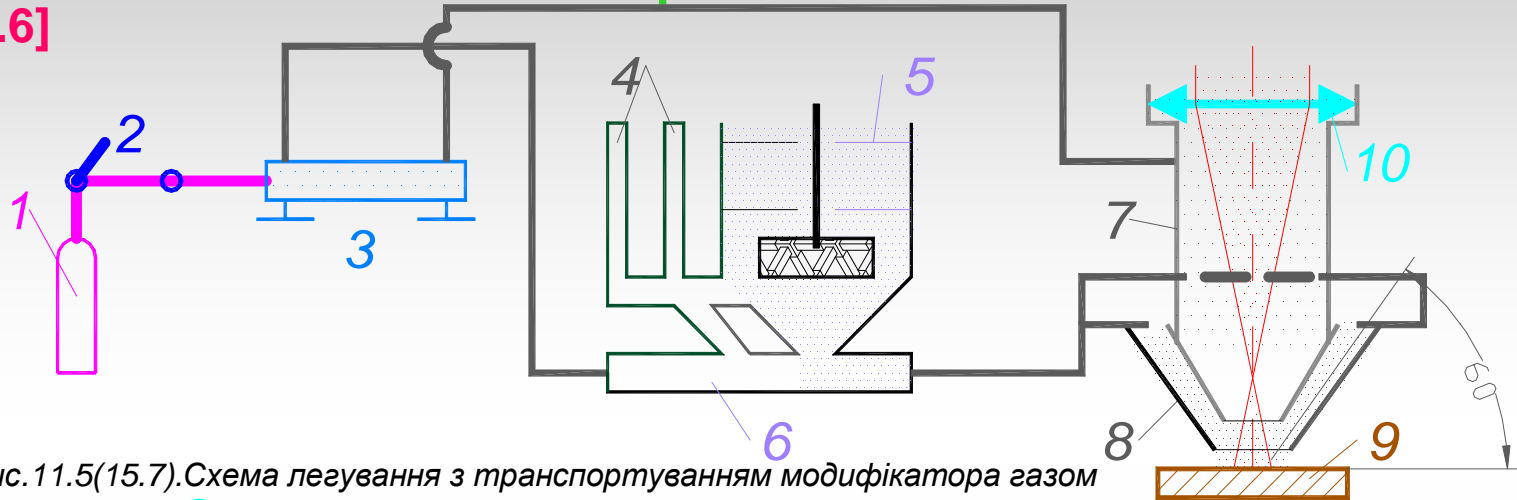
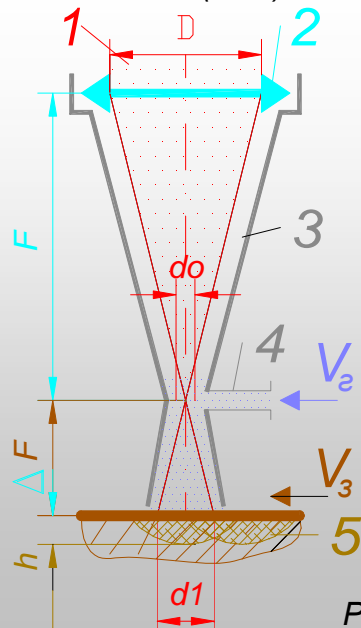


Рис. 11.5(15.7).Схема легування з транспортуванням модифікатора газом



[11.7]

$$\Delta F = \frac{F d_0}{D} \left[ \left( \frac{W_{пл}^{мод}}{W_{пл}^{мат}} \right)^{1/2} - 1 \right]$$

