

Лупи

1. История

Лупата на Немруд - откритие, направено през 1850 г. от археолога сър Джон Лейърд, повдига въпроса за това кой в действителност е използвал първата лупа? По време на поредица от разкопки в днешен Ирак Лейърд открил парче лупа, датиращо отпреди 3000 години. Понастоящем изложено в Британския музей, това парче показва, че първата известна лупа е била използвана по времето на асирийците. Професор Джовани Петинато от Университета в Рим вярва, че тази лупа от кристален кварц, която според него е значително откритие, осветяващо историята на науката, би могла също така да обясни защо древните асирийци са имали толкова големи познания по астрономия, как са открили планетата Сатурн и пръстените около нея.

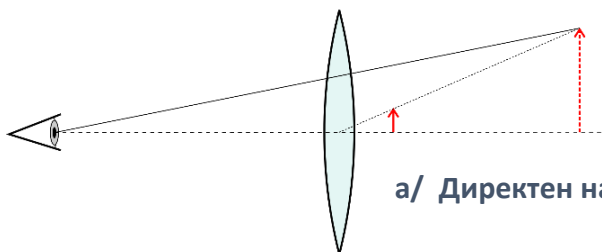
Най-ранните данни за съществуването на увеличително устройство датира от „Книга за оптиката“, публикувана от арабския учен [Ибн ал-Хайтам](#) през 1021 г. След като книгата е преведена на латински, в Англия Роджър Бейкън през 13 век описва свойствата на лупата, което на свой ред е последвано от изобретяването на очилата в Италия през същия период.

2. Какво е лупа?

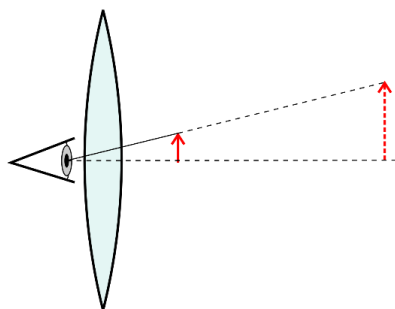


Лупата е оптична система, предназначена за наблюдаване на близко разположени предмети с увеличение на образа. Основни характеристики на лупата са нейният диаметър и фокусно разстояние. Фокусното разстояние представлява разстоянието до мястото пред лупата, където светлинните лъчи, минали през нея, се събират в точка.

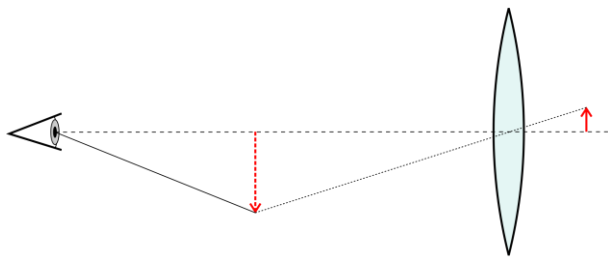
Оптичните схеми може да бъдат:



а/ Директен начин за наблюдение с лупа на разстояние



б/ Директен начин за наблюдение с лупа отблизо



в/ Обратен начин за използване на лупа

3. Увеличение на лупата

Увеличителната способност на една лупа се определя от разстоянието между очите на наблюдателя и предмета и от разстоянието око-обект. Обикновено лупите се степенуват в зависимост от силата на увеличение. Силата на увеличение е отношението между големината на изображението, проектирано върху ретината, със и без лупа, като за случая без лупа се приема, че обектът е доближен на максималното разстояние до окото, където да не се размива образът му. Тази точка варира при различните хора в зависимост от възрастта им. При дете може да почти 5 cm, докато при възрастните хора това разстояние може да нарасне до 2 m. Лупите принципно се категоризират, като за еталон се използва стандартна мярка от 25 cm.

