

Презентація 6

Лекції 11_12

Лекції 11_12

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

- 7.1. Систематизація методів та засобів позиціювання През. №6, сл.№3
- 7.2. Пристрої для позиціювання заготовки за результатами аналізу
каустики пучка випромінювання През. №6, сл.№4
- 7.3. Пристрої для позиціювання заготовки
в ослабленому пучку випромінювання През. №6, сл.№7
- 7.4. Пристрої для позиціювання заготовки в каустиці пучка
випромінювання,перетвореного ОПС, за допомогою
випромінювання від додаткового джерела През. №6, сл.№8
- 7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною
оцінкою результату методом подвійного зображення През. №6, сл.№14
- 7.6. Автоматизація переходу відносного позиціювання ОПС та заготовки През. №6, сл.№26
- 7.7. Пристрої для захисту поверхні оптичних елементів
від продуктів лазерної ерозії През. №6, сл.№33
- Контрольні запитання та завдання През. №6, сл.№40**
- Бібліографічний опис През. №6, сл.№43**

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

Оцінка суттєвості похибки налагодження ОННС

[7.1]

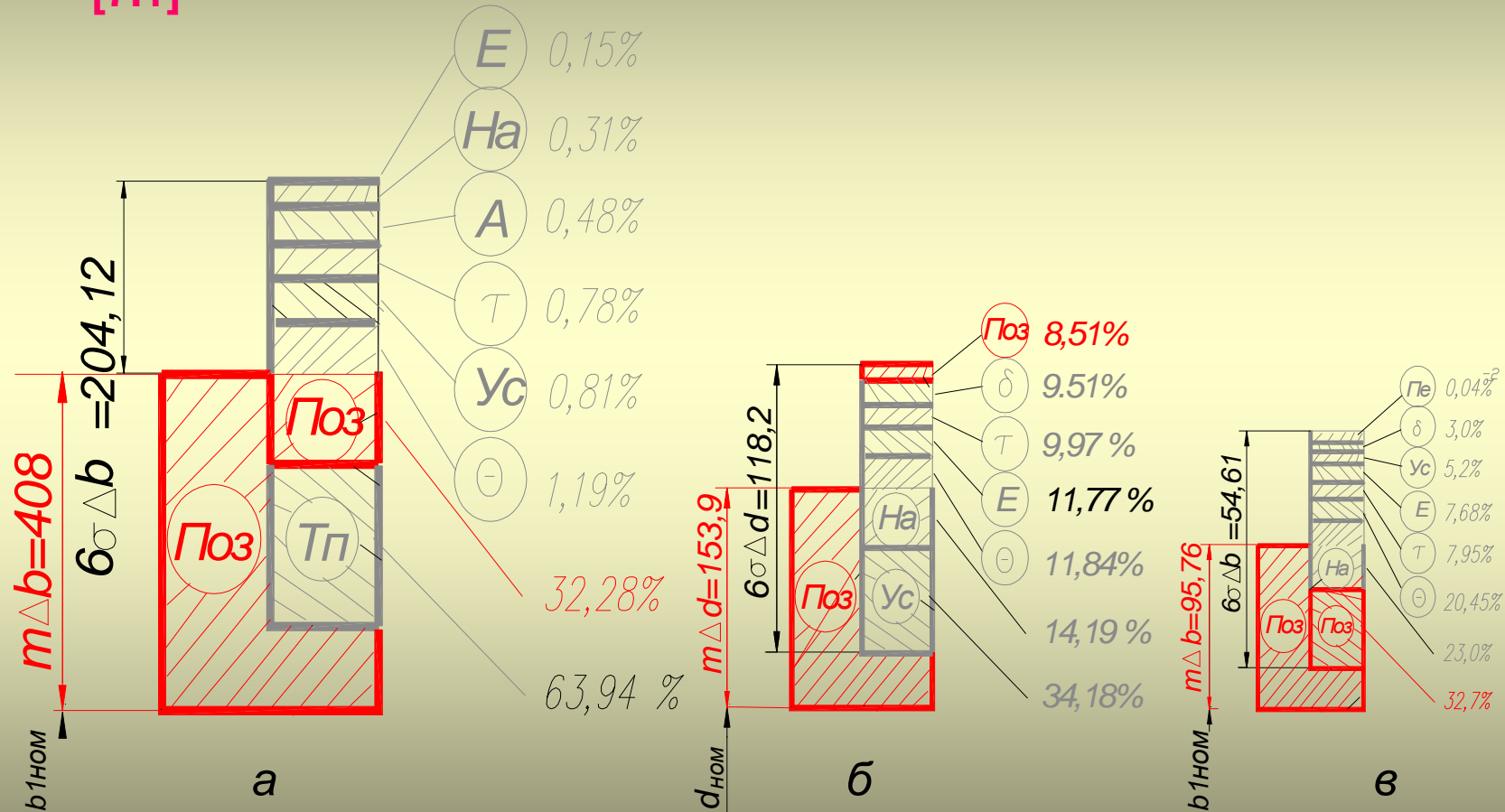


Рис. 7.1. Структура сумарної похибки операцій лазерного різання (а, в) та обробки отворів (б)

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.1. Систематизація методів та засобів позиціювання

1. Позиціювання заготовки у трьох мірному просторі на основі результатів аналізу каустики пучка після його перетворення об'єктивом (дзеркалом) [7.2].
2. Налagodження при опромінюванні поверхні заготовки ослабленим (по відношенню до режиму обробки) променем за результатами виміру рівня променистої енергії, відбитої її поверхнею.
3. Методи налагодження при освітленні поверхні заготовки видимим випромінюванням та візуальній оцінці спостережуваного зображення [7.3].
4. Візуальний метод подвійного зображення за результатами оцінки суперпозиції двох освітлених ділянок поверхні заготовки.

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.2. Пристрої для позиціювання заготовки за результатами аналізу каустики пучка випромінювання

[7.4]

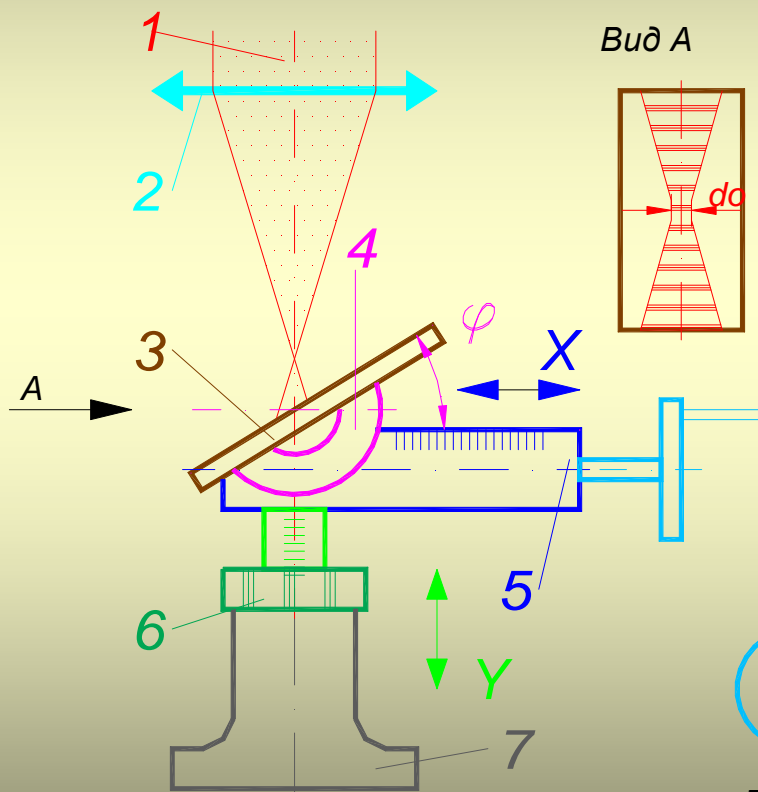


Рис. 7.2(8.6). Пристрій для візуалізації каустики пучка випромінювання

[7.5]

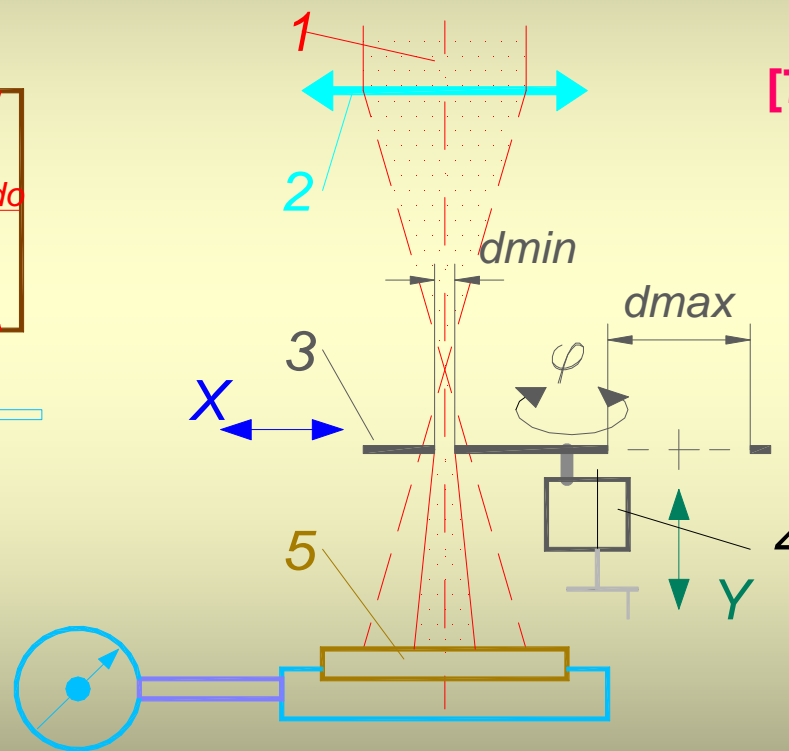


Рис. 7.3(8.9). Схема пристрою для обміру каустики пучка

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.2. Пристрої для позиціювання заготовки за результатами аналізу каустики пучка випромінювання

[7.6]

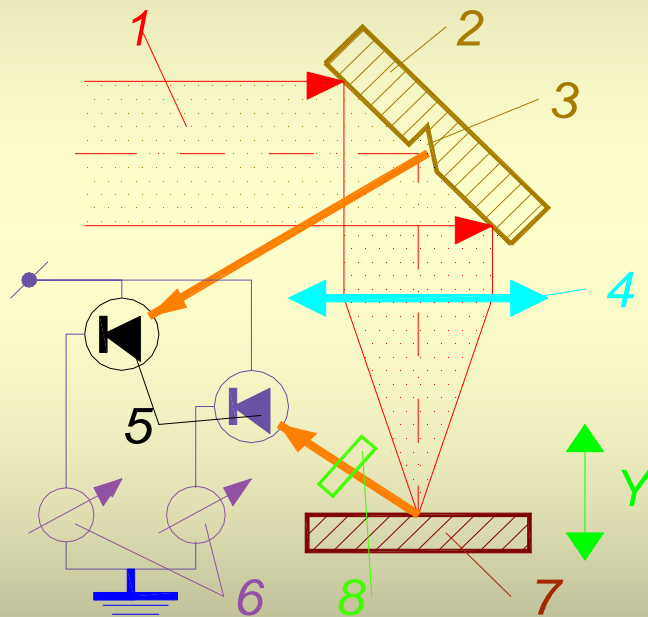


Рис. 7.4(8.7). Пристрій для визначення гостроти фокусування пучка за рівнем відбитого променя

[7.7]

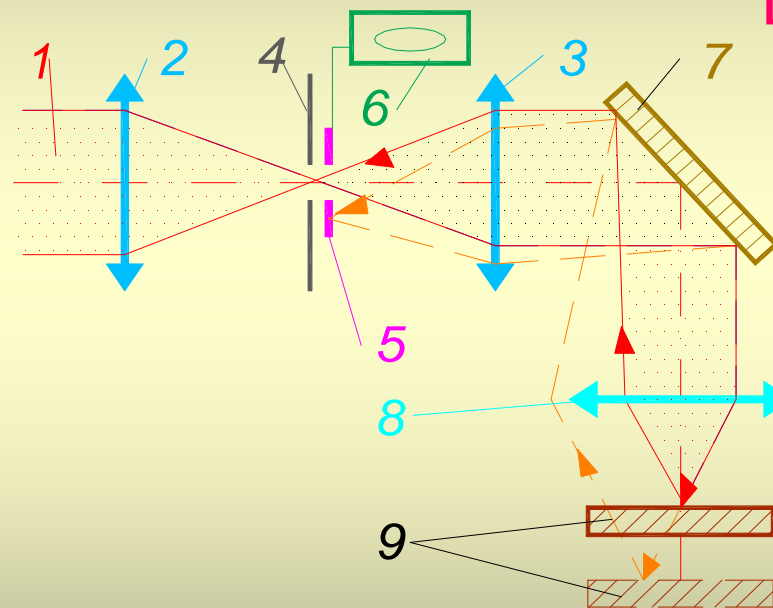


Рис.7.5(8.8). Пристрій для визначення відносного положення пучка та заготовки за характером відбиття випромінювання

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.2. Пристрої для позиціювання заготовки за результатами аналізу каустики пучка випромінювання

[7.8]

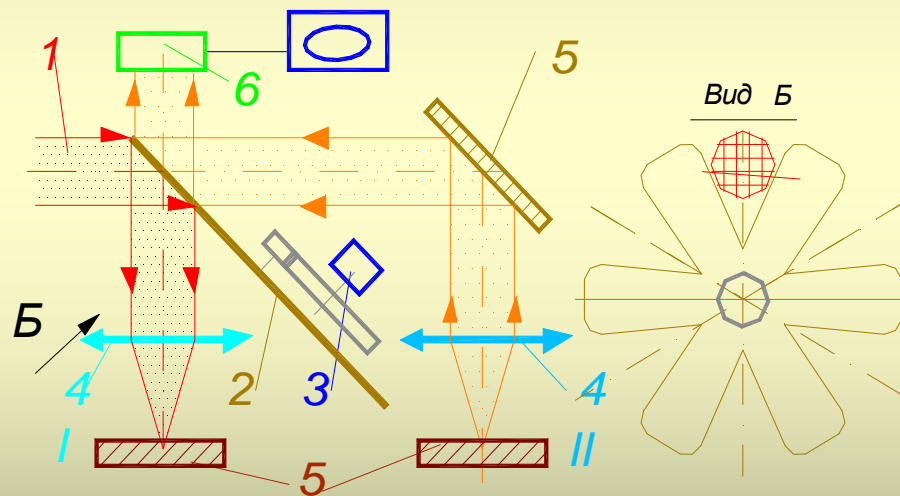


Рис. 7.6(8_12). Схема пристрою з оцінюванням режиму опромінення за рівнем температури у зоні обробки

[7.9]

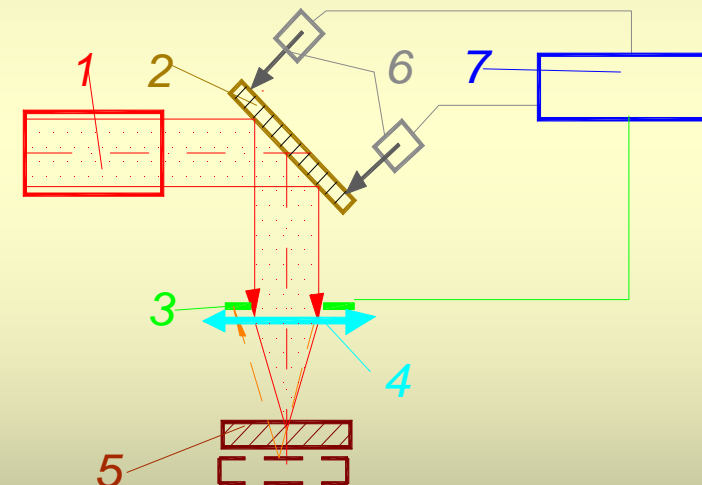


Рис. 7.7(8_13). Схема пристрою з оцінкою позиціювання за відбитим променем з одночасним центруванням лінзи

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.3. Пристрої для позиціювання заготовки в ослабленому пучку випромінювання

[7.10]

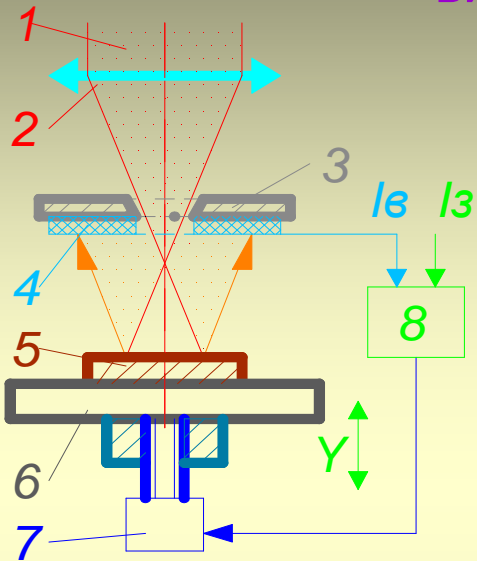


Рис.7.8(10.9). Пристрій для розмірного позиціювання заготовки за інтенсивністю відбитого променя

[7.11]

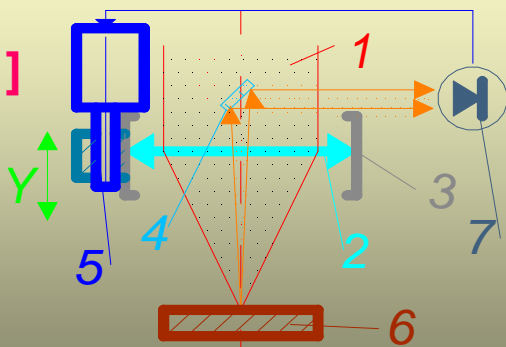


Рис.7.9(10.10). Пристрій для позиціювання заготовки в горловину каустики пучка

[7.12]