$$d_{мод} < 3,3 \frac{F}{D} \left( \frac{\alpha I}{V_e} \right)^{1/2}$$

$$k < \left( 1 - \frac{L_{плз} r h^{-1}}{L_{плм} m} \right) 100\%$$

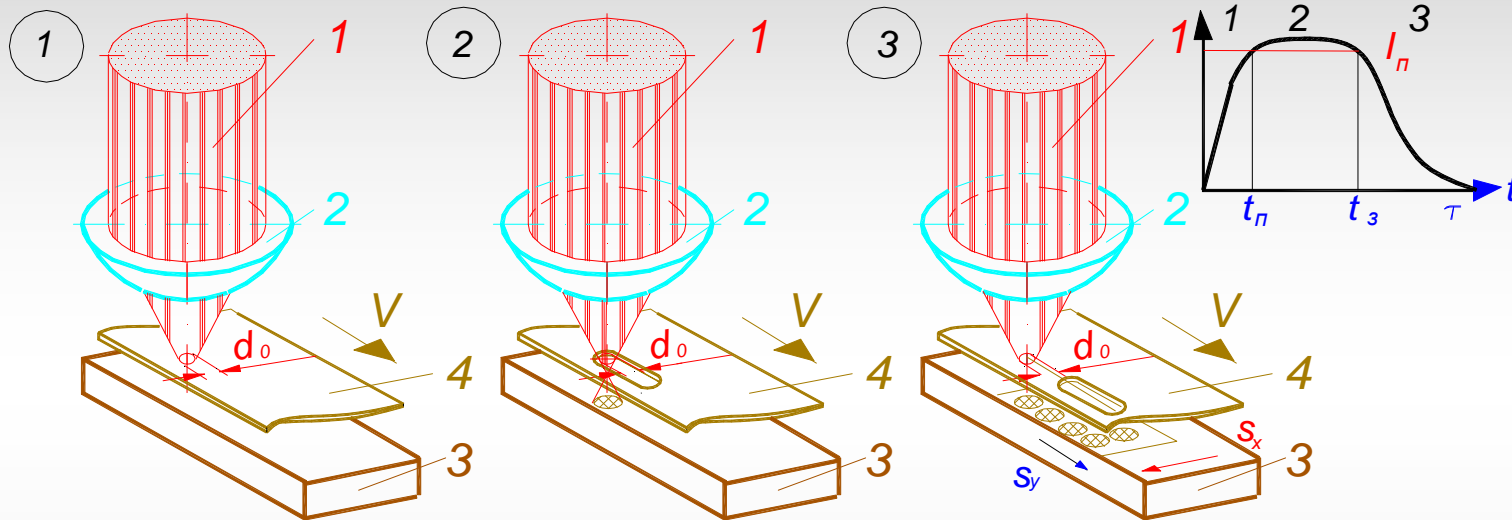
$$V_i = 400 \frac{d_1 V_3 m}{\pi d_0^2 \rho k}$$

Рис. 11.6(15.8).Схема оптимального легування поверхні заготовки

# Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки

## 11.3. Аморфізація поверхні з лазерним опромінюванням

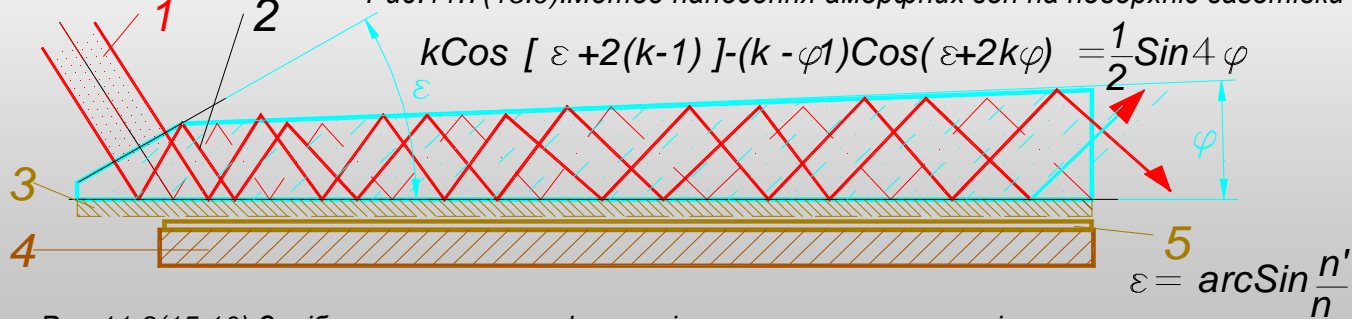
[11.8]



$$d_0 / \left( \frac{T_{пл} - T_0}{V} \right) \ln \left( \frac{T_{пл} - T_0}{T_8 - T_0} \right) < V < \frac{E}{L_{пл} d_0 \delta (\tau - t_3)}$$