Най-голяма сила на увеличение може да бъде постигната, като се местят заедно окото и лещата, за да се постигне най-добрият фокус. При този случай обектът обикновено е близко до лещата. Силата на увеличение, постигната при тези условия, е $MP_0 = \frac{1}{4}\Phi + 1$, където Φ е оптичната сила в диоптри, а факторът от $\frac{1}{4}$ идва от това, че приетото разстояние за най-близка до окото точка е 25 cm. Тази величина за силата на увеличение обикновено се използва за категоризация на увеличителни устройства. Обикновено се обозначава „ $m\times$ “, където $m = MP_0$.

Не винаги обаче лупите биват употребени по гореописания начин. Много по-удобно е да се доближи лупата по-близо до обекта – на едно фокусно разстояние, като по този начин може да се получи много качествено изображение; фокусът не е особено чувствителен към положението на очите. В този случай силата на увеличение е приблизително $MP = \frac{1}{4}\Phi$.

Типичната лупа може да има фокусно разстояние от 25 cm, еквивалентно на оптичната сила на 4 диоптъра. Подобна лупа си продава като лупа с „ $2\times$ “ увеличение. При същинска употреба наблюдател с „типични“ очи би постигнал увеличение накъде в рамките на 1 и 2, като това зависи от разположението на лещата. По-възрастен човек би бил способен да постигне сила на увеличение от 8 и повече със същата леща, като това се дължи на по-дългото разстояние на най-близка точка до очите.

Така нареченото видимо увеличение на лупата се изчислява по формулата:

$$\Gamma = 250/f$$



където: Γ - увеличение на лупата в пъти; f - фокусно разстояние на лупата в милиметри. В тази формула е прието, че разстоянието на най-ясно виждане за окото е 250 милиметра.

Γ , пъти	2	4	5	10	15	20
f , mm	125	62.5	50	25	16.7	12.5

На практика разглежданият предмет се поставя на разстояние от лупата, близко до фокусното разстояние или по-малко. Както се вижда от таблицата, при 2-кратна лупа разстоянието е 125 mm, при 10-кратна лупа предметът се приближава на 25 mm, а при 20-кратна лупа - на 12,5 mm, което вече е прекалено близо и самата лупа започва да пречи на осветяването на предмета. Естествено, с колкото по-голямо увеличение е лупата, толкова по-малка област от предмета може да бъде обхваната в зрителното поле (тъй като лупата се приближава все повече до предмета). Поради тази закономерност, на практика лупите с голямо увеличение имат малък диаметър.

4. Дълбочина на зрителното поле

Друга важна характеристика на лупата е дълбочината на зрителното поле - разстоянието между най-близката и най-отдалечената точка на предмета, които се виждат ясно:

$$D = 250/\Gamma^2$$

където: D - дълбочина на зрителното поле в милиметри; Γ - увеличение на лупата в пъти.

Γ , пъти	2	4	5	10	15	20
D , mm	62.5	15.6	10	2.5	1.1	0.6

Както се вижда от горната таблица, 2-кратната лупа може да обхване в зрителното си поле предмет с дебелина 62,5 mm, през 10-кратната лупа може да се вижда ясно предмет с дебелина максимум до 2,5 mm, а през 20-кратната лупа - максимум до 0,6 mm.

5. Разделителна способност

Разделителната способност на лупата представлява най-малкото разстояние между две точки на предмета, които все още се виждат разделени:

$$L = 0,075/\Gamma$$

където: L - разделителна способност в милиметри; Г - увеличение на лупата в пъти. Тази формула е в сила при нормални характеристики на човешкото око.

Г, пъти	2	4	5	10	15	20
L, μm	37.5	18.8	15	7.5	5	3.8

Значи, през 5-кратната лупа могат да се различат обекти с размер най-малко 15 микрона, а през 20-кратната лупа - най-малко 3,8 микрона.

За човешкото око съществува и ограничение на разделителната способност по цвят. Ако една светла област стане прекалено малка, човешкото око я вижда като светла точка, но вече не може да различи нейния цвят. Ако обаче тази малка област бъде наблюдавана под лупа с увеличение, цветът започва да се вижда.