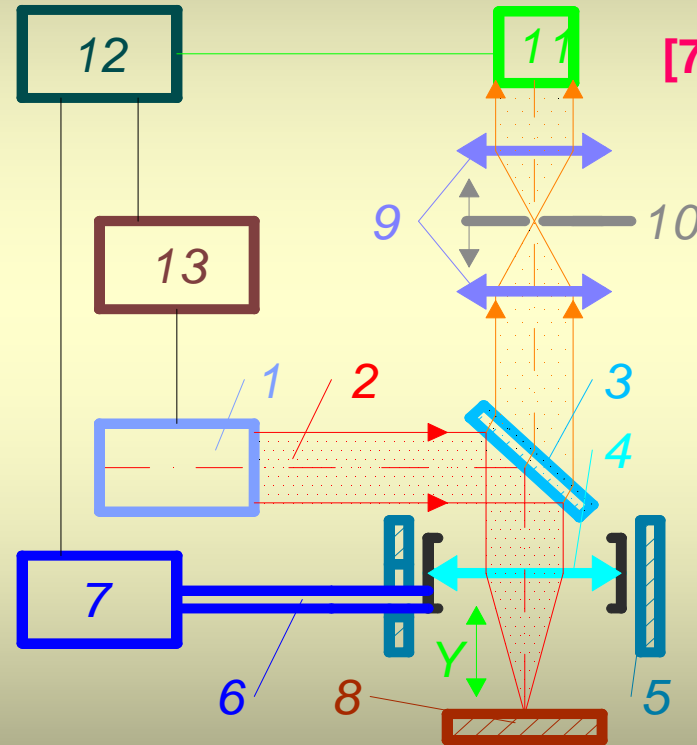


Рис. 7.10(10.11). Пристрій для позиціювання заготовки у призволячий перетин каустики

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.4. Пристрої для позиціювання заготовки в каустиці пучка випромінювання, перетвореного ОПС, за допомогою випромінювання від додаткового джерела

[7.13]

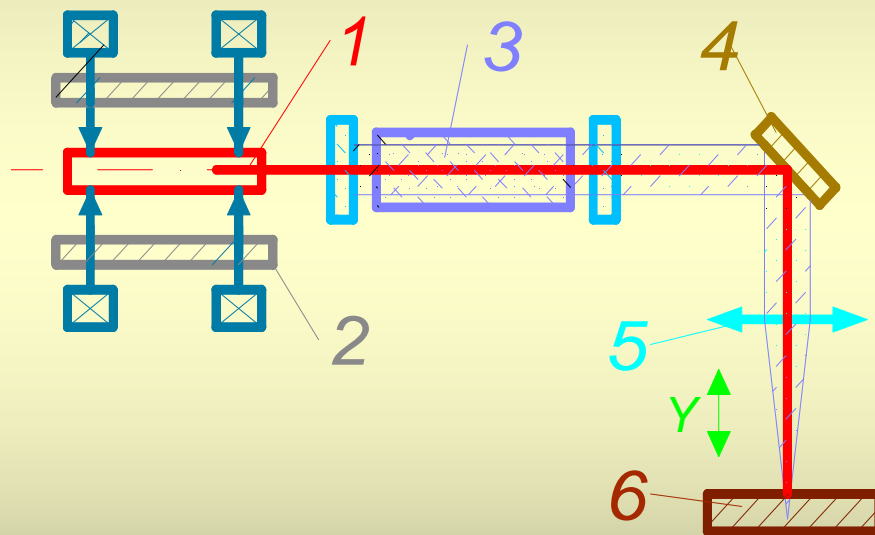


Рис. 7.11(9.1). Схема використання додаткового лазера в якості освітлювача

$$\Gamma = -\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_\delta}{D} \quad [7.14]$$

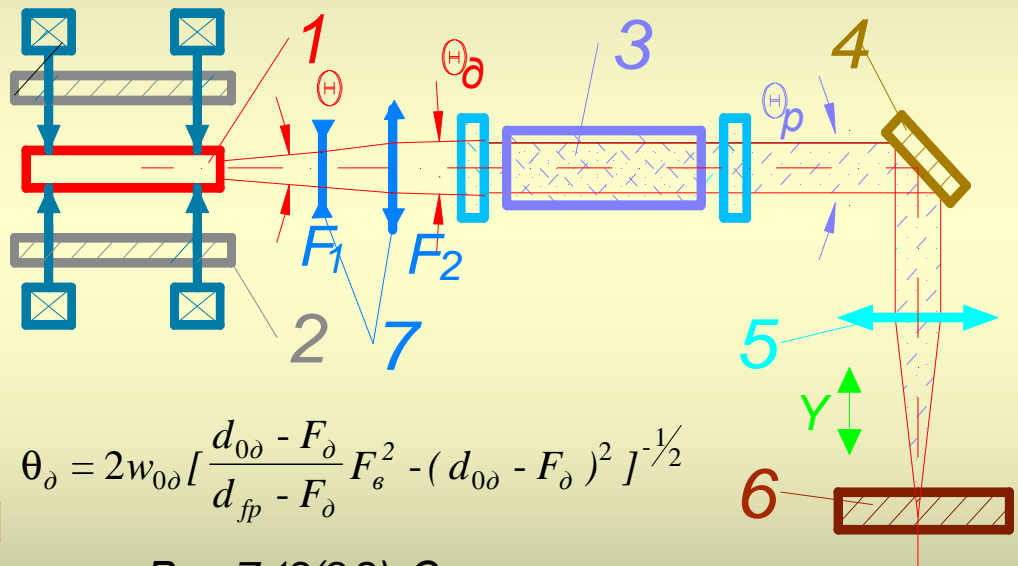


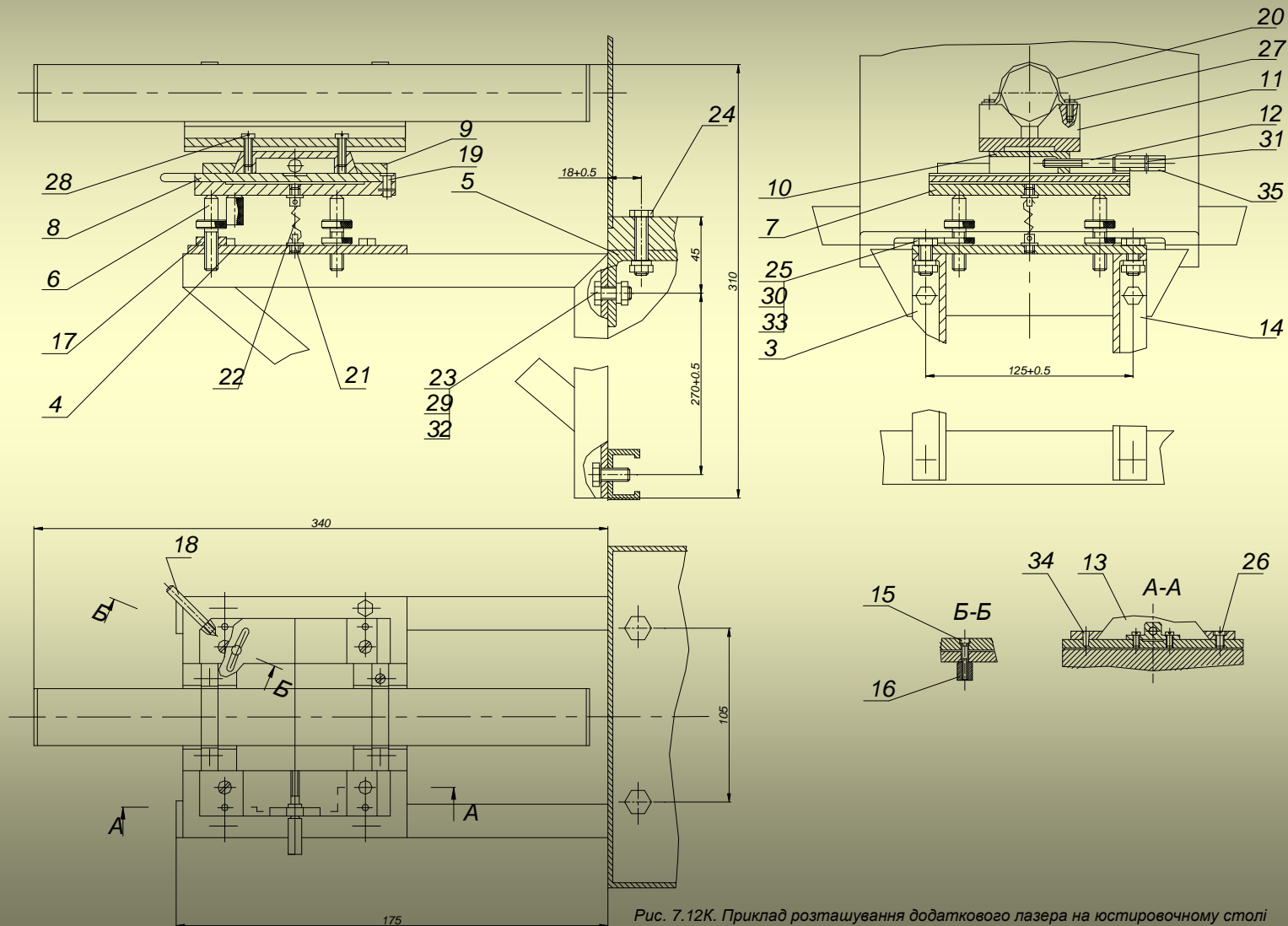
Рис. 7.12(9.2). Схема використання додаткового лазера в якості освітлювача з компенсацією відмінностей у пучків

$$\theta_\delta = 2w_{0\delta} \left[\frac{d_{0\delta} - F_\delta}{d_{fp} - F_\delta} F_\delta^2 - (d_{0\delta} - F_\delta)^2 \right]^{-1/2}$$

$$\Delta_{1,2} = 0,5 \left(\frac{2w_Z}{2\theta_\delta} + Z \right) \pm \left[\frac{1}{4} \left(\frac{2w_Z}{2\theta_\delta} + Z \right)^2 + \left(\frac{F_1^2 \theta}{\Gamma \theta_\delta} - F_1^2 \right) \right]^{1/2}$$

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.4. Пристрої для позиціювання заготовки в каустиці пучка випромінювання, перетвореного ОПС, за допомогою випромінювання від додаткового джерела (подовження)



Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.4. Пристрої для позиціювання заготовки в каустиці пучка випромінювання, перетвореного ОПС, за допомогою випромінювання від додаткового джерела (подовження)

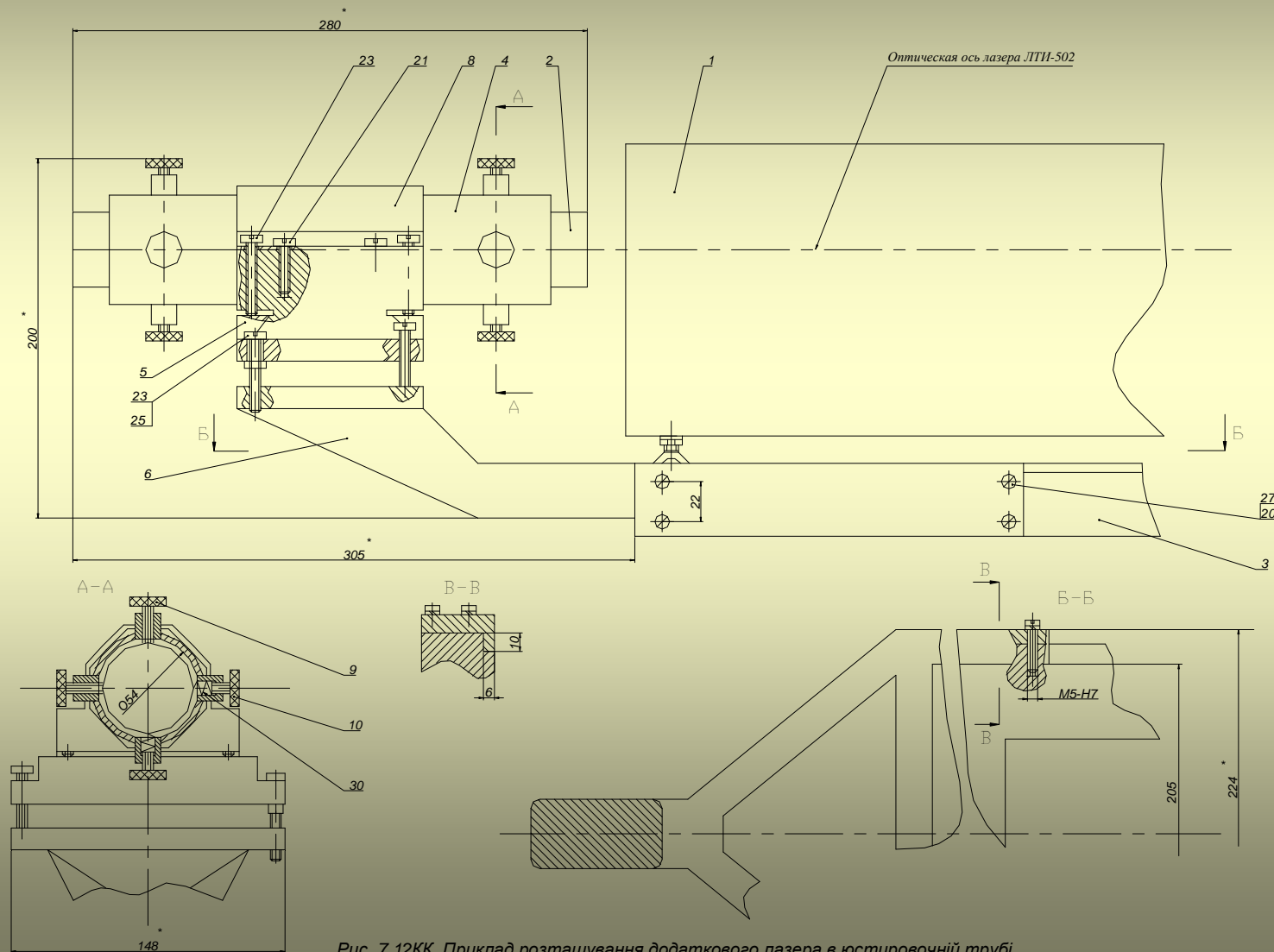


Рис. 7.12КК. Приклад розташування додаткового лазера в юстировочній трубі

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.4. Пристрої для позиціювання заготовки в каустиці пучка випромінювання, перетвореного ОПС, за допомогою випромінювання від додаткового джерела (подовження)

[7.15]

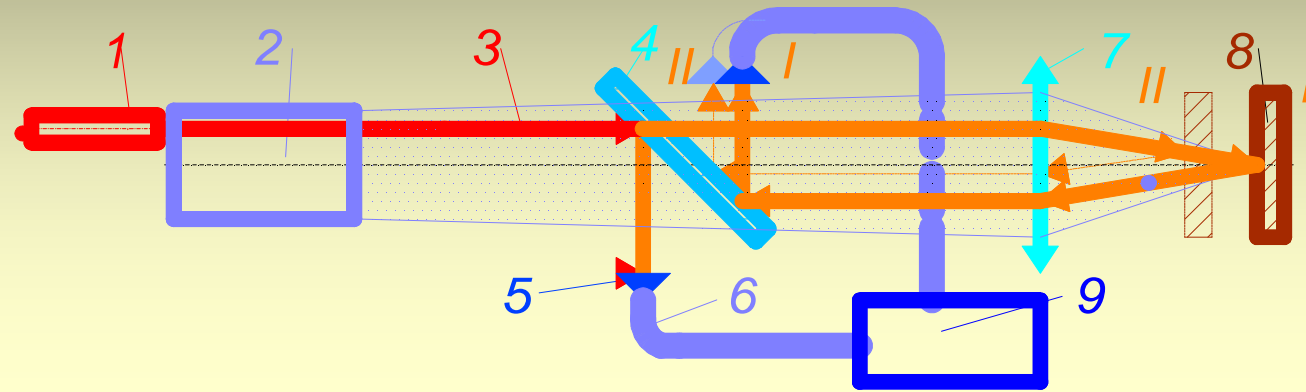


Рис. 7.13(9.9). Схема пристрою для налагодження положення заготовки в призволяще місце каустики

[7.16]

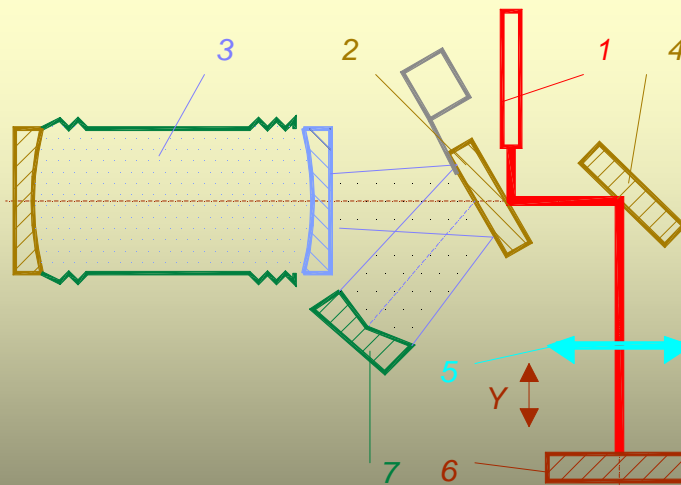


Рис.7.14(9.3). Схема введення випромінювання додаткового лазера в оптичну систему CO₂-лазера

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.4. Пристрої для позиціювання заготовки в каустиці пучка випромінювання, перетвореного ОПС, за допомогою випромінювання від додаткового джерела (подовження)