Рис.11.7(15.9).Метод нанесення аморфних зон на поверхню заготовки

[11.9]



$$k \cos [\varepsilon + 2(k-1)\varphi] - (k - \varphi) \cos(\varepsilon + 2k\varphi) = \frac{1}{2} \sin 4\varphi$$

$$\varepsilon = \arcsin \frac{n'}{n}$$

Рис.11.8(15.10).Засіб нанесення аморфних плівок на поверхню заготовки

# Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки

## 11.4. Комбінована з поверхнево пластичною деформацією поверхнева лазерна обробка

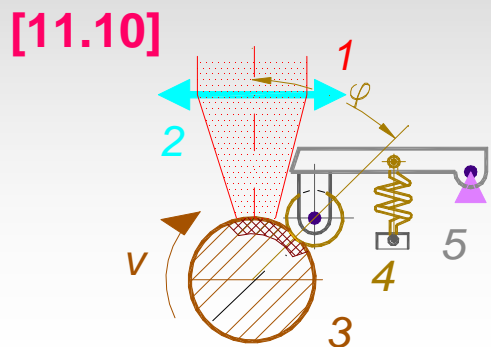


Рис. 11.9(15.11).Схема комбінованого зміцнення циліндричних поверхнь

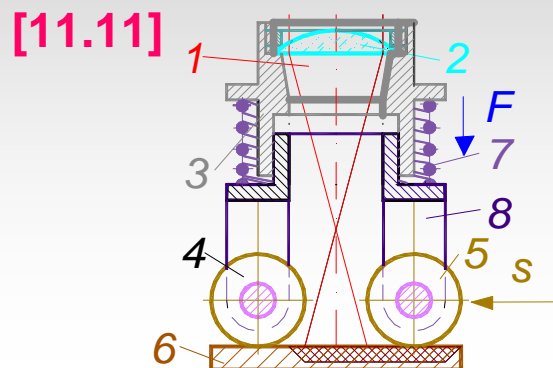


Рис. 11.10(15.12).Схема комбінованого зміцнення плоских поверхнь із реверсом подачі

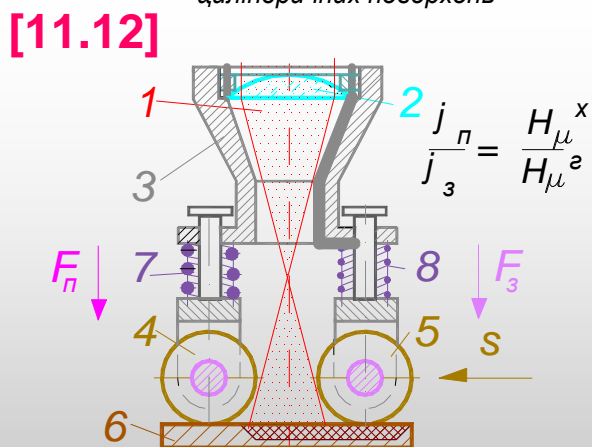


Рис. 11.11(15.13).Схема комбінованого зміцнення плоских поверхнь з їх подвійним деформуванням

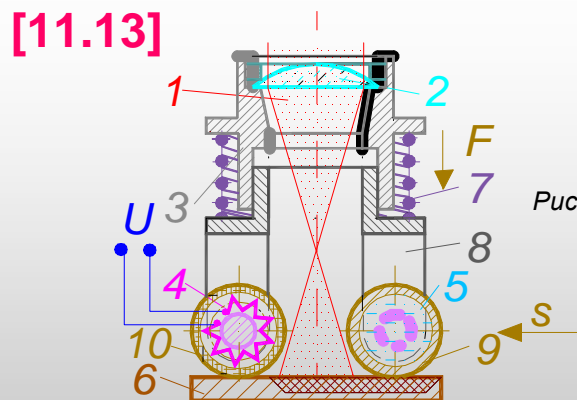


Рис. 11.12(15.14).Схема комбінованого зміцнення плоских поверхнь з їх підготовкою до опромінення та з послідуною обробкою холодом

