

**Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігі
А. Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті**

Х.З. Темирханова, О.Б. Сабитбек



ЭЛЕКТР ЖАРЫҚТАНДЫРУ

Қостанай, 2024

**Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігі
А. Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті
Машина жасау, энергетика және ақпараттық технологиялар факультеті**

Х.З. Темирханова, О.Б. Сабитбек

ЭЛЕКТР ЖАРЫҚТАНДЫРУ

Оқу құралы

Қостанай, 2024

ӘОЖ 621.32(075.8)

ББК 31.294я73

Т33

Авторлар:

Темирханова Хадиша Запиевна – т.ғ.м., А.Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университетінің, машина жасау, энергетика және ақпараттық технологиялар факультетінің, электроэнергетика кафедрасының аға оқытушысы

Сабитбек Олжас Батырбекулы – т.ғ.м., М.Дулатов атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университетінің, инженерлік-технологиялық факультетінің, энергетика және машина жасау кафедрасының аға оқытушысы

Рецензенттер:

Курманов Аяп Конлямжанович – т.ғ.д., А. Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университетінің, машина жасау кафедрасының қауымдастырылған профессор

Салыков Болат Рахимжанович – т.ғ.к., А. Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университетінің, аграрлық техника және көлік кафедрасының қауымдастырылған профессор

Айтбаев Мурзаболат Мулкуланович – т.ғ.к., Академик Зұлқарнай Алдамжар атындағы Қостанай әлеуметтік-техникалық университетінің доценті

Темирханова Х.З, Сабитбек О.Б.

Электр жарықтандыру: Оқу құралы. - Қостанай: А. Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ, 2024.- 68 бет.

ISBN 978-601-356-360-2

Оқу құралы электр жарықтандыру пәнінің оқу жұмыс бағдарламасына сәйкес келеді. Оқу құралында қазіргі заманғы энергия тиімді жарықтандыру қондырғыларын әзірлеу негіздері баяндалған және олардың көректену мен басқару сұлбалары қаралды. Жарық техникасындағы негізгі терминдер мен ұғымдар ұсынылған. Сәулелену көздері мен жарық аспаптарының сипаттамалары қарастырылған. Электр жарықтандыру қондырғыларын жобалау кезінде инженерлік есептеулер үшін қолданылатын электр мөлшелері мен олардың өлшем бірліктері көрсетілген.

Оқу құралы электроэнергетика мамандығы бойынша оқитын білім алушыларына арналған.

ӘОЖ 621.32(075.8)

ББК 31.294я73

А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті оқу-әдістемелік кеңесі бекіткен және басылымға ұсынған 27.03.2024 ж., № 2 хаттама

ISBN 978-601-356-360-2

© А. Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, 2024

© Темирханова Х.З., 2024

© Сабитбек О.Б., 2024

Мазмұны

Кіріспе	7
Жасанды жарықтандырудың қысқаша тарихы	8
Тақырып 1 Жарық техникасындағы негізгі ұғымдар	10
1.1 Сәулелену туралы негізгі түсініктемелер мен анықтамалар.....	10
1.2 Оптикалық сәулелену энергиясы спектрде үлестірілуі	11
1.3 Оптикалықты сәулелену энергияны басқа түрлеріне түрлендіру	14
1.4 Сәулеленуді анықтайтын энергетикалық шамалары.....	15
1.5 Негізгі жарық шамалары.....	17
1.6 Бақылау сұрақтары.....	21
Тақырып 2 Жарық көздері	22
2.1 Қыздыру шамдарының құрылысы мен іс әрекет жұмысы.....	22
2.2 Қыздыру шамдарының негізгі сипаттамалар	25
2.3 Қыздыру шамының кернеуі ауытқуының негізгі көрсеткіштеріне іс әрекеті.....	26
2.4 Бақылау сұрақтары.....	27
Тақырып 3 Газ және металлдық буларында электрлік разрядының негізгі заңдары	28
3.1 Жалпы мәлеметтері.....	28
3.2 Газда және металл буларында электрлік разряд.....	29
3.3 Газ және металл буларында доғалық разрядты тұтандыру және тұрақтандыру шарттары.....	31
3.4. Балластық кедергі түрінің газ разрядтық шамдарының жұмысына әсері.....	35
3.5 Бақылау сұрақтары.....	38
Тақырып 4 Кіші қысымы бар люминесценттік газ разрядты шамдар	39
4.1 Люминесценттік шамның құрылысы мен жұмыс принципі.....	39
4.2 Люминесцентті шамның стартер арқылы қосу схемасының жұмысы.....	41
4.3 Люминесцентті шамдардың негізі сипаттамалары мен пайдалану қасиеттері.....	44
4.4 Люминесценттік шамдардың жүргізу реттеу құрылғылар.....	46
4.5 Бақылау сұрақтары	49
Тақырып 5 Жоғары қысымы бар газ разрядты шамдар	51
5.1 Жоғары қысымды сынап шамдары.....	51
5.2 Жоғары қысымы бар доғалы металлдық галоидты шамдар.....	55
5.3 Жоғарғы қысымы бар натрийлі шамдар.....	57
5.4 Доғалы ксенонды электр шамдар.....	59
5.5 Бақылау сұрақтары.....	60
Тақырып 6 Электр жарықтандыруды есептеу тәсілдері	61
6.1 Электрлік жарықтандырудың ережелері мен талаптары.....	61
6.2 Жарықтандырудың жүйелері және типтері.....	63

6.3 Жарық көздерін және жарықтандырғышты таңдау.....	64
6.4 Жарықтандырғышты бөлмеде орнату.....	65
6.5 Бақылау сұрақтары.....	67
Пайдаланған әдебиеттер тізімі.....	68

Кіріспе

Жасанды жарықтандыру құрылғысының мәселелерін қарау кезінде өндірістік кәсіпорындардағы жұмыс уақытының едәуір бөлігі жасанды жарықтандыру кезінде жұмыс жүргізілетін тәуліктің қараңғы уақытында болатындығын ескеру қажет. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жалпы электр тұтынуында жасанды жарықтандыруға арналған электр энергиясының шығындары салыстырмалы түрде аз (5 - 15%) және салаға байланысты. Дегенмен, үнемді және нақты жағдайларға ең қолайлы жарық көздері мен жарық құрылғыларын негізді қолдана отырып, осы энергияны ұтымды пайдалануға ұмтылу керек.

Жарықтандыру қондырғыларын оңтайлы жобалау және ұтымды пайдалану міндеті ең аз шығындармен қамтамасыз ету болып табылады және адамдардың өмірі үшін қалыпты жағдай жасау мақсатында қажетті жарықтандыру және үй жайларды жарықтандырудың қажетті сапасы болу тиіс. Жарық пен жарық сапасының нашарлауына байланысты электр энергиясын үнемдеуге жол берілмейді, өйткені бұл жағымсыз салдарға әкелуі мүмкін: еңбек өнімділігінің төмендеуі, жұмысшылардың көру қабілетінің жоғарылауы, жарақаттанудың жоғарылауы және т. б.

Жұмыс орындарында және жалпы үй – жайларда электр жарығын жобалау кезінде жұмыс жарықтандырудың қажетті деңгейлері және жарықтандыру сапасының көрсеткіштері қажетті талабына сәйкес болу керек, өйткені онда жұмыс істейтін адамдардың көруі үшін қолайлы жағдайлар жасалады.

Жарықтандыру қондырғыларын жобалау кезінде жобаның жарық техникалық және электрлік бөліктері шартты түрде бөлінеді. Жарық техникалық бөлігінде жарықтандыру жүйесін, қажетті жарықтандыруды және қор коэффициентін, жарық көздерін жарықтандыру аспаптарын орналастыру және т. б. таңдау сияқты негізгі мәселелер әзірленуде. Есептеу нәтижесінде берілген жарықтандыруды қамтамасыз ету үшін қажетті шамдардың саны мен қуаты анықталады.

Жобаның электрлік бөлігінде қуат көздерінің мәселелері шешіледі таңдалған жарықтандыру құрылғыларының электр қуаты және жарықтандыру желілерін қорғау. Аталған барлық есептелер бойынша шешім қабылданғаннан кейін жарықтандыру қондырғысын тиімді пайдалану мәселелері шешіледі.

Жарықтандыру қондырғыларының дұрыс орындалуы және дұрыс жұмыс істеуі электр энергиясының тиімді шығынын қамтамасыз етеді.

Жасанды жарықтандырудың қысқаша тарихы

1802 жылдан бастап (электр доғасының ашылу уақыты акад. В. В. Петровпен) электр жарық көздерін пайдалану мүмкіндігі пайда болды [1]. Алғашқы шамдарда электр доға көмір электродтар арасында жанды, 3700—4100 К температураға дейін қыздырған, жану ұзақтығы 5-20 сағат құраған. 1876 жылдан 1882 жылға дейін Яблочков шамы жарық көзі ретінде кеңінен қолданылды.

Т. А. Эдисон 1879 жылы Лодыгин шамының көмір затымен құрылымды жетілдіріп, оны 1881 жылы Париж көрмесінде көрсеткеннен кейін Яблочков шамына деген қызығушылық төмендеді. Осы уақытқа дейін сақталған көмір жіптері бар қыздыру шамдар, кең қолдануды тапты және біртіндеп оның алдындағы керосин мен газкалилдық шамдарды шығарыла бастады.

Жарықтандыруға арналған электр (жалын) доғаларының даму тарихы 1893-1904 жылдарынан бастау алады. Электродтардың дайындау технологиясы дамыған кезде, әр түрлі металдардың тұздары қосылған тығыз графиттен электродтар жасауға мүмкіндік берді, бұл әртүрлі түстердің сәулеленуін алуға мүмкіндік берді: мысалы, жану кезінде стронций тұздары – қызыл, кальций — қызғылт сары, барий - көк және т. б.

XIX ғасырдың аяғы – XX ғасырдың басы қыздыру шамдарының даму кезеңі болды. Электр тогының газдар мен металл булары арқылы өтуінде болатын процестерді зерттеу арқылы және фотолюминесценция құбылысының ашылуы бойынша жаппай қолданылатын жаңа жарық көздерін – люминисцентті лампалар мен басқа да газ разрядты сәулелену көздерін құруға мүмкіндік берді. 20-шы жылдардың басында люминесценция туралы көптеген эксперименттік мәліметтер жиналды.

1940 ж. Бүкілодақтық электротехникалық институттың зертханасында профессор В. А. Фабриканттың басшылығымен заманауи типтегі отандық люминисцентті лампалардың (ЛЛ) алғашқы үлгілері жасалды, бірақ олардың сериялық шығарылымы 1948 жылы Ұлы Отан соғысынан кейін ғана жолға қойылды. Жетілдірудің арқасында 1954 жылдан 1981 жылға дейін ЛБ 40 типті стандартты ЛЛ жарық ағыны 1900-ден 3200 лм-ге дейін, ал қызмет ету мерзімі 3-тен 12 мың сағатқа дейін өсті.

80-ші жылдардың басында 40-тан 80 лм/Вт-қа дейін жарық беретін және қызмет ету мерзімі 10 000 – 15 000 сағ болатын әр түрлі формадағы шамдар ЛЛ (КЛЛ) шығарыла бастады. 1994 – 1996 жылдары тұрақтылықты арттыруға мүмкіндік беретін ЛЛ шамдардың жарық ағынының технологиялық жетілдірулер жасалды, және олардың жарық тиімділігі жеткізілді 114 лм/Вт пен жану орташа ұзақтығы 16 мың сағатқа барды.

Алғашқы жарықдиодты шамдар 1962 жылы, ал 1968 жылы Monsanto индикаторы үшін алғашқы жарықдиодты шам және Hewlett Packard дисплейі

пайда болды. 1985 жылға дейін олар тек индикаторлар ретінде пайдаланылды және жарық ағыны 0,1 лм тең.

1985 жылдан бастап Нобель сыйлығының лауреаты академик Ж. И. Альферовтың қос көп жолды гетерокұрылымдардың ашылуының арқасында, олардың жарық ағыны 100 лм-ге дейін өсті және олар монохроматикалық және ақ жарықтың толық көздері ретінде қолданыла бастады. 1990 жылы жарық диодтарының жарық тиімділігі 10 лм/Вт-қа жетті, бұл оларға қыздыру шамдарын жеткілікті түрде ауыстыруға мүмкіндік берді. Қызылдан бастап сары-жасылға дейін сәулеленудің түсі бар жарық диодтары, 20 лм / Вт жарық тиімділігі пайда болды. 1993 жылы жапон Nichia корпорациясы жоғары тиімді көгілдір жарық материалы — галлий нитридінің ашылғанын жариялады. Бұл дегеніміз жарықдиодты шамдар барлық спектрді игерді (көрінетін ультракүлгін және инфрақызыл) білдірді. 2010 жылдан бастап ақ жарық диодтарының жарық тиімділігі 150 лм/Вт-қа жетті және олар люминисцентті және газразрядты шамдарды жарықтандыру нарығынан шығару бастады.

Тақырып 1 Жарық техникасындағы негізгі ұғымдар

Мақсаты: Жарық техникасындағы негізгі ұғымдар мен анықтамалармен танысу және сәулеленуді сипаттайтын энергетикалық шамаларды анықтау

Жоспар:

- 1.1 Сәулелену туралы негізгі түсініктемелер мен анықтамалар
- 1.2 Оптикалық сәулелену энергиясы спектрде үлестірілуі
- 1.3 Оптикалықты сәулелену энергияны басқа түрлеріне түрлендіру
- 1.4 Сәулеленуді анықтайтын энергетикалық шамалары
- 1.5 Негізгі жарық шамалары
- 1.6 Бақылау сұрақтары

1.1 Сәулелену туралы негізгі түсініктемелер мен анықтамалар

Сәулелену бұл - энергияны сәуле шығарушы денеден оны жұтатын денеге тасымалдау. Сәулелену түсініктемесін дәлдеп айтқанда, тыныштықтағы массасы нөлге тең және ауасыз кеңістікте тұрақты жылдамдықпен қозғалатын материяның ерекше түрі деп анықтауға болады.