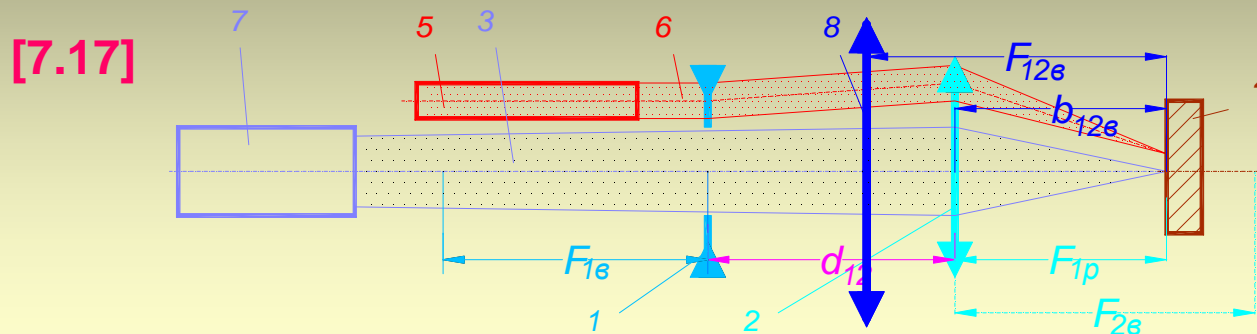


Рис. 7.15(9.7). Схема пристрою для налагодження положення заготовки в призволяще місце каустики

$$-F1'' = \frac{n' - 1}{n'' - 1} (d - F2') + d$$

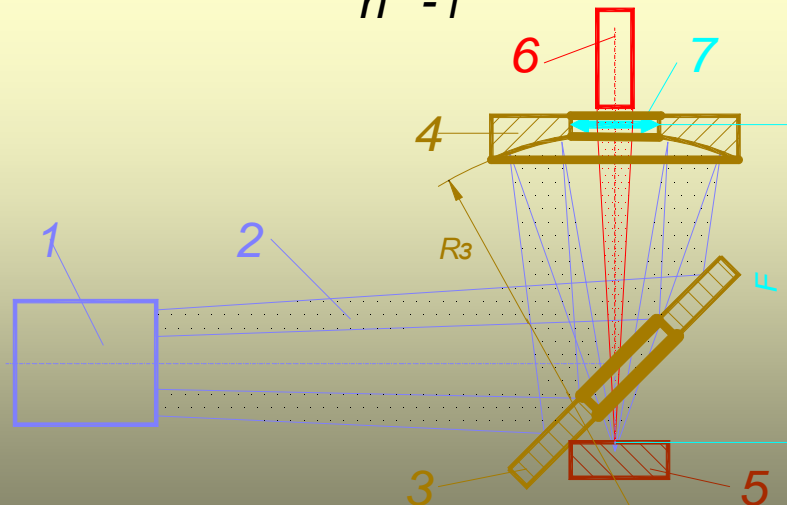


Рис. 7.16(9.6). Схема ЛТУ з пристроєм для позиціювання заготовки в каустиці пучка випромінювання, перетвореного ОПС з дзеркальними елементами

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.4. Пристрої для позиціювання заготовки в каустиці пучка випромінювання, перетвореного ОПС, за допомогою випромінювання від додаткового джерела (подовження)

[7.18]

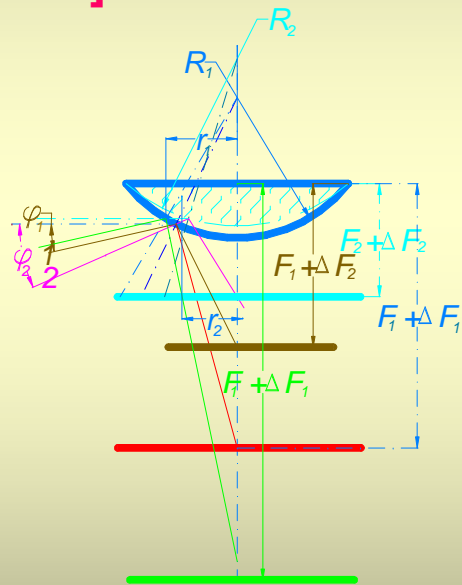


Рис.7.17. Схема відбивання променів заломлюючою поверхнею лінзи

[7.19]

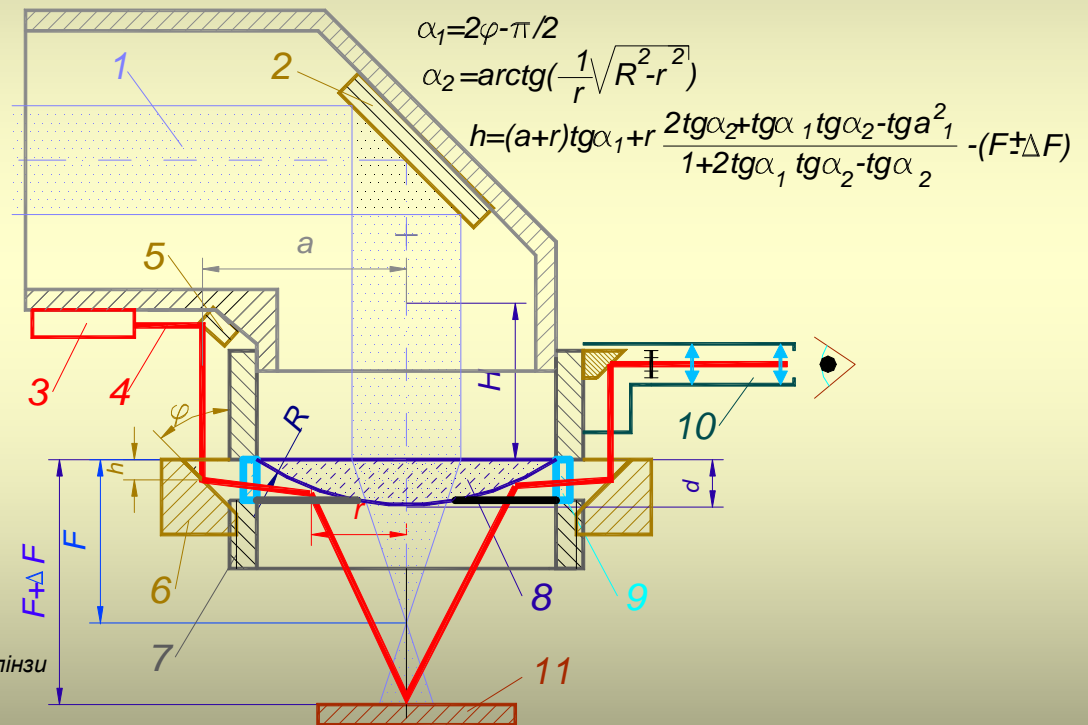


Рис. 7.18(9.5). Пристрій для позиціювання лінзи із непрозорого матеріалу за допомогою променю видимого випромінювання

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною оцінкою результату методом подвійного зображення

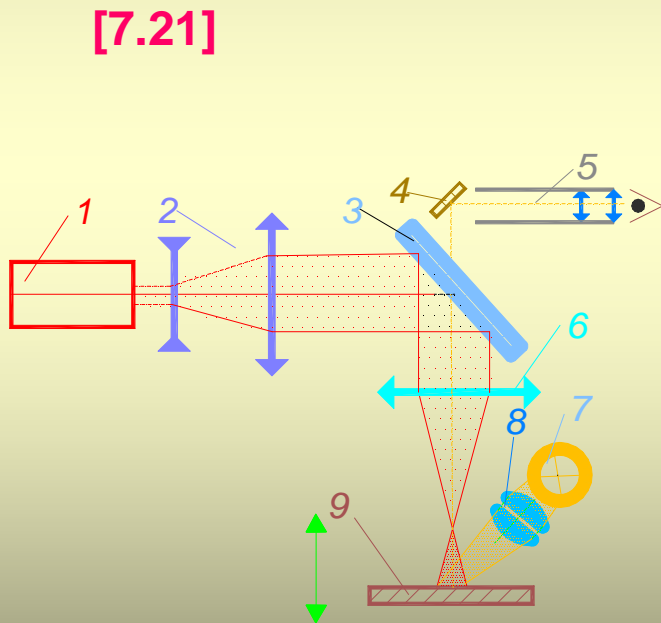


Рис. 7.19. Схема наглядної системи ЛТУ

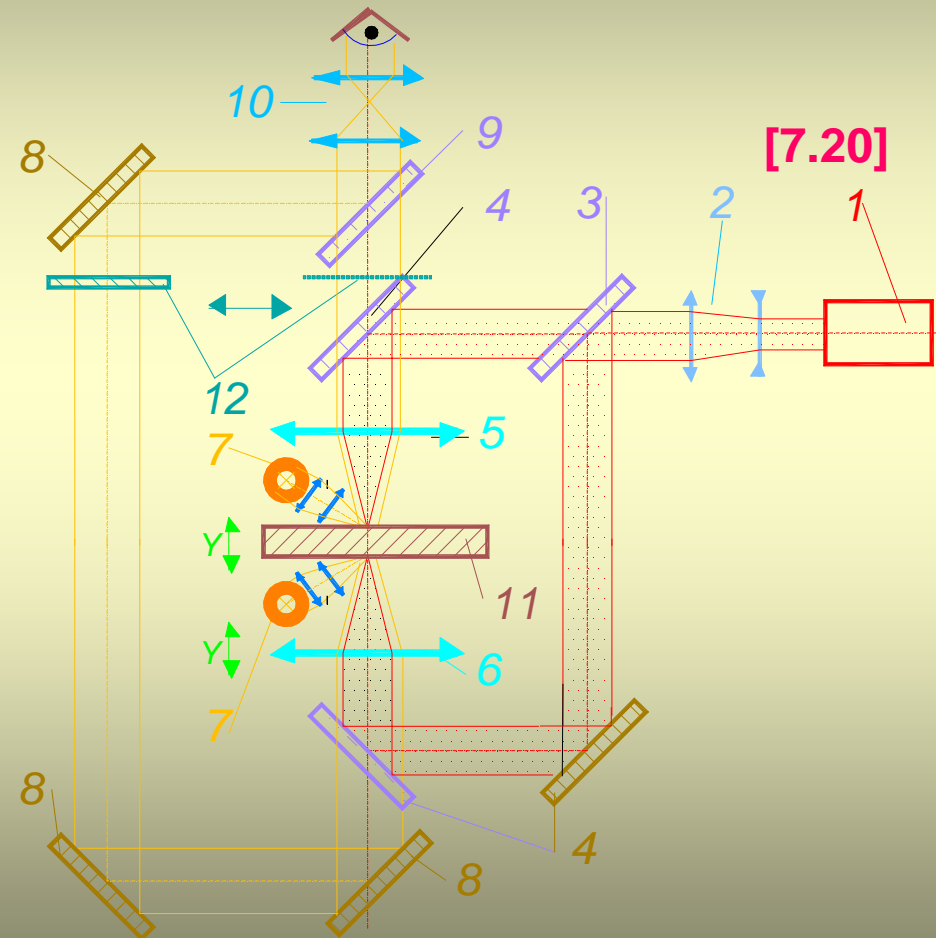


Рис. 7.20(8.14). Приклад використання налагодження за різкістю зображення поверхні заготовки при двох сторонній обробці

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною оцінкою результату методом подвійного зображення (подовження)

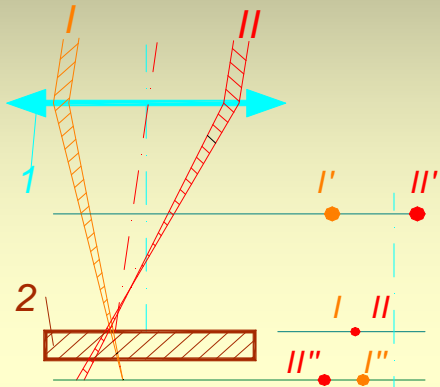
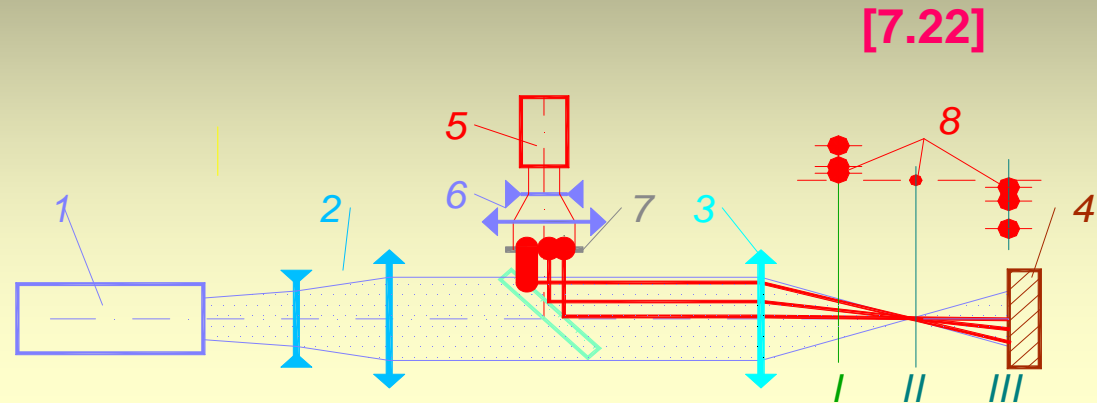


Рис. 7.21(9.11). Метод подвійного зображення



[7.22]

Рис. 7.22(9.10). Схема пристрою для реалізації налагодження положення лінзи із прозорого матеріалу за методом подвійного зображення

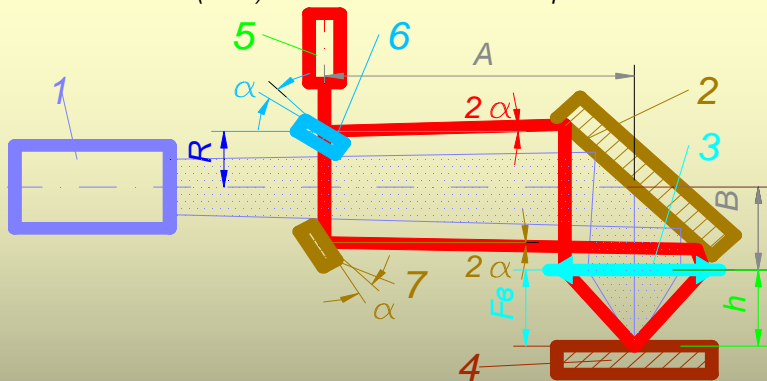


Рис. 7.23(9.8). Схема пристрою для реалізації налагодження положення лінзи із непрозорого матеріалу за методом подвійного зображення в призволяще місце каустики пучка

[7.23]

$$\alpha = -\frac{1}{4} \left[\frac{A(F_g - h) + R(F_g - h) + B(F_g - h) - hF_g}{A(F_g - h) + B(F_g - h) - hF_g} \pm \sqrt{\frac{1}{16} \left[\frac{A(F_g - h) + R(F_g - h) + B(F_g - h) - hF_g}{A(F_g - h) + B(F_g - h) - hF_g} \right]^2 - \frac{1}{4} \frac{R(F_g - h)}{A(F_g - h) + B(F_g - h) - hF_g}} \right]$$

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною оцінкою результату методом подвійного зображення (подовження)

[7.24]

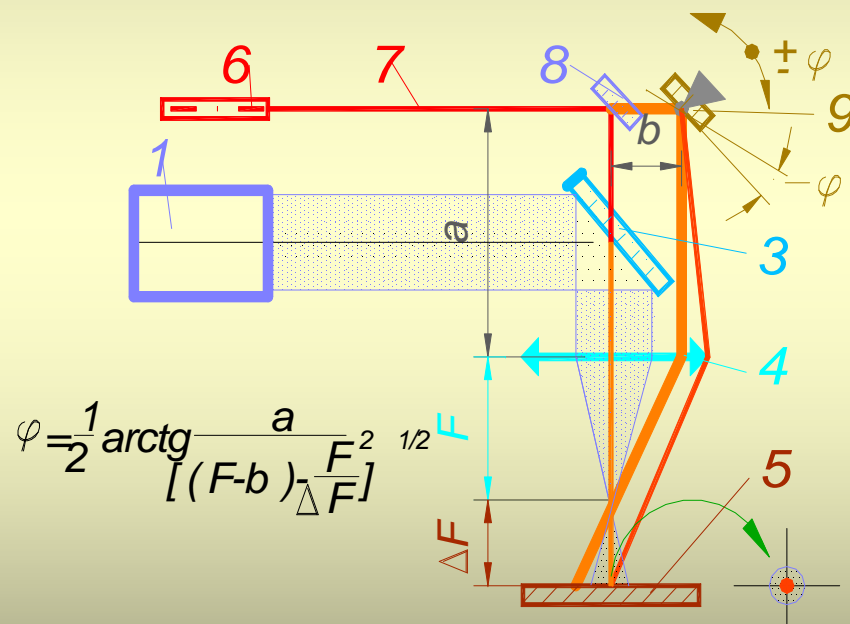


Рис.7.24(9.12). Схема пристрою з подільником пучка додаткового лазера

[7.25]

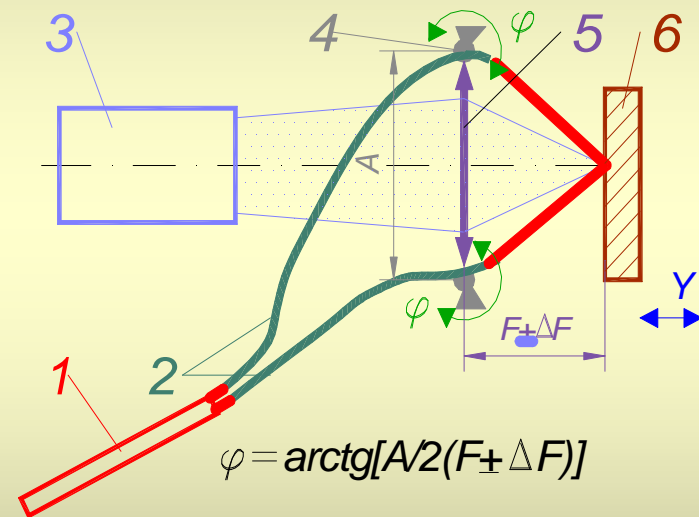


Рис. 7.25(9.4). Схема пристрою на базі подвійного зображення для лінзи із непрозорого матеріалу