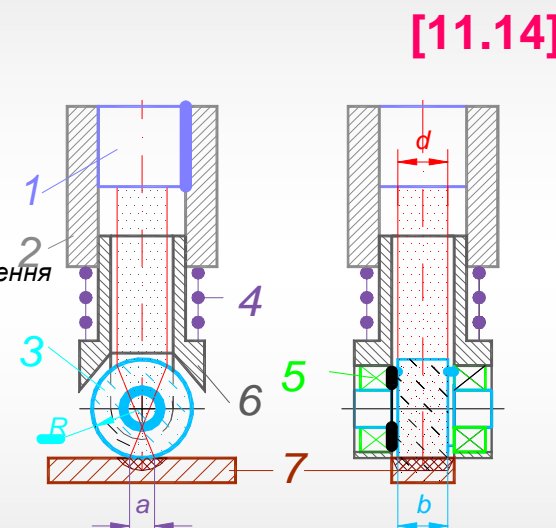


Рис. 11.13(15.16).Комбінована з ППД зміцнююча обробка поверхні при імпульсному опроміненні

# Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки

## 11.4. Комбінована з поверхнево пластичною деформацією поверхнева лазерна обробка (подовження)

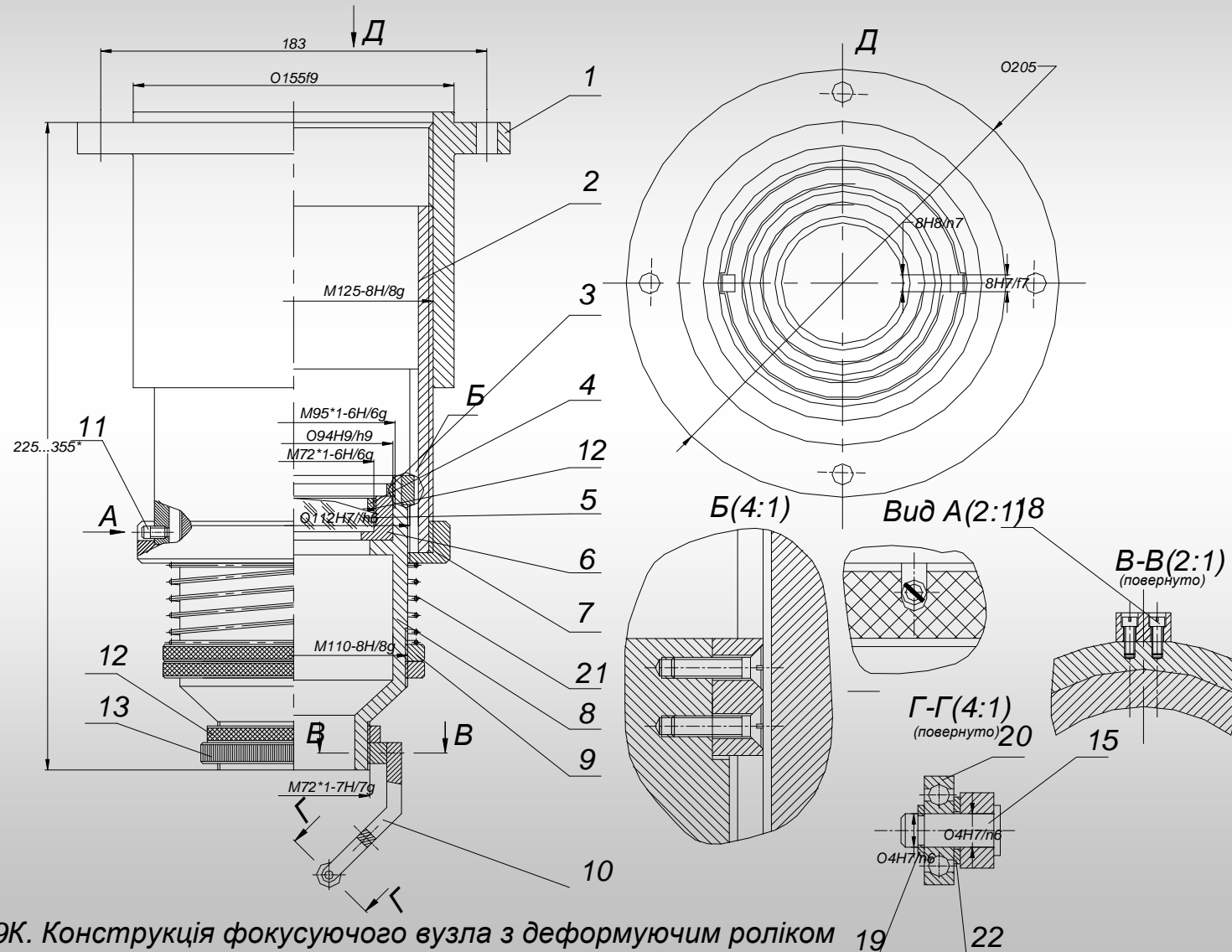
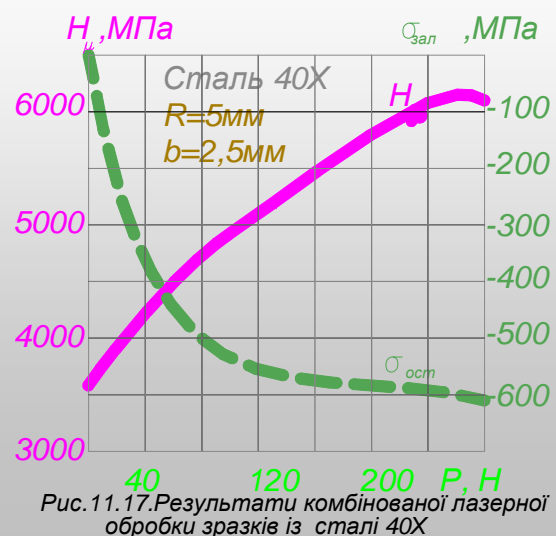
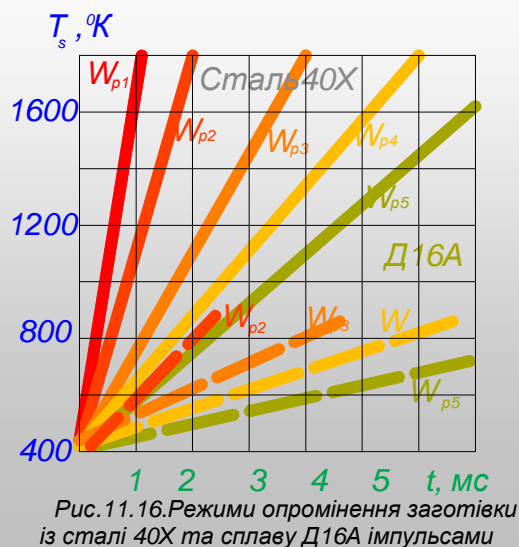
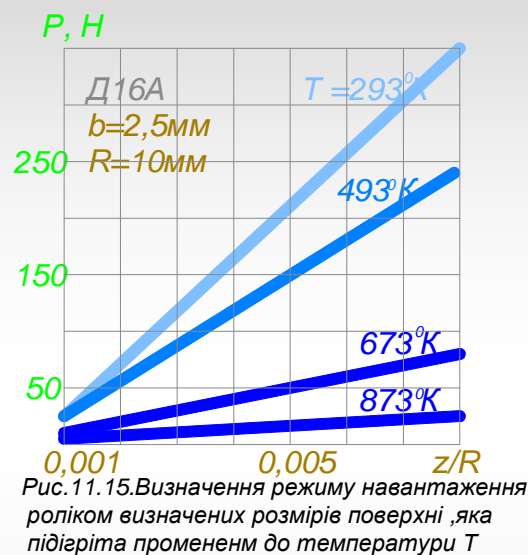
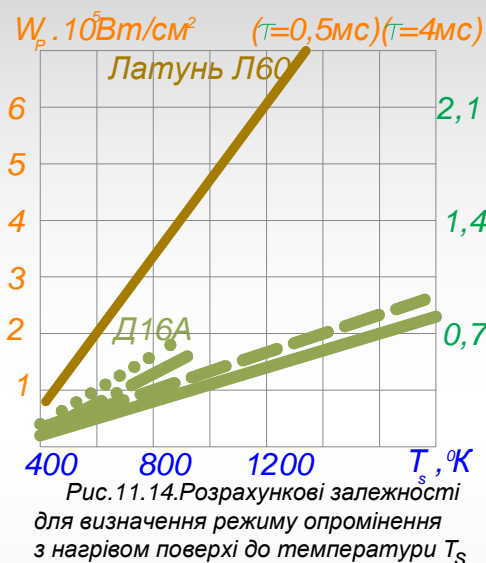