Тези закономерности определят приложението на лупите с различно увеличение, например:

- 5x - часовникарска лупа за обекти с дебелина до 10 mm;
- 6x - лупа за сортиране на диаманти;
- 10x - бижутерска лупа за оценяване на диаманти;
- 20x - за търсене на малки включения в скъпоценни камъни.

6. Качество на образа и видове лупи

На практика лупите с различни конструкции имат различно качество на образа. Качеството на образа се влошава от различните аберации, които са присъщи на оптичната система. Най-общо казано, аберациите са дефекти, отклонения във формата, яснотата и цвета на образа.

а/ Лупи от единична леща



Лупата, представляваща една двойноизпъкнала леща има всички видове аберации и най-лошо качество на образа. Тази конструкция се използва при лупите с увеличение около 2 пъти.



Лупата от една плоскоизпъкнала леща с плоска страна, обърната към окото има по-добри качества при линейно зрително поле, не по-голямо от 1/5 от фокусното разстояние. Използва се при увеличение до около 5 пъти.



б/ Лупи – дублети - Лупата на Фраунхофер се състои от две плоскоизпъкнали лещи, монтирани с изпъкналите си части една срещу друга с въздушна междина поне 0,1-0,2 mm между тях. В тази оптична система са коригирани частично сферичната aberация и дисторсията, но има значителна хроматична aberация. Може да се използва при увеличение до 10x за часовникарски, ювелирни и други точни работи, но не за разглеждане на скъпоценни камъни, поради хроматичната aberация. Лупи с такава конструкция се срещат под наименованието "Space Doublet".



Освен класическите лупи-дублети от две лещи, се произвежда и така наречената лупа Coddington, която представлява една леща с врязана пръстеновидна диафрагма в средата.

в/ Лупи - триплети



Апланатичната лупа на Щайнхел е симетрична и се състои от три слепени лещи - една от стъкло крон (двойноизпъкнала) и две от стъкло флинт (отрицателни мениски). Тази лупа има добре коригирани хроматична aberация, кома и дисторсия, като освен това има незначителна сферична aberация. Използва се за увеличения от 6 до 15x и даже до 20x. Има зрително поле до 20°. Такива апланатични и ахроматични триплет-лупи с увеличение 10 пъти и диаметър 18 или 20.5 mm се използват стандартно при оценяването на диаманти. Срещат се под наименованието Hastings-триплет.



Освен истинската лупа-триплет от три слепени лещи, се произвеждат и лупи с увеличение към 10 пъти, които се състоят от една дебела монолитна леща. Тези монолитни лупи са много евтини (няколко долара), но имат много лошо качество на образа - само в средата на зрителното поле се вижда нещо сравнително нормално, а встрани образът е съвсем размазан.

7. Използване като символ



Знакът за лупа (т.е. \mathcal{Q} , или U+1F50D в Unicode: \mathcal{Q}) обикновено се използва като символично представяне за способността за търсене или увеличаване, особено в компютърен софтуер и уеб сайтове.

Параметри на най-разпространените лупи.

Маркировка	Фокусно Разстояние, см	Оптическа сила дптр	Коефициент на увеличение при гледане отдалеч	Коефициент на увеличение при гледане отблизо	Коефициент на увеличение при обратно гледане	Коефициент на увеличение при обратно гледане и d=20см
1x	25	4	1,5	2	0,8	1
1.5x	16,67	6	1,5	2,5	1,7	2
2x	12,5	8	2	3	2,6	3
3x	8,33	12	3	4	4,4	5
4x	6,25	16	4	5	6,2	7
6x	4,17	24	6	7	9,8	11
6.5x	3,85	26	6,5	7,5	10,7	12
9x	2,78	36	9	10	15,2	17
11x	2,27	44	11	12	18,8	21