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною оцінкою результату методом подвійного зображення (подовження)

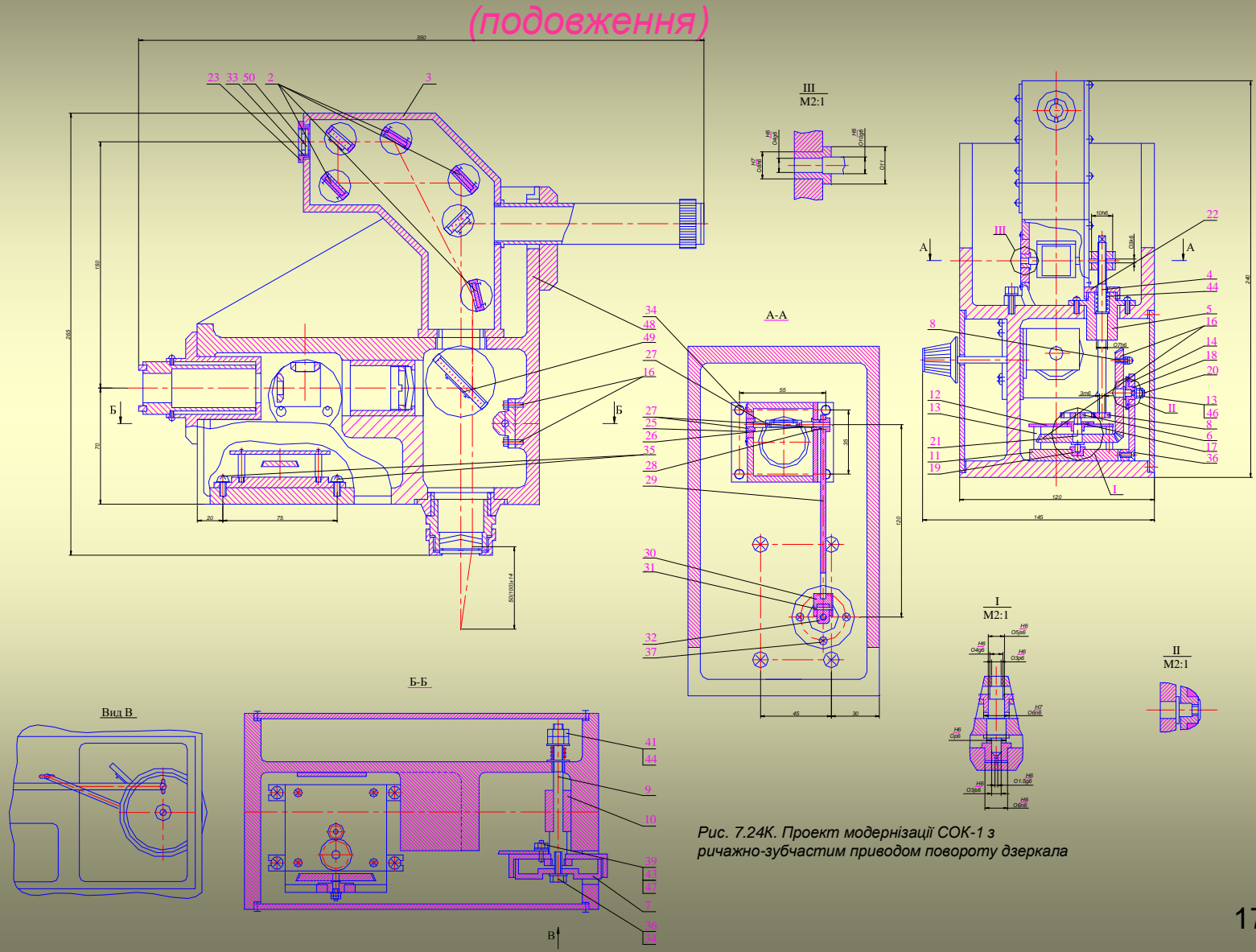


Рис. 7.24К. Проект модернізації СОК-1 з ричажно-зубчастим приводом повороту дзеркала

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною оцінкою результату методом подвійного зображення (подовження)

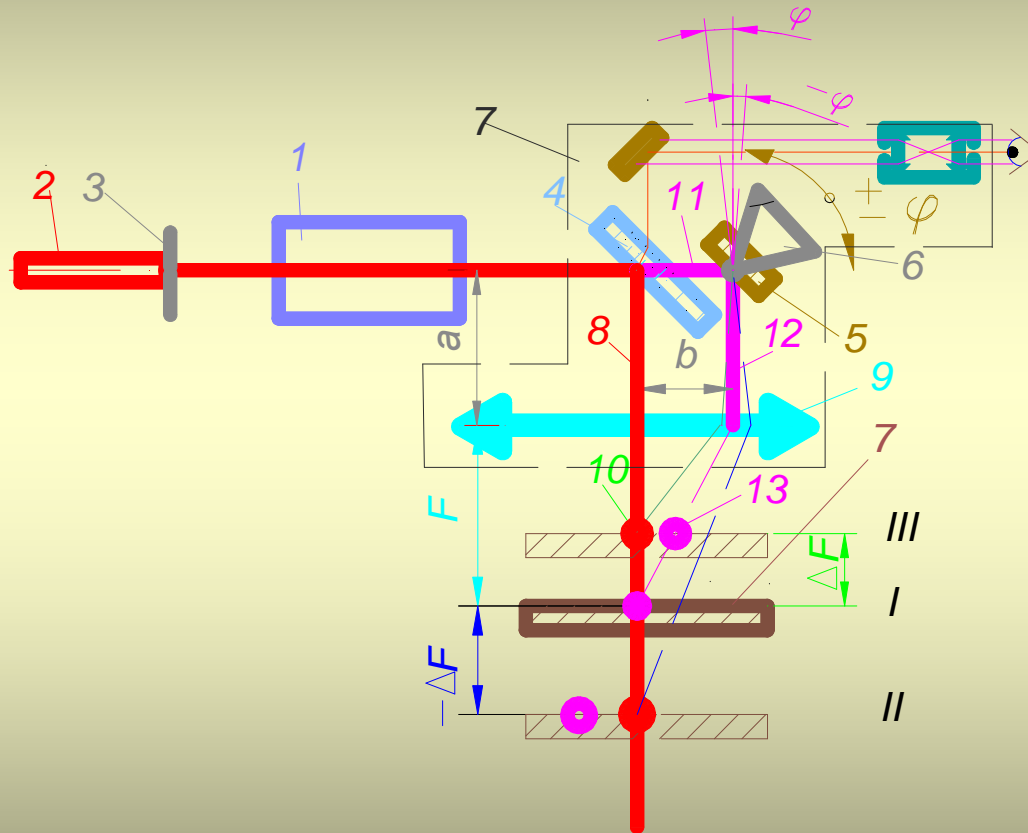


Рис. 7.26. Схема модернізації оптичної системи СОК-1 для застосування метода подвійного зображення

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною оцінкою результату методом подвійного зображення (подовження)

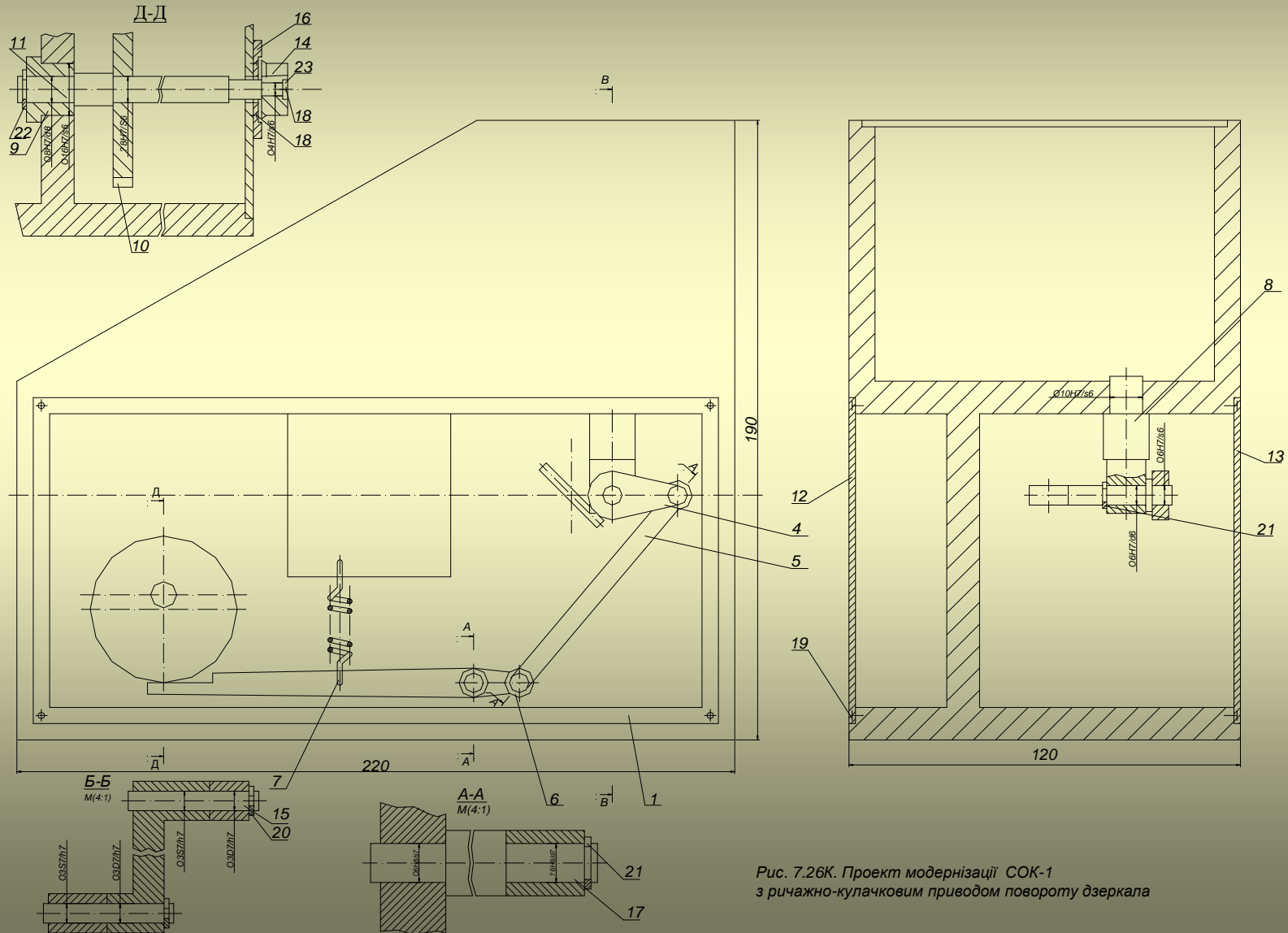


Рис. 7.26К. Проект модернізації СОК-1 з ричажно-кулачковим приводом повороту дзеркала

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною оцінкою результату методом подвійного зображення (подовження)

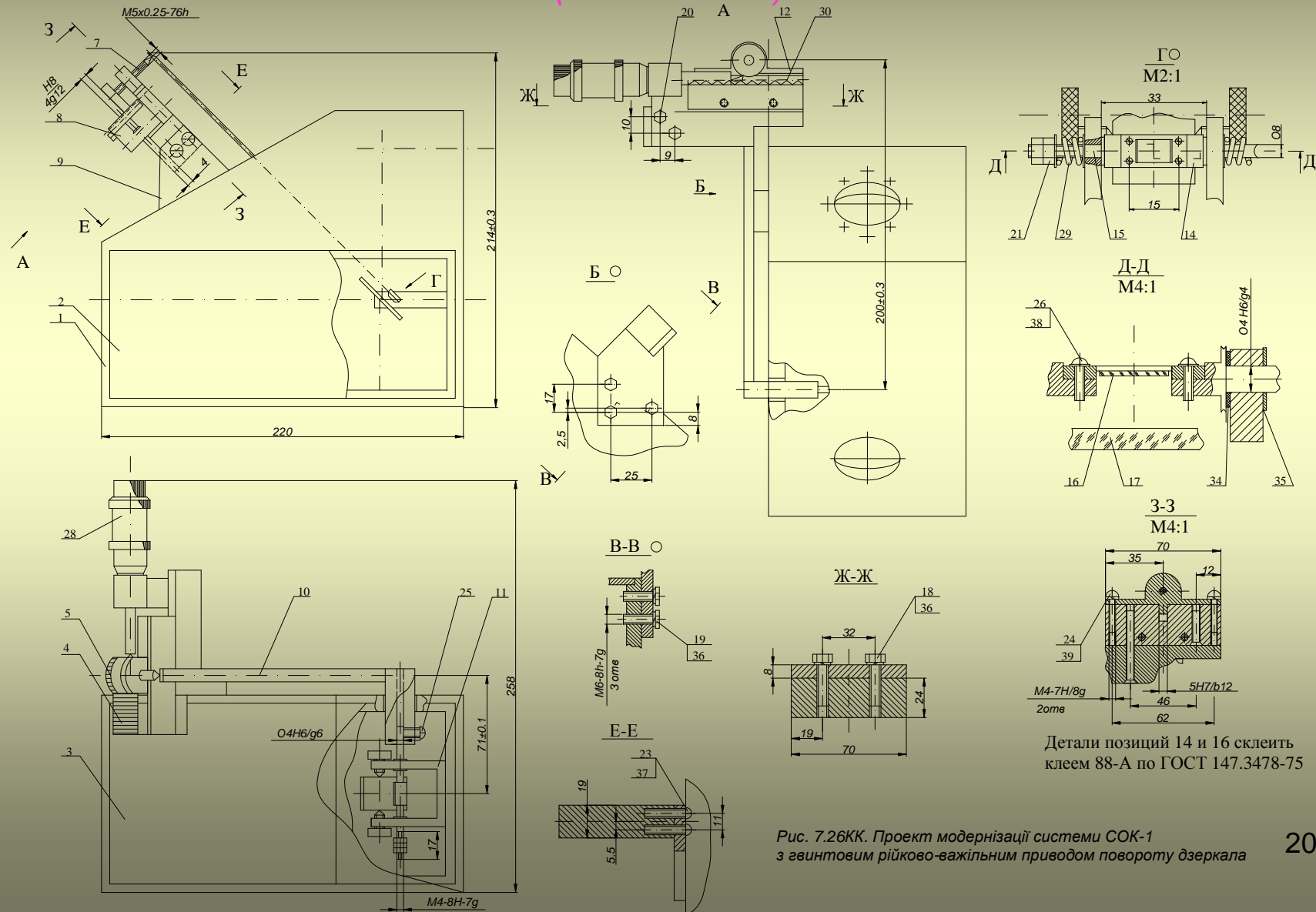


Рис. 7.26КК. Проект модернізації системи СОК-1 з гвинтовим рійково-важільним приводом повороту дзеркала

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною оцінкою результату методом подвійного зображення (подовження)

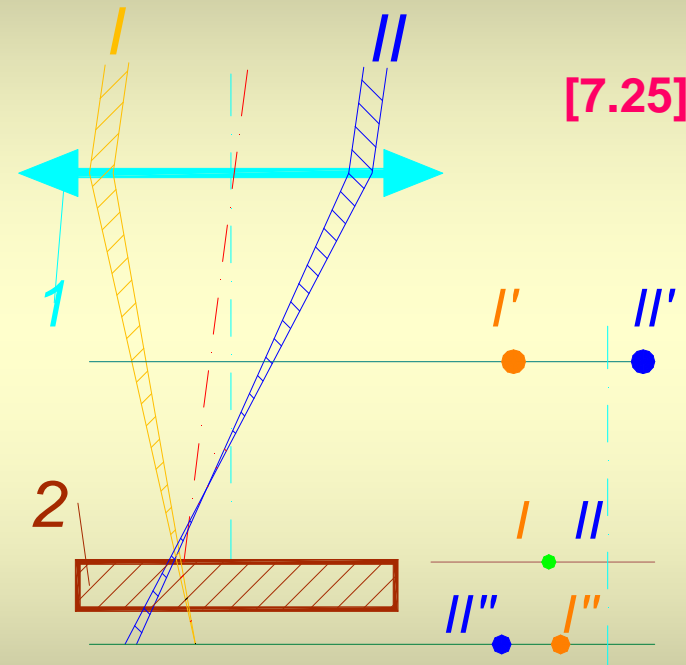
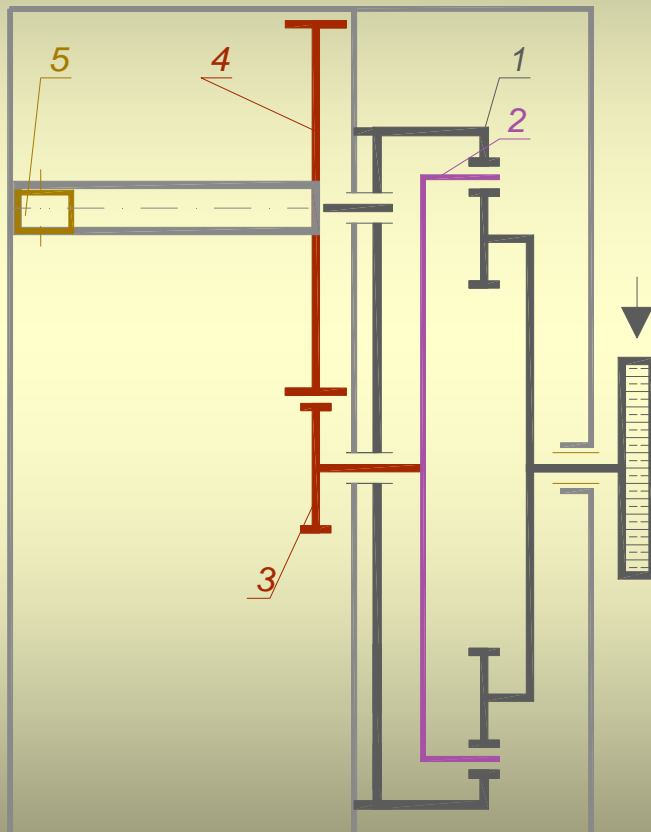


Рис. 7.28(9.11). Метод подвійного зображення у різнокольорових промінях

Рис. 7.27. Схема приврду нахилу додаткового дзеркала з хвильовим редуктором

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною оцінкою результату методом подвійного зображення (подовження)

а). Розрахункова точність позиціювання візуальними методами

- При візуальному нагляді
через мікроскоп та
налагодженні
за різкістю зображення
поверхні розрахункова
похибка розташування $6S_H$
відповідає глибині зображення
у просторі системи:
“ОКО – ОКУЛЯР – ОБ’ЄКТИВ”:

$$T = \frac{250\epsilon}{A\Gamma} + \frac{250}{\Gamma^{*2}} + \frac{\lambda}{2A^2} = \frac{250 \times 0,0003}{0,51 \times 100} + \frac{250}{16^2} + \frac{0,0006328}{2 \times 0,51^2} = 0,97656 \text{ мм},$$

- При візуальному нагляді
через мікроскоп та
налагодженні
за методом подвійного
зображення
похибка взаємного
розташування освітлених
дільниць в межах $20\%d_0$
дає розрахункову похибку
позиціювання $6S_H$
($F=20\text{мм}$ та $\Theta=1\text{мрад}$ і
 $b=15\text{мм}$):

$$\Delta(\Delta F) = \frac{(0,2F\theta)F}{b} \approx 0,005 \text{ мм}$$

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною оцінкою результату методом подвійного зображення б). Експериментальні дослідження точності позиціювання візуальних методів

Завдання досліджень:

- визначити точність позиціювання заготовки відносно об'єктиву;
- оцінити продуктивність переходу позиціювання заготовки візуальними методами.