Рис.11.9К. Конструкція фокусуєчого вузла з деформуючим роліком

# Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки

## 11.4. Комбінована з поверхнево пластичною деформацією поверхнева лазерна обробка (подовження)



# Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки

## Формування регулярного мікрорельєфу

[11.15]

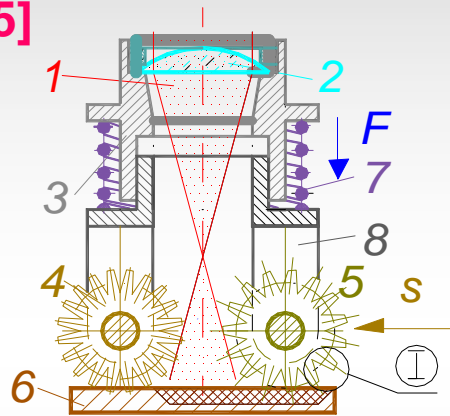


Рис. 11.18(15.15).Схема пристрою для поверхневого загартування та формування системи емностей для мастила

[11.16]

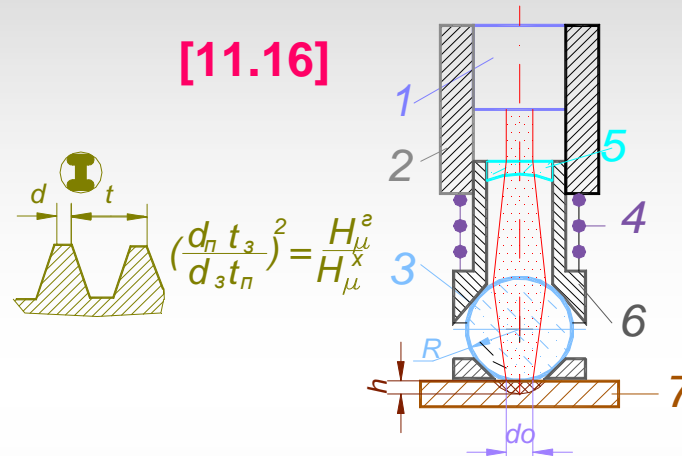


Рис. 11.19(15.17).Схема пристрою для поверхневого загартування та формування регулярного мікро рельєфу за імпульсним опроміненням

[11.17]

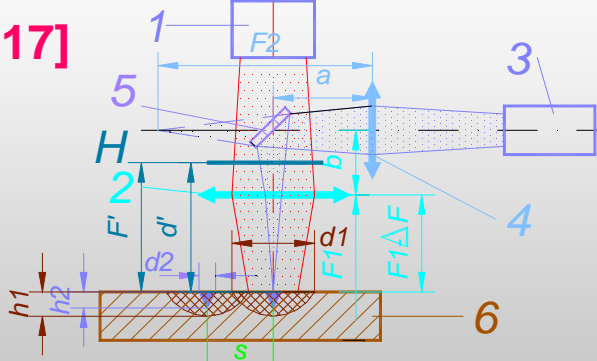


Рис. 11.20(15.18).Схема ЛТУ для загартування поверхні та формування системи емностей для мастила випромінюванням двох лазерів

