

# Презентація 5\* *(подовження)*

## Лекція 9\_10

### Тема 6. Оптична перетворювальна система *(подовження)*

През. №5, сл.№1

#### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

През. №5\*, сл.№2

Контрольні запитання та завдання

През. №5\*, сл.№24

Бібліографічний опис

През. №5\*, сл.№27

# Тема 6. Оптична перетворювальна система

## 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

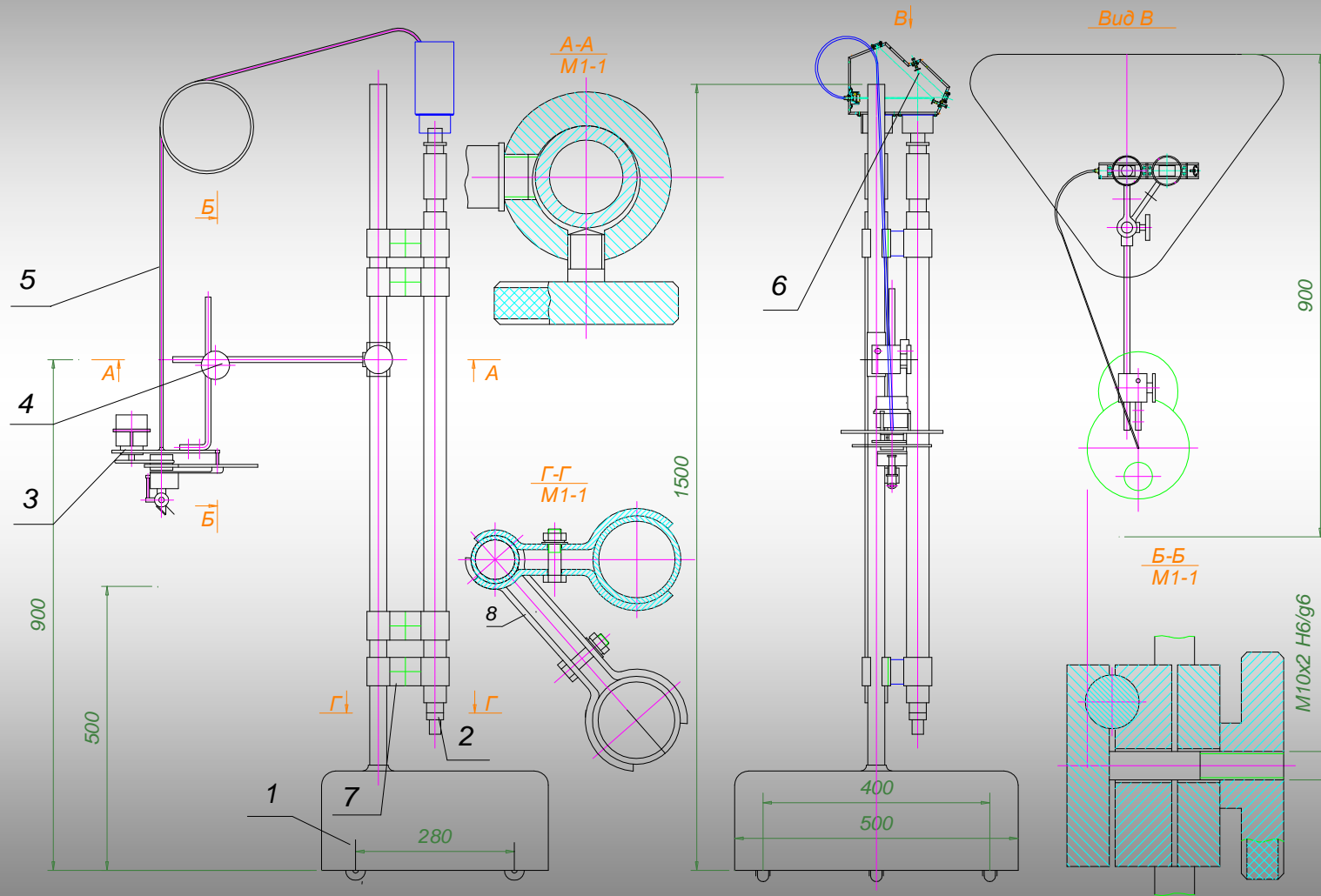


Рис.6.22. Конструкція ЛФТУ з двома лазерами ЛГ-211 та сканером 2

# Тема 6. Оптична перетворювальна система

## 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

Види сканування лазерним променем в фізіотерапевтичних установках:

1. Ручний обхід площі зони опромінення (рис.6.23).
2. Механізоване (без програмного забезпечення) покриття зони опромінення довільної форми за рахунок переміщення променя вздовж *спіралі Архімеда*:
  - з поступальним переміщенням рухливого дзеркала (рис.6.24а);
  - з поступальним та кутовим переміщення рухливого дзеркала (рис.6.24б);
  - з кутовим його коливанням (рис.6.24в).

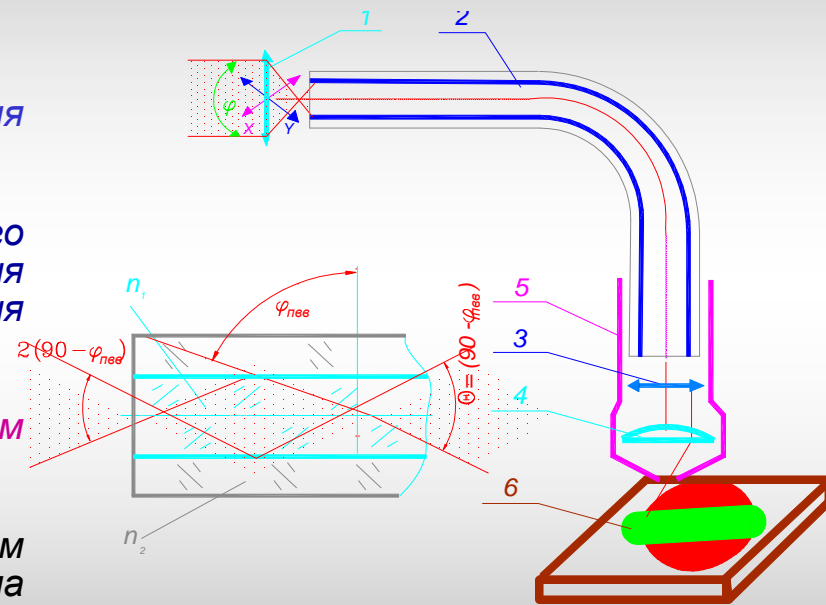


Рис.6.23. Схема ручного сканера на світловолоконі

# Тема 6. Оптична перетворювальна система

## 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

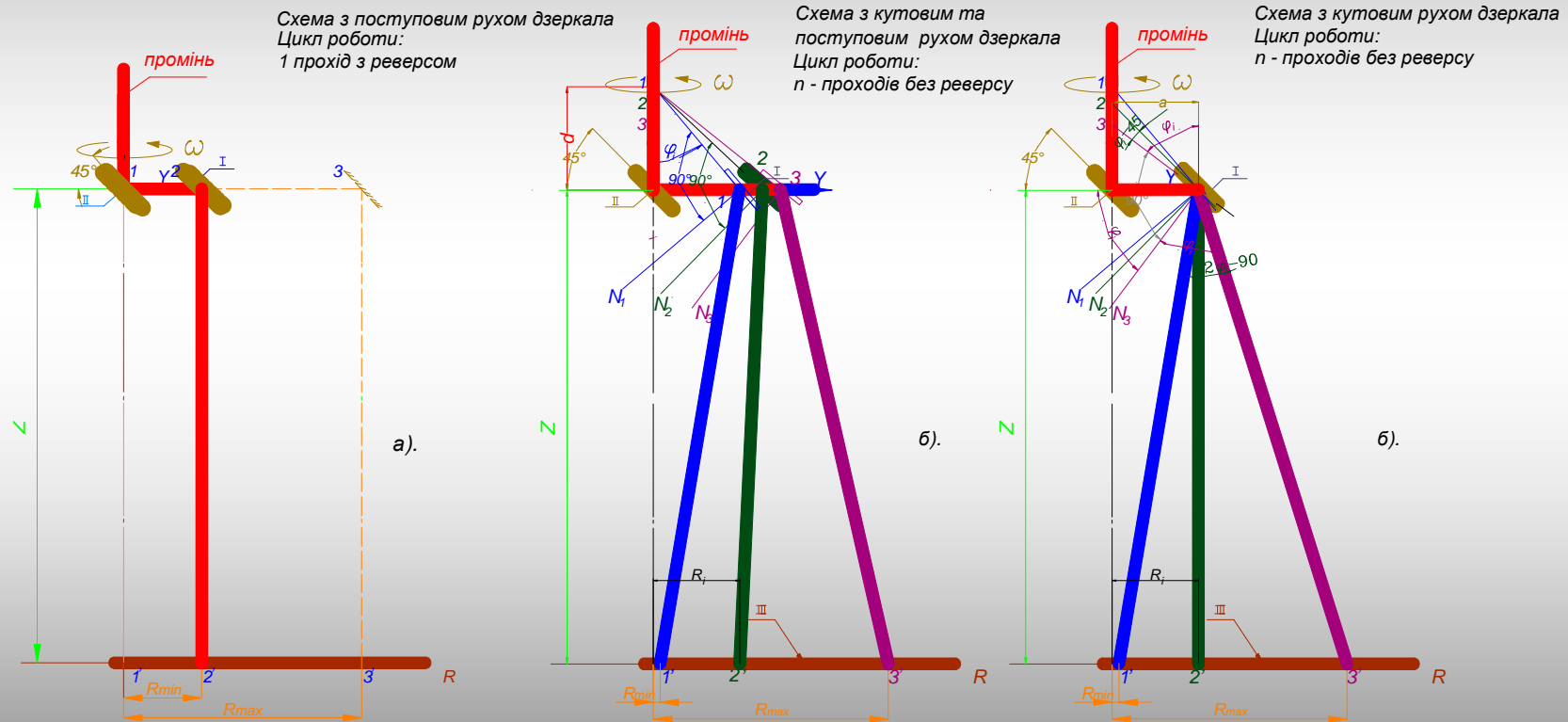


Рис.6.24. Схеми пристроїв для спірального сканування променя по поверхні проблемної зони пацієнта

## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### 6.3.1. Сканери з поступовим рухом дзеркала

[6.22]