Об'єкт досліджень:

- процедура налагодження взаємного положення заготовки та об'єктиву у факторному просторі, визначеному наступними факторами: *шорсткість поверхні заготовки R_z , відносно якої виконується налагодження; кут нахилу поверхні заготовки β ; фокусна відстань F об'єктиву; збільшення окуляра Γ наглядової системи.*
- межі факторного простору (квазі- D оптимальний план Бокса на сфері) [7.26]:

Фактори, які керуються розмірність	Кодові значення	$F(x_1)$ мм	$\Gamma^*(x_2)$ раз	$R_z(x_3)$ мкм	$\beta(x_4)$ град.
Інтервал варіювання	$\Delta x_i = I$	25	4	2,5	15
Основний рівень	0	75	12	5,0	30
Верхній рівень	+1	100	16	7,5	45
Нижній рівень	-1	50	8,3	2,5	15
Зіркове плече	+2	125	20	10,0	60
Зіркове плече	-2	25	10	0,8	0

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною оцінкою результату методом подвійного зображення

б). Експериментальні дослідження точності позиціювання візуальних методів (подовження)

Критерії злагоди результатів експерименту

Критерії злагоди	Показники процесу налагодження			
	за методом 3а		за методом 4	
	S_{n1}	t_{n1}	S_{n2}	t_{n2}
W_{umin}	0,772	0,963	0,793	0,888
$W_{утабл}$	0,767	0,829	0,767	0,829
G_p - Кохрена	0,134	0,060	0,231	0,1-3
$G_{ртабл}$ - Кохрена	0,233	0,118	0,233	0,118
F_p	1,514	0,45	0,24	0,162
$F_{ртабл}$	1,80	1,72	1,77	1,60

Коефіцієнти регресії моделей точності та продуктивності

Показники	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_{11}	b_{22}	b_{22}	b_{13}	b_{14}	b_{24}
S_{n1}	145	35	-22	17	13	25	25	-	-	-	15
t_{n1}	10,0	-5,0	4,5	-1,0	-2,2	0,8	0,7	-2,5	0,8	1,3	-1,1
S_{n2}	85	25	-20	-	-	15	-	-	-	-	-
t_{n2}	10,4	0,8	-4,0	-	2,8	-	0,6	-	-	-	-1,4

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.5. Пристрої для позиціювання заготовки відносно ОПС ЛТУ з візуальною оцінкою результату методом подвійного зображення
б). Експериментальні дослідження точності позиціювання візуальних методів

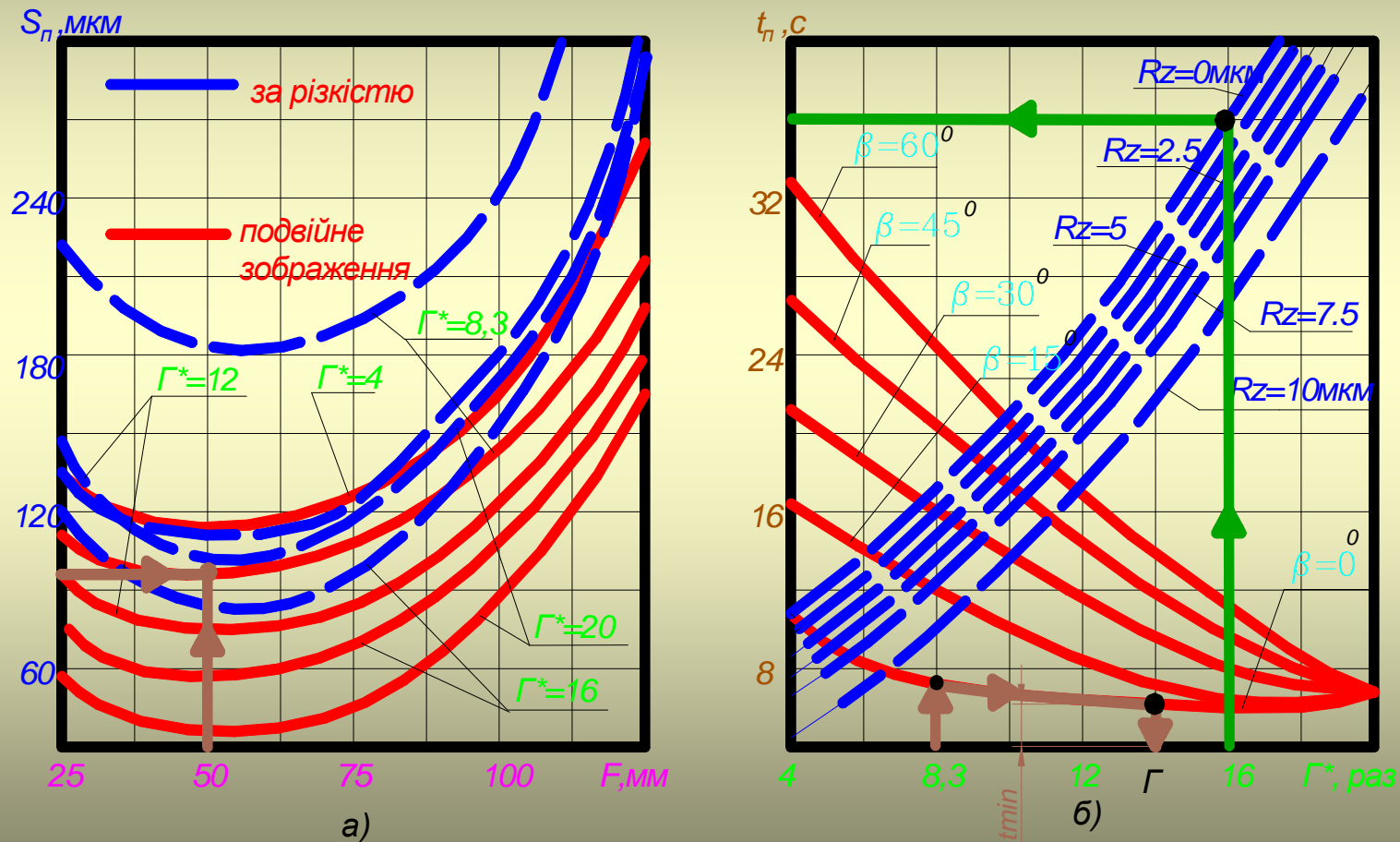


Рис. 7.29. Експериментальні залежності точності налагодження за методом оцінки різкості та подвійного зображення

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.6. Автоматизація процесу налагодження відносного положення пучка випромінювання та заготовки

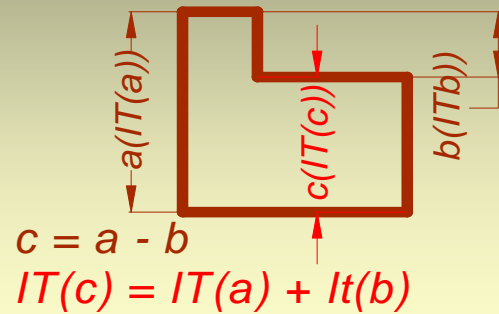


Рис.7.30. Схема формування похибки позиціонування заготовки при неспівпадінні технологічних баз: установочної (А) та вимірної (В)

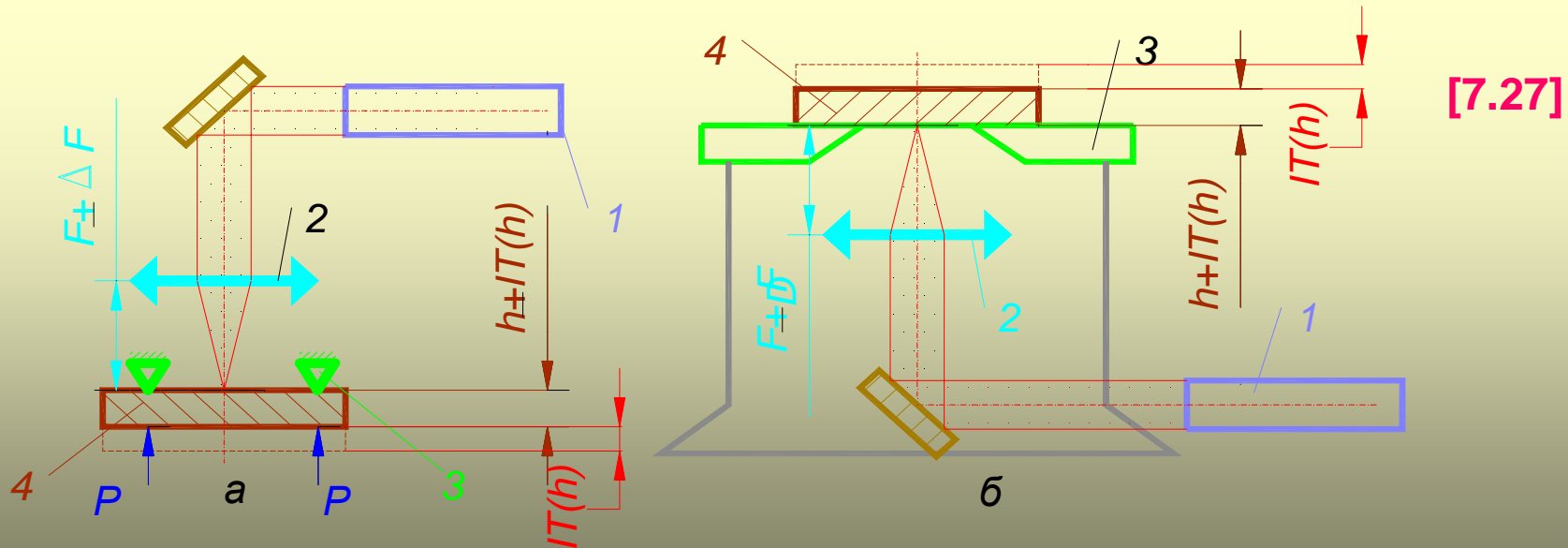


Рис. 7.31(10.1). Схеми базування заготовки для виключення впливу нестабільності її товщини на умови опромінення

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.6. Автоматизація процесу налагодження відносного положення пучка випромінювання та заготовки (подовження)

[7.28]

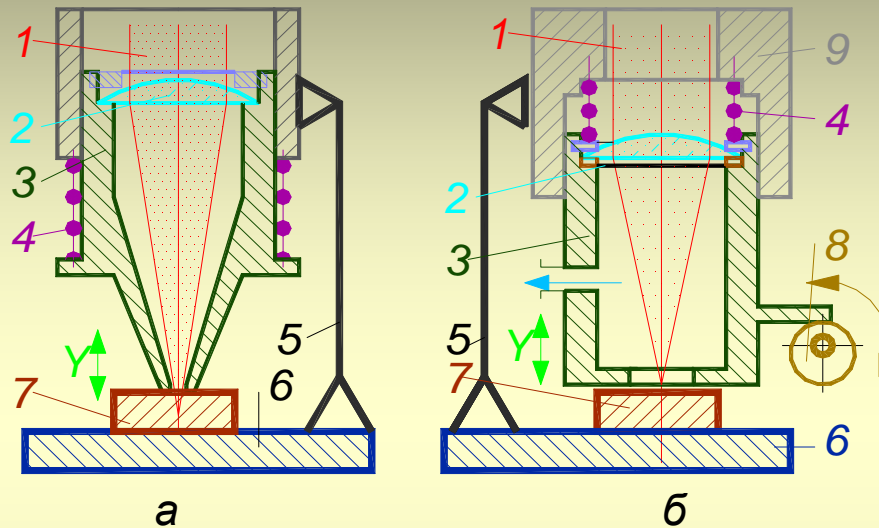


Рис.7.32(10.2). Приклади реалізації схеми позиціювання за рис.7.48

[7.29]

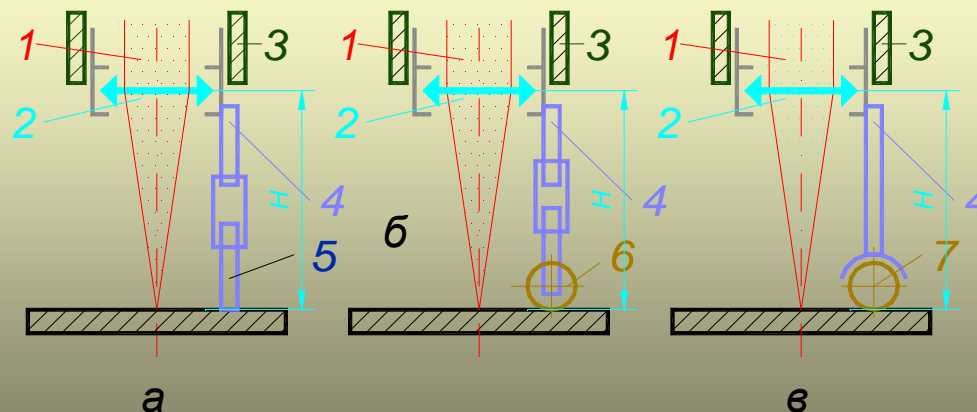


Рис. 7.33(10.3). Приклади реалізації схеми позиціювання за рис.7.48 для обробки нерухомої заготовки (а) та контурної обробки (б, в)

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.6. Автоматизація процесу налагодження відносного положення пучка випромінювання та заготовки (подовження)

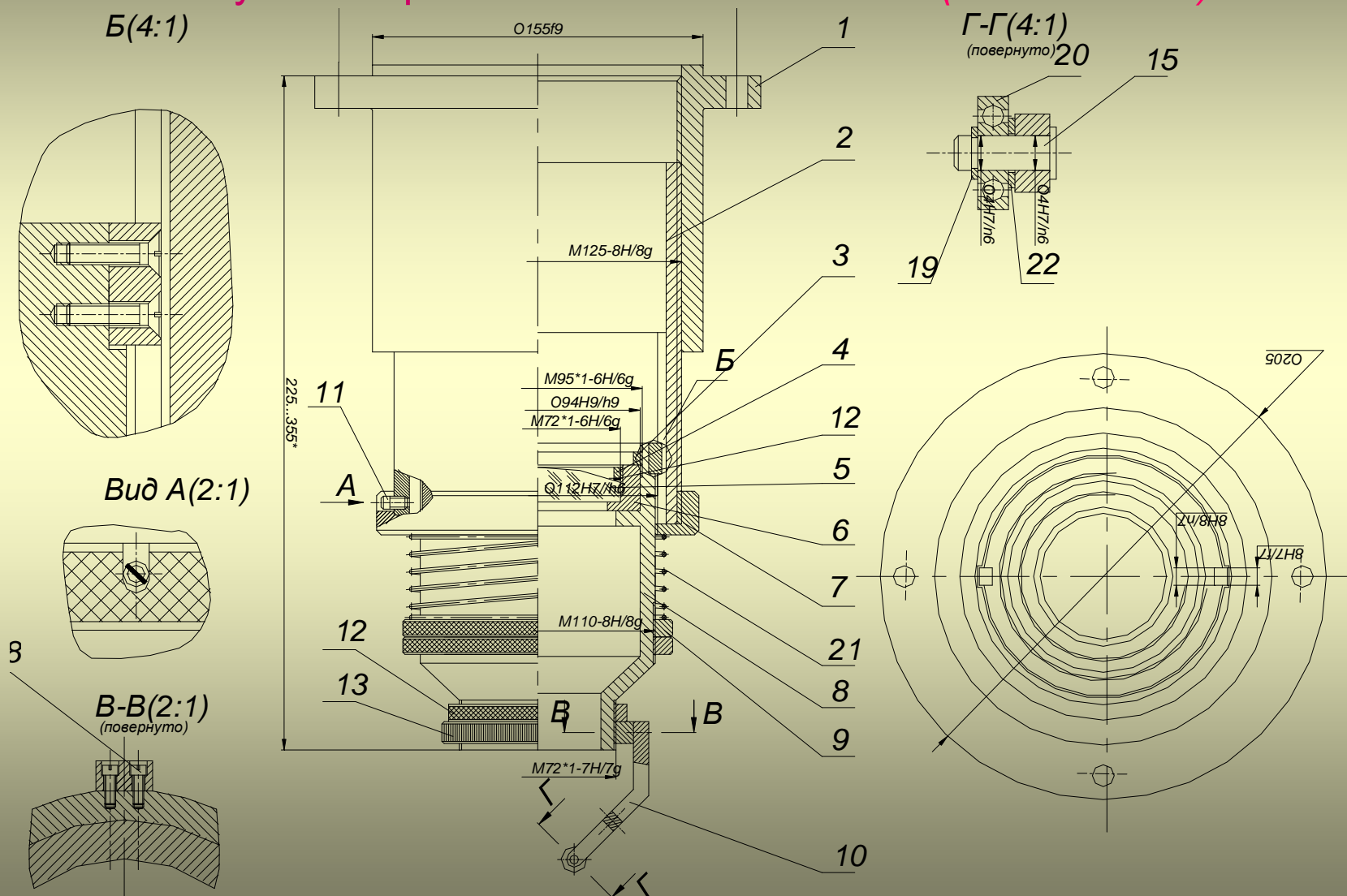


Рис. 7.33К. Система з фокусуною лінзою та опорним роликком

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.6. Автоматизація процесу налагодження відносного положення пучка випромінювання та заготовки (подовження)