Классикалық теориясы сәулелену үрдісін үдейі қозғалған электр зарядтарының электр – магниттік толқындарды шығару ретінде анықталады. Бұл теориясы сәулеленудің көптеген сипаттамаларының түсіндіргенмен кейбір құбылыстардың (*мысалы, денелердің жылулық сәулеленуі, микрожүйенің, яғни атом мен молекуларының сәулеленуі*) табиғатын аша алмайды. Кванттық теориясы сәулеленудің табиғатын тереңірек ашып, классикалық теорияның қолдану шекарасын да айқындап берді.

Макро – және микромир элементері бір-бірімен белгілі құрылыммен байланысты болып келеді. Құрылымның қайта құрылуында энергия жұтылады немесе бөлініп шығарылады. Атом немесе молекула тәрізді кванттық жүйелерінің ішкі энергиясы үздіксіз өзгермейді. Ішкі энергиясы дискретті жиын құрайтын нақты тұрақты мәндерді ғана қабылдайды. Жүйенің белгілі бір энергиясы бар күйден басқа бір күйге ауысу процесі нақтылы энергия мөлшерін – фотонды шығару (*немесе жұту*) арқылы жүзеге асады. Мысалы, электрондардың жоғарғы энергетикалық деңгейден төменгі деңгейге ауысуында фотон – энергия кванты бөлініп шығады. Фотонда бөлшектің де (*корпускуланың да*) және электр – магниттік толқынның да қасиеттері бар. Фотон энергиясы электр – магниттік толқынның жиілігіне тура пропорционал немесе толқынның ұзындығына кері пропорционал болады 1 теңдеуде анықтауға болады:

$$W = h \cdot \nu = h \cdot c / \lambda \quad (1)$$

мұндағы $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – Планк тұрақтылығы

Қыздыру немесе электрлік разряд кезіндегі электрондарының қозғалысына байланысты пайда болатын сәулелену электр – магниттік толқындардың оптикалық аймағына жатады. Электр – магниттік толқындар қатарындағы толқындарының ұзындығы (1...10) нанометрден бастап (0.34...1.0) миллиметрге дейін болатын сәулеленулерді оптикалық сәулелену аймағы – деп атайды. Келтірілген шекте ультракүлгінді, көрінерлік және инфрақызылды сәулеленулер болады. Бірақ, үш сәулелерінің де оптикалық сәулеленуді қоздыру іс әрекеті, кеңістікте таралуы және энергияның басқа түрлеріне түрленуі ортақ және өте жақын болады. Осы нақты себептен оларды «оптикалық сәулелену» деген жалпы атпен біріктірілген.

Температурасы абсолют нөлден жоғарғы келетін денелер өзара үзіліссіз энергия алмастырады, сондықтан бізді қоршаған кеңістікте оптикалық сәулелену өрісі тұрақты, қалыпты болады.

Энергияның кез – келген формасын спектрдің оптикалық диапазонындағы электр – магниттік сәулелену энергиясына түрлердіретін физикалық дене оптикалық сәулелену көзі – деп айтады. Сәулеленумен тасымалданатын энергия – оптикалық сәулеленудің ең басты, маңызды шама. Сәулелену энергиясы W материя қозғалысының сандық өлшемі және энергияның сапалық түрлерінің бірі болып табылады. Бұл шаманың өлшем бірлігі – джоульмен (Дж) өлшенеді.

Сәулеленудің қуаты, яғни уақыт бірлігі ішінде тасымалданатын энергиясы, сәулелену ағыны – деп аталады және өлшем бірлігі ваттпен (Вт) өлшенеді:

$$\Phi = \frac{W}{\tau} \text{ Дж/с} = \text{Вт} \quad (2)$$

Сәулелену ағынының сапалық және сандық сипаттамаларына келесі негізгі шамалар жатады:

- 1) спектрлік құрамы;
- 2) кеңістікте таралуы;
- 3) мәннің уақыт бойынша өзгеруі.

1.2 Оптикалық сәулелену энергиясы спектрде үлестірілуі

Спектрдің оптикалық диапазоны үш түрлі сәулелерден құрылады бұл:

- а) толқын ұзындығы 10...380 нанометр (10^{-9} м) шама аралығындағы интервалда жататын ультракүлгін сәулелер;
- б) толқын ұзындығы 380...770 нанометр (нм) шама аралығындағы интервалда жататын көрінерлік сәулелер;
- в) толқын ұзындығы 770 нм-ден 1.0 мм шама аралығындағы интервалда жататын инфрақызыл сәулелер.

Бұл сәулелердің ішінде көрінерлік сәуле шығарудың адамзат тіршілік әрекетіндегі маңызы зор. Өйткені көрінерлік сәулелену кеңістікте жөн табуға, қоршаған ортадағы заттардың түстерін ажыратуға, қажетті технологиялық жұмыстарды орындауға мүмкіндік береді. Тағамдық азықтар мен

энергетикалық ресурстар (*көмір, мұнай, газ және т.б.*) да күннің көрінерлік сәулеленуінің өсімдіктерде үзіліссіз өтетін фотосинтез бойынша біздің планетаға әсер етуінің нәтижесі болып табылады.

Күннің көрінерлік сәулеленуі ақ түсті жарық ретінде көрінгенімен біртекті емес. Күн сәулесінің спектрі үздіксіз (*тұтас*) болып анықталады. Аталған спектрде көрінерлік сәулеленуді құрайтын барлық толқын ұзындықтары бар деген сөзі. Көрінерлік сәулеленуді құрайтын монохромат, яғни белгілі бір ғана толқын ұзындығы болатын, әр түсті сәулелердің шекаралары айқын болмайды. Әр түсті сәулелер бірінен біріне бірқалыпты ауысып болып отырады. Шарты бойынша сегіз ерекше түстерді бөліп айтуға және олардың толқындар ұзындығын көрсетуге болады 1 – кестеде келтірілген.

1 кесте – Монохромат сәулелер толқындарының ұзындығы

Сәулелену түстері	Толқының ұзындығы, нм
Күлгін	380.....450
Көк	450.....480
Көгілдір	480.....510
Жасыл	510.....550
Сары – жасыл	550.....575
Сары	575.....585
Қызғылт – сары	585.....620
Қызыл	620.....760

Ультракүлгін сәулелену (*УК сәулелену*) көру бейнесін туғызбайды, ол түс көрінбейді. Ультракүлгін УК сәулелену толқындар ұзындығына байланысты жұмысшыларға, жануарларға, өсімдіктерге, бактерияларға және басқа объектілерге әр түрлі іс әсер жасайды. Ультракүлгін УК сәулелену толқын ұзындығына байланысты үш аймаққа бөлінеді: *А* аймағы - 380...315 нм; *В* аймағы - 315...280 нм; *С* аймағы - 280 нанометрден қысқа.

А аймағына жататын сәулелену ұзын толқынды сәулелену деп аталады. Бұл сәулелену зерттелетін заттардың жарық шығаруын қоздырады, сондықтан люминесценттік анализ тәсілі бойынша заттардың сапасын анықтауға пайдаланылады.

В аймағына жататын орташа толқынды деп аталатын ультракүлгін УК сәулелену адам мен жануарларға күшті және әр түрлі биологиялық әсер етеді. Бұл сәулеленудің әсерінен адам мен малдардың терісі қызарады. Оны эритем деп атайды. Сәулеленудің тірі ағзаларға эритемдік әсері жалпы жағымдылығымен (*пайдалылығымен*) анықталады. Сонымен қатар *В* аймақты сәулелену рахитке қарсы іс әсер жасайды. Осы сәулелену іс әсерінің нәтижесінен провитамин ағзаға пайдалы D_2 витаминге айналады.

С аймағына жататын қысқа толқынды УК сәулелену бактерицидтік әсер көрсетеді, яғни ауыру туғызатын бактерияларды жояды. Бұл сәулелену

бөлмелерді, ыдыстарды және суды зарарсыздандыруға қолданылады. Бірақ ол көзторы мен теріге орасан зор әсер етеді және бүлдіреді.

Толқын ұзындығы 200 нм-ден қысқа келетін ультракүлгін УК сәулелену атмосферада жақсы жұғылады және вакуумдік ультракүлгін сәулелену деп атайды.

Көз қабылдай алмайтын инфрақызыл толқындарының ұзындықтары қызыл жарық толқындарының ұзындығынан артық болады. Инфрақызыл сәулелену (*ИҚ сәулелену*) фотондарының энергиясы УК және көрінерлік сәулеленулер фотондарының энергиясынан кіші келеді.

ИҚ сәулелену спектрін де үш аймаққа бөледі:

1 ИҚ-А (780.....1400 нм);

2 ИҚ-В (1400.....3000 нм);

3 ИҚ-С ($3 \cdot 10^3$ 10^6 нм).

Инфрақызыл ИҚ сәулеленуді кез келген қыздырылған дене, тіпті жарықталынбаса да, шығарады. Спектрдің осы телімінің ерекшелігі ИҚ сәулелердің жылулық әсер етуі болып табылады.

Сәулелену көздерінің сәуле шығару спектрі, яғни толқындар ұзындықтары қарай сәулелену құрамы, әр түрлі болуы мүмкін.

Сәулелену спектрі деп – күрделі сәулелену құрамына кіретін монохромат (бір текті) сәулелердің жиынтығы. Монохромат, бұл яғни белгілі бір ғана толқын ұзындығы болатын, сәулеленудің мысалы ретінде лазер сәулелерін айтуға болады.

Сәуле шығару көздерінің көпшілігінің сәулелену құрамы күрделі болып табылады. Олардың сәулелену спектрі үздіксіз, жолақ, сызықты немесе аралас болу мүмкін. Сәулелену спектрі негізінде кесте түрінде анықталады.

Сәулеленудің құрамына жататын барлық толқындар ұзындықтарының интервалын монохромат құрастырушылар үздіксіз тұтас толтырып тұратын спектр үздіксіз спектр – деп атайды. Үздіксіз спектрді шығарып алу үшін, денені жоғарғы температураға дейін қыздыру қажет. Барлық жылулық сәуле шығару көздерінің сәулелену спектрлері үздіксіз спектр боп болады.

Сызықтық спектрі – бірімен – бірі жанаспайтын жеке монохромат сәулелерден тұратын спектр. Сызықтық спектрдің бар болуы – заттың тек әбден белгілі ұзындықтағы толқындар (дәлірек, белгілі өте жіңішке спектрлік аралықта) шығаратынының айғағы. Сызықтық спектрлерді газ күйіндегі атомдық (*бірақ молекулалық емес*) барлық заттар береді. Бұл жағдайда іс жүзінде бірімен – бірі өзара әсерлеспейтін атомдар жарық шығарады. Бұл спектрдің ең іргелі және негізгі түрі. Сызықтық спектр газда немесе метал буларында төменгі қысымда өтетін электр разрядына нақты болады. Разряд өтетін ортада қысым жоғарылағанда сызықтардың ені кеңейеді де, жолақтар пайда болады. Өте тығыз орналасқан көп сызықтарының жиынтығы болатын дискреттік топтары (*жолақтар*) құрайтын монохромат құрастырушылардан тұратын спектр жолақ спектрі – деп аталады.

Сызықтық спектрлерді атомдар беретін болса, жолақ спектрлерді бір – бірімен байланысы жоқ немесе нашар байланысқан молекулалар туғызады.

Жоғарғы қысымды газ – разрядтық шырақтардың спектрі жолақ болады. Бірақ олардың сәулелену спектрлері жиірек аралас болып табылады.

Сәуле шығарудың толқын ұзындығына қарай қалай үлестірілетінін сипаттау үшін жаңадан сәулелену ағынының спектрлік тығыздығы $\phi_{\lambda\tau}$ – деп аталатын шама енгізіледі. Бұл шама онша үлкен емес спектрлік интервалға $d\lambda$ тиісті элементар ағынның $d\phi_{\lambda\tau}$ осы интервалға үшінші тендеу қатысымен анықталады:

$$\phi_{\lambda\tau} = \frac{d\phi_{\lambda\tau}}{d\lambda} \quad (3)$$

Спектрлік сипаттамалар сәулелену көзі бойынша толық мәліметтер анықтайды.

1.3 Оптикалықты сәулелену энергияны басқа түрлеріне түрлендіру

Сәулеленуді түрлендіру оптикалық сәулеленуді тұтынушыларда жүзеге асырылады. Оптикалықты сәулеленуді энергияның басқа түріне түрлендіретін кез – келген объектіні, оның пайда болуына және агрегаттық күйіне байланыссыз, оптикалық сәулеленуді тұтынушы деп аталады. Тұтынушыға түсетін сәулелердің фотонын жұту сәулеленуді түрлендірудің бастапқы үрдісі болып табылады. Бұл үрдіс сан жағынан жұғылу коэффициентімен бағаланылады. Жұғылу коэффициенті α қыбалдағыш бойымен жұтылған оптикалық сәулелену энергиясының $W\alpha$ оған түскен энергияға W қатынасымен айқындалады. Энергияны сақтау заңына сәйкес оптикалық сәулеленуге түрлендіру үрдісін жалпы түрде келесі тендеумен жазуға болады:

$$W\alpha = \alpha \int_{t_0}^{\tau} \Phi(\tau) \cdot d\tau = W_{\text{Э}} + W_{\text{Ш}} \quad (4)$$

мұндағы $W\alpha$ – $d\tau$ уақыт аралығында жұтылған оптикалық сәулелену энергия, Дж;

α – қабылдағышпен сәулелену энергиясының жұғылу коэффициент;

$\Phi(\tau)$ – қабылдағышқа түскен сәулелену ағыны (*уақытқа тәуелділікпен*), Вт;

$W_{\text{Э}}$ – тиімді энергиясы, Дж;

$W_{\text{Ш}}$ – шығындар энергия, Дж.