[11.18]

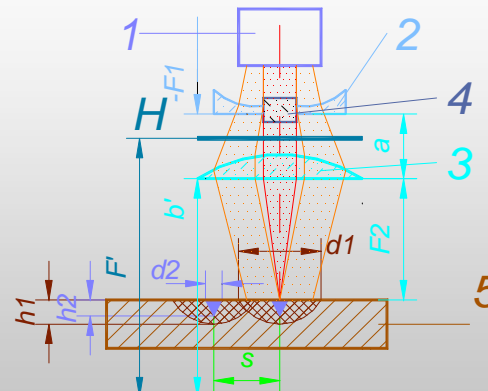


Рис. 11.21(15.19).Схема ЛТУ для загартування поверхні та формування системи емностей для мастила випромінюванням одного лазера

# Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки

## *Контрольні запитання та завдання*

1. Якими засобами можна виконувати легування поверхні заготовки з використанням дифузії – “рідина в рідину”?
2. В яких операціях та як застосовується лазерна обробка з подачею води?
3. Які проблеми вирішують пристосування для поверхневої термообробки? Навести схеми ОПС та сканерів з підвищеною однорідністю шарів зміцнення.
4. Для чого потрібно надання поверхні виробу регулярної шорсткості? Навести схеми пристроїв для формування регулярного мікрорельєфу на поверхнях заготовок.
5. Для чого бажано надавати поверхні заготовки без кристалічну структуру? Поясніть який принцип реалізується в пристроях для аморфізації поверхні заготовки? Навести схеми пристроїв для нанесення на поверхню заготовки одиночної аморфної зони та покриття її поверхні.
6. Що таке ППД і які задачі вирішуються в результаті їх застосування при лазерній поверхневій обробці?
7. Навести схеми пристроїв для комбінованої (із ППД) обробки поверхні циліндричної заготовки з безупинним опроміненням поверхні заготовки.
8. Навести схеми пристроїв для комбінованої (із ППД) обробки поверхні плоскої заготовки з безупинним опроміненням поверхні заготовки та поворотно поступальною подачею.
9. Навести схеми пристроїв для комбінованої (із ППД) обробки поверхні плоскої заготовки з безупинним опроміненням поверхні заготовки та поступальною односторонню подачею.
10. Яка різниця в пристроях для комбінованої обробки поверхні з лазерами безперервної дії та імпульсними?



# Тема 11. Технологічне оснащення операцій лазерної поверхневої обробки

## Контрольні запитання та завдання (подовження)

11. Навести схеми пристрою для комбінованої (із ППД) обробки з імпульсним опромінюванням поверхні заготовки.
12. Яким чином виконують доставку модифікатора в сучасних операціях лазерного легування. Які недоліки кожного з них?
13. Навести схеми загально прийнятої схеми легування та із забезпеченням дифузії в зоні нанесення «рідина в рідину».
14. Для чого надають поверхням виробів організовану шорсткість, навести схеми пристроїв для створення регулярного мікрорельєфу з безперервним опроміненням заготовки.
15. Якими оптичними засобами можна концентрувати променисту енергію під час опромінювання внутрішньої циліндричної поверхні у режимі її зміцнення для різних за формою та розмірами отворів?
16. Як зорганізувати операцію легування поверхні заготовки з підвищеним рівнем дифузії модифікатора у матрицю за рахунок одночасного їх розплавлення?.
17. Які пристрої для комбінованої обробки (лазерне опромінювання у режимі гартування та поверхнево пластична обробка) можуть застосовуватися за безперервною подачею енергії?
18. Які пристрої для комбінованої обробки (лазерне опромінювання у режимі гартування та поверхнево пластична обробка) можуть застосовуватися за імпульсною подачею енергії?
19. Які засоби створення регулярного мікро рельєфу застосовують під час комбінованої лазерної обробки?
20. Навести схеми аморфізації поверхні заготовки з нанесенням матеріалу, який схильний до формування структури без кристалів.
21. Дати схему та описати принцип дії пристрою для аморфізації поверхні заготовки значної довжини.