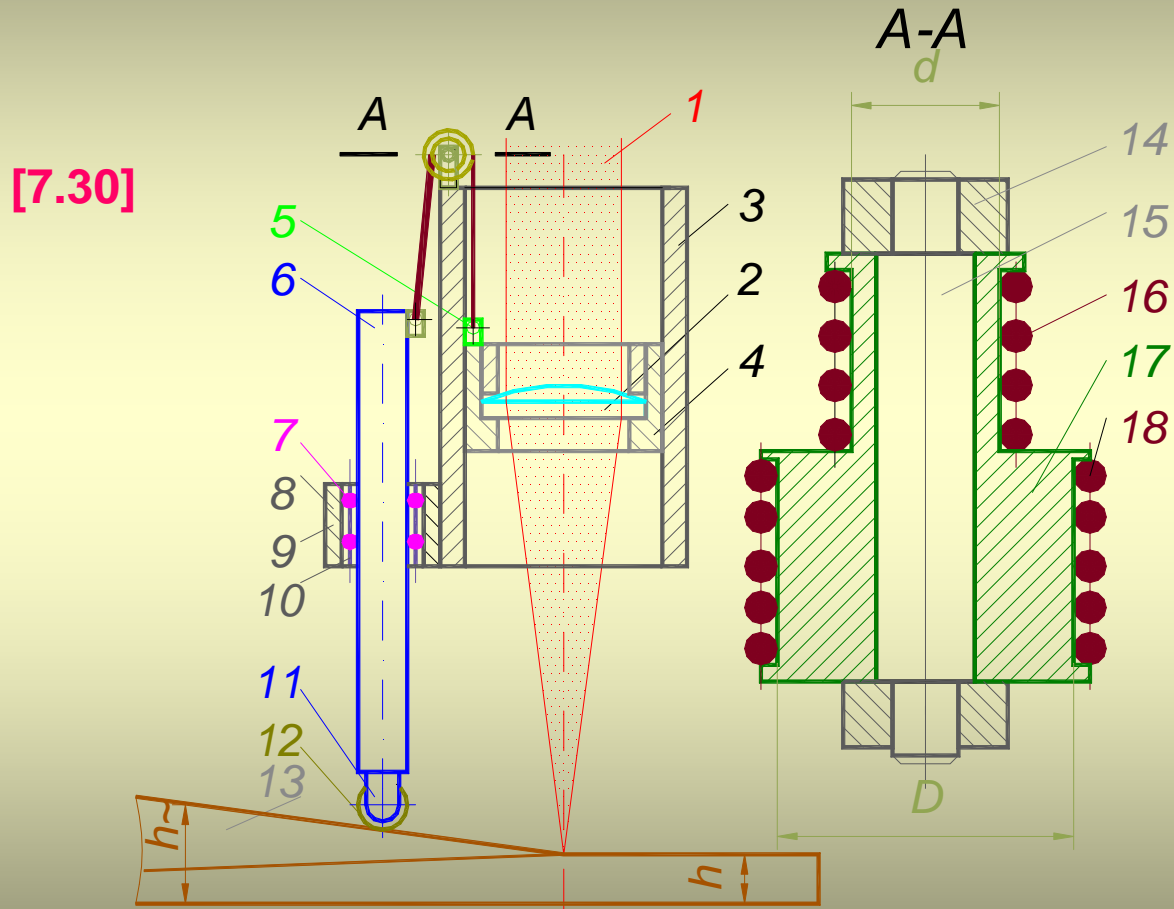


Рис.7.34. Схема ОПС з пристроєм для керуемого змінення умов опромінення протягом операції контурної обробки 29

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.6. Автоматизація процесу налагодження відносного положення пучка випромінювання та заготовки (подовження)

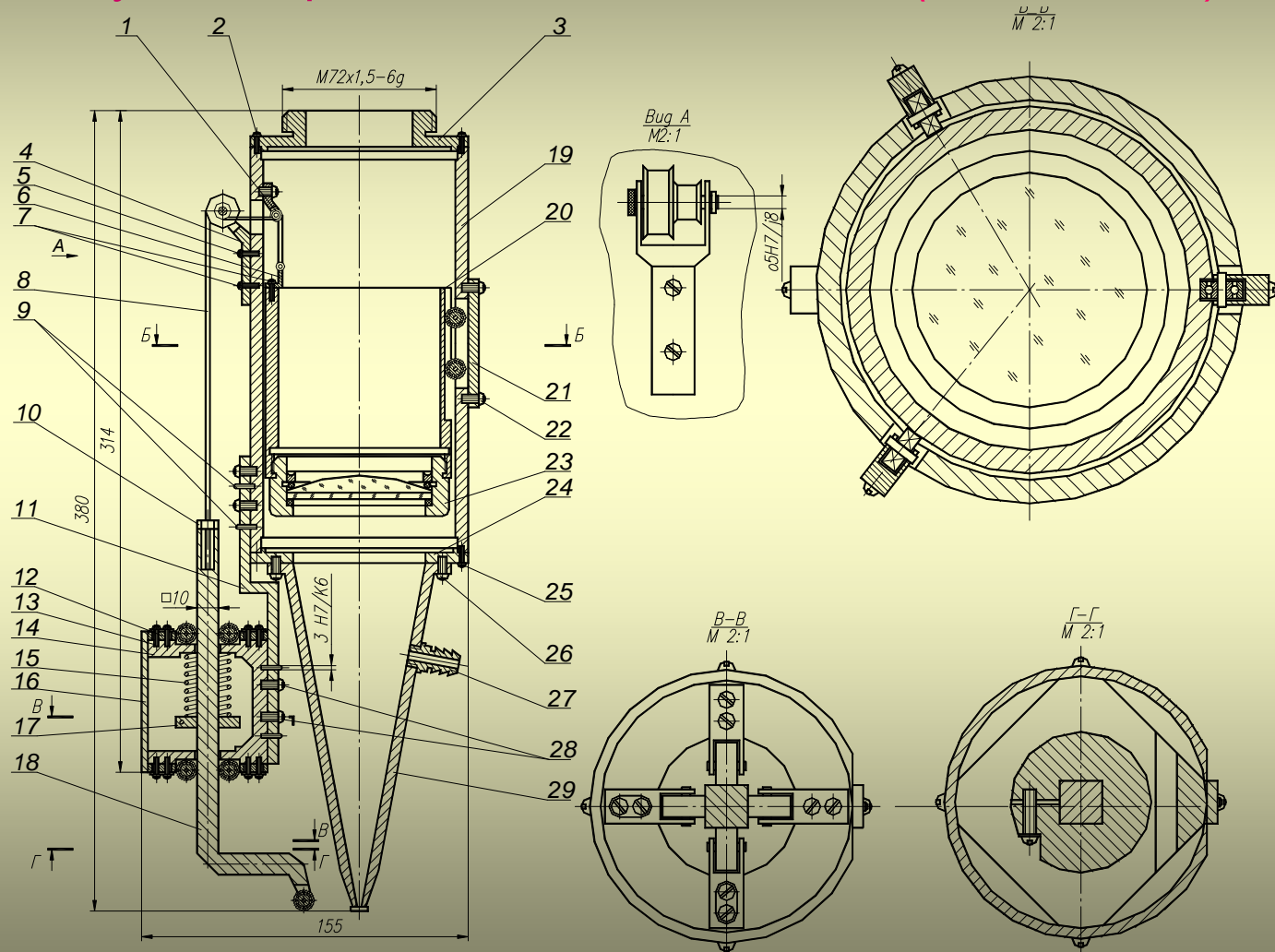


Рис. 7.34К. Фокусуюча система із змінним пристроєм для позиціювання відносно заготовки

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.6. Автоматизація процесу налагодження відносного положення пучка випромінювання та заготовки (подовження)

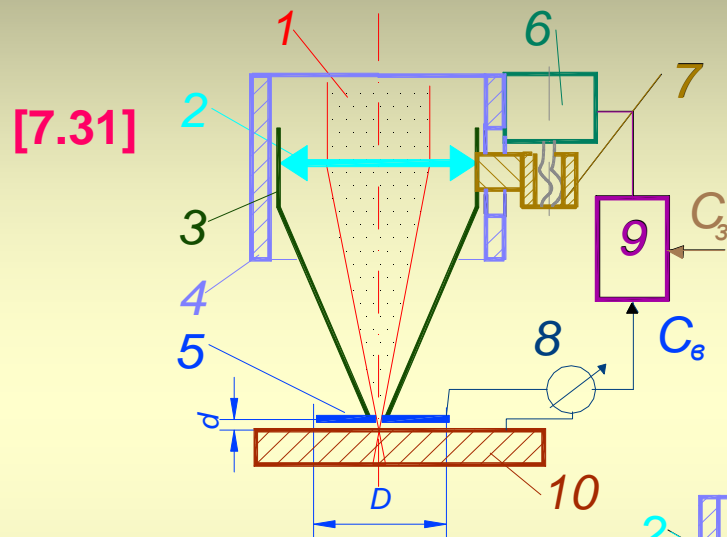


Рис. 7.35(10.4). Схема пристрою з автопозиціонуванням на базі ємкісного датчика

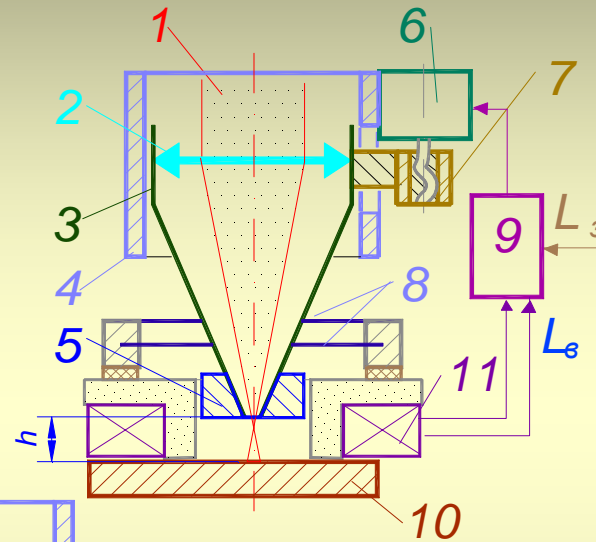


Рис. 7.36(10.5). Схема пристрою з автопозиціонуванням на базі індуктивного датчика

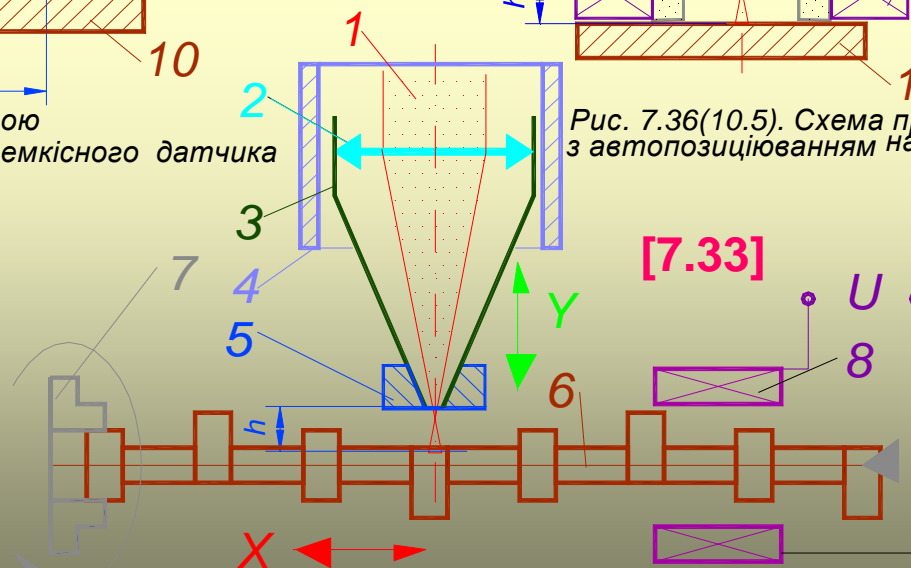


Рис. 7.37(10.6). Схема пристрою з автопозиціонуванням на базі магнітного датчика

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.6. Автоматизація процесу налагодження відносного положення пучка випромінювання та заготовки (подовження)

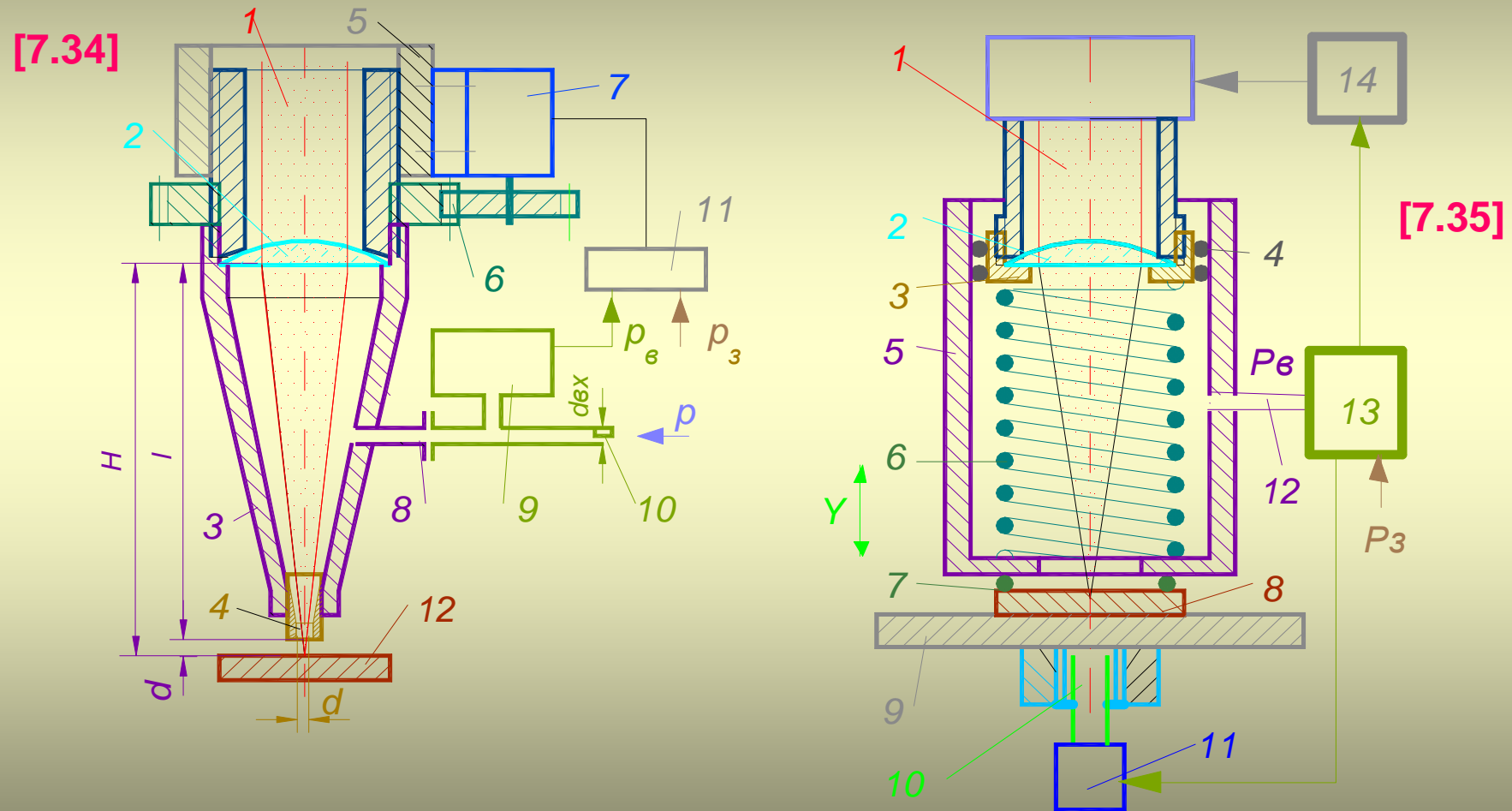


Рис. 7.38(10.7,8). схеми пристроїв автоматичного позиціювання на базі пневматичних датчиків

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.7. Пристрої для захисту поверхні оптичних елементів від продуктів лазерної ерозії