Оптикалықты қондырғылары тұтынушыларға (*адам, мал, өсімдік, фотоэлемент, фоторезистор және т.б.*) белгілі болымды нәтиже алатындай әрекет ету үшін қолданылады.

Күтетіндей болымды нәтиже алу үшін оптикалық сәулелену энергиясы тұтынушыларда энергияның белгілі бір түріне түрленуі қажет. Бірақ, кез келген үрдістегі сияқты, энергияның бір түрін басқа түрге айналдыру шығынсыз болмайды, яғни сәулелену энергиясының бөлігі қойылған мақсатқа жетуге қажет энергия түріне түрленбейді.

Сонымен, сәулелену энергиясының тұтынушыларда жұтылған және күтетіндей болымды нәтижені қамтамасыз ететін энергияның қажетті түріне түрленген бөлігін тиімді энергия $Wэ$ деп аталады. Осы кезде қосымша, яғни пайда болған энергияның басқа түрлерін шығындарға $Wш$ жатқызу тиіс.

1.4 Сәулеленуді анықтайтын энергетикалық шамалары

Оптикалықтық сәулелену өрісі энергияны сәуле шығаратын денеден және оны жұтатын денеге дейін тасымалдаумен тығыз байланысты болады. Бұл тасымалдаулар электрлік – магниттік тербелістері бойымен жүзеге асырылады.

Көп жағдай бойынша сәулелену энергиясының қуатын (*сәулелену ағынын*) білу қажеттілігі тиісті. Сәулелену ағыны деп – уақыт бірлігі ішінде тасымалданатын сәулелену энергиясын айтады.

$$\Phi = \frac{dW}{dt} \quad (5)$$

мұндағы $dW - dt$ уақыт ішіндегі сәулелену энергия, Дж;
 dt – сәулелену бірқалыпты бойынша қабылдауға болатын уақытты аралық, с.

Сәулелену ағынының өлшем бірлік Ватт (Вт немесе Дж/с).

Қағида бойынша оптикалық сәулелену көздері толқындарының ұзындықтары әр түрлі болатын сәулелерден тұратын күрделі ағындарды жасайды.

Сәулеленудің спектрі болғанда таралуын сәулелену ағынының спектрлік тығыздығының мәнімен анықтайды. Спектрлік тығыздық ϕ_λ және оның өлшем бірлігі (Вт нм⁻¹) сан жағынан біртекті ағынның $\Delta\Phi_\lambda$ осы ағын өлшенген спектр телімінің еніне $\Delta\lambda$ қатынасымен айқындалады:

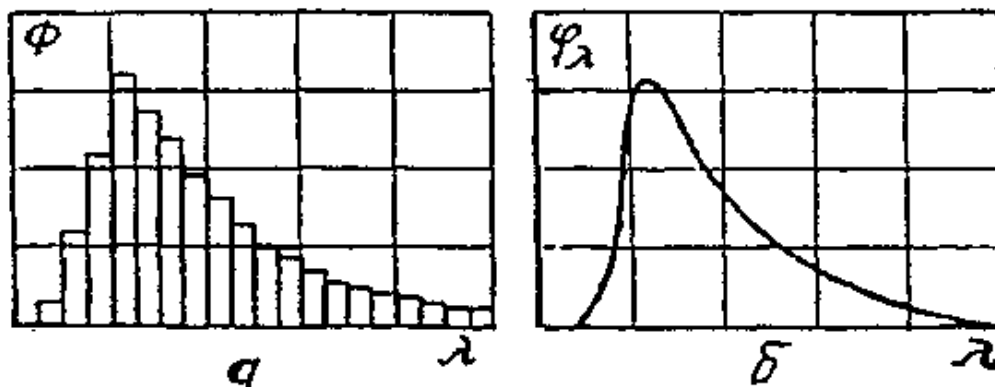
$$\phi_\lambda = \frac{\Delta\Phi_\lambda}{\Delta\lambda} \quad (6)$$

$\Delta\lambda$ -нөлге ұмтылады деп қабылдап, шегінде келесі өрнек табылады

$$\phi_\lambda = \lim_{\Delta\lambda \rightarrow 0} \frac{\Delta\Phi_\lambda}{\Delta\lambda} = \frac{d\Phi_\lambda}{d\lambda} \quad (7)$$

Сәулелену ағынының спектрлік тығыздығының функциясы әдетте тік бұрышты координаталар жүйесінде тұрғызылады (1 – сурет). Спектрлік тығыздықтың берілген функциясын спектрдің оптикалық бөлімі шегінде интегралдап, энергия көзінің сәулелену ағынының шамасын табамыз:

$$\Phi = \int_{\lambda=1,0\text{нм}}^{\lambda=1,0\text{мм}} \varphi(\lambda) d\lambda \quad (8)$$



1 сурет – Тұтас спектрлік сәулелену ағынының спектрлік таратылуы (а) және сәулелену ағынының спектрлік тығыздығы (б)

Сәулелену ағынының спектрлік тығыздығының функция сәулелену энергия көзінің негізі сипаттама болып саналады. Өйткені, ол сәулелену ағынының спектрлік құрамын және оның мәнін бағалауға мүмкіншілік береді. Сәулелену ағынының мәнін $\varphi(\lambda)$ қисығымен және абцисс осімен шектелген аудан ретінде анықтауға мүмкіндік береді.

Сәулелену күші – энергия көзінің сәулелену ағынының кеңестіктік тығыздық ($\text{Вт} \cdot \text{ср}^{-1}$). Бұл шама денелік бұрыштың ішінде барлық жаққа бірдей таралған сәулелену ағынының осы денелік бұрыштың мәніне қатысы бойынша табылады:

$$I = \frac{d\Phi}{\omega}, \text{ Вт/ср} \quad (8)$$

Конусты бетте құрастыратын бұрыш денелік немесе кеңестіктік бұрыш - деп аталады. Сфералық бетте ауданы, сфера радиусының квадратына тең болатын сфера телімін кесіп ойатын кеңестіктік бұрыш денелік бұрыштың өлшем бірлік – стерадиан (ср) ретінде анықталады. Сәулелену ағынының сәуле шығару бетінің ауданына қатынасы сәулелену тығыздық деп саналады:

$$R = \frac{d\Phi}{dS_c}, \text{ Вт/м}^2 \quad (9)$$

мұндағы dS_c – сәуле шығаратын дене бетінің ауданы (осы аудан шегінде сәулелену біркелкі есептеу қабылданған).

Сәулелендіретін бетке түсетін және сол бетке бірқалыпты таралатын сәулелену ағынының осы беттің ауданына қатынасы сәулелендіріліну (сәулелендіру тығыздык) деп атайды:

$$\varepsilon = \frac{d\Phi}{dS}, \text{ Вт/м}^2 \quad (10)$$

Сәулелену тығыздығы сәулелену көзіне жатады және оны сипаттайды, ал сәулелену түсіндірмесі сәулеленген бетке жатады. Бұл екі шаманың айырмашылығы боп саналады.

Сәулелену энергиясын энергияның басқа түрлеріне түрлендіру үрдісі сәуле кадбылдағыштың сәулелену мөлшерімен және сәулеленудің спектрлік құрамымен ғана емес, сонымен қатар сәулелену ұзақтығымен де анықталады. Осы себепті сәулелену мөлшері үлкен маңызға ие. Сәулелену кезінде сәулелену бетінің бірлігіне түсетін сәулелену энергиясының мәні H ($\text{Вт}\cdot\text{с}\cdot\text{м}^{-2}$) сәулелену шамасы деп аталады.

Жалпы жағдайда:

$$H = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \varepsilon_1 \cdot d\tau, \quad (11)$$

мұндағы ε – сәулелендірілінудің лезді шама;

τ_1, τ_2 – сәулелендіруді бастапқы және аяқтау уақыттары.

1.5 Негізгі жарық шамалары

Адамның орташа көзінің спектрлік сезімталдығына (*немесе сәулеленудің салыстырмалы көрінуіне*) негізделген тиімді шамалар жүйесі жарық шамалары жүйесі деп аталады. Бұл жүйедегі тиімді ағын жарық ағыны деп аталады және оның орташа адам көзіне әсері бойынша бағаланатын сәулелену энергиясының кваты ретінде анықталады.

Жарық ағынының өлшем бірлігі —люмен, яғни платинаның қатаю температурасында (2042 К) ауданы $0,5305 \text{ мм}^2$ абсолют қара дене шығаратын жарық ағыны. Адам көзінің ең жоғары сезімталдығы толқын ұзындығы $\lambda=555\text{нм}$ сәулелену кезінде байқалады. Электромагниттік тербелістер спектрінің көрінетін бөлігіндегі адам көзінің салыстырмалы сезімталдық қисығы суретте көрсетілген көрсетілген. Тәжірибелік арқылы толқын ұзындығы $\lambda=555\text{нм}$ қуаты 1 Вт болатын біртекті (монохромат) сәулелену 680 лм жарық ағынын жасайтындығы анықталды. 680 сан сәулелену қуатының жарық эквиваленті деп аталады. Адамның орташа көзінің спектрлік сезімталдығының максималды мәні 680 лм/Вт болады. Сондықтан, тұтастай алғанда, спектрі тұтастай жүретін сәулеленуге жарық ағыны келесідей анықталады:

$$F = 680 \int_0^{\infty} \varphi(\lambda) k(\lambda)_c d\lambda \quad (12)$$

Белгілі бағыттағы жарық ағынының кеңістіктік тығыздығы жарық күші деп аталады. Бұл ағынның жарық ағынының ішінде бәрі бар дененің тең таралған бұрышының мәнге қатынасымен анықталады. Күрделі сәулеленуге:

$$I = \frac{dF}{d\omega} \quad (13)$$

Халықаралық бірліктер жүйесінің негізгі бірліктерінің бірі жарық күшін өлшеу бірлігі ретінде бірі–кандела (*шама*) деп алынады, яғни бір стерадиан (ср), денелік бұрыш ішінде барлық жаққа бірдей таралған 1 лм люмен жарық ағынының кеңістіктік тығыздық.

Жарық көздері жарық күшін барлық бағытта бірдей таратпайды. Ол жарық көзінің жарық күші бір жағынан екінші жағына қалай бөлінетінін нақты көрсету үшін жарық күшінің қисығын жасайды.

Егер жарық көзінің кеңістігінде барлық бағытта бөлінген жарық күшінің мәндерін өлшеп, өлшеу нәтижелерін радиус векторлар шоғыры түрінде ұсынып, олардың ұштары арқылы тұйық бетті жүргізсек, біз жарық көзінің фотометриялық денесін аламыз. Кеңістіктегі жарық күшінің таралу сипаты бойынша сәулелену көздері симметриялы және асимметриялы болып бөлінеді. Симметриялы жарық көздерінің фотометриялық денесі айналу денесі. Симметрия осі арқылы өтетін жазықтықта фотометриялық дененің көлбеуінен алынған қисық жарық күшінің бойлық қисығы деп аталады. Симметриялы жарық көзі осы қисықтың жартысымен ($\alpha=0$ -ден $\alpha=180$ -қа дейінгі) аралығында толық анықталады.

Жарық күшін тарату қисықтарынды көбінесе полярлық координаталар жүйесінде тұрғызады. Тор 10° –тық аймақтардың орталарына сәйкес келетін түзу сызықтар арқылы (тік сызықпен 5° , 15° , 25° ... 175° болатын) құрастырылады. Жарық күшінің мәндері түзу сызықтардың әрқайсысына белгілі бір масштабта қолданылады, содан кейін алынған нүктелер қисыққа қосылады. Қисықтарды пайдаланудың қарапайымдылығы үшін графикке жарық күшінің таңдалған шкаласына сәйкес келетін орталық шеңберлерден тұратын тор қолданылады.

Жарықтандырылған бетке түсетін жарық ағынының тығыздығы жарықтандыру деп аталады. Бұл шама жарықтандырылған бетке біркелкі бөлінген жарық ағынының сол бетінің ауданына қатынасымен анықталады. жарықтандыру Халықаралық бірлік жүйесінде люкспен (лк) өлшенеді.

Жарықталынатын беттің әрбір шаршы метрінде 1 люмен лм жарық ағыны біркелкі таралса жарықталыну 1 люкске лк тең болады:

$$E = \frac{dF}{dS} \quad (14)$$

Жарықтандыратын қондырғыларды есептеуде жарықталыну деңгейін сәулелену көзінің жарық күшінің белгілі мәні ретінде анықтау қажет болады. Осы шамалар аралығындағы тәуелділікті екінші сурет бойынша анықтайық. Суреттегі нүкте A жарық көзі q бетіндегі dS элементардың аланды жарықтандырады (2–сурет). Жарық көзінің жарықталынатын алаңға түсу бағытындағы жарық күші – I_α . Жарықталынатын бет элементіне жүргізілген нормаль мен жарық күшінің түсу бағытының арасындағы бұрыш – β . dS алаңына түсетін жарық ағыны өзінің ішінде өтетін элементар $d\omega$ денелік бұрыштың шаманы келесі геометриялық қатынас, яғни теңдеуі арқылы анықталады:

$$d\omega = \frac{dS \cos \beta}{l^2} \quad (15)$$

Осында dS алаңына түсетін жарықты ағыны:

$$dF = I_\alpha d\omega = \frac{I_\alpha dS \cos \beta}{l^2} \quad (16)$$

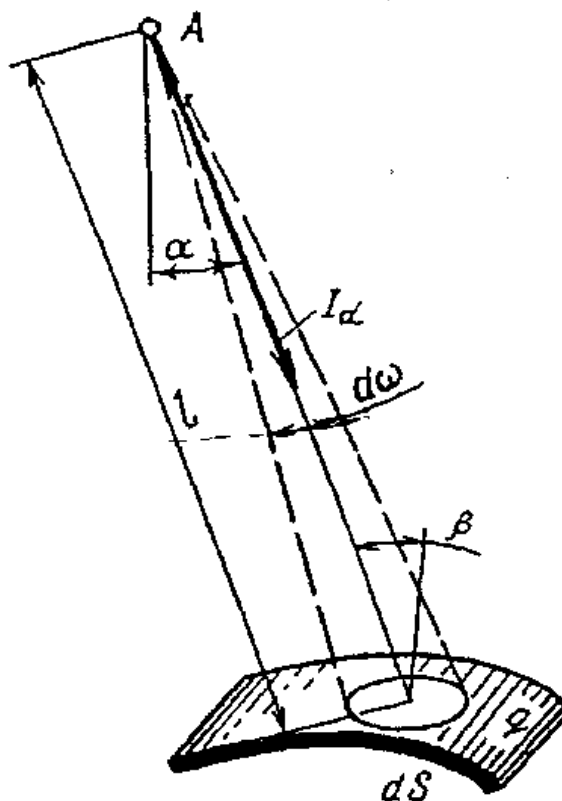
dS алаңының жарықталынуын өрнек бойынша анықтаймыз 2 -сурет. Жарық күші мен жарықталынудың ара қатысы.

$$E = \frac{dF}{dS} = \frac{I_\alpha dS \cos \beta}{l^2 dS} = \frac{I_\alpha \cos \beta}{l^2} \quad (17)$$

Сонымен , жарықталынатын беттің мәлім нүктедегі жарықталынуы жарық күшіне, жарық күші векторы және жарықталынатын бетке жүргізілген нормаль арасы бойынша бұрыштың косинусқа тура пропорционал және жарық көзінен жарық түсетін нүктеге дейін қашықтықтың квадратына кері пропорционал болатыны анықталды.

Жарқырау беттің қаралған кіші телімінен шығатын жарықты ағыны

$$dF = I_\alpha d\omega = \frac{I_\alpha dS \cos \beta}{l^2} \quad E = \frac{dF}{dS} = \frac{I_\alpha dS \cos \beta}{l^2 dS} = \frac{I_\alpha \cos \beta}{l^2} \quad (18)$$



2 сурет – Жарық көзі бетіндегі элементардың аланды жарықтандыруы

Осы телім ауданына қатынасы, яғни бір шаршы метрден шығатын жарық ағыны (лм /м²):

$$M = \frac{dF}{dS} \quad (19)$$

Жарықтылық - сәулелену көздерінің сипаттайтының негізгі шамалардың бірі. Дене бетінің жарықтылығы белгілі бір бағытта жарық күшінің жарқырауық (сәулеленетін) бет ауданының сол бағытқа перпендикуляр жазықтықтағы проекциясына қатынасы арқылы айқындайды:

$$B\alpha = \frac{dI\alpha}{dS \cos \alpha} \quad (20)$$

Жарықтылық Халықаралық бірліктер жүйесінде *нитпен* (кд/м²) өлшенеді. Жарықтылықпен тек жарық көздері ғана емес, сонымен жарықталынған беттер де сипатталады. Адам көзі бақылау объектісінің жарықтылығын тікелей сезінеді. Жарықталынған беттің әрбір элементі көз бағытына қарай не ғұрлым көп жарық күшін сәулелендірсе сол ғұрлым дененің көрінуі (*жарықтылығы*) жақсырақ болады.

1.6 Бақылау сұрақтары

- 1 Жарық дегеніміз не?
- 2 Жарықтың шағылысуы, өтуі және жұтылуы нені білдіреді?
- 3 Сәулелену ағыны дегеніміз не және ол қандай бірліктерде өлшенеді?
- 4 Сәулелену ағынының спектрлік тығыздығы дегеніміз не?
- 5 Дене бұрышын анықтаңыз?
- 6 Энергияның жарықтығын анықтаңыз.
- 7 Нүктелік көздер үшін сәулелену мен сәулелену күшін қандай заң байланыстырады ?
- 8 Қоршаған ортаға әртүрлі материалдармен сәулеленудің кеңістік шағылысу түрлерін тізімдеңіз .
- 9 "Тиімді ағын" дегеніміз не?
- 10 Жарық ағыны дегеніміз не және оның энергия ағынынан айырмашылығы неде?
- 11 Көздің жарық күшінің қисығы дегеніміз не?
- 12 Қандай сәулелену көзі теңжарық деп аталады?
- 13 Сәулелену түсі дегеніміз не және колориметрдің жүйелерін бірінде түс қалай есептеледі?
- 14 Стандартты сәулелену көздерінің түрлерін атаңыз.

Тақырып 2 Жарық көздері

Мақсаты: Қыздыру шамдарының құрылысы мен іс әрекет жұмысы танысу және ҚШ – ның негізгі сипаттамаларын анықтау

Жоспар:

- 2.1 Қыздыру шамдарының құрылысы мен іс әрекет жұмысы
- 2.2 Қыздыру шамдарының негізгі сипаттамалар
- 2.3 Қыздыру шамының кернеуі ауытқуының негізгі көрсеткіштеріне іс әрекеті
- 2.4 Бақылау сұрақтары

2.1 Қыздыру шамдарының құрылысы мен іс әрекет жұмысы

Қыздыру шамдары (ҚШ) жылу жарық көздеріне (ЖК) жатады. Қыздыру шамдар жұмысы принципі түсінікті. Металл жіп белгілі бір температураға дейін қыздырылады егер лампаны желіге қосқан кезде. Металлды жіп электр энергиясы сәулелену энергиясына айналатын, егер оған кернеу берілсе.

Қыздыру шамның денесіне қойылатын негізгі талаптар:

- 1) материалдың жоғары балқу температурасы;
- 2) төмен бүрку жылдамдығы;
- 3) төмен тотығу;
- 4) материалдың икемділігі мен қаттылығы

Қыздыру денесін жасауға жарамды металдардың арасында, ең үлкен қызығушылық - қазіргі уақытта белгілі ең отқа төзімді металл вольфрам. Вольфрамнан калибрленген тесіктер арқылы сымды тарту арқылы кез келген қажетті диаметрлі жіптер. Жұқа сымдар жақсы спиральданады.

ҚШ құрастырылымы олардың қолдану мақсатына байланысты болады. Шыны колбаның іші газбен (*аргон, азот немесе криптон*) толтырады. Колбаның диаметрі шамының қуатына байланысты тиісті. Колба шамның цоколіне арнайы мастиканың көмегімен құрастырады. Цоколь бұрандалы штифті және фокустелінетін болып орындалады. Колба ішінде штабиктен, күрекшеден және штенгельден тұратын шамының шыныдан жасалынған аяғы орнатылады. Штабиктің жоғарғы жағына молибден ілмектер дәнекерленеді. Ілмектерге шамның қызуы денесі (қылсым) бекітіледі. Қызу денесі екі никель электродтардың жоғарғы ұшына балқытып біріктіріледі. Электродтардың екінші ұштары күрекшенің ішіне балқытып орнатылған екі платина сымдардың жоғары ұштарына дәнекерленеді, ал платина сымдардың төменгі ұштары шамның цоколге қосылған мыс сымдар бойынша дәнекерленеді.

Шамның колбасы әр түрлі пішінді орындалады. Жарықтандыруға арналған қыздыру шамдарының колбалары мөлдір, және де күңгірт, жалтыр түсті немесе "сүт түсті" шыныдан дайындалады. Шамының жарық ағыны бір жаққа бағытталынуы керек істегенде колбаның ішкі бетінің жоғарғы жағы күмістен немесе алюминий заттан жасалынған айналы қабыршақпен қапталады. Осы шағылыстырғыштардың пішінін өзгерту арқылы шамының жарық ағынының бағытын реттеуге болады.

ҚШ жұмысын оның негізгі элементі - қызу денесінің (ҚД) жұмысымен анықталады. Сонымен қызу денесінің ҚД жұмысына тоқтаймыз. Негізгі жылулық сәулелену заңдары бойынша қыздыру шамдарының маңызды көрсеткіштері (сәулеленуінің спектрлік құрамы, ағынының мәні, пайдалы әрекет коэффициенті П.Ә.К-і және т.б.) ҚД температурасына байланысты болады. Бірақ тек ҚД - нің температурасын жоғарылатумен қыздыру шамдарының тиімділігін арттыру өте қиын. Өйткені температура жоғарылаған сайын ҚД материалының булану жылдамдығы, яғни оның бөлшектерінің қоршап тұрған ортаға ұшуы, көбейеді де шамның қызмет ету мерзімі азаяды.

Шамдардың ҚД 2400...2800 К температураға дейін қыздырылады. Температура осы шектен 1 процентке жоғарылағанда ҚД материалының булану жылдамдығы екі рет көбейеді.

Қызу денесінің ҚД материалы көптеген талаптарға сәйкес болуы керек. Материалдың өткізгіштігі жеткілікті, балқу температурасы жоғары, әр түрлі диаметрлі сымдарды дайындауға мүмкіншілік беретін қажетті созымдылығы, ұзақ қызмет ету мерзімін қамтамасыз ету бойынша жұмыс температурасындағы булану жылдамдығы төмен болуы тиіс. Осы талаптарға вольфрам үйлесімді келеді, сонымен оны қызу денесін дайындауға пайдаланады.

Қазіргі кезде негізінде қызу денесі вольфрам сымнан дайындалған колбасы газбен толтырылған қыздыру шамдары пайдаланылады. Толтыратын газ ретінде аргон мен азот қоспасы (86% Ar + 14% N₂) немесе азот қосылған криптон және ксенон қолдануда. Азот газдық орта арқылы, қысқа тұйықталу болмас үшін қосады. Газ толтырылған шамдарда вакуум шамдарға қарағанда ҚД материалының булану жылдамдығы баяу келеді. Осы себептен қызмет ету мерзімін қысқартпай, ҚД температурасын жоғарылатуға болады.

Газ толтырылған қуатты ҚШ қызу денесінің температурасы 3000 К-ге дейін тиісті.

Газда жылу шығынын және ҚД заттың булану жылдамдығын азайту үшін қазіргі жалпы мақсатқа арналған шамдарда қызу денесі спираль (*шыйыршык*) түрде дайындайды. Қос спираль түрінде жасалынған ҚД пайдалану қыздыру шамдарының тиімділігін одан әрі жоғарылатуға мүмкіншілік болды.

ҚШ құрастырылымдық ерекшеліктері олардың типін анықтайтын шартты белгі бойынша көрсетіледі. Шамдарының типі әріппен және цифрлармен белгіленеді. Әріп шамның түрін көрсетеді: мысал В-вакуумды, Г — газ толтырылған, Б - қос спиральдік, БК - қос спиральді криптонмен толтырылған және т.б. Бірінші цифрлар шамның кернеу диапазонын, екінші цифрлар шамының қуатын анықтайды.

ҚШ артықшылықтары:

- төмен құны;
- жинақы;
- төмен масса;
- төмен кернеудегі жұмыс;
- қосу үшін қосымша жабдық қажет емес;
- техникалық қызмет көрсетудің қарапайымдылығы;

- қуаттардың алуан түрлілігі;
- жарық ағынының шағын пульсациясы (2-3 %);
- қоршаған орта температурасына төзімділік;
- жалпы түсті көрсету индексі $R_a = 100$;
- ылғалға және химиялық агрессивті ортаға төзімділік.

Өкінішке орай, ҚШ кемшіліктері өте маңызды:

- төмен жарық тиімділігі;
- қысқа қызмет ету мерзімі
- кернеудің ауытқуына сезімталдық;
- үлкен іске қосу токтары;
- сарғыш-қызыл тондардың сәулеленуіндегі басым болуы.

ҚШ қолдану салалары:

- 1) арнайы талаптары бар үй-жайлар көркемдік жарықтандыру;
- 2) электр қауіпсіздігі шарттары бойынша талап етілетін үй-жайлар төмен кернеу;
- 3) аспалы шамдар (хрусталь люстралар), олар үшін кішкентай ҚД қажет;
- 4) жұмыс және авариялық жарықтандыру шамдары, егер басқа жарық көздері қолдануға болады;
- 5) тұрғын үй-жайларға арналған шамдар.

2.2 Қыздыру шамдарының негізгі сипаттамалар

Қыздыру шамдардың негізгі сипаттамалары жатады:

- номинал кернеуі,
- электрлік қуаты,
- жарық ағыны,
- жарық бергіштігі
- қызмет ету мерзімі.

Типке және қолдану орны бойынша номиналдық кернеуі 1В – тең 220 В-ке дейін болатын ҚШ шығарылады. Мысалы, автомобиль және трактор шамдарының номинал кернеуі 6 және 12 В тиісті болады, жергілікті жарықтандыруға арналған шамдардың кернеуі 12 және 36 В кернеу аралығында, темір жол шамдарының 24,50 және 74 В; жалпы мақсатқа арналған жарықтандыру шамдарының кернеуі диапазоны 127...135 В, 215...225 В, 220...235 В, 230...240 В, 235...245 В орындалады. ҚШ пайдаланылатын жарықтандыратын қондырғыларда көп жағдайда кернеу өзінің номинал мәнінен өзгеше. Сондықтан шамдардың кернеуі әр түрлі диапазонда болады.

ҚШ электрлік қуаты мемлекеттік үлгіқалыппен тағайындалатын шектің орташа шамасы ретінде көрсетіледі. Қуаты Вт – тың бөлшегінен бірнеше кВт-қа дейін болатын қыздыру шамдары орындайды.

ҚШ жарық ағыны олардың қуатына және ҚД температурасына байланысты. Шамды дайындау кезінде есептік шамалардан ауытқу болады, сондықтан үлгіқалып жарық ағынның мүмкіндік өзгеру шегін қарастырады. Пайдалану кезінде ҚД сәулеленуі және оның материалы бөлшектерінің ұшу өнімдерінің колбаның ішкі бетіне қонуымен шынының мөлдірлігі кемуіне

байланысты шамының жарық ағыны азаяды. Күңгірт түсті колбалы шамдардың жарық ағыны мөлдір шынылы шамдардың жарық ағынының 97 пайызымен, ал колбалары "сүт түсті" болатын шамдардың жарық ағыны мөлдір колбалы шамдардың ағынының 80 пайызбен кем болмауы тиіс.

Жарық бергіштігі – қыздыру шамдарының үнемділігін көрсететін негізгі сипаттамалардың бірі (лм/Вт):

$$H = \frac{F}{P} \quad (21)$$

Жарық бергіштігінің мәні ҚД температурасына байланысты келеді. Басқа жағдайлар бірдей болғанда диаметрі үлкен қылсымның температурасы жоғары болуы мүмкін. Демек, басқа жағдайлар бірдей болғанда үлкен қуатты және номинал кернеуі төмен келетін қыздыру шамдарының жарық бергіштігі жоғары болуы керек. Шынында да, 125... 135 Вольт аралығында кернеуге арналған 40 Вт ватт қызу денесі қос спираль шамның жарық бергіштігі 12,3 лм/Вт болса, ал типі және кернеуі сондай келетін, бірақ қуаты 1000 Вт шамның жарық бергіштігі 19 лм/Вт болады. Кернеуі 215...225 В, аралығында қуаты 500 Вт шамның жарық бергіштігі 16,6 лм/Вт болса, ал қуаты сондай болады, бірақ 127..135 В-қа арналған шамның жарық бергіштігі —17,4 лм/Вт тең.

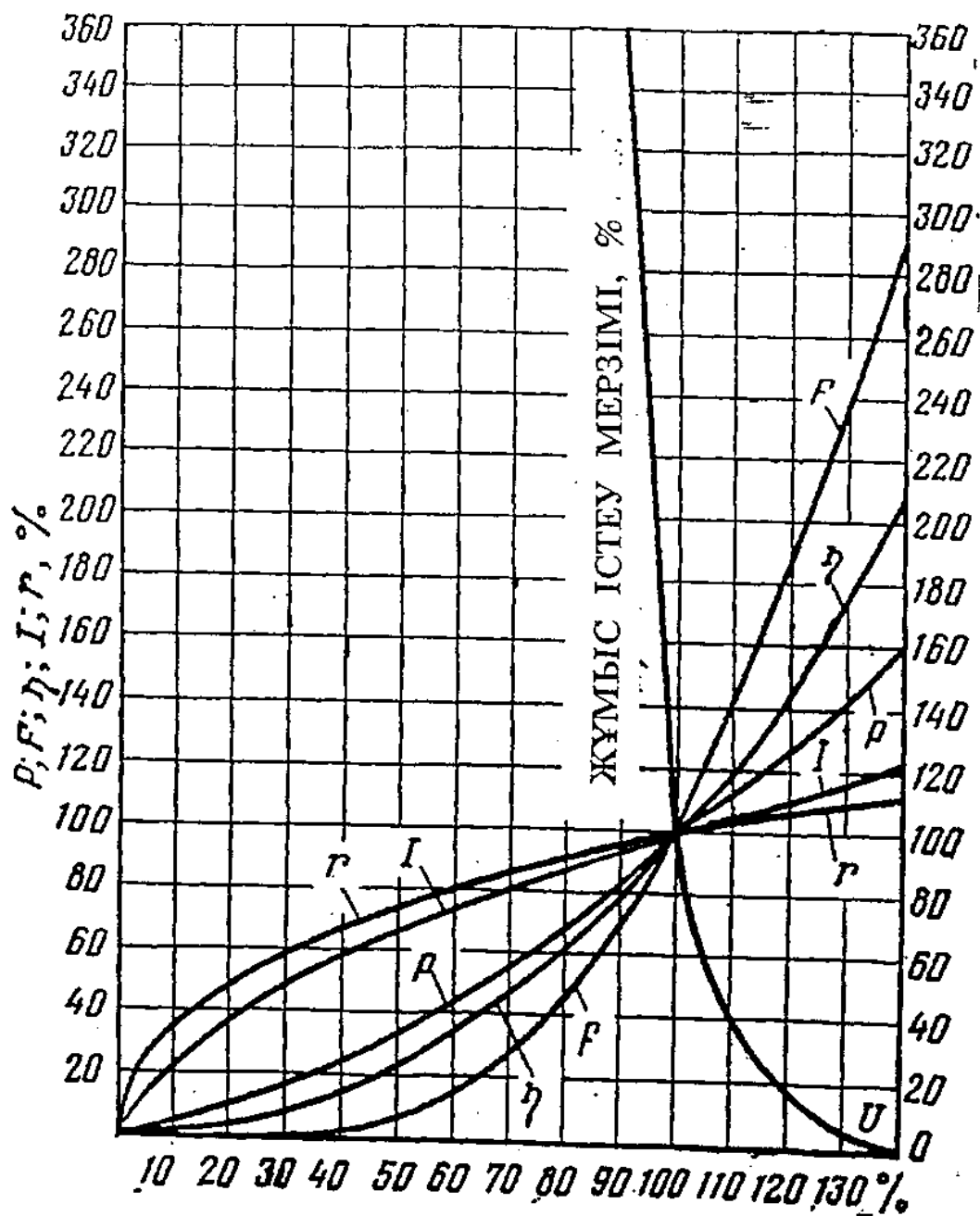
Жарық бергіштігі әдеттегідей шамдармен қатар, жарық бергіштігі 11... 13% - пайызға жоғарылатылған криптонмен толтырылған шамдарда орындайды.

Жалпы айтқанда арналған шамдардың қызмет ету мерзімі, яғни барлық типті қыздыру шамдарының жұмыс істеу мерзімінің орташа шамасы бұл 1000 сағаттан кем болмайды. Соңдықтан кернеу номинал мәнінде болғанда, әрбір шам 700 сағаттан кем жұмыс істемеуі қажет. 750 сағаттай жұмыс істегеннен кейін шамның жарық ағыны өзінің бастапқы мәнінің 85 пайызынен кем болмауы тиісті.

2.3 Қыздыру шамының кернеуі ауытқуының негізгі көрсеткіштеріне іс әрекеті

Электрлік желенің кернеуі өзгерген кезде, қыздыру шамының қылсыма арқылы өтетін токтың мәні өзгеруіне байланысты, қызу денесінің температурасы, кедергісі және қуаты тұрақты болмайды өзгереді. Осы себептен қылсымның жарықтығы және де шамның жарық ағыны, жарық бергіштігі және қызмет ету мерзімі өзгереді.

Жалпы бойынша қыздыру шамының арналған негізгі сипаттамаларының берілген кернеуге тәуелділігі 3 — суретте көрсетілген.



3 сурет – ҚШ негізгі сипаттамаларының берілген кернеуге тәуелділігі

Кернеу электр қондырғыларында мүмкіндік шекте ауытқығанда ҚШ – нын негізгі параметрлерінің қалай өзгередігін 2 – кестеде келтірілген.

2 кесте – ҚШ – ның негізі параметрлерінің өзгеруі

Кернеудің ауытқуы мәні, %	Қуаттың өзгеруі мәні, %	Жарық ағынының өзгеруі мәні, %	Жарық бергіштігінің өзгеруі мәні, %	Қызмет ету мерзімінің өзгеруі мәні, %
-7,5	-13,0	-27	-12	+217
+2,0	+3,0	+7	+4	-25
+7,5	15,0	+30	+20	-60

2.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Қандай сәуле жылулық сәулесі деп аталады?
- 2 Стефан-Больцман және Вин сәулелену заңдарының мәні неде?
- 3 Қара дененің сәулеленуі дегеніміз не және интегралдық сәулелену коэффициент дегеніміз не ?
- 4 Баламалы сәулелену температураларын тізімдеңіз және анықтаңыз.
- 5 Стандартты сәулелену көздерін тізімдеңіз. Олар қалай ерекшеленеді?
- 6 Электрлюминесценция дегеніміз не?
- 7 Галогендік қыздыру шамдары дегеніміз не және олардың кәдімгі қыздыру шамдары артықшылықтары қандай?
- 8 Қыздыру шамдарының негізгі сипаттамаларың ата
- 9 Қыздыру шамдарының артықшыларын және кемшіліктерін ата
- 10 Қыздыру шамның жұмысына қойылатын негізгі талаптар
- 11 Жарық құрылғысының тиімділігін қалай арттыруға болады?
- 12 Жарық құрылғысының толық тиімділігі неге байланысты?
- 13 Жарық шығару үшін қандай құрылымдық аспаптар материалдар қолданылады?

Тақырып 3 Газ және металлдық буларында электрлік разрядының негізгі заңдары

Мақсаты: Газ және металлдық буларында электрлік разрядының негізгі заңдары мен танысу және электр шамдарының негізгі көрсеткіштерін анықтау

Жоспар:

3.1 Жалпы мәлеметтері

3.2 Газда және металл буларында электрлік разряд

3.3 Газ және металл буларында доғалық разрядты тұтандыру және тұрақтандыру шарттары

3.4 Балластық кедергі түрінің газ разрядтық шамдарының жұмысына әсері

3.5 Бақылау сұрақтары

3.1 Жалпы мәлеметтері

Жоғарыда анықталған бойынша жылу сәулеленуі негізінде жарық көздерін одан әрі жетілдіру олардың жарық-техникалық және техникалық-экономикалық көрсеткіштерін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік бермейді. Бұл сәулеленетін денені қыздырумен байланысты емес оптикалық сәулеленудің басқа әдісін іздеуге итермеледі. Іздеу нәтижесінде разрядты сәулелену көздері жасалды.

Оптикалық сәулелену газдарда, металл буларында немесе олардың қоспасында өтетін электр разрядының нәтижесінде пайда болатын сәуле шығару көзі сәулеленудің газ – разрядтық көзі деп аталады.

Оптикалық сәулеленудің разрядты көздері жылу сәулеленуіне негізделген көздерге қарағанда П. Ә. К- ті жоғары. Сәулеленудің түстілігі және оның спектр бойынша таралу сипаты металдың буының немесе газ белгісіне және электр разрядының күйіне байланысты. Газ разрядты сәулелену көздерінің бұл қасиеттері оларды өнеркәсіп пен ауыл шаруашылығының барлық салаларында әртүрлі мақсаттарда пайдалануға жол ашты.

Сәулелену энергиясының негізгі бөлігін қамтамасыз ететін сәулеленгіштің тегіне байланысты газды разрядтық көздерін келесі үш топқа бөледі:

1 электр разряд үрдісінде газдың немесе металл буларының сәулеленуі пайдаланылатын жарық газдық шамдар;

2 электр разряд үрдісінде өте қыздырылған электродтардың сәулеленуі пайдаланылатын жарық электродтық шамдар;

3 негізгі сәулелену көзі газдағы электр разрядының сәулеленуімен қоздырылатын люминоформалар болатын люминесценттік шамдары.

Газды разрядты көздерінің сәулеленуі аралас сипатқа ие және жоғары температуралы электродтардың, газдың және люминофордың сәулеленуінен тұрады. Осы сәулеленудің біріу басым боп табылады. Газ разрядты оптикалық сәулелену көздерінің арасында сынап буларындағы электр разрядын қолданатын шамдар жиі кездеседі. Жұмыс режимінде дамитын қысым деңгейіне байланысты оларды келесідей топтастыруға болады:

- 1) разряд болған кезінде қысымы 0,01 МПа-ге дейін болатын кіші қысымды шамдары;
- 2) жұмыс режим болған кезінде қысымы 0,01...1 МПа болатын жоғары қысымды шамдары;
- 3) разряд болған кезінде қысымы 1Мпа —ден артық болатын өте жоғары қысымды шамдары.

3.2 Газда және металл буларында электрлік разряд

Электр энергиясының аралық тасымалдаушылары электрондар немесе иондар болып табылады. Өткізгіштерде бос электрондар болғандықтан, олар электр тогын жақсы өткізеді. Ерітінділерде бос иондар бар, сондықтан олар электр тогының жақсы өткізгіштері болып табылады. Газдар мен булар оқшаулағыш болғандықтан, олардың бос энергия тасымалдаушылары жоқ. Газ тәрізді ортадағы электр тогының өтуі оның металдар мен электролиттердегі өтуінен ерекше айырмашылыққа ие. Газдың немесе будың электрлік тесілуі және соның салдарынан электр тогының өтуі де диэлектриктердегі бұл құбылыстан ерекшеленеді. Электрлік тесілуі диэлектриктерді бұзады және оларды толық немесе бір жарым жартылай өткізгішке немесе жартылай өткізгішке айналдырады.

Егер тесілу нәтижесінде химиялық реакция жүрмесе, газ немесе бу электр өрісін алғаннан кейін қайтадан қасиеттерін қалпына келтіреді. Газдар мен металл буларындағы электр разрядының сипаты мен механизмі ортаның қасиеттеріне, қолданылатын кернеуге және электр тогының тығыздығына байланысты.

Қазіргі уақытта газдық разрядты сәулелену көздерінде сынап буының разряды кеңінен қолданылады. Бұл разрядта сәулелену энергиясының негізгі бөлігі толқын ұзындығы $\lambda=253,7$ нм болатын сынаптың резонанстық сәулеленуімен анықталады.

Электр тогы аралық газы бар электр тізбегі арқылы өтуі үшін электрондар катод бетінен газға, ал газдан анод бетіне өтуі керек. Электронның қатты өткізгіштің (*катодтың*) бетінен шығуы үшін электрод пен газдың шекарасында орналасқан потенциалды кедергіні жеңу үшін энергия жұмсау қажет болады.

"Шығу жұмысы" деп аталатын бұл энергия электронды вольтпен өлшенеді және катодтың беткі материалына, оның температурасына және газдың табиғатына байланысты. Электрондардың катод бетінен шығуын жеңілдету үшін электродтарды алдын ала қыздыру немесе олардың бетін катодтың эмиссиялық қасиеттерін арттыратын белсенді заттармен жабу сияқты арнайы тәсілдер қолданылады. Электрондар анодтың бетіне түскенде, олардың энергиясының бір бөлігі анодты жылытуға жұмсалады.

Газдағы немесе металл буындағы электр разрядының сипаты мен механизмі разряд тогының тығыздығына және ортаның қасиеттеріне, әсіресе жұмыс режиміндегі қысымға байланысты.

Газдағы разряд екі түрге бөлінеді: тәуелсіз және тәуелді. Тәуелсіз разряд-электродтарға берілетін потенциалдар айырмасының әсерінен газ разрядты

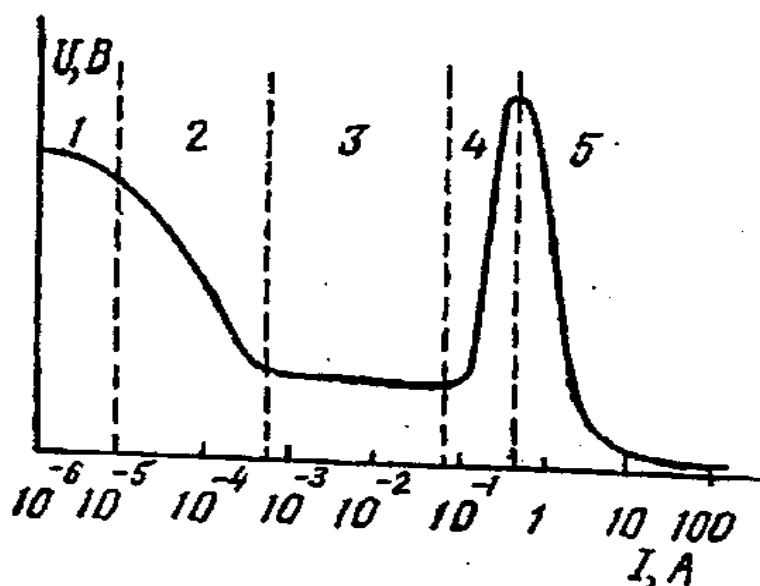
интервалда туындайтын ішкі процестер сақталатын разряд. Сыртқы себеп факторларының әсерінен ғана пайда болатын разряд (*иондаушы сәулелену, электродтарды энергия көзінен алдын ала қыздыру және т.б.*) тәуелді разряд деп аталады. Тәуелсіз разрядтың келесі негізгі формалары бар.

Жай разряды өте кіші ток тығыздығымен (10^{-2} А/см² дейін) және көз шаларлық жарқыл шығармайтындығымен анықталады.

Солғын разряды көзге түсерлік жарқыл шығаруымен анықталады. Разряд тогының тығыздығы $10^{-2} \dots 10^{-4}$ А/см² болу тиіс.

Доғалық разряды катод бетінен электрондар эмиссиясының қарқындылығы бойынша электродтар аралығының тасқын тәріздес иондануы арқылы және жарқыл шығаруының айтарлықтай жарықтылығымен анықталады. Разряд тогының тығыздығы үлкен мәнге (ондаған және жүздеген А/см²) дейін жетуі мүмкін болады.

Қысымдық және разрядтық тогы тығыздығын өзгерту арқылы бір разрядтық аралықта разрядтың жоғарыда келтірілген үш түрін кез келгенін жүзеге алуға болады. Разрядтың белгілі түрде өтуі және оның басқа түрге ауысуы зарядталған бөлшектердің пайда болуына мүмкіндік туғызатын сыртқы себепкер шарттардың әс әрекетіне байланысты болады. Разрядтың түрін және оның бір түрінен басқа түрге көшуін газ разрядтық аралықтың статикалық вольт – амперлік сипаттама бойынша анықтауға болады (4 – сурет).



4 сурет – Разрядтың бір түрінен басқа түрге көшуін газ разрядтық аралықтың статикалық вольт – амперлік сипаттамасы

Электродтарға берілетін кернеу бір шамаға жеткенде, разряд аралығында пайда болған қарапайым разряд дамиды ыдырау ток тығыздығының жоғарылауына байланысты интервалдың электрлік қасиеттерінің өзгеруі нәтижесінде разряд, содан кейін доғалық разрядқа айналады. Вольт - ампер сипаттамасының әртүрлі учаскелеріне сәйкес келетін кернеу мәндеріне

негізделген газ немесе металл буының қасиеттері мен қысымымен анықталады. Разрядтың әртүрлі формаларына сәйкес келетін электр тогының шектері катодты материалдың қасиеттеріне, оның пішініне және бетінің күйіне байланысты.

Ток тығыздығы белгілі деңгейге көтерілгенде, электрод аралық иондану су тасқыны сияқты көрінуі мүмкін. Осы кезде ток күшейген кезде интервалдың кедергісі кенеттен төмендейді. Сондықтан электродтар арасындағы газ ортасының кедергісі өзіне сәйкес келетін белгілі мәнге ие болмауы мүмкін.

Негізгі газ разрядты сәулелену көздерінің жұмыс режимі – доғалық разряд. Осы разрядқа сәйкес келетін вольт-ампер сипаттамасының (ВАС) бір бөлігі төмендейді, яғни ток шексіз өсе береді.

Газдағы немесе металл буларындағы электр разрядының бұл ерекше қасиеті үлкен маңызға ие. Ол газ разрядты сәулелену көзін бұзбай ұстап тұру үшін разряд тогын шектеуге арналған арнайы кедергіні шамға тізбектей қосуға мәжбүр етеді. Бұл кедергіні балласты деп аталады.

3.3 Газ және металл буларында доғалық разрядты тұтандыру және тұрақтандыру шарттары

Газ — разрядтық шамының электродтарына сыртқы кернеу берілмегенде, зарядталған бөлшектердің табиғи түзілу процесі олардың рекомбинациясымен (*бейтарап бөлшектерді қайта құру*) теңестіріледі. Электродтардағы кернеу жоғарылаған сайын зарядталған бөлшектердің саны артады.

Біршамаға кернеу мәніне жеткен сәттен бастап зарядталған бөлшектер санының өсу процесі, демек, электродтар арасындағы ток күші іс жүзінде тең ($10^{-5} \dots 10^{-7}$ с) тең және алаудың пайда болуына әкеледі. Бұл құбылыс тәуелсіз разрядты тұтандыру аталады. Тәуелсіз разряд пайда болатын кернеудің ең кіші мәні-тұтану кернеуі $U_{шт.}$. Оның мәні газдың шығу тегі мен қысымына, электродтардың эмиссиялық қасиеттеріне және олардың аралық қашықтығына байланысты болады. Тәуелсіз доғалық разрядтың тұтану кернеуі разрядты қалыпты режимде ажыратпай ұстап тұру үшін қажетті кернеуден едәуір асып түседі. Себебі қалыптасқан режимде электродтар арасындағы қашықтық оның бетіне түсетін зарядталған бөлшектердің кинетикалық энергиясымен иондалған және қыздырылған катодпен электрондардың жеткілікті эмиссия деңгейін қамтамасыз етеді. Сондықтан, бұл режимде разрядты сүйемелдеу үшін төмен кернеу қажет болады.

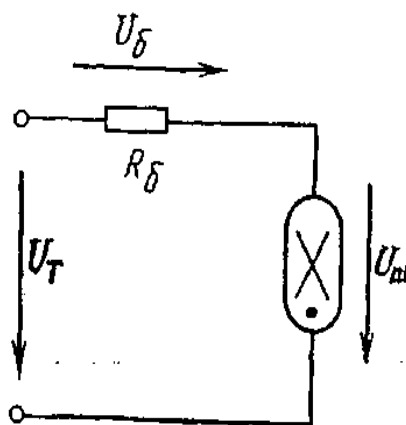
Газ – разрядты сәулелену көзінің тұтану кернеуі ол қосылған электр желісінің тиімді кернеуінен де жоғары. Бұл жағдайда электр торабының U_T кернеуінен жоғары емес кернеу кезінде доғалық разрядты тұтану мүмкіндігі дұрыс болып табылады. Оған жетудің бірнеше жолы бар. Мысалы, газ разрядының аралығына қосымша электродтарды енгізу арқылы газдың алғашқы иондануын арттыруға болады. Қосымша электродтардың көмегімен катодтың жанында электр өрісінің жоғары кернеуі пайда болады, бұл разрядтың пайда болуына және дамуына ықпал етеді.

Тұтынылатын кернеуді төмендетудің басқа әдістері де қолданылады:

- электродтардың беттерін олардың эмиссиялық қасиеттерін арттыру үшін активтендіргіш қабатпен жабу;
- катод бетінен электрондардың шығуын азайту үшін оларды алдын ала қыздыру;
- электр өрісінің электродтар арасында таралуын өзгерту үшін шамның сыртқы бетіне өткізгіш тілімді орналастыру және т. б.

Доғалы разрядты түсетін вольт – ампердің сипаттамалары оны тұрақсыз етеді. Сондықтан газ разрядты сәулелену көзін электр желісіне қосу схемасында разрядты тұрақтандыратын және берілген мәндегі тоқты шектейтін элемент болуы керек. Айнымалы ток желісінен сәулелену көзін қуаттандыру кезінде осы элемент ретінде әр түрлі дұрыс таңдалған кедергілерді қолдануға болады (*белсенді, индуктивті, сыйымдылық, аралас*). Бірақ газ разрядты сәулелену көзінің жарық техникалық, энергетикалық және пайдалану көрсеткіштері әртүрлі балласт кедергілерді пайдалану кезінде сәйкес келмейді.

Шамды тұрақты ток желіне қоректендіргенде разрядты тұрақтандыру жағдайларын 5 —сурет бойынша қарастырайық



5 сурет – Газразрядтық шамды электр жүйеге қосу негізгі схемасы

Бұл қарапайым графиктерді құру арқылы мәселенің мәнін түсіндіруге мүмкіндік береді. 5-суретте келтірілген схема бойынша электр желісіне қосылған газ разрядты сәулелену көзінің электродтары арасындағы электр разрядының тұрақты режимі мынадай шарттардың орындалуымен қамтамасыз етіледі:

$$U_T = U_m + I_m R_0 \quad (22)$$

$$R_0 + \frac{dU_m}{dI_m} > 0 \quad (23)$$

мұндағы U_T - электр желісінің кернеуі, В;

U_m - жұмыс режиміндегі шам шықпаларындағы кернеуі, В;

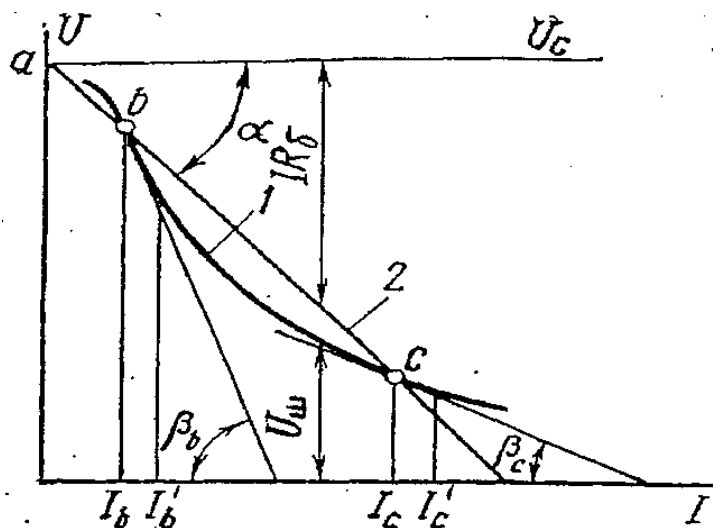
I_m —разряд ток, А;

R_6 -тұрақтандырғыш құрылғының омдық кедергі, Ом.

$$\frac{dU_{III}}{dI_{III}} = R_d = -tg\beta \text{ қатынасы разрядтың дифференциалдық кедергісі деп}$$

аталады. Ол — теріс шама болады. Осы шарттардың негізінде разрядтық тұрақтандыратын құрылғыларды есептеу анықталады.

6— сурет бойынша қисық -1 газ разрядының вольт-амперлік сипаттамасы болып саналсын, ал сызық – 2 балластық кедергінің вольт-амперлік сипаттамасы. Болашақта тұрғызуларды ыңғайлы болуы үшін кедергінің сипаттамасы ординаталар осі бойынша электр желісі кернеуі сызығының түйіскен нүктесінен жүргізілген. Сонымен $tg\alpha=R_6$. Желінің кернеуінің сызығы мен 2 сызық аралығындағы тік кесінділер белгілі масштабта балласт кедергідегі кернеу түсуі $I_{III} R_{III}$ саналады.



6 сурет – Балласт кедергі активті кезінде разрядтық токты тұрақтандыру шарты

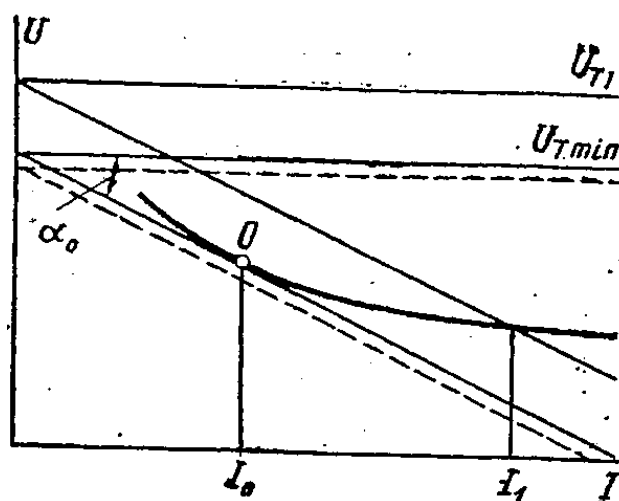
Шам мен балласт кедергінің вольт-амперлік сипаттамаларының b және c қиысу нүктелерінде разрядты тұрақтандырудың екі шартының бірінші орындалады. Бірақ тек $tg\beta < tg\alpha$ болатын c нүктесінде ғана екі шартта орындалады.

Сондықтан тұрақты разрядқа c нүктесі сәйкес келеді. Шыныда да, b нүктесінде разряд тогының өсуіне ештеме кедергі жасамайды.

Өйткені $I_b^1 = I_b + \Delta I$ болғанда $U_T > U_{III} + I_{III} R_6$ болады. Бұл разрядтың графикте c нүктесімен сипатталатын күйіне дейін іс жүзінде ілезде (10^{-5} С шамасында) дамуына әкеледі. Осы жағдайда разрядтық токтың одан әрі өсуі мүмкін емес. Өйткені $I_c^1 = I_c + \Delta I$ болғанда $U_{III} + I_{III} R_6 > U_T$ болады.

Балласт кедергісін шамға бірізді түрде қосқан кезде электр энергиясы қосымша жұмсалады. Сондықтан разрядтық ток мәні I_0 берілгенде разрядтың тұрақтылығын қамтамасыз ететін балласт кедергінің және сол

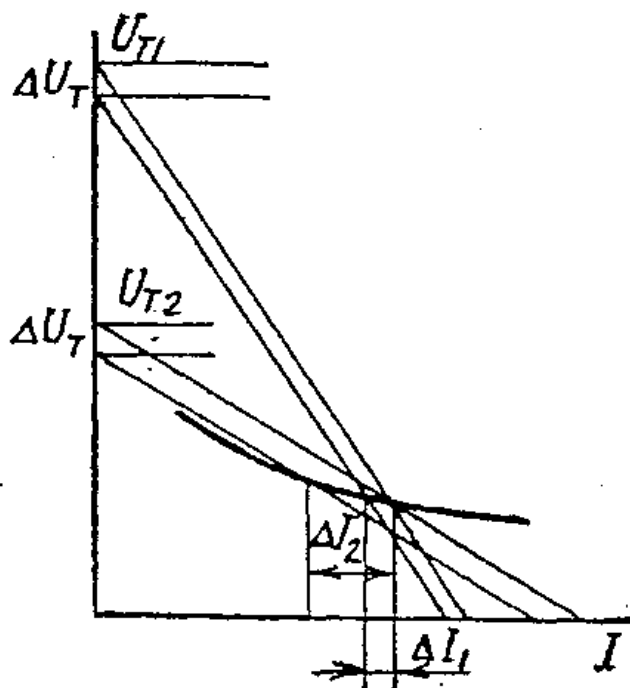
кедергіде кернеу түсуінің мүмкіндік ең кіші мәні туралы сұрақ назар аударады. 7 - суретте осы шамаларды график бойынша анықтау көрсетілген.



7 сурет – Разрядтық ток болғанда актив балласт кедергінің және сол кедергідегі кернеу түсуінің мүмкіндік минималдық мәнін айқындау

Вольт- амперлік сипаттамасының разряд тогының берілген мәніне сәйкес келетін O нүктесінде сипаттамаға ординаталар осімен қиылысқанша жанама сызық өткізілген. U_{Tmin} сызығы электр желінің ең кіші кернеуін сипаттайды, ал $tg\alpha_0$ балласт кедергінің мүмкіндік ең кіші мәніне R_{bmin} пропорционалды болады. Бірақ, R_{bmin} шамның O нүктесіне сәйкес келетін режимдегі жұмысы тұрақсыз болады. Өйткені, қоректендіру желі кернеуі кішкене ғана төмендесе (балласты кедергі тұрақты болғанда) разряд сөнеді. Шынында да, электр желі кернеуі төмендегенде (пунктирдық сызық) балласт кедергі мен шамның вольтамперлік сипаттамалары қиыспайды, яғни $U_T < U_{ш} + I_{ш}R_6$. Бұл разрядтың жоқтығын анықтайды. Қоректендіру желіненде кернеу U_{T1} мәніне дейін жоғарылағанда разрядтық ток I_0 мәнінен I_1 мәніне дейін кенет өседі. Газ- разрядтық шам қоректендіру кернеуі мен шамыдағы кернеу аралығындағы қатынас әр түрлі болғанда да жұмыс істей алады. Бірақ шам жұмысының тұрақтылығы әр түрлі болады. Қоректендіру желінің кернеуі шамыдағы кернеуден не ғұрлым жоғары болса, сол ғұрлым желі кернеуінің ауытқуы шам жұмысына аз әсер етеді. Керісінше $U_{ш}/U_T$ қатынасы көбейген сайын, желі кернеуі ауытқуының разрядтық ток күшіне әсері арта түседі.

Сондықтан сәулелену көзінің жұмыс көрсеткіштері де өзгереді. 8 - суретте $U_{T1} > U_{T2}$ болғанда $\Delta I_1 < \Delta I_2$ болатындығы айқын.



8 сурет – Қоректендіру кернеуі өзгеруде $U_{ш}/U_T$ қатынасының газ-разрядтық шам жұмысының тұрақтылығына әсері

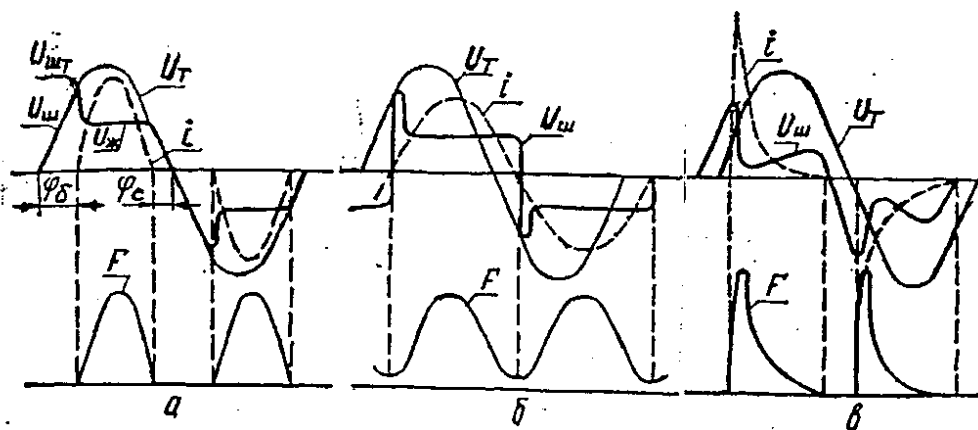
Қоректендіру кернеуінің ауытқуында газ разрядтық сәулелену көздері жұмысының жеткілікті сенімділігін мен олардың параметрлерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін, балласт кедергілерді келесі шартқа $U_{ш} \leq 0,65U_T$ сәйкес болу тиіс.

3.4. Балластық кедергі түрінің газ разрядтық шамдарының жұмысына әсері

Айнымалы ток желісінен қуат алған кезде разрядты шамдар газ разрядты тұрақтандырудың жоғарыда қарастырылған әдістерінің мәні негізінде сақталады. Бірақ қосымша ерекше сәттер пайда болады. Сәулелену көзінің жұмыс көрсеткіштері мен балласт кедергісінің параметрлері арасындағы байланыс әртүрлі және күрделі.

Айнымалы ток тізбектерінде шамның қалыпты қызмет ету мерзімін қамтамасыз ету үшін, ток қисығының пішіні синуска мүмкіндігінше жақын болуы керек. Ток қисығының пішінінің бұрмалану дәрежесіне сүйене отырып, балласт кедергі түріне байланысты (сурет. 9) және амплитудасы коэффициентінің мәні бойынша бағаланады:

$$K_a = \frac{i_{\max}}{\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}} \quad (24)$$



9 сурет – Газ-разрядтық шамы кернеулерінің, тогының және жарық ағынының ілездік мәндерінің осциллограммалары:

- а- активтік балласт кедергіде;
- б- индуктивтік балласт кедергіде;
- в- сыйымдылықтық балласт кедергіде

Балласт құрылғы 1.7-ден аспайтын амплитудалық коэффициентті қамтамасыз етуі керек. $K_a > 1,7$ кезінде люминесценттік лампаның қызмет ету мерзімі айтарлықтай қысқарады.

Айнымалы ток кезінде разрядты белсенді кедергі арқылы тұрақтандыру қарапайым және арзан. Бірақ, бұл тәсілдің ерекше кемшіліктері бар, сондықтан ол тек ерекше жағдайларда қолданылады.

9 суретте белсенді кедергісі бар қалыпты жиіліктегі айнымалы ток тізбегіне қосылған кезде шамның кернеуі мен токтарының мәндерінің қисықтары келтірілген. Кернеуінің ілездік мәні $U_{ш.т.}$ дейін өскенде шамда разряд пайда болады.

Разряд процесінде шамдағы кернеу разрядты ажыратпай ұстап тұру үшін қажетті $U_{ж}$ мәніне дейін төмендейді және желі кернеуінің ілезді U_c мәніне дейін төмендегенше тұрақты болып қалады. Осыдан кейін разряд сөнеді, тізбек бойымен ток ағып кетпейді. Келесі жарты кезеңде тұтану және разрядтың ыдырау процестері қайталанады. Графиктен разрядты қайта тұтату кезінде ток өзгерген кезде әр жарты периодта бастапқы ϕ_6 және соңғы ϕ_c үзілістері болатынын көруге болады. Жалпы үзілісі $\phi_6 + \phi_c$ периодтың $1/3$ жетуі мүмкіндігі бар.

Разряд тогында үзілістің болуы сәулелену көзінің жұмыс көрсеткіштерін едәуір төмендетеді және сәулелену ағынының пульсациясы мен стробоскопиялық әсердің себебі болып табылады. Ілездік ток мәндерінің қисығы синусоидалықтан өзгеше болады. Егер осымен қатар амплитудалық коэффициент жоғарыласа, электродтардың бетіндегі оксид қабаты материалының бөлшектерінің қарқынды таралуына және эмиссиялық қасиеттерінің жоғалуына байланысты электродтардың қызмет ету мерзімі қысқарады. Әсіресе актив балласт кедергіде электр энергиясының үлкен шығыны үлкен кемшілік болып саналады. Себебі бұл құрылғының энергия көрсеткіштерін айтарлықтай төмендетеді

Разрядты индукциялық кедергі бойынша тұрақтандыру оны белсенді кедергімен тұрақтандырумен салыстырғанда кейбір артықшылықтарға ие және бұл тәсіл кеңінен қолданылады. Суретте шамды индуктивті кедергісі бар айнымалы ток тізбегіне қосқан кезде оның кернеуі мен ток мәндерінің қисықтары келтірілген. Электр желідегі кернеулер мен шам сымдары арасындағы фазалық ығысуы болуы шамның әрбір жартылай кезеңде қайта тұтануын айтарлықтай жеңілдетеді. Себебі ток мәні нөлге тең болғанда, шамның шығысына желінің айтарлықтай лезді кернеуі қолданылады. Осы себепті разряд шамалы үзіліспен қайтадан тұтанады. Ток қисығының пішіні синусоидаға жақындайды. Индуктивті балласт кедергіде белсенді кедергіге қарағанда айтарлықтай аз шығынға ие және сәулелену көзінің қуатының 10-35 пайызын құрайды. Индуктивті балласт кедергісінің негізгі кемшіліктеріне металдың үлкен шығыны, төмен қуат коэффициенті, жоғары шығындар жатады.

Разрядты сыйымдылықпен тұрақтандыру сирек қолданылады. Осы тәсілге сәйкес қисықтар 9 в суретте көрсетілген. Электродтардың қызмет ету мерзімі айтарлықтай төмендейді. Ұзақ үзілістер мен үлкен ток шамдары шамның жарық көрсеткіштерін айтарлықтай төмендетеді.

9 суретте балласт кедергісінің кез-келген түрінде де шамдағы кернеу мен оның тогы арасында фазалы ығысуы болмайтынын көруге болады. Бірақ шамның қуаты оның кернеуі мен тогының қолданыстағы мәндерінің көбейтіндісіне тең болмайды. Мәселе мынада, бұл шамалардың лездік мәндерінің қисықтары пішіні мен синусоидасы бойынша бір-бірінен өте ерекшеленеді. Сондықтан электродтар арасындағы разряд қуатының нақты мәнін есептеу үшін кернеу мен ток қисықтарын гармоникалық құрастырушыларға бөлу қажет болады. Нақты қуат алынған ток пен кернеу гармоникаларының қуаттарының қосындысына тең. Іс жүзінде газ разряд шамы қуат коэффициенті болып табылады деген түсініктеме қолданылады. Бұл коэффициент фазалардың ығысу бұрышына тәуелді емес. "Бұрмалау коэффициенті" термині де осы мағынада қолданылады

$$K_{\alpha} = \frac{P}{U * I} \quad (25)$$

Шамның қуат коэффициенті балласт кедергінің түріне және шамасына тәуелді келеді, сонымен тұрақты болмайды. Әдетте газ-разрядтық шамдардың қуат коэффициенті 0.7 ... 0.9 аралығында болады, ал "газ-разрядтық шам - балласт кедергі" жинағының қуат коэффициенті 0.4 ... 0.9 аралығында болады.

3.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Люминисцентті шамдарды іске қосу процесі қандай?
- 2 Сәулеленудің газ – разрядтық көзі деп нені атайды?
- 3 Оптикалық сәулеленудің разрядты көздерінің П. Ә. К- ті жылу сәулеленуіне көздерге қарағанда қандай?
- 4 Сәулелену энергиясының негізгі бөлігін қамтамасыз ететін газды разрядтық көздерін қанша топқа бөледі?
- 5 Газда және металл буларында электрлік разряд
- 6 Тәуелді разряд деп нені атайды?
- 7 Тәуелсіз разрядтың қанша негізгі формалары бар?
- 8 Газ және металл буларында доғалық разрядты тұтандыру және тұрақтандыру шарттары
- 9 Газразрядтық шамды электр жүйеге қосу негізгі сұлбасын түсіндір
- 10 Шам мен балласт кедергінің вольт-амперлік сипаттамасы қандай?
- 11 Балластық кедергі түрінің газ разрядтық шамдарының жұмысына әсері
- 12 "Бұрмалау коэффициенті" термині қандай мағынада қолданылады?
- 13 Газ-разрядтық шамдардың қуат коэффициент қандай аралығында болады?
- 14 "Газ-разрядтық шам - балласт кедергі" қуат коэффициенті қандай аралығында болады?

Тақырып 4 Кіші қысымы бар люминесценттік газ разрядты шамдар

Мақсаты: Люминесценттік шамдарының құрылысы мен жұмыс принципі мен танысу және люминесцентті шамдардың негізі сипаттамаларын анықтау

Жоспар:

4.1 Люминесценттік шамның құрылысы мен жұмыс принципі

4.2 Люминесцентті шамның стартер арқылы қосу схемасының жұмысы

4.3 Люминесцентті шамдардың негізі сипаттамалары мен пайдалану

қасиеттері

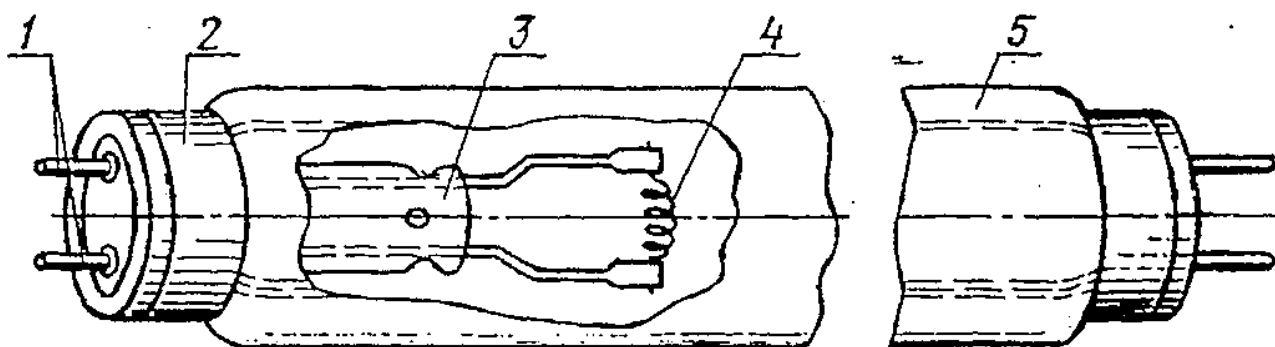
4.4 Люминесценттік шамдардың жүргізу реттеу құрылғылар

4.4 Бақылау сұрақтары

4.1 Люминесценттік шамның құрылысы мен жұмыс принципі

Люминесценттік шам (10-сурет) екі шетінен шыны аяқшалармен 3 герметикалық жабылған цилиндрлік колбадан (түтік) 5 тұрады. Аяқшаларға биспираль 4 түрде вольфрам сымнан жасалған және электрондар эмиссиясын көбейту арқылы сырты оксидпен қапталған электродтар мен бекітіледі.

Электр шамның екі шетіне электродтардың ұштарына дәнекерленген шамды электр желіге арналған қысқа металл түтікшелері (*түйіспелері*) 1 бар екі цоколь 2 орнатылады.



10 сурет – Люминесценттік шамның құрылысы

1-түйіспелер;

2-цоколь;

3-шыны аяқша;

4-биспираль;

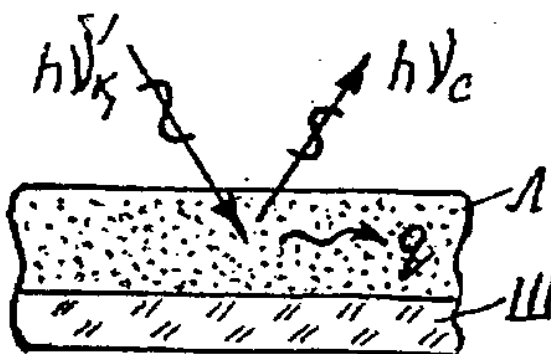
5-колба.

Колбаның ішкі жағына люминофор (*белгілі химиялық, құрама кристалды заттар*) қолданылады. Шамнан ауа шығарылып, ішіне аргон (*инертті газ*) және белгілі бір мөлшерде сынап тамшысы қойылды (30...80 мг). Аргон электродтардың оксид қабаты бөлшектерінің қоршаған ортаға ұшуын азайту және электр разрядының тұтануын жеңілдету үшін енгізіледі. Аргон мен сынап

буының қоспасында разрядтардың жеңіл түзілуі жүреді. Разряд кезінде тек сынап атомдары қозғалады және шығарылады.

Кристалдық құрылымына байланысты белгілі түйіндерінде шоғырланған энергия жинау нәтижесінде люминесцентті сәуле шығаратын заттар люминофорлар деп аталады. Люминесценттік лампаларда қолданылатын люминофор ұнтақты зат болып табылады. Люминофор түйіршіктерінің мөлшері, қалыңдығы және қабат құрылымы шамның жарық техникалық қасиеттеріне қатты әсер етеді. Әдетте 1 см^2 -ге 2...3 мг люминофор жалатылады.

Оптикалық сәулелену фотондарының әсерінен люминофорда сәулеленуді түрлендіру схемасы 11 -суретте көрсетілген.



11 сурет – Сәулеленуді түрлендіру сұлбасы

$h\nu_K$ - қоздыру квант;

$h\nu_C$ - сәулелену квант;

Л-люминофор;

q - түрлендіру шығындар;

Ш-шыны.

Энергия сақталу заңы бойынша :

$$h\nu_K = h\nu_C + q \quad (26)$$

мұндағы $h\nu_K$ - қоздыру фотонының энергия;

$h\nu_C$ - сәулелену фотонының энергия;

q- түрлендіру шығындар

Бұдан $h\nu_K > h\nu_C$ екендігі келіп шығады. Сондықтан $\nu_K < \nu_C$, өйткені $\lambda = \frac{c}{\nu}$, яғни қоздыру толқынының ұзындығы әрқашан да люминофор сәулеленуінің толқын ұзындығынан қысқа болады. Бұл факт Стокс ережесі ретінде анықталады. Осы ережеге сәйкес, люминофорда ультракүлгін сәулеленуді

көрінетін сәуле сияқты ұзын толқын ұзындығына айналдыру керек. Бұл люминесценттік лампаларда байқалады.

Люминесценттік лампалардағы электр энергиясын көрінетін сәулеленуге түрлендіруді екі кезеңге бөлуге болады:

1) сынап буындағы электр разряды кезінде электр энергиясын ультракүлгін сәулелену энергиясына айналдыру;

2) ультракүлгін сәулеленудің люминофор қабатындағы көрінетін сәулеленуге айналуы.

Көрінетін сәулеленудің кішкене бөлігі (5...7 %) электродтар арасында өтетін электр разрядының өзінен бөлінеді.

Химиялық құрамы әр түрлі болатын люминофорларды қолдана отырып, люминофорлар лампаның кез-келген спектрін алуға болады.

Қазіргі уақытта шығарылатын люминесценттік шамдар сәуленің түсіне қарай бөлінеді. Осы қасиетке байланысты люминесценттік лампалардың үлгілері келесіде белгіленеді:

Д - күндізгі абсолютік қара дененің 6500К температурадағы сәулелену түсіне сәйкес;

Б - ақ абсолютік қара дененің 4200К температурадағы сәулелену түсіне сәйкес;

ХБ - салқын ақ абсолютік қара дененің 4800 К температурадағы сәулелену түсіне сәйкес;

ДЦ - түс берілісі жақсартылған;

Е - табиғи;

БЕ - ақ табиғи;

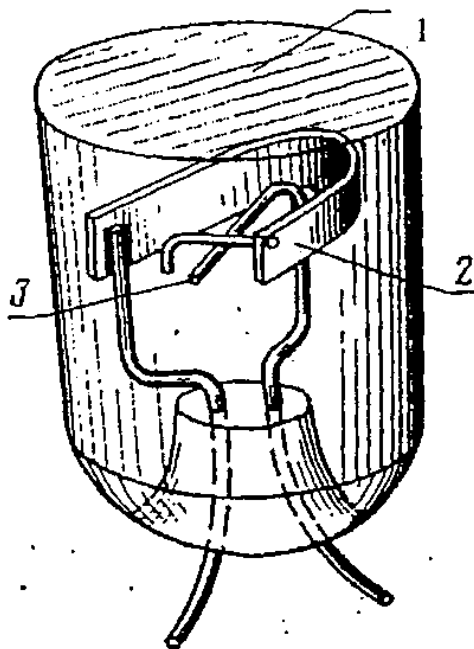
ХЕ - салқын табиғи.

Шанды ортада қолдануға арналған шағылыстыратын люминесценттік шамдар да шығарылады. Бұл шамдарда жұқа айна қабаты диффузиялық шағылысқан және жоғары шағылысқан люминофордың астындағы түтіктің жоғарғы 2/3 бөлігіне қолданылады. Оларды артқы жарықсыз пайдалануға болады.

4.2 Люминесцентті шамның стартер арқылы қосу схемасының жұмысы

Электродтар арасындағы газ ортасында разрядты қалыптастыру үшін қажет кернеу шамның тұтану кернеуінен кем болмауы керек. Шамның тұтану кернеуі электр желінің кернеуінен бірнеше есе көп болуы мүмкін. Разрядты қалыптастыру және электродтардың жұмыс қабілеттілігін сақтау үшін қажетті кернеу мәнін азайту үшін олар алдын-ала 1100...1200 - °С-қа дейін қыздырады. Бұл жағдайда электродтардың оксид қабығынан термоэлектрондық эмиссия жеткілікті деңгейде өтеді. Тұтанғаннан кейін люминесценттік шам доғалық разряд режимінде жұмыс істейді. Электр энергиясының көрінетін сәулеленуге айналуы жоғарыда айтылғандай жүреді. Практикалық көп жағдайда шам стартермен және дроссельмен автоматты түрде жанады. Негізінен сөнетін разрядты стартер қолданылады (сурет.12). Ол биметалл электродтары бар

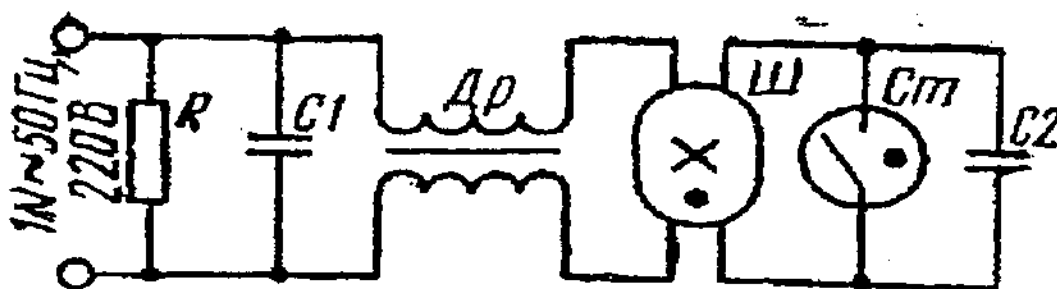
шағын разрядты элемент. Стартер шам электродтарын ток көзіне белгілі уақытқа автоматты қосуға және электродтар қызғаннан кейін тізбекті ілездік ажыратуға қолданылады.



12 сурет – Солғын разрядты стартердің құрылғысы:

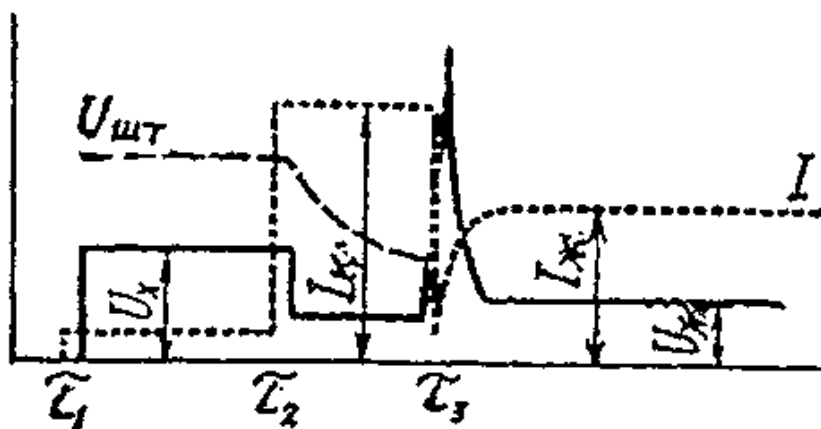
- 1-шыны баллоны;
- 2-қозғалмалы биметалл

Стартер схемасында (сурет.13) *Ш* шамы индуктивті балласт кедергісіне тізбектей қосылады (*дроссель Др*). Дроссель бір магниттік өзегіне оралған екі тең бөліктен тұрады. Олар шамның әртүрлі электродтарына қосылады. Мұндай байланыс тізбектің тармақтарының индуктивті кедергісін арттыра отырып, электр торабына радиобөгеулерің өтуін шектеуге мүмкіндік береді. Шамға параллель 0.01 мкФ сыйымдылығы бар газ разрядты стартер мен С2 конденсаторы қосылған. С2 конденсаторы радиобөгелерің азайтуға, шамның тұтану импульсінің ұзақтығын арттыруға және ажыратылған кезде стартер түйреуіштері арасында электр доғасының пайда болу мүмкіндігін азайтуға арналған. Тізбектің қуат коэффициентін 0.9 дейін арттыру үшін оған параллель С1 конденсаторы қосылған. Шамның тұтану процесі 14-суретте көрсетілген. Схеманы ток көзіне қосқан кезде, шамда t_1 уақыт аралығында разряд пайда болмайды. Себебі шамның тұтану кернеуі $U_{шт}$ оның электродтарындағы кернеуден жоғары (жүктемесіз режим кернеуі U_x). Стартердің тұтану кернеуі электр желісінің кернеуінен төмен болғандықтан, стартерде сөнетін разряд пайда болады. $t_1...t_2$ кезеңіндегі сөнетін разряд тогы стартердің электродтарын қыздырады және оларды жабады.



13 сурет – Люминесценттік шамды электр желіге қосу сұлбасы