## Бібліографічний опис

- 11.1. Заявка Японії №59-200718, С21D, 1/09, оп. 14.11.1984р.
- 11.2. Заявка Японії №60-22/516, В23К 26/08, оп. 06.11.1985р.
- 11.3. Заявка Японії №55-11186, С21D 9/08, оп. 25.01.1980р.
- 11.4. Заявка Японії №61-79714, В23К 26/08, оп. 23.04.1986р.
- 11.5. Заявка Японії №61-79715, С21D 1/09, оп. 23.04.1986р.
- 11.6. Щукин В.Н., Кряшина М.Н., Беристой А.М // Установка для лазерного поверхностного легирования. Сварочное. производство. – 1988. - №5 – С.23-24
- 11.7. А.с. 1314714 СРСР, МКІЗ С23С 14/00. Спосіб легування поверхні металевої деталі [Текст] / В.П.Котляров, В.С.Коваленко, М.І.Анякін (СРСР), №3898586/25-27; заявл. 24.05.1985р. (без публ.)
- 11.8. А.с. 1520889 СРСР, МКІЗ С23С 14/00. Спосіб нанесення аморфних покриттів на поверхню металевих виробів [Текст] / В.П.Котляров, Л.Ф.Головко, В.С.Коваленко, М.І.Анякін (СРСР), №4351872/25-27; заявл. 28.12.1987р. (без публ.)
- 11.9. А.с. 1452195 СРСР, МКІЗ С23С 14/28. Пристрій для нанесення аморфних шарів на поверхню металевої підкладки [Текст] / В.П.Котляров, В.С.Коваленко, М.І.Анякін (СРСР), №4138177/25-27; заявл. 20.10.1986р. (без публ.)
- 11.10. Заявка Японії №61-119615, С21D 1\00, оп. 06.06.1986р.

## Бібліографічний опис

- 11.11. А.с. 934621 СРСР, В23К 26/00, оп. 1980р.
- 11.12. А.с. 1372771 СРСР, МКІЗ В23К 26/08. Пристрій для лазерної обробки виробів [Текст] / В.П.Котляров, В.С.Коваленко, (СРСР), №4065923/25-27; заявл. 07.04.1986р. (без публ.)
- 11.13. А.с. 1513918 СРСР, МКІЗ В23К 26/08. Установка для лазерної обробки [Текст] / В.П.Котляров, В.С.Коваленко, Л.Ф.Головко (СРСР), №4315763/25-27; заявл. 13.10.1987р. (без публ.)
- 11.14. А.с. 1121130 СРСР, МКІЗ В23К 26/08. Пристрій для зміцнення поверхонь деталей [Текст] / В.П.Котляров, П.О.Киричек (СРСР), №3525587/25-27; заявл. 24.11.1983р., опубл. 21.12.1984р. бюл. №40
- 11.15. А.с. 1448550 СРСР, МКІЗ В23К 26/08. Пристрій для лазерної обробки [Текст] / В.П.Котляров, П.О.Киричек (СРСР), №4130733/25-27; заявл. 08.10.1986р. (без публ.)
- 11.16. А.с. 1092035 СРСР, МКІЗ В24В 39/01. Пристрій для створення регулярного мікро рельєфу [Текст] / В.П.Котляров, П.О.Киричек, М.І.Анякін (СРСР), №3527049/25-27; заявл. 21.12.1982р., опубл. 15.01.1984р. бюл. №18
- 11.17. А.с. 1102150 СРСР, МКІЗ В26К /06. Установка для лазерної обробки [Текст] / В.П.Котляров, В.С.Коваленко, М.І.Анякін (СРСР), №3570164/25-27; заявл. 28.03.1983р., (без публ.)
- 11.18. А.с. 1170886 СРСР, МКІЗ В26К 27/40. Пристрій для лазерного зміцнення пар тертя [Текст] / В.П.Котляров, В.С.Коваленко, М.І.Анякін (СРСР), №3568496/25-27; заявл. 04.02.1983р., (без публ.)