Аналіз прозорості оптичного тракту ОПС

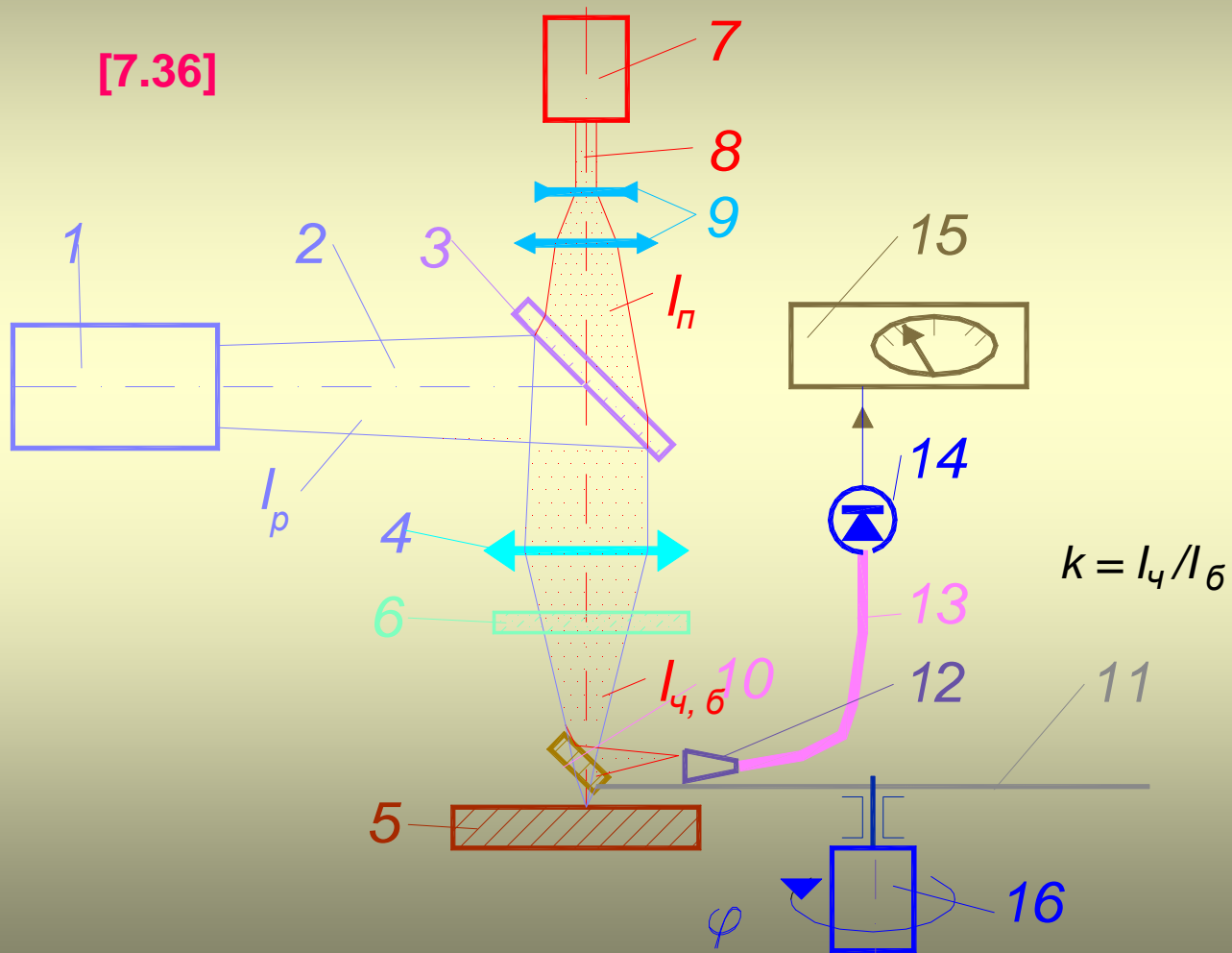


Рис. 7.39(10.12). Пристрій для періодичного оцінювання ступеню прозорості робочої лінзи 4³³

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.7. Пристрої для захисту поверхні оптичних елементів від продуктів лазерної ерозії (подовження)

7.7.1. Засоби організаційних методів захисту оптичних елементів ОПС

[7.37]

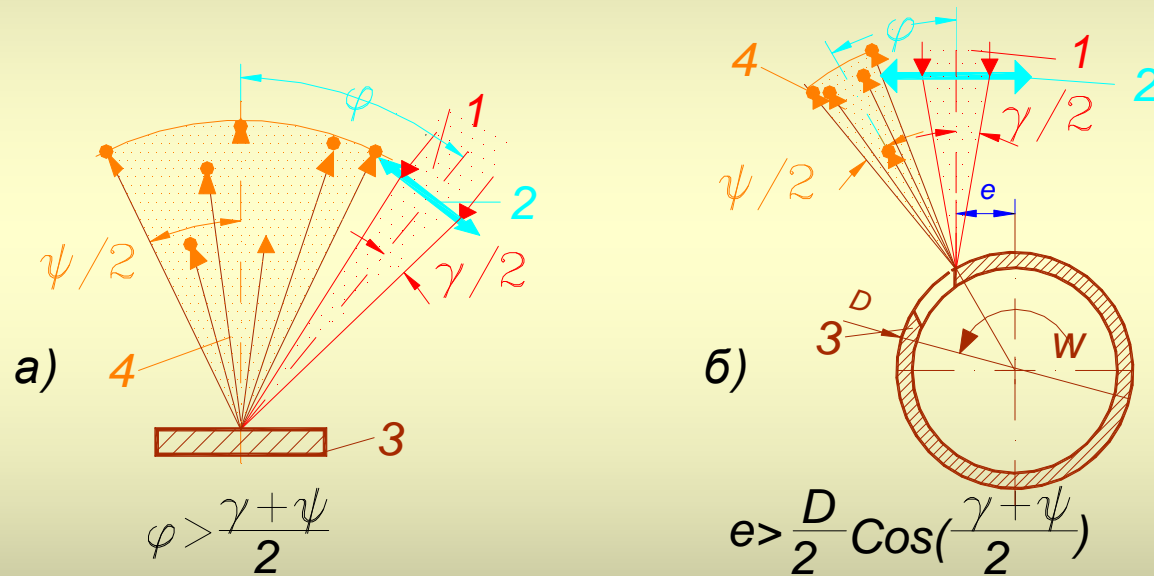


Рис. 7.40(11.1). Схема опромінення з відводом ерозійного факелу з осі променя

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.7. Пристрої для захисту поверхні оптичних елементів від продуктів лазерної ерозії (подовження)

7.7.2. Пристрої для захисту елементів ОПС прозорими перешкодами

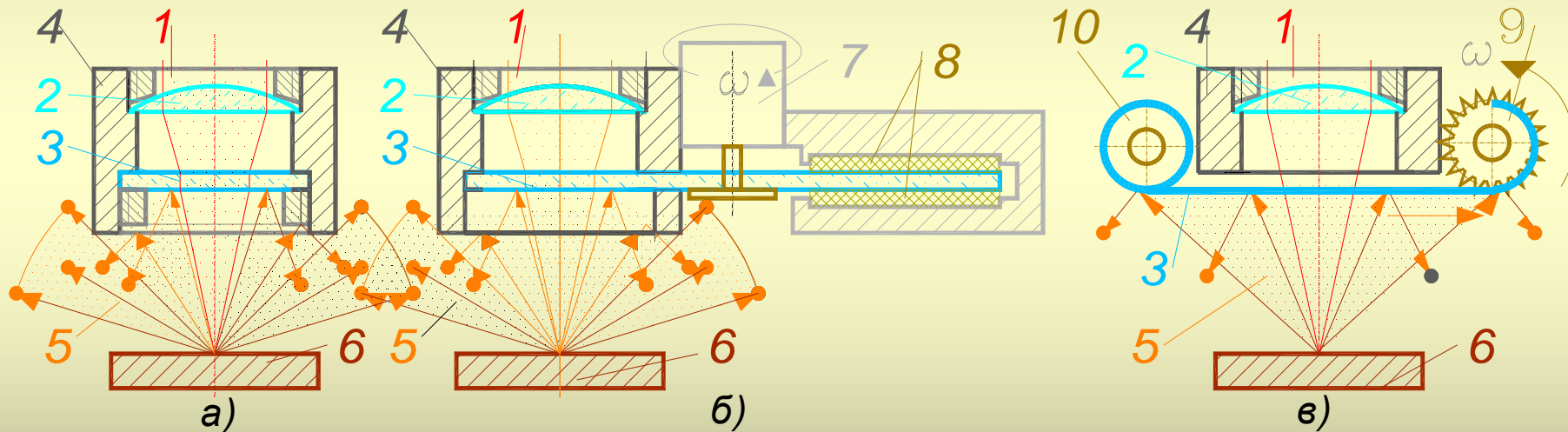


Рис. 41(11.2). Захист оптичних елементів перешкодою із прозорих матеріалів

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.7. Пристрої для захисту поверхні оптичних елементів від продуктів лазерної ерозії (подовження)

7.7.2. Пристрої для захисту елементів ОПС прозорими перешкодами

[7.38]

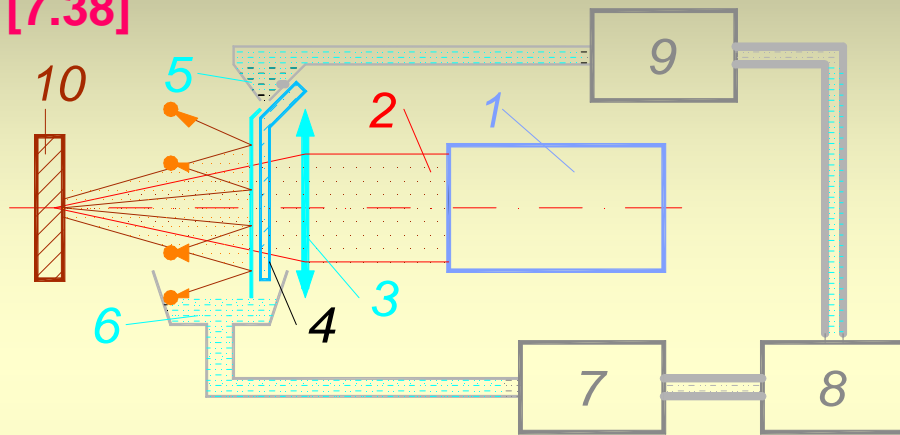


Рис. 7.42(11.3). Захист лінзи склом із шаром рідини

[7.39] – [7.41]

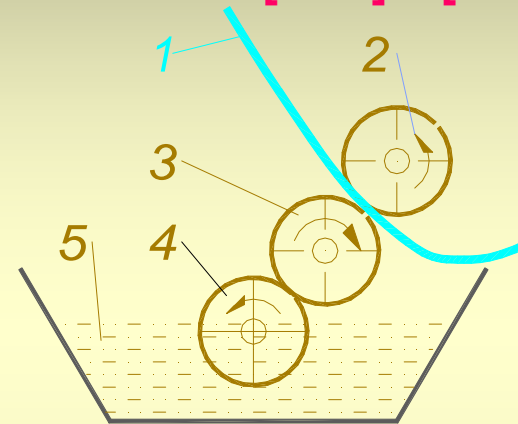


Рис. 7.43(11.4). Засіб нанесення клею на захисну плівку

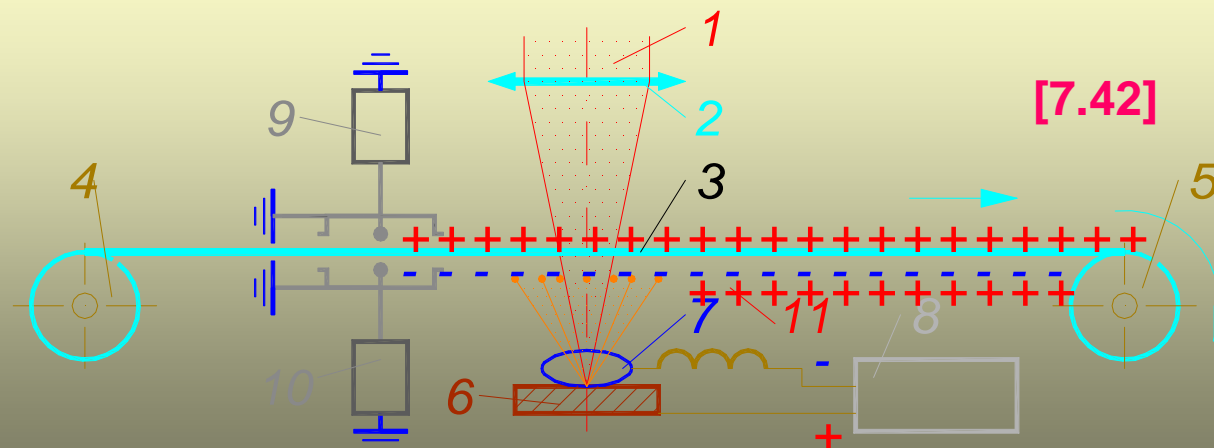


Рис. 7.44(11.5). Засіб утілізації складових ерозійного факелу

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.7. Пристрої для захисту поверхні оптичних елементів від продуктів лазерної ерозії (подовження)

7.7.2. Пристрої для захисту ОПС з оптичними елементами із ІЧ матеріалів

[7.43]

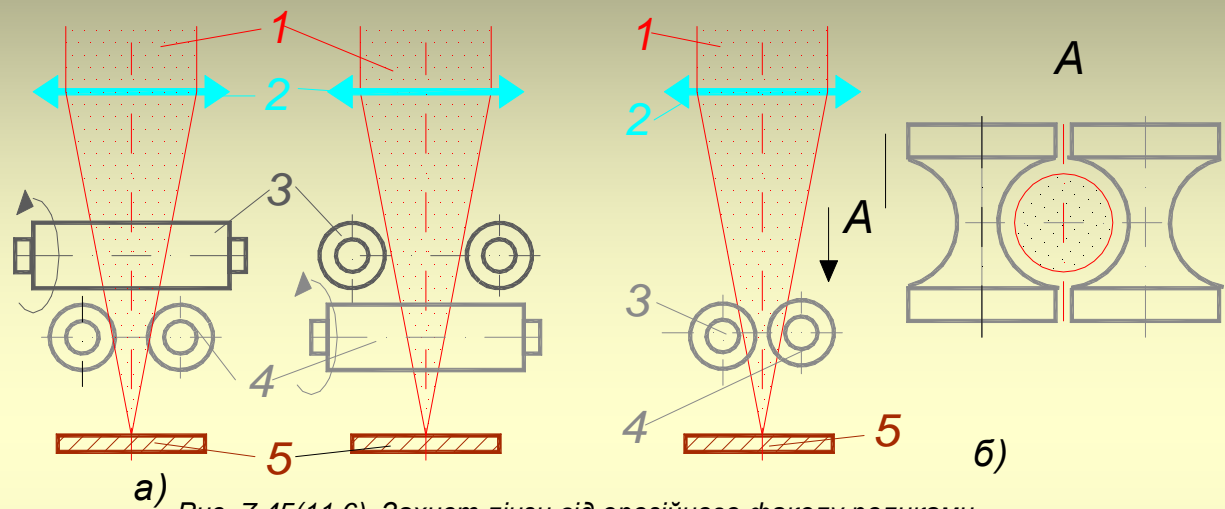
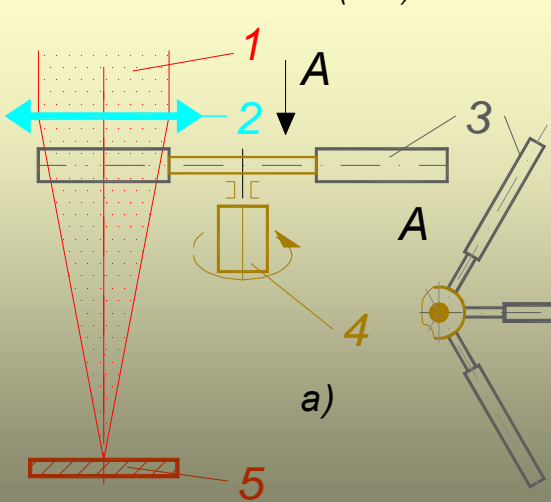


Рис. 7.45(11.6). Захист лінзи від ерозійного факелу роликами

[7.44]



[7.45]

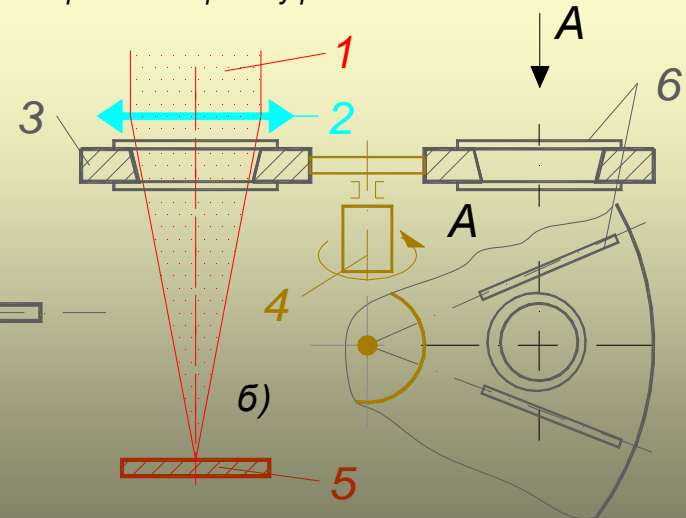


Рис. 7.46(11.7). Захист лінзи від ерозійного факелу комбінованою дією повітряної та механічної заслінок

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.7. Пристрої для захисту поверхні оптичних елементів від продуктів лазерної ерозії (подовження)