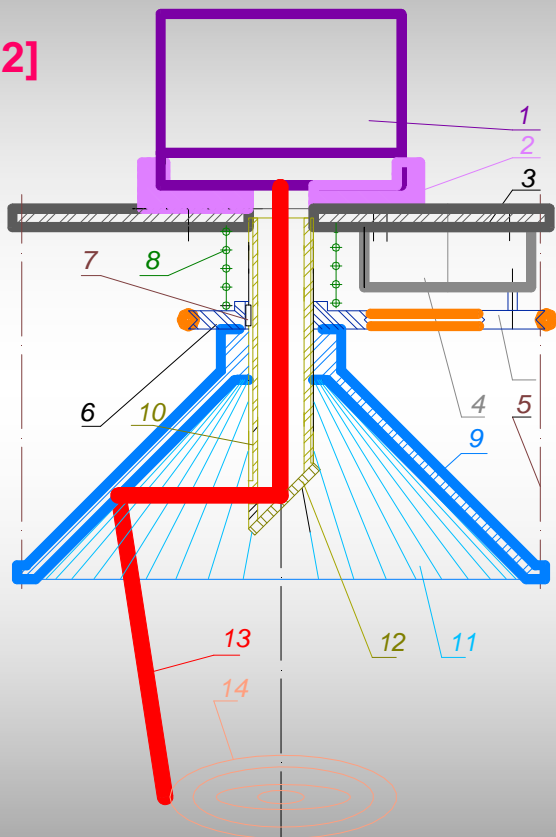


Рис.6.25. Схема сканера на конічному багатогранному дзеркалі

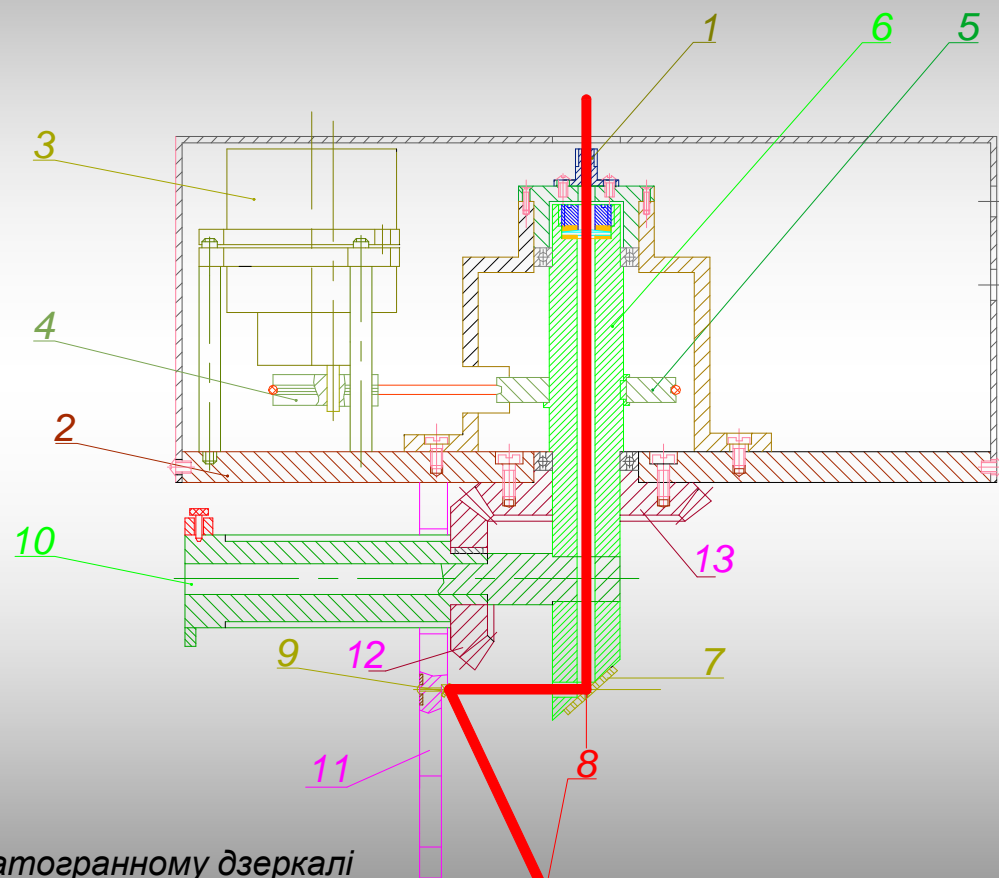


Рис. 6.26. Схема сканера з гвинтовим приводом переміщення скануючого дзеркала

# Тема 6. Оптична перетворювальна система

## 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

### 6.3.1. Сканери з поступовим рухом дзеркала (подовження)

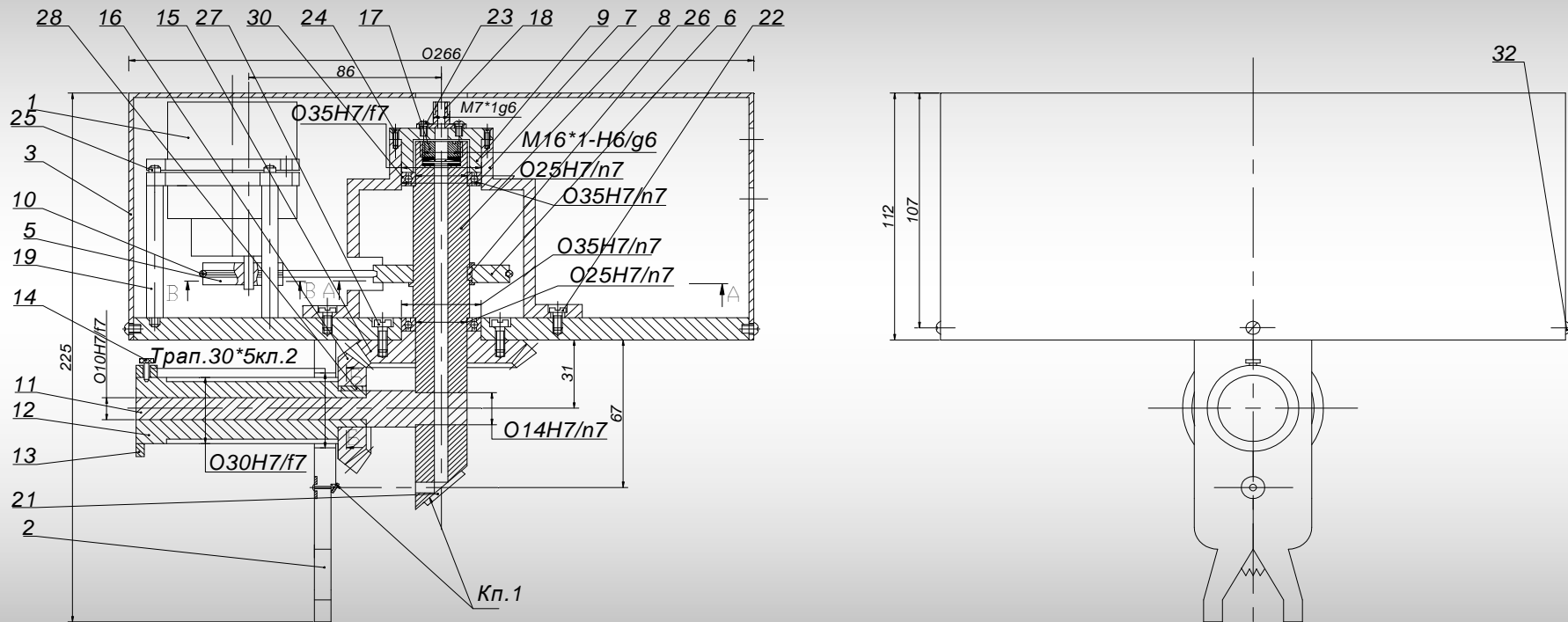


Рис.6.26К. Конструкція сканера з гвинтовим переміщенням дзеркала

## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### 6.3.1. Сканери з поступовим рухом дзеркала (подовження)

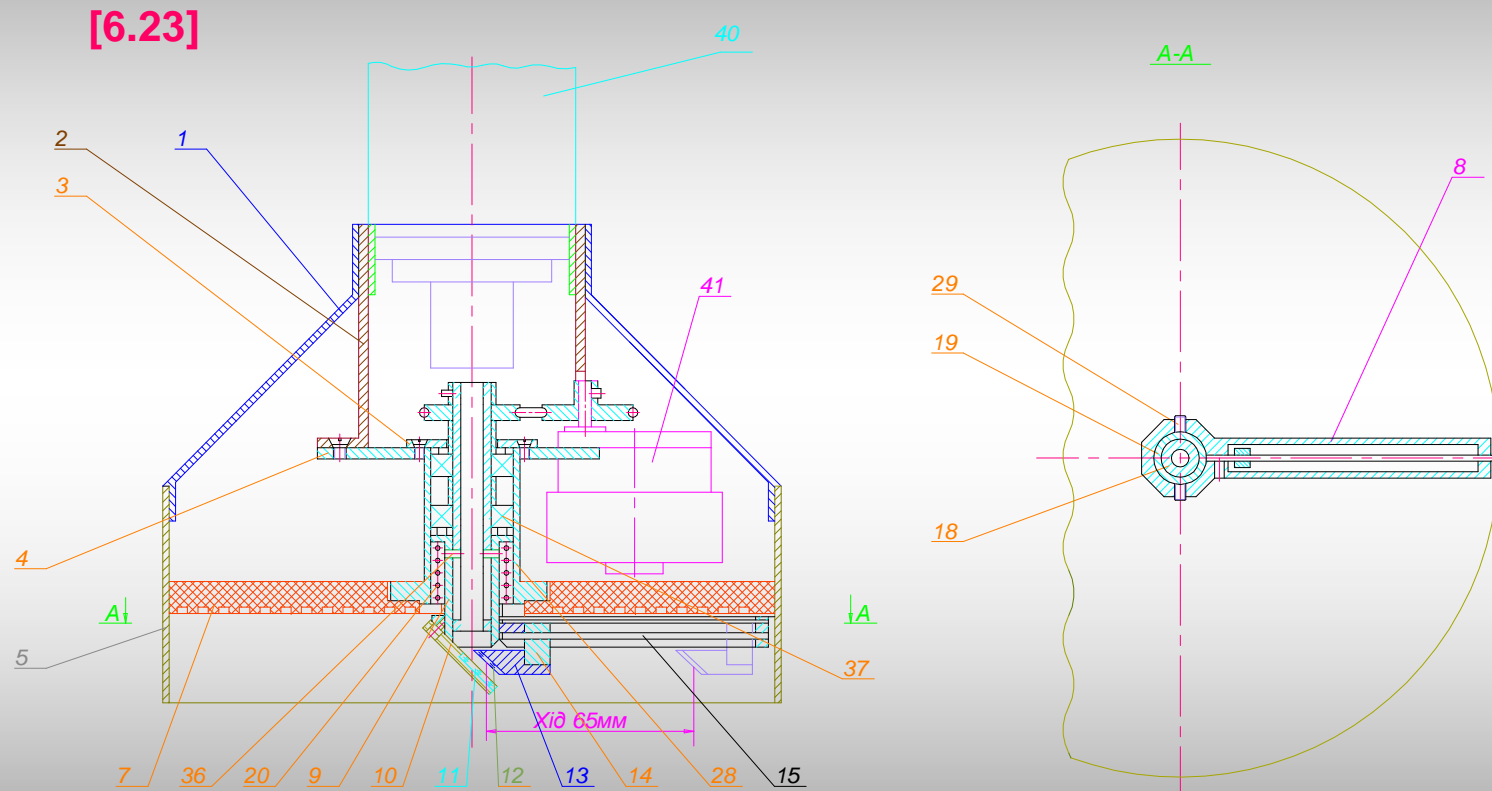


Рис.6.26КК. Сканер із спіральним приводом руху скануючого дзеркала

## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### 6.3.2. Сканери з кутовим та поступовим рухом дзеркала

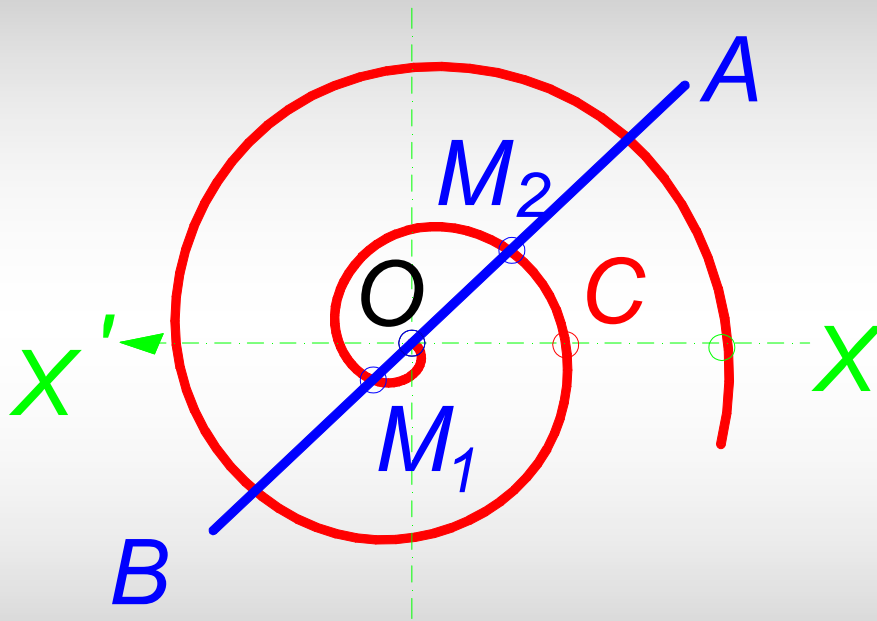


Рис.6.27. Спіраль Архімеда

*Визначення закону руху променя вздовж площі зони опромінення*

- 1. Рівняння спіралі Архімеда:  $R/S = \Delta/2\pi$ .*
- 2. Прирощення радіусу сканування на кожному оберті дзеркала:  $R_{i+1} = R_i + S_i$*
- 3. При постійній кутовій швидкості обертання дзеркала лінійна швидкість переміщення променя в зоні опромінення змінюється:*  
 $V_i = \omega R_i$
- 4. Густина енергії в зоні опромінення залежить від радіусу її розташування:*

$$W_{E_i} = P / \{ (\pi d_0 / 4 + \omega R_i t) \omega R_i \}$$

- 5. Для підтримання незмінного рівня густини енергії в кожній точці зони опромінення, необхідного для досягнення терапевтичного ефекту, потрібно компенсувати зменшення дози опромінення повторним опроміненням шляхом поступового змінення кроку спіралі на  $\Delta S_i$  за законом:*

$$R_{i+1} = R_i + (S_i - \Delta S_i) = \{ P_{gr} d_0 / \pi V_i [W_E] \}^{0.5},$$

*де:  $[W_E]$  – нормативний рівень густини енергії.*



Таблиця 6.1. Розрахункові дані сканування із зменшенням кроку спіралі

$S_1 = 3\text{мм}$  на  $\Delta S_i = 0,04\text{мм}$  та з рівнем  $[W_E] = 17,69\text{мДж/мм}^2$

№ витку	Крок $S_i, \text{мм}$	Радіус $R_i, \text{мм}$	Нахил $\phi_i, \text{град}$	Час $t, \text{сек}$	$E_{Si} = P t_i$ мДжс	$W_{Ei} = E_{Si} / \pi R_i^2$ мДжс/мм <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	42.39	0	0	0
1	3	3	42.91	20	500	17.96
2	2.96	5.96	43.43	40	1000	9
3	2.92	8.88	43.94	60	1500	6.05
4	2.88	11.76	44.44	80	2000	4.6
5	2.84	14.6	44.93	100	2500	3.73
6	2.8	17.4	45.42	120	3000	3.16
7	2.76	20.16	45.89	140	3500	2.74
8	2.72	22.88	46.36	160	4000	2.43
9	2.68	25.56	46.83	180	4500	2.19
10	2.64	28.2	47.29	200	5000	2.00
11	2.6	30.8	47.72	220	5500	1.85
12	2.56	33.36	48.16	240	6000	1.71
13	2.52	35.88	48.59	260	6500	1.61
14	2.48	38.36	49.00	280	7000	1.51
15	2.44	40.8	49.41	300	7500	1.44
16	2.4	43.2	49.86	320	8000	1.37
17	2.36	45.56	50.21	340	8500	1.3
18	2.32	47.88	50.59	360	9000	1.25
19	2.28	50.16	50.96	380	9500	1.2
20	2.24	52.4	51.32	400	10000	1.16
21	2.2	54.6	51.68	420	10500	1.12
22	2.16	56.76	52.03	440	11000	1.08
23	2.12	58.88	52.36	460	11500	1.06
24	2.08	60.96	52.69	480	12000	1.03
25	2.04	63.00	53.01	500	12500	1.00
26	2.00	65.00	53.32	520	13000	0.98
27	1.96	66.96	53.63	540	13500	0.96
28	1.92	68.88	53.92	560	14000	0.94
29	1.88	70.76	54.21	580	14500	0.92
30	1.84	72.6	54.49	600	15000	0.91
31	1.8	74.4	54.76	620	15500	0.89
32	1.76	76.16	55.02	640	16000	0.88
33	1.72	77.88	55.28	660	16500	0.87
34	1.68	79.56	55.52	680	17000	0.85
35	1.64	81.2	55.76	700	17500	0.84
36	1.6	82.8	55.99	720	18000	0.84
37	1.56	84.36	56.22	740	18500	0.83
38	1.52	85.88	56.44	760	19000	0.82
39	1.48	87.36	56.65	780	19500	0.81
40	1.44	88.8	56.85	800	20000	0.81
41	1.4	90.2	57.04	820	20500	0.8

Таблиця 6.2. Розрахункові дані сканування з постійної густиною енергії в зоні опромінення  $W_i = [W_E]$  за рахунок змінення кроку спіралі у відповідності до залежності:  
 $R_i = \{E_{gr}/\pi[W_E]\}^{0.5}$

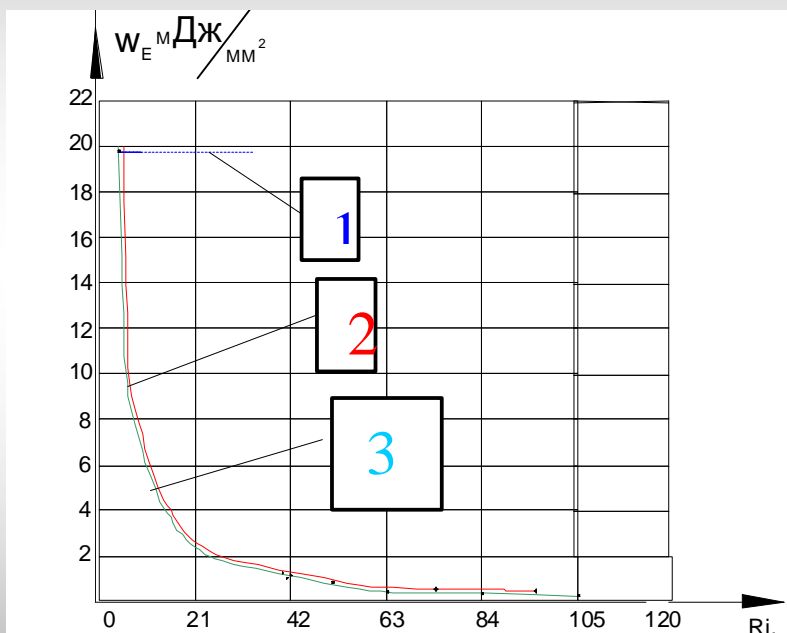


Рис.6.28. Графіки залежності питомої енергії від радіуса сканування для різних законів змінення радіуса спіралі (1 – табл.6.2, 2 – табл.6.1, 3 – для  $\Delta S_i = 0$ , тобто для  $S_i = 3\text{мм}$ )

№ витку	Крок $S_i$ , мм	Радіус $R_i$ , мм	Кут $\phi$ , град	Час $t$ , с	$E_{Si}=Pt_i$ мДжс	$W_{Ei} = E_{Si}/\pi R_i^2$ мДжс/мм <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	37.08	0	0	0
1	3	3	38.66	20	500	17.69
2	1.24	4.24	39.31	40	1000	17.69
3	0.96	5.2	39.82	60	1500	17.69
4	0.8	6	40.24	80	2000	17.69
5	0.7	6.7	40.62	100	2500	17.69
6	0.65	7.35	40.96	120	3000	17.68
7	0.59	7.94	41.28	140	3500	17.69
8	0.55	8.49	41.57	160	4000	17.69
9	0.51	9.00	41.84	180	4500	17.69
10	0.49	9.49	42.1	200	5000	17.67
11	0.46	9.95	42.34	220	5500	17.69
12	0.44	10.39	42.58	240	6000	17.69
13	0.43	10.82	42.8	260	6500	17.69
14	0.41	11.22	43.02	280	7000	17.69
15	0.4	11.62	43.23	300	7500	17.69
16	0.38	12.00	43.43	320	8000	17.68
17	0.37	13.37	43.62	340	8500	17.7
18	0.36	12.72	43.81	360	9000	17.69
19	0.35	13.08	44.00	380	9500	17.69
20	0.34	13.42	44.17	400	10000	17.69
21	0.33	13.75	44.35	420	10500	17.69
22	0.32	14.07	44.52	440	11000	17.69
23	0.31	14.39	44.68	460	11500	17.68
24	0.3	14.7	44.84	480	12000	17.69
25	0.2985	15.00	45.00	500	12500	17.687
26	0.2966	15.3	45.16	520	13000	17.69
27	0.29	15.59	45.31	540	13500	17.69
28	0.29	15.87	45.46	560	14000	17.69
29	0.28	16.16	45.6	580	14500	17.68
30	0.27	16.43	45.74	600	15000	17.69
31	0.27	16.7	45.88	620	15500	17.69
32	0.27	16.97	46.02	640	16000	17.7
33	0.26	17.23	46.16	660	16500	17.69
34	0.26	17.49	46.23	680	17000	17.69
35	0.25	17.74	46.42	700	17500	17.69
36	0.25	18	46.55	720	18000	17.69
37	0.25	18.25	46.68	740	18500	17.69
38	0.24	18.49	46.08	760	19000	17.69
39	0.24	18.75	46.93	780	19500	17.7
40	0.23	18.97	47.04	800	20000	17.69
41	0.23	19.21	47.17	820	20500	17.69

## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### 6.3.2. Сканери з кутовим та поступовим рухом дзеркала

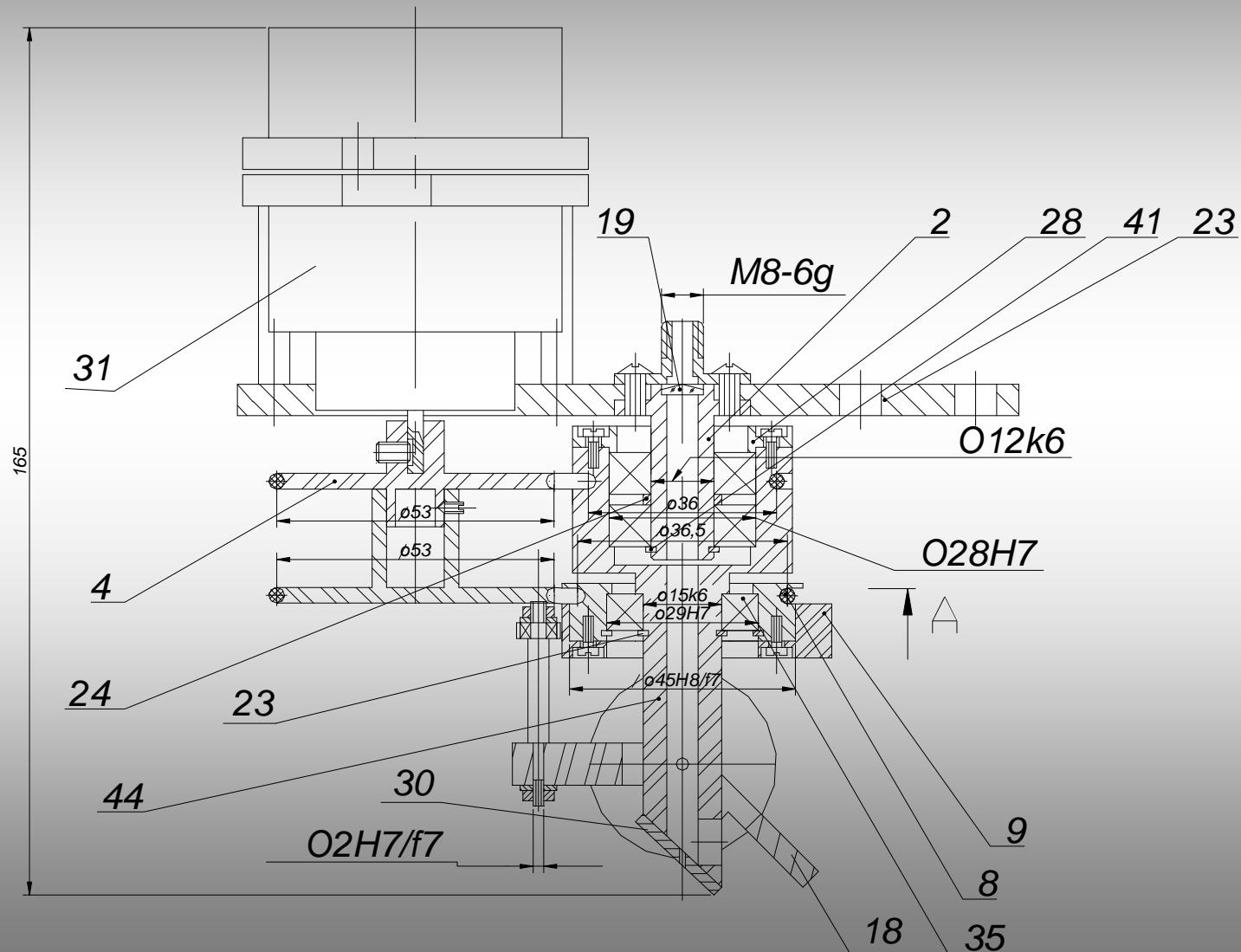


Рис.6.29. Сканер з коливально поступовим рухом дзеркала

## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### 6.3.3. Сканери з кутовим рухом дзеркала

При кутовому скануванні дзеркалом пучка випромінювання кут нахилу дзеркала повинен змінюватися за законом:

$$\varphi_i = 45 + 0.5 \arctg\left(\frac{R_i - a}{Z}\right)$$

де:  $a$ ,  $Z$  – конструктивні та технологічні параметри схеми опромінення (рис. 6.24)

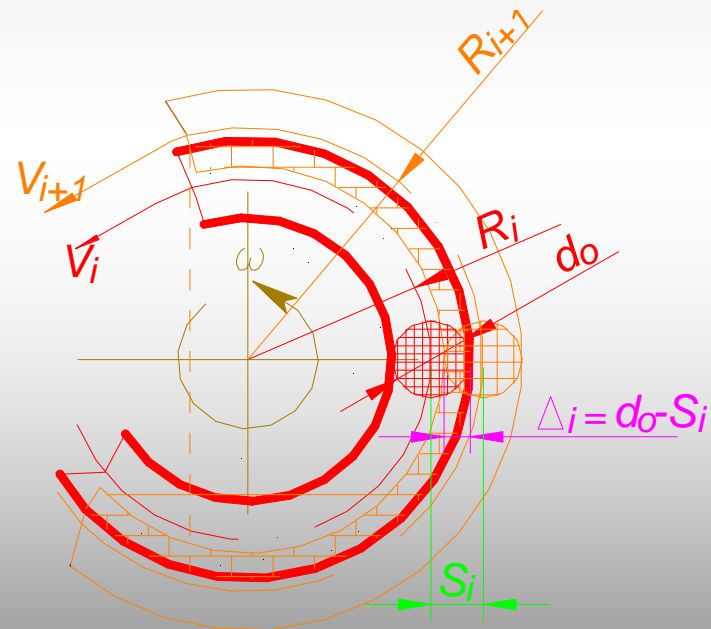


Рис. 6.30. Схема формування додаткового "компенсаційного" опромінення вітків спіралі їх частковим перекриттям

## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### 6.3.3. Сканери з кутовим рухом дзеркала

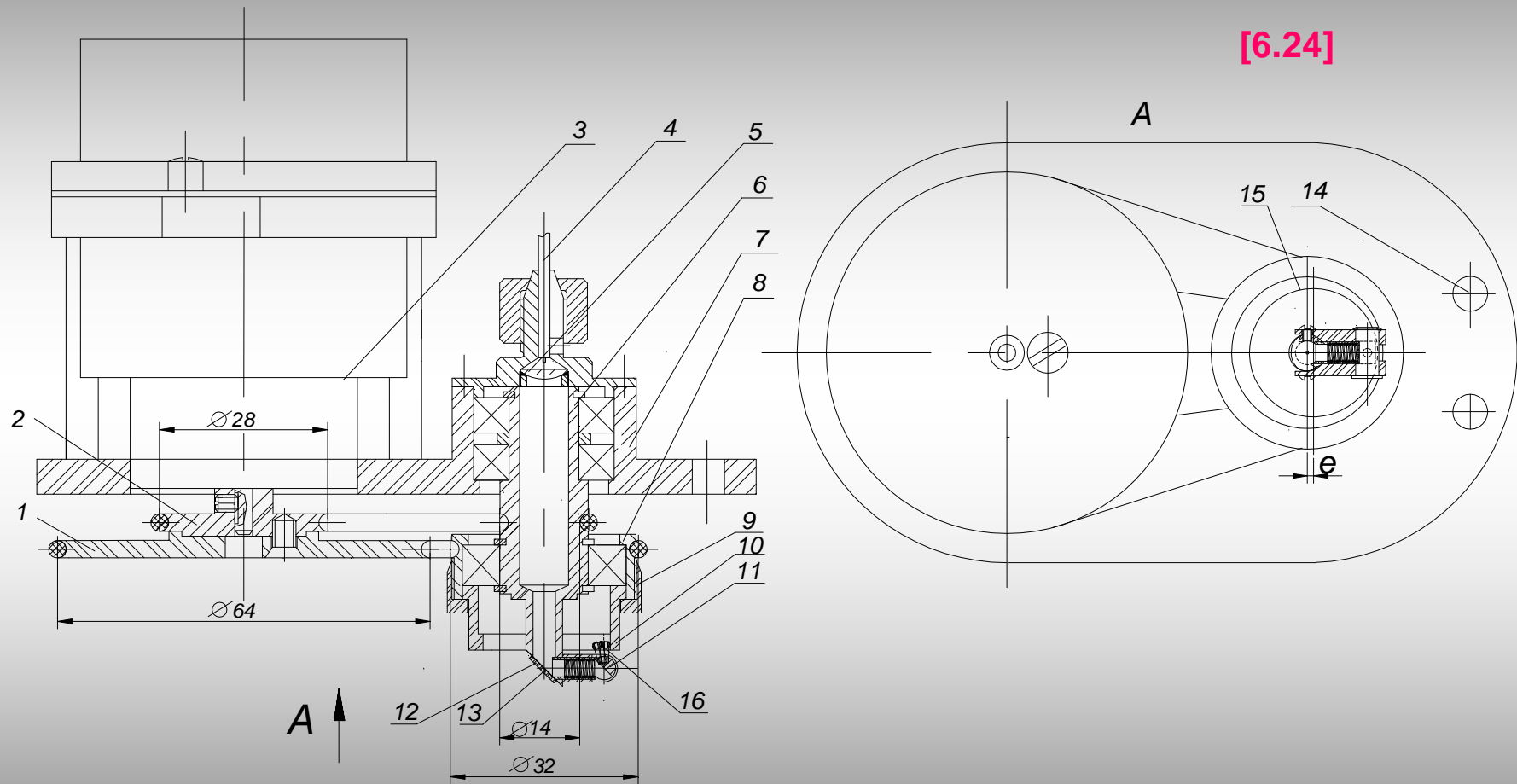


Рис.6.31. Конструкція сканера з коливним дзеркалом від кулачка

# Тема 6. Оптична перетворювальна система

## 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

### 6.3.3. Сканери з кутовим рухом дзеркала

$$i_k = 32/64 = 0,5$$

$$i_3 = 15/31 = 0,48$$

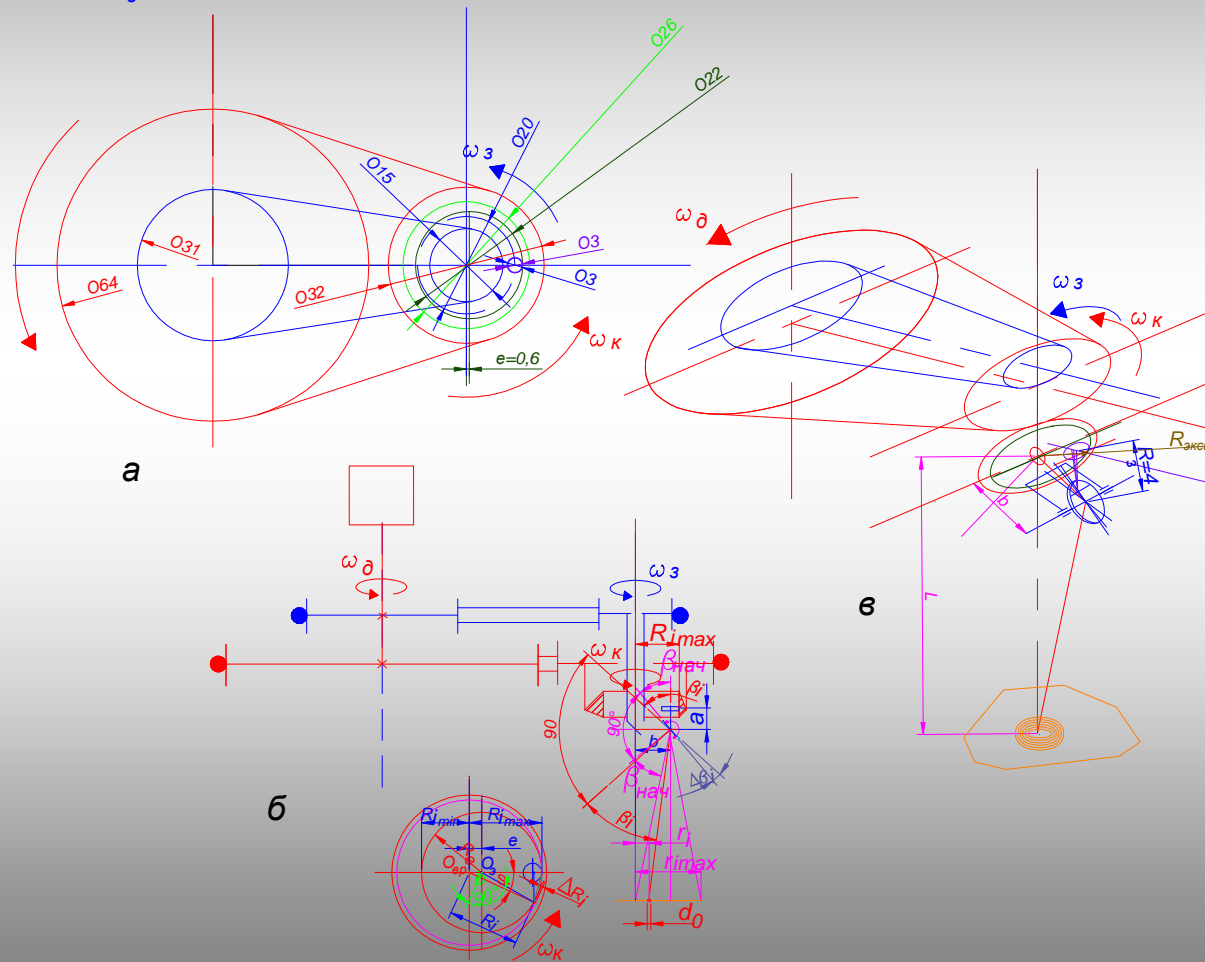


Рис.6.32. Розрахункова кінематична схема сканера

# Тема 6. Оптична перетворювальна система

## 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

### 6.3.3. Сканери з кутовим рухом дзеркала

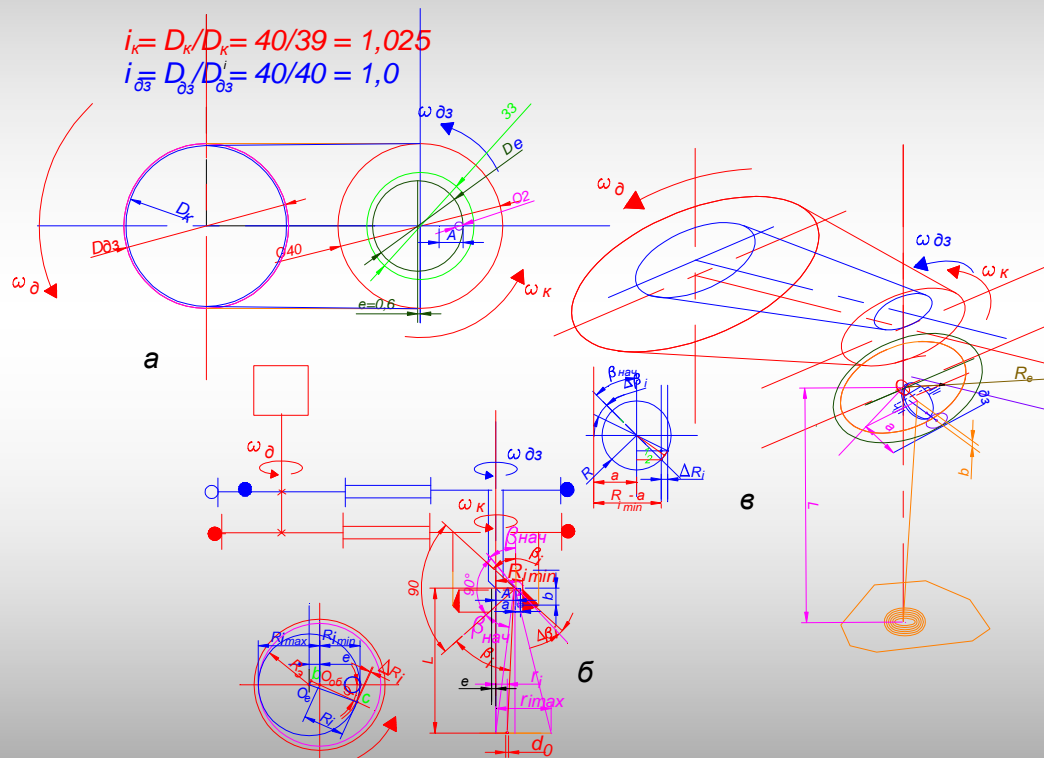


Рис.6.33. Розрахункова кінематична схема сканера за другим варіантом початка процедури

# Тема 6. Оптична перетворювальна система

## 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

### 6.3.3. Сканери з кутовим рухом дзеркала

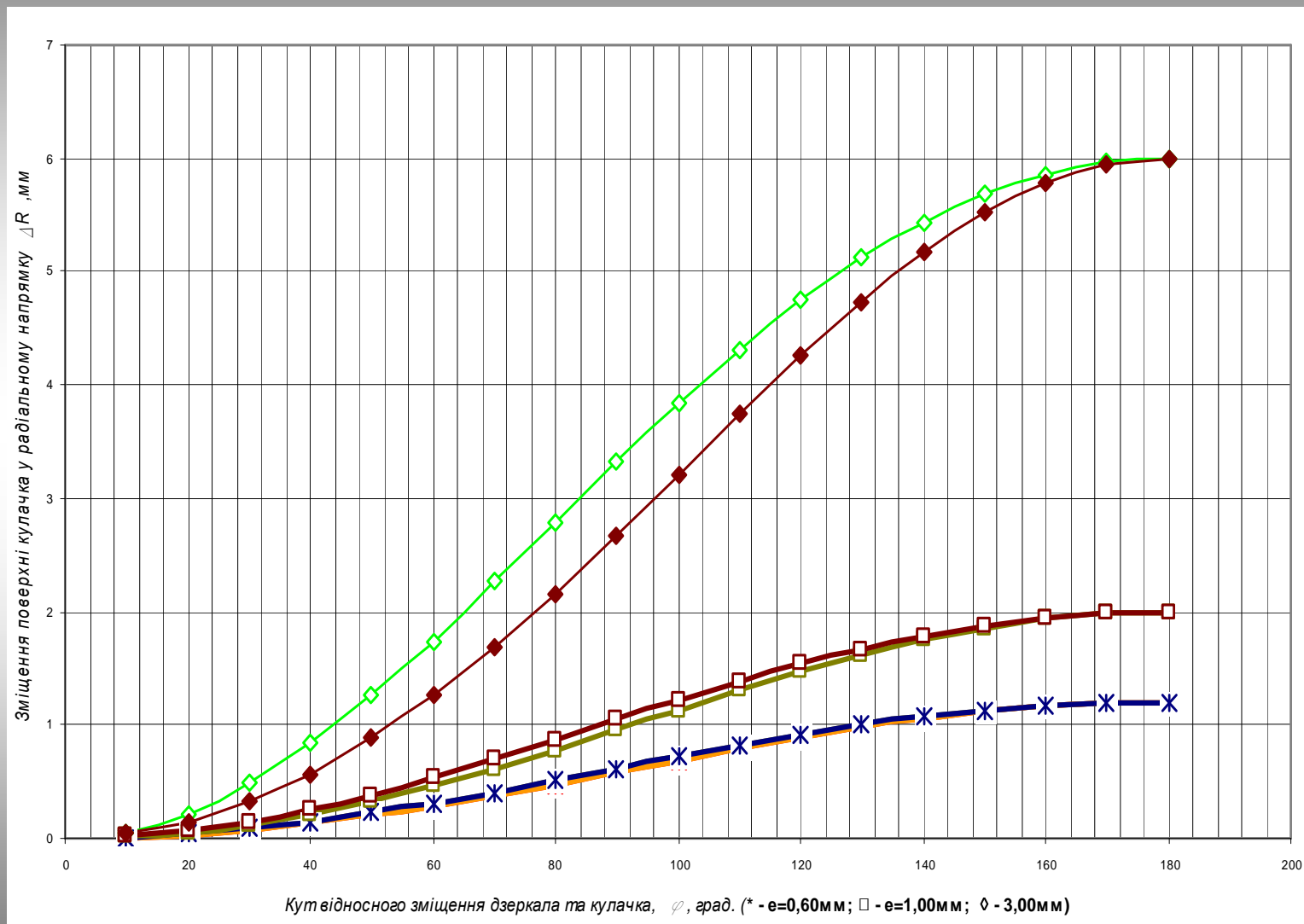


Рис.6.34. Закономірності зміни радіусу ексцентричного кулачка при його обертанні із зменшенням ексцентриситету кулачка 16



## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### 6.3.3. Сканери з кутовим рухом дзеркала

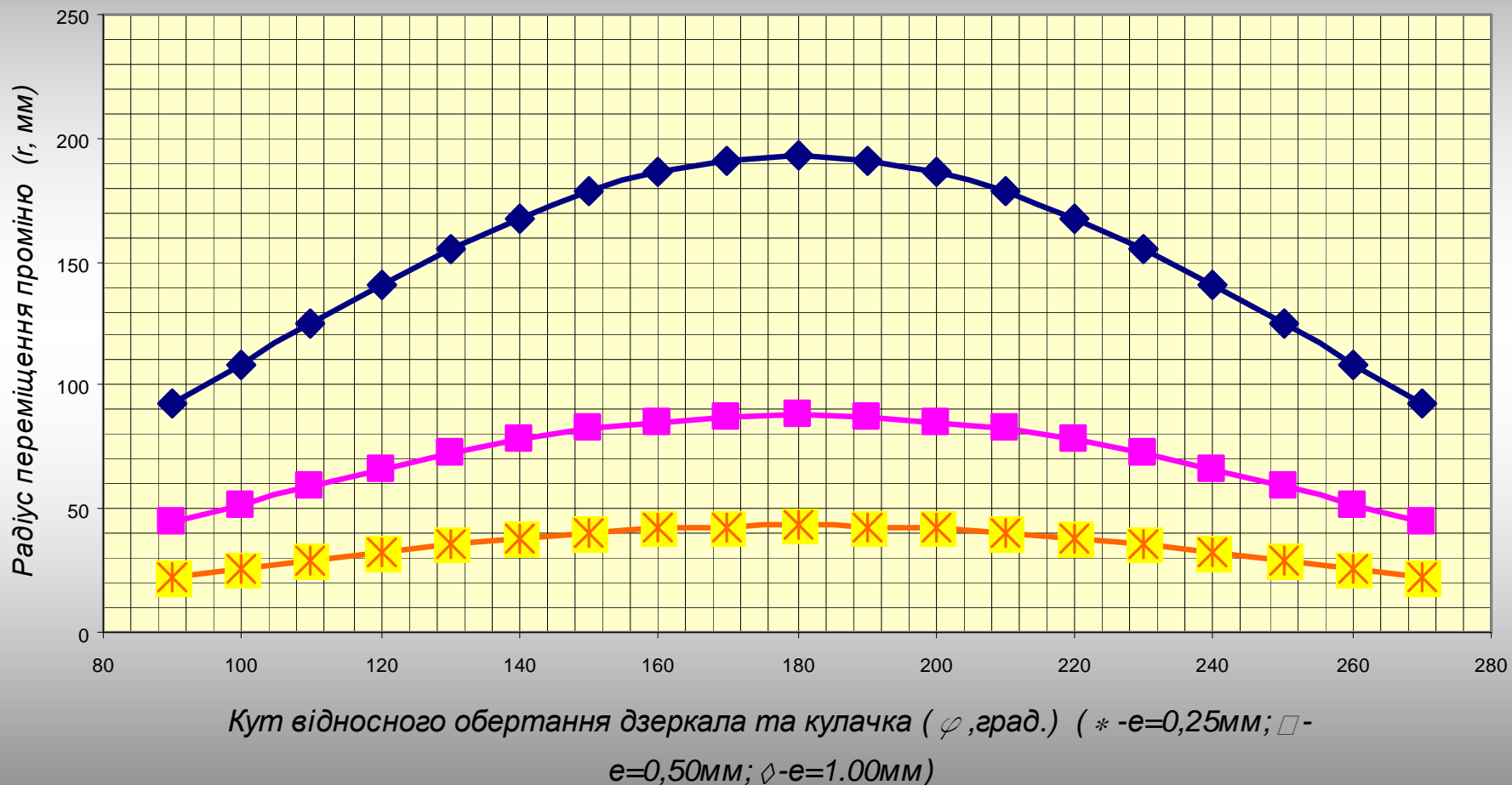


Рис.6.35. Ділянка змінення радіусу кулачка, які не відповідають потрібному режиму опромінення

## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### 6.3.3. Сканери з кутовим рухом дзеркала

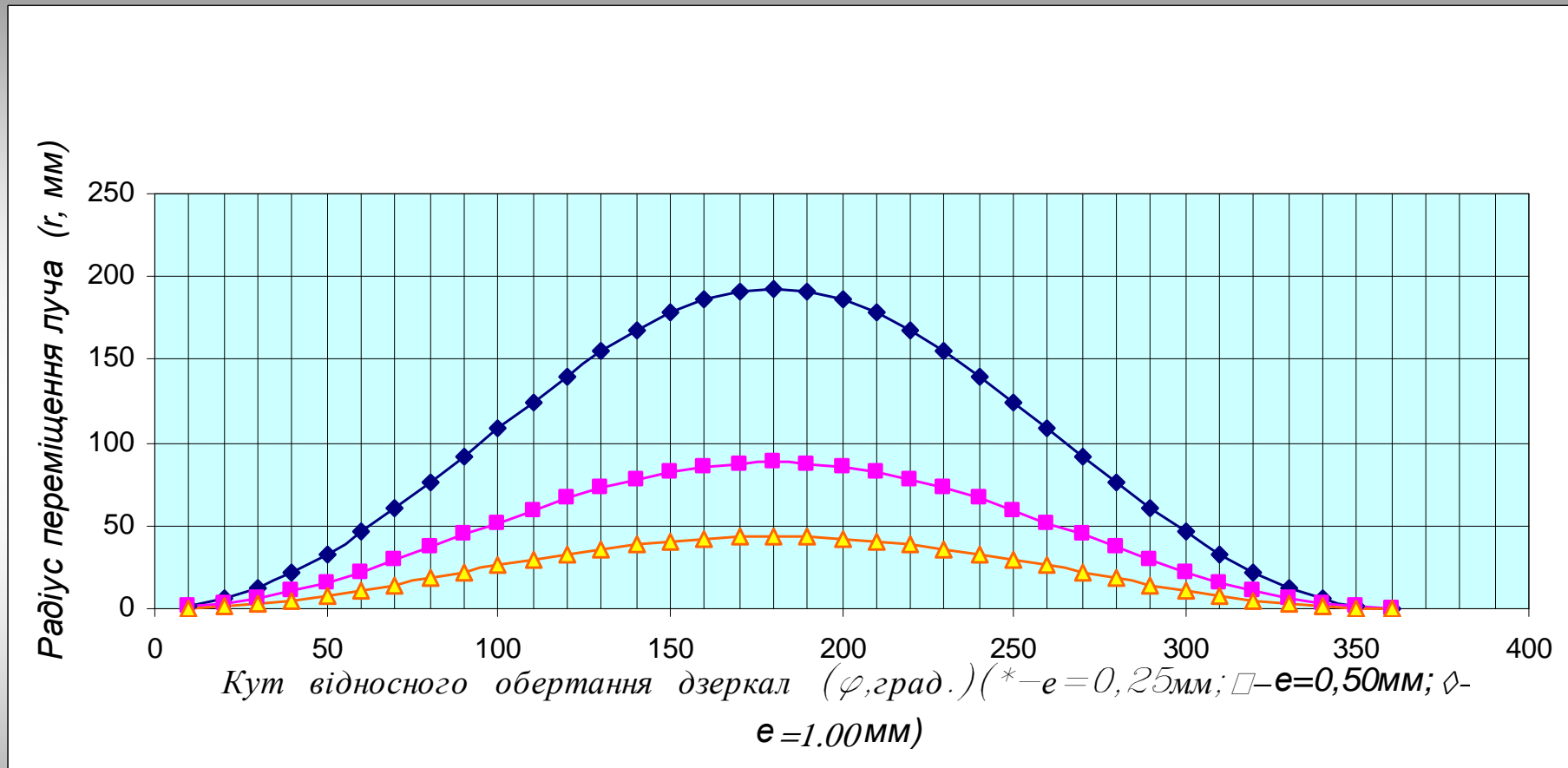
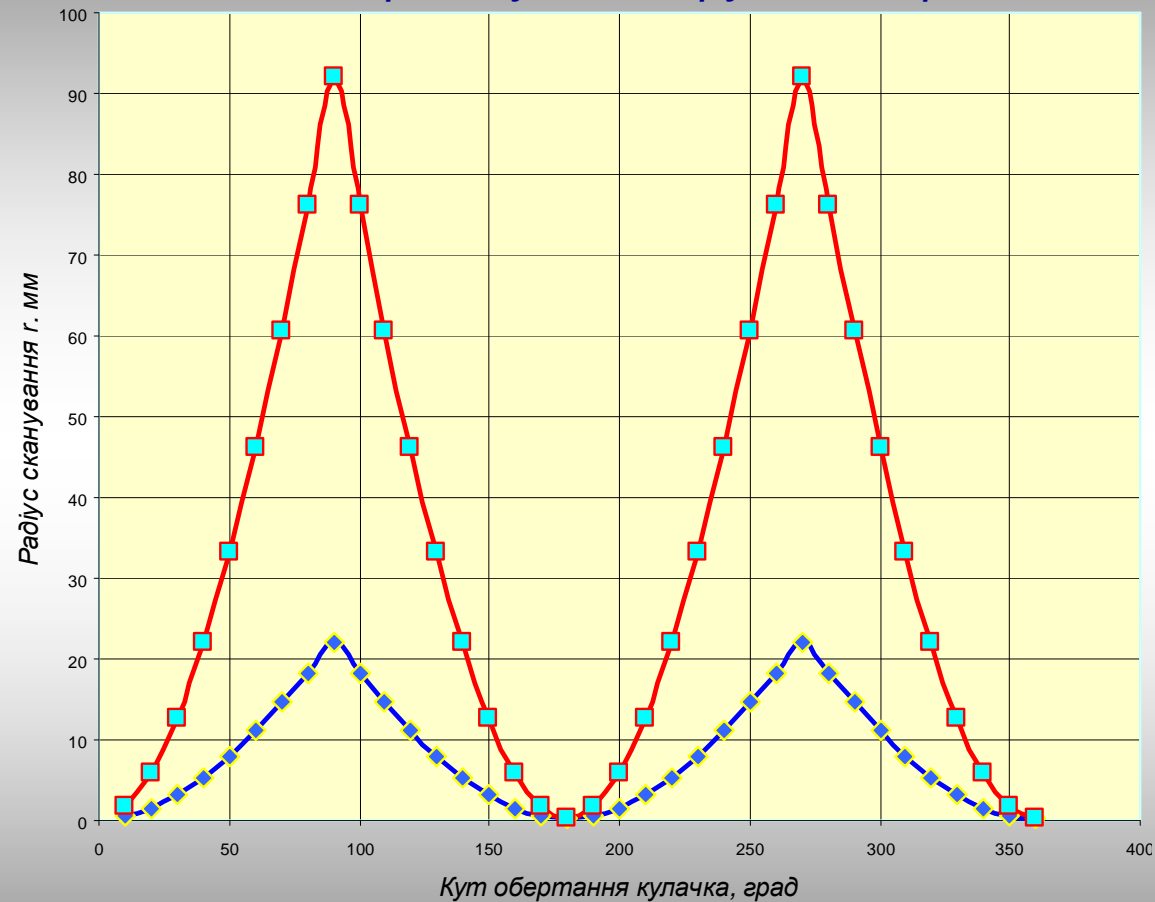


Рис.6.36. Вплив величини ексцентриситету кулачка на радіус сканування

## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### 6.3.3. Сканери з кутовим рухом дзеркала



## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### 6.3.3. Сканери з кутовим рухом дзеркала

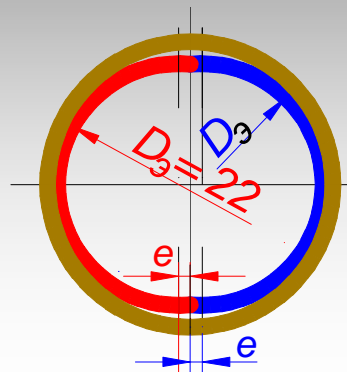


Рис.6.37. Видяг робочої поверхні кулачка з подвійним профілем

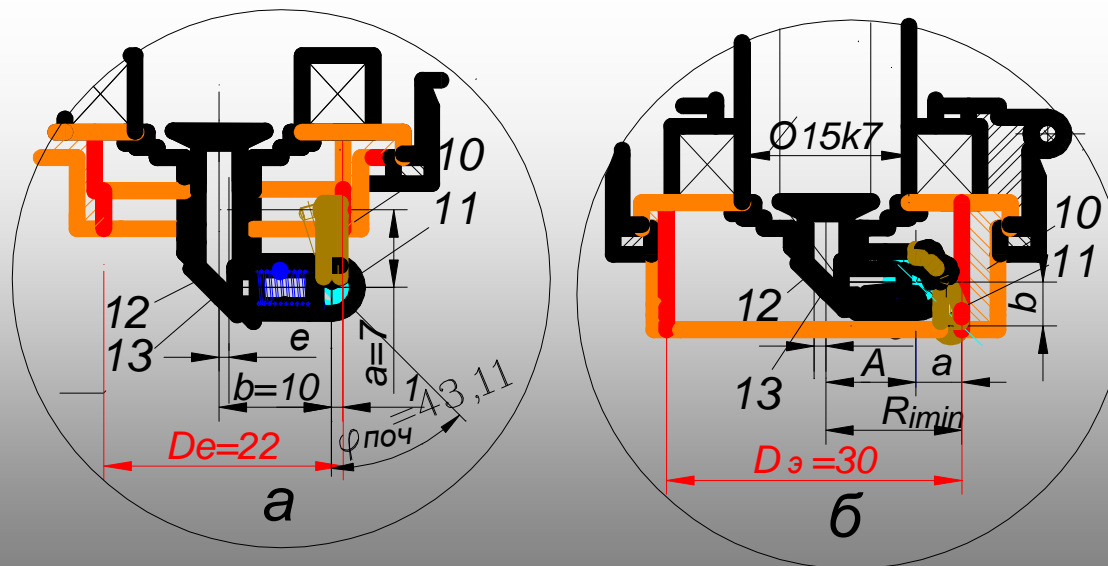


Рис.6.38.Схема відмінностей сканерів першого та другого порядку опроміння

## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### 6.3.3. Сканери з кутовим рухом дзеркала

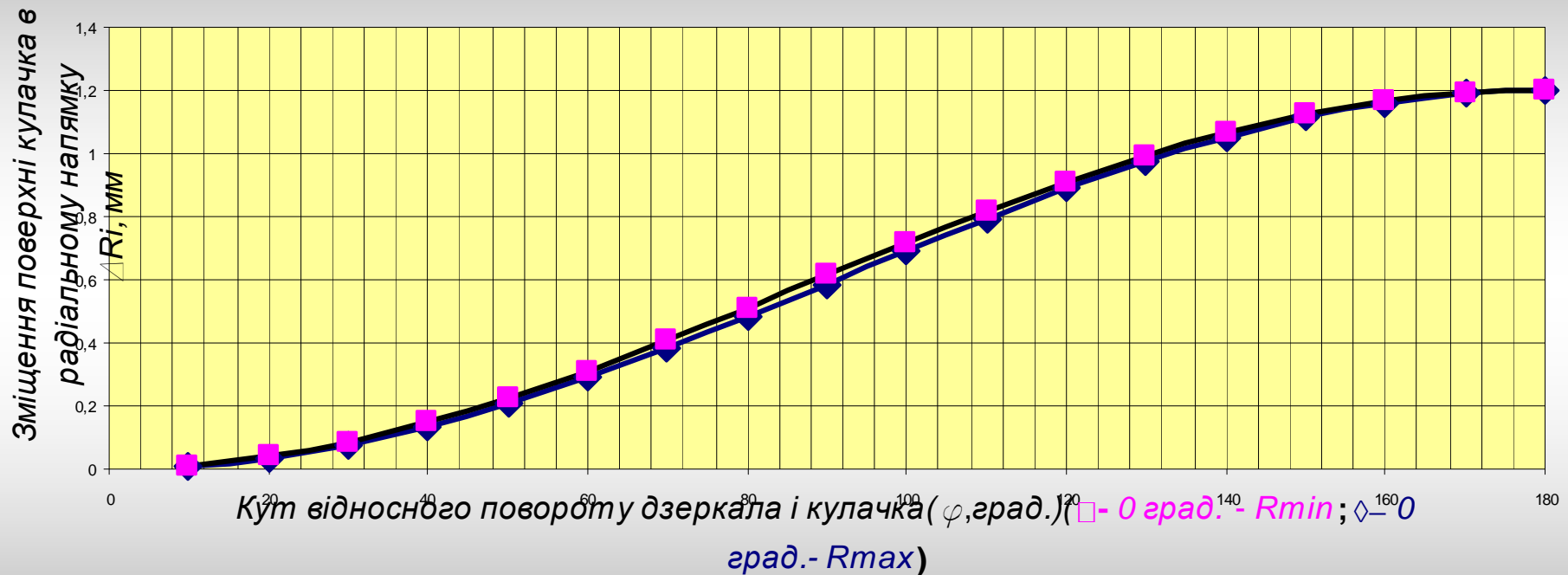


Рис.6.39. Порівняльні характеристики сканерів різної процедури опромінювання<sup>1</sup>

## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### 6.3.3. Сканери з кутовим рухом дзеркала

Вибір параметрів сканера, його приводу, режиму роботи лазера і конструкції кулачка, виконується за наступним алгоритмом:

- Визначити значення ексцентриситету  $e$  за приведеними рівняннями для найбільшого радіусу сканування  $r_{max}$ , виходячи з розмірів зони опромінення і конструктивних параметрів сканера  $a$  і  $b$ .
- Розрахувати лінійну швидкість сканування променя для вибраної потужності випромінювача ( $P$ ) і необхідного рівня густини енергії в зоні опромінення за рівнянням  $V \leq \frac{P}{R_{max} \cdot \{ [W_E] [(\pi d_0 / 4) + 2\pi r_i] \}}$ , приймаючи  $r_i \in d_0 \div R_{max}$ .
- Вибрати двигун приводу дзеркала 11 (рис.6.31) за кінематичними ознаками  $\omega_{дз} = \omega_{дз} / i_{дз} = V / 2\pi r_i i_{дз}$ .
- Визначити передавальне число приводу обертання кулачка  $i_k$ , враховуючи необхідну кількість витків спіралі для покриття зони опромінення:  $i_k = i_{дз} (R_{max} - 4d_0) / R_{max}$ .
- Розрахувати діаметр змінного шківів для приводу кулачка:  $D_{зм} = D_{дз} i_k$ , де:  $D_{дз}$  – діаметр ведених шківів на осі дзеркала.
- Визначити тривалість фізіотерапевтичної процедури:  
$$t = 2\pi (R_{max} / d_0) / 240 \omega_{дз} i_3 \text{ хв.}$$
- (одного проходу пучка випромінювання в будь-якому з можливих напрямів). За один оберт кулачка виконується чотири цикли опромінення – по два в кожному напрямі.

## Тема 6. Оптична перетворювальна система

### 6.3. Сканери лазерних фізіотерапевтичних установок

#### Контрольні запитання та завдання

1. Яке призначення оптичної перетворюючої системи (ОПС) ЛТК? Навести складові завдання, які вирішує ОПС.
2. Для чого потрібно концентрувати енергію (потужність), яку несе пучок лазерного випромінювання? На якій елементній базі засновуються конструкції ОПС і як залежить її склад від особливих характеристик випромінювання?
3. На якій елементній базі засновуються конструкції ОПС і як залежить її склад від особливих характеристик випромінювання?
4. Навести приклади особливостей конструкцій ОПС для потужних лазерів з інфрачервоним випромінюванням ( $\lambda > 2\text{мкм}$ ). Які проблеми необхідно вирішувати при застосуванні оптичних заломлювальних елементів?
5. Що таке колективна лінза? В чому її переваги та недоліки? Яким чином формується колективна лінза при лазерній обробці системи однакових отворів в сітках?
6. Що заважає ефективній обробці отворів в заготовках із теплопровідних матеріалів? Які організаційні кроки можна запровадити для досягнення необхідної продуктивності та якості операції?
7. Навести схему ОПС для ефективної обробки отворів заданого розміру в заготовках із міді, алюмінію або з їх сплавів за умови масової їх кількості.
8. Навести схему ОПС для ефективної обробки отворів заданого розмірного діапазону в заготовках із міді, алюмінію або з їх сплавів за умови невеликої їх кількості та частоті зміни типорозміру.
9. Розрахувати параметри гнучкої двох лінзової ОПС для обробки отвору в заготовці із міді  $M3$  товщиною  $0,3\text{мм}$  за наступними даними:  
Завдання: діаметр отвору  $d_0=0,05\text{мм}$ ; діаметр захисної теплової зони  $d_z=0,15\text{мм}$ ; діаметр пучка випромінювання  $D=20\text{мм}$ ; діаметр стакану об'єктиву  $D_c=30\text{мм}$ ; кут розбіжності пучка випромінювання на рівні головної площі лінзи  $\theta \in 0 \div 0,003$  ( $\theta D$ )рад; довжина хвилі  $\lambda = 1,06\text{мкм}$ .
10. Які схеми опромінення використовуються для формування глибоких отворів циліндричної форми? Проаналізуйте ОПС для їх реалізації за ефективністю та зручністю використання.

## Контрольні запитання та завдання

11. Якими вадами характеризуються ОПС у вигляді турелі з декількома перетворювальними елементами (лінзами, об'єктивами)? Коли можливе їх застосування?
12. Яка різниця у можливостях одно рядної та багато рядної конструкції турелі для обробки глибоких отворів циліндричної подовжньої форми?
13. Навести алгоритм (порядок) розрахунку (підбору) лінз до складу двох турельної конструкції ОПС.
14. Підібрати склад двох турельного трансфокатора для виконання обробки отвору циліндричної форми з наступними даними: отвір діаметром  $0,25 \pm 0,01$  мм в заготовках з алюмінієвого сплаву Д16А товщиною 3 мм.
15. Які Вам відомі принципи побудови трансфокаторів з плавним зміненням їх фокусної відстані?
16. Показати, чому подовжується фокусна відстань (робочий відрізок) лінзи при нахилі її головної площини. Навести оптичну схему перетворення пучка похилою лінзою.
17. Навести схему трансфокатора на похилій лінзі, обґрунтуйте потребу в її обертанні під час виконання обробки. Дайте схему конструкції трансфокатора з одним приводом.
18. Навести схему трансфокатора на похилій лінзі, обґрунтуйте потребу в її обертанні під час виконання обробки. Дайте схему конструкції трансфокатора з двома приводами. Чому незалежність приводів обертання лінзи та її нахилу додає більшу ефективність пристрою?
19. Що таке трансфокатор з комбінованим за складом об'єктивом? Яким вимогам повинен відповідати рідинний компонент об'єктиву і які рідини використовують для пучків випромінювання видимого діапазону?
20. Привести алгоритм проектування комбінованого об'єктиву. Виконати його проектувальний розрахунок за наступними даними:  
Вихідні дані:  $n = 1,46$ ;  $D = 26$ ;  $F = F_{min} = 40$  мм;  $d_l = 6$  мм;  $F = 40 \div 100$  мм;  $n_p \sim 1,46$ ;  $\delta_{заг} = 5$  мм,  $d_{овс} = 0,1$  мм, матеріал – сталь У8, де:
  - мінімальна фокусна відстань, мм  $F_{min}$ ;
  - максимальна фокусна відстань, мм  $F_{max} = F_{min} +$ ;
  - показник заломлення середовища  $n$ ;



## Контрольні запитання та завдання

- загальна мінімальна товщина елемента, мм  $d_{об}$ ;
  - прискорення вільного падіння, мм/с<sup>2</sup>  $g = 9,81 \times 10^3$ ;
  - радіус стакану, мм  $R_c > D$ ;
  - товщина шару рідини при  $\omega = \omega_{max}$ , мм  $l = 2$
  - радіус кривизни сфери лінзи, мм  $R_2$ .
  - Визначити:  $V_p$  - об'єм рідини в стакані, мм<sup>3</sup>;  $L$  - товщина шару рідини в стакані при  $\omega = 0$ , мм.
21. Якою вадою характеризується об'єктив комбінованої конструкції? Яке конструкторське рішення зменшує вагу цієї вади?
  22. Для чого використовують дефлектори? В яких операціях лазерної обробки вони використовуються? На яких оптичних елементах вони будуються?
  23. Навести схему та конструкцію сканера на ексцентричній лінзі. Яким чином в цій конструкції дистанційно змінюються амплітуда та вид сканування (вздовж лінії, кола, спіралі)?
  24. Навести схему, розрахункові залежності для сканера з оптичним клином. Який параметр ОПС із сканером такої схеми впливає на кут падіння перетвореного нею пучка випромінювання на заготовку?
  25. Навести схему та конструкцію сканера на двох оптичних клинах. Яким чином в цій конструкції змінюється вид сканування (вздовж лінії, кола, спіралі, тощо)? Які додаткові можливості дають незалежне обертання клинів та зміщення та обертання лінзи?
  26. Коли можлива необхідність у використанні сканера на біпризмі? Які операції лазерної обробки зручно виконувати із скануванням двох променів із різними енергетичними характеристиками? Чим можна змінювати енергію (інтенсивність) в кожній з двох зон опромінення?
  27. Навести конструкцію ОПС із сканером на біпризмі. Яким засобом надана можливість створювати ексцентричне зміщення біпризмі та лінзі? Яка мета такого діяння?
  28. Коли застосовуються сканери на дзеркальних оптичних елементах? Які види переміщень створюються в сканерах такої схеми перетворення променя?
  29. Навести схему сканера на обертальному дзеркалі. Яку ваду мають сканери з обертальним переміщенням променя по поверхні заготовки в операціях з відносним переміщенням променя та заготовки?

## Контрольні запитання та завдання

30. Навести схему дзеркального сканера на коливальному дзеркалі. Які особливості сканування проявляються в операціях з основним поступальним робочим переміщенням пучка випромінювання по поверхні заготовки?
31. Чому використовують електромагнітний привод коливання дзеркала в сканері? Наведіть схему пристрою.
32. Яким чином покращують параметри сканування пучка випромінювання вздовж лінії при електромагнітному приводі його коливання? Дати схему приладу.
33. Навести схему та конструкцію багато дзеркального сканера з дзеркальною пірамідою. Для чого в конструкції передбачено незалежне керування кутом нахилу елементарних дзеркал?
34. Навести схему та конструкцію багато дзеркального сканера з дзеркальною призмою.
35. Які обставини послугують необхідності розробки, виготовлення та застосування сканерів простої конструкції, експлуатації для фізіотерапевтичних процедур?
36. Які схеми сканування використані при створенні конструкцій сканерів різного покоління?
37. Навести схеми сканерів із поступовим зміщенням дзеркала, що сканує?
38. Які недоліки мають сканери з поступовим переміщенням дзеркала, що відхиляє? Чим можна компенсувати недоліки цих схем?
39. Які переваги мають схеми сканування з комбінованим рухом дзеркала, що відхиляє промінь? Як компенсують нерівномірність енергетичного освітлення зони опромінення?
40. Навести схему сканування та приладу для кутового руху дзеркала, що відхиляє?
41. Проаналізувати результати розрахункових експериментів сканування променя за різними схемами відхилення променя.
42. Який за формою робочої поверхні кулачок найбільш пристосований для обраного режиму сканування зони опромінювання? Які кінематичні характеристики сканера з ексцентричним кулачком дають можливість оптимізувати процедуру опромінення?
43. Дати обґрунтовані підстави побудови кулачка з подвійним профілем та наведіть його робочі кінематичні характеристики, які прийнятні для процедури.
44. Навести алгоритм, за яким обирають характеристики сканера на ексцентричному подвійному кулачку?

## Бібліографічний опис

- 6.1. Лазеры в технологии / Ф.Ф.Водоватов, А.А.Чельный, В.П. Вейко и др. – М: Энергия, 1975. – 216с.
- 6.2. Laser processing head BAK 4. Catalogue Lasag - the company brochure. 2008, - p.4. ([www//lasers@lasag.ch](http://www//lasers@lasag.ch))
- 6.3. Заявка Японії № 61-168058, В23К 26/04, оп. 03.02.1986р.
- 6.4. Заявка Японії № 63-268590, В23К 26/08 оп. 07.11.1988р.
- 6.5. Veiko Vadim P. Laser microshaping: Fundamentals, practical applications, and future prospects // RIKEN Review No. 32 (January, 2001): *Focused on Laser Precision Microfabrication (LPM2000)*
- 6.6. Заявка Японії №51-27919, H01S 7/00, оп. 16.08.1976р.
- 6.7. Котляров В.П., Анякин Н.И. Способы и средства для не режимного совершенствования операций лазерной размерной обработки элементов печатных форм // Технологія і техніка друкарства (ВПІ) НТУУ (КПІ). 2008.-№3-4.С.80-94
- 6.8. Патент 74855 Україна, МКІЗ В23К 26/00. Об'єктив для лазерної обробки [Текст] / В.П. Котляров, Д.В. Короткий - № у 2012 05710 ; заявл. 10.05.2012, опубл. 12.11.2012, Бюл. №21. 3 с. : іл.
- 6.9. Заявка Японії №58-112685, В23К 26/00, оп. 05.07.1983р.
- 6.10. А.с. 1059777 СРСР, МКІ7 В23К 26/00. Установка для лазерної обробки отворів [Текст] / В. П. Котляров, В. В. Романенко, В. С. Коваленко (СРСР). – № 3570164/25–27; заявл. 28.03.83 ; (без публ.).
- 6.11. Котляров В.П., Рахшані Абдол Рахман. Технологічне забезпечення операцій лазерного гравірування // Наукові вісті НТУУ «КПІ», – 2007, №2 – С. 46-55
- 6.12. А.с. 792732 СРСР, МКІЗ В23К 26/00. Пристрій для обробки отвору випромінюванням лазера [Текст] / В. П. Котляров, В. С. Коваленко (СРСР). – № 2713994/25–27 ; заявл. 17.01.79 ; (без публ.).
- 6.13. А.с. 574895 СРСР, МКІЗ В23К 26/00. Об'єктив [Текст] / В. С. Коваленко, В. П. Дятел, Ю. В. Кобилянський (СРСР). – № 2630221/25–27 ; заявл. 19.06.78 ; (без публ.).
- 6.14. Патент 74620 Україна, МКІЗ В23К 26/00. Пристрій для зміни фокусної відстані [Текст] / В.П. Котляров, М.Ю. Варивода - № у 2012 02962 ; заявл. 13.03.2012 ; опубл. 12.11.2012, бюл. №21. 3 с. : іл. 27

## Бібліографічний опис

- 6.15. Патент 4.461.947 США, В23К 27/00, оп. 24.07.1984р.
- 6.16. А.с. 1757347 СРСР, МКІЗ В23К 27/00. Об'єктив – сканер [Текст] / В.П. Котляров, В.П. Царук (СРСР). - №4829301/25-27 ; заявл. 20.03.90 ; (без публ.)
- 6.17. Патент 222738 НДР, Н01S 3/101, оп. 22.05.1985р.
- 6.18. Заявка Японії №54-23480, В23К 26/00 оп 1979р.
- 6.19. А.с. 1541926 СРСР, МКІ7 В23К 26/00. Установка для лазерної обробки [Текст] / В.П. Котляров, В.Л. Акімов, В. О. Лопота (СРСР). - №4426499/25-27 ; заявл. 18.05.88 ; (без. публ.)
- 6.20. Заявка Японії №54-116356, В23К 26/00, оп. 01.09.1979р.
- 6.21. А.с. 1042468 СРСР, МКІЗ G02В 26/10. Сканатор для лазерної технологічної установки [Текст] / В.М.Андріяхін, В.І.Бабицький, В.С.Майоров, (СРСР). - №3385533/25-27 ; заявл. 19.01.87. опубл. 20.03. ;.бюл. №12. 3 с. : іл.
- 6.22. А.с. 1480181 СРСР, МКІЗ А61N 5/06. Лазерна терапевтична установка [Текст] / В.П.Котляров, Д.В.Котляров, В.С.Коваленко, А.О.Войтенко. (СРСР). – № 4238308/28-14 ; заявл. 27.04.1987 ; (без публ.).
- 6.23. А.с. 1494281 СРСР, МКІЗ А61N 5/06. Установка для лазерної терапії [Текст] / В.П.Котляров, Д.В.Котляров, В.С.Коваленко, А.О.Войтенко. (СРСР). – № 4210489/28-14 ; заявл. 16.03.1987 ; (без публ.)
- 6.24. Патент 67755Україна, МКІЗ А61N 5/067. Установка для лазерної терапії [Текст] / В.П. Котляров, О.М.Оніщенко - № и 2011 07544 ; заявл. 15.06.2011 ; опубл. 12.03.2012, бюл. №5. 3 с. : іл.