7.7.3. Засоби захисту лазерної оптики енергією газових струменів

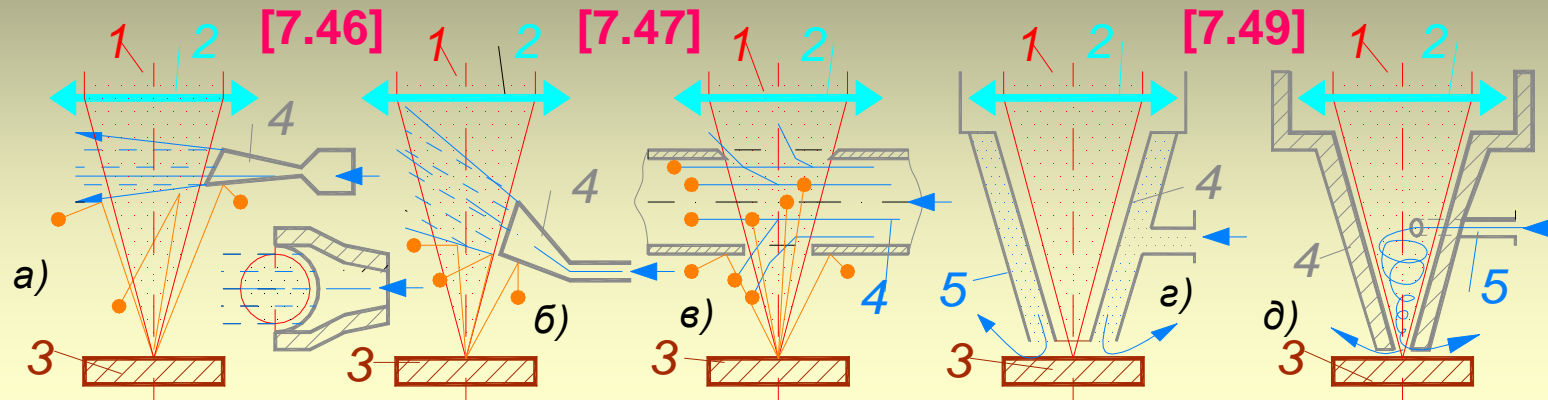


Рис. 7.47(11.8_10). Захист поверхні лінзи повітряною заслінкою

[7.48]

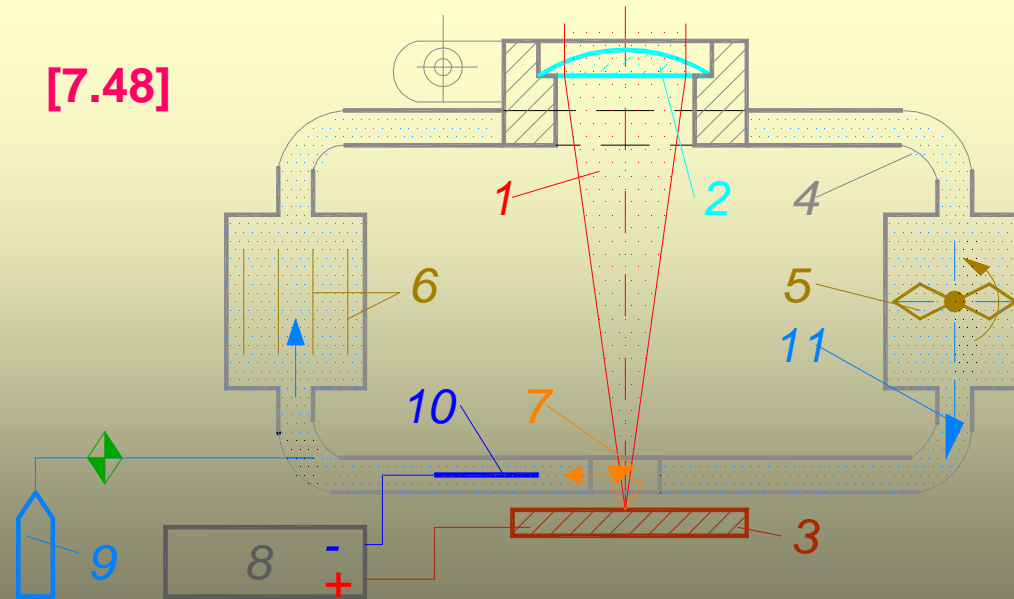


Рис. 7.48(11.11). Захист від шкідливих продуктів лазерної ерозії та їх утилізація

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

7.7. Пристрої для захисту поверхні оптичних елементів від продуктів лазерної ерозії (подовження)

7.7.3. Електрофізичні та комбіновані засоби захисту лазерної оптики

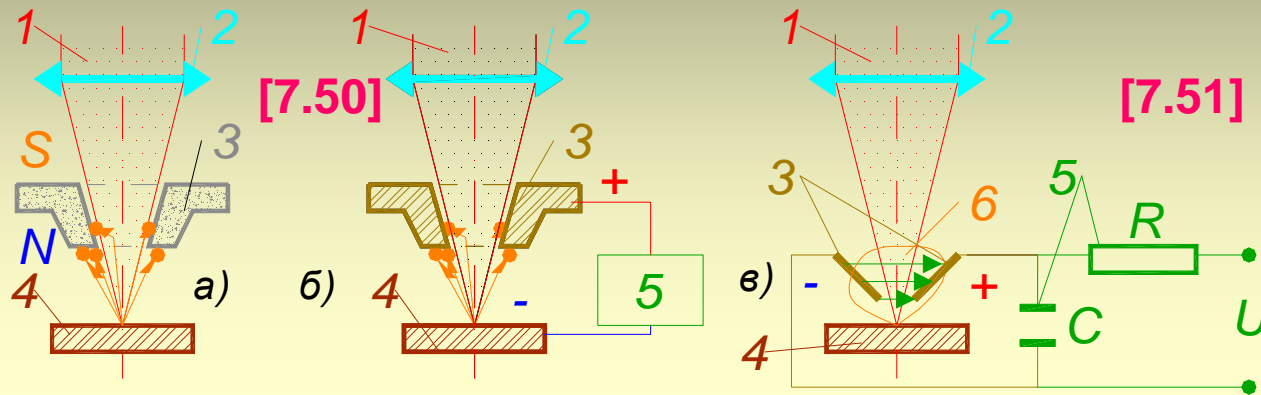


Рис.7.49(11.12,13). Захист оптичних елементів силами полів (магнитного, електромагнитного та електричним розрядом)

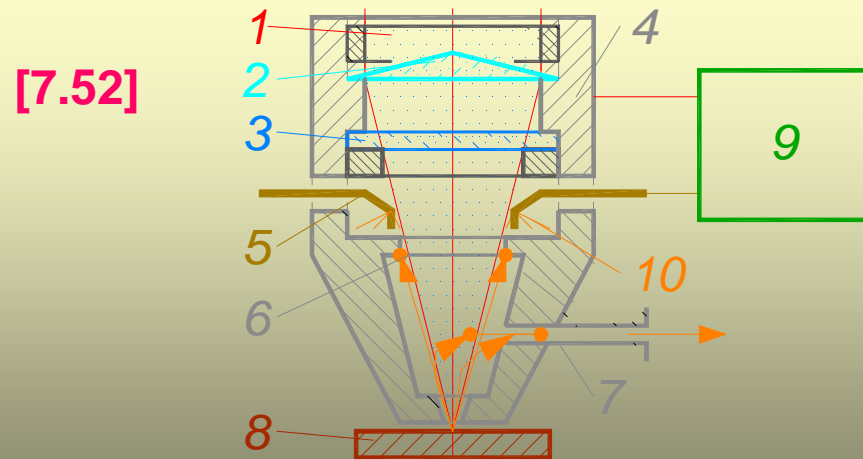


Рис. 7.50(11.14). Комбінований захист поверхні лінзи від ерозійного факелу

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

Контрольні запитання та завдання

1. На яких датчиках можливо створення безконтактних систем автоматизованого позиціювання заготовок у пучку випромінювання?
2. Які фізичні принципи використані в електрофізичних і комбінованих засобах захисту лазерної оптики?
3. Навести схеми захист лазерної оптики газовими струменями.
4. Виконати систематизацію та класифікацію прийомів позиціювання заготовки в каустиці пучка випромінювання.
5. Навести схему ОННС в ЛТУ для двосторонньої обробки пучком лазерного випромінювання.
6. Дати оцінку системам автоматизованого позиціювання заготовки у каустиці пучка випромінювання з жорсткими та податливими упорами.
7. Оптимізувати за складом системи настроювання ОПС при використанні різноманітних за довжиною хвилі робочого і додаткового лазерів.
8. Навести схему пристрою для настроювання положення заготовки відносно оптично непрозорих фокусуючих елементів ОПС ЛТУ.
9. Навіщо необхідно застосування пристроїв для захисту лазерної оптики? Який вплив має періодичне забруднення оптичних елементів ЛТУ?-
10. Яким чином діють пристрої для механічного захисту лазерної оптики?
11. Які пристрої для настроювання елементів дзеркальної оптики ЛТУ вам відомі?
12. Як реалізується в пристроях для настроювання оптичних систем метод подвійного зображення? В чому переваги цього методу в порівнянні з іншими візуальними методами налагодження? Дати кількісну оцінку точності порівнювальних методів налагодження.

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

Контрольні запитання та завдання (подовження)

13. Як і для чого використовується в пристроях для настроювання ОПС з додаткове підсвічування?
14. Навести схеми пристроїв для настроювання оптичної системи ЛТУ за результатами аналізу пучка випромінювання. Які вади має цей спосіб?
15. Для чого застосовуються методи і засоби захисту поверхонь оптичних елементів ОПС від продуктів лазерної ерозії: механічні, струмінню газу, полями?.
16. Навести схеми організаційних шляхів захисту оптичних елементів від продуктів лазерної ерозії. Розрахувати умови опромінювання для цих засобів захисту.
17. Які чотири принципових методи налагодження відносного положення пучка випромінювання та поверхні заготовки використовуються на практиці?
18. Яку мету переслідує автоматизація процесу налагодження відносного положення пучка випромінювання та заготовки? Які чутливі датчики та системи використовуються в них? Які причини похибки положення заготовки у каустиці променя за аналоговим методом налагодження?
19. Навести схеми вимірювання характеристик каустики пучка випромінювання після ОПС, які використовують для налагодження відносного положення пучка випромінювання та заготовки.
20. Які особливості застосування додаткового малопотужного випромінювання з довжиною хвилі видимого діапазону при налагодженні відносного положення пучка випромінювання та заготовки

Тема 7. Оптична налагоджувально-наблюдова система

Контрольні запитання та завдання (подовження)

21. Проаналізувати методи налагодження відносного положення пучка випромінювання та заготовки шляхом розмірного розташування оптичної системи відносно останньої. Як використовуються мікроскопи в методі подвійного зображення? Яке можливе подальше вдосконалення останнього методу?
22. Навести схеми організації операції з електрофізичними засобами захисту поверхні оптичних елементів від продуктів лазерної ерозії для металів, неметалів та немагнітних матеріалів.
23. Яка мета експериментальних досліджень різних методів позиціювання заготовки в каустиці пучка випромінювання (методу подвійного зображення та мікроскопного)?
24. Оцінити (приблизно) кількісний та якісний склад похибки діаметральних розмірів отворів після лазерної обробки, яку вносять помилки відносного позиціювання заготовки та ОПС.
25. Яким чином можна враховувати відмінність характеристик лінз із непрозорого матеріалу (Ge , $GaAs$) при використанні додаткового випромінювання в переході налагодження відносного положення ОПС і заготовки?
26. Дати оцінку методів керування показниками процедури позиціювання заготовки відносно ОПС за результатами експериментальних досліджень.
27. Навести схему та особливості конструкції пристрою для керованого змінення умов опромінення за простими законами.

Бібліографічний опис

- 7.1. Котляров В.П. Вопросы качества изготовления печатных форм методами лазерной технологии. // Технологія і техніка друкарства (ВПІ) НТУУ (КПІ). 2006.-№3. С.12-34
- 7.2. Пахомов И.Г., Цибуля А.Б. Расчет оптических систем лазерных приборов. - М: Радиосвязь, 1986.- 152 с.
- 7.3. Турыгин И. А. Прикладная оптика. - М: Машиностроение, 1965. - 305 с.
- 7.4. Заявка Японії №57-31510, В23К 26/02, оп. 05.07.1982р.
- 7.5. Патент 4.472.055 США, G01В 11/14, оп. 9.09.1984р.
- 7.6. Заявка Японії №60-166185, В23К 26/02, оп. 29.08.1985р.
- 7.7. Заявка Японії №59-87992, В23К 26/00, оп. 21.05.1984р.
- 7.8. Заявка Японії №61-9986, В23К 26/02, оп. 17.01.1986р.
- 7.9. Заявка Японії №61-115234, В23К 26/02, оп. 11.06.1986р.
- 7.10. Заявка Японії № 61-186186, В23К 28/02, оп. 19.08.1986р.
- 7.11. Заявка Японії № 59-147791, В23К 26/00, оп. 24.08.1984р.
- 7.12. Заявка Японії № 56-28630, В23К 26/04, оп. 1981р.
- 7.13. А. с. 224677 СРСР; МКІЗ В23К 26/00, оп. 1968р.
- 7.14. Заявка Японії №59-32184, Н01S 3/00, оп. 21.02.1984р.
- 7.15. Заявка Японії №61-238489, В23К 26/06, оп. 23.10.1986р.
- 7.16. Заявка Японії №59-61587, В23К 26/00, оп. 07.04.1984р.
- 7.17. Заявка Японії № 58-154479, В23К 26/0, оп. 13.07.1983р.
- 7.18. А.с. 1389141 СРСР, МКІЗ В23К 26/00. Спосіб юстировки лінз лазерних технологічних установок [Текст] / В.П. Котляров, А.Г. Бобилев (СРСР). - №4074991/25-27 ; заявл. 10.06.86 ; (без публ.)
- 7.19. А.с. 1455510 СРСР, МКІЗ В23К 26/00. Установка для лазерної обробки [Текст] / В.П. Котляров, М.І Анякін (СРСР). - №4263771/31 ; заявл. 14.056.87 ; (без публ.)
- 7.20. Заявка Японії № 56-49076, В23К 26/00, оп. 1981р.

Бібліографічний опис

- 7.21. Оптические приборы в машиностроении. Справочник / М.И. Апенко, И.П. Араев, В.А. Афанасьев и др. – М: Машиностроение, 1974.-238 с.
- 7.22. Заявка Японії № 56-119688, В23К 26/02, оп. 19.09.1981р.
- 7.23. Заявка Японії №58-154480, В23К 26/00, оп. 13.09.1983р.
- 7.24. А. с. 694330 СРСР, МКІЗ В23К 26/00. Пристрій для лазерної обробки [Текст] / В.П. Котляров, В.С. Коваленко (СРСР). - №2630221/25-27 ; заявл. 19.06.78; (без публ.)
- 7.25. Патент 73872 Україна, МКІЗ G02В 27/40. Спосіб візуального фокусування оптичних систем на об'єкт [Текст] / В.П.Котляров, О.М. Процак - № и 2012 03645 ; заявл. 26.03.2012 ; опубл.10.10.2012, бюл. №19. 3 с. : іл.
- 7.26. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. – М: Машиностроение, 1980. – 304с.
- 7.27. Патент 2001313 ФРН, В23К 27/00, оп. 22.08.1974р.
- 7.28. Заявка Японії № 54- 23160, В23К 26/00, оп. 11.08.1979р.
- 7.29. Патент 2492705Франції, В23К 26/06 оп. 1982р.
- 7.30. Позитивне рішення по заявці №4829301/10 (СРСР) Лазерна технологічна установка з автоматичним фокусуванням об'єктиву. В.П.Котляров, В.С.Коваленко (СРСР)
- 7.31. Заявка Японії № 59-189088, В23К 26/00, оп. 26.10.1984р.

Бібліографічний опис

- 7.32. Патент 3826634 ФРН, В23К 26/00, оп. 05.08.1988р.
- 7.33. Заявка Японії № 58-27922, С21D 1/09, оп. 18.02.1083р.
- 7.34. Заявка Японії № 59-4509, В23К 26/02, оп. 13.03.1984р.
- 7.35. А.с. 1202173 СРСР, МКІЗ В23К 26/00. Установка для лазерної обробки
[Текст] / В.П.Котляров. - №3752072/25-27 ; заявл. 13.6.1984р. (без
публ.)
- 7.36. Заявка Японії № 59-82184, В23К 26/00, оп. 12.05.1984р.
- 7.37. Заявка Японії № 58 – 119484, В23К 26/02, оп. 15.07.1983р.
- 7.38. Заявка Японії № 55-12351 В23К, 26/14, оп. 01.04.1980р.
- 7.39. Заявка Японії №59-178193, В23К 26/16, оп. 09.10.1984р.
- 7.40. Заявка Японії № 56-12231, В23К 26/16, оп.1981р.
- 7.41. Заявка Японії № 57-97888, В23К 26/16, оп.17.06.1982р.
- 7.42. Заявка Японії № 56-38314, В23D 26/16, оп. 1981р.
- 7.43. Патент 2214159 ФРН, В23R 15/00, оп. 13.03.1975р.
- 7.44. Патент 2431899 Франції, В23К 26/00, оп 22.2.1980р.
- 7.45. Заявка Японії №50-31314, В26Р 1/30, оп 09.10.1975р.)
- 7.46. Заявка Японії №55-12352, В23К 26/19, оп. 01.04.1980р.
- 7.47. Заявка Японії №51-3957, В26F 1/30, оп.06.02.1976р.
- 7.48. Патент 2450662 Франції, В23К 26/14, оп. 1980р.
- 7.49. Заявка Японії №49-22518, В26F 1/30, оп.08.06.1974р.
- 7.50. Заявка Японії №50-31316, В26F 1/30, оп. 09.10.1975р.
- 7.51. Обработка деталей лучом лазера / В.М. Суминов, Е.В. Промыслов,
А.К. Скворчевский, Б.Г. Кузин. - М.: Машиностроение, 1969. – 196с.
- 7.52. Заявка Японії №51-7358, В26F 1/30, оп. 06.03.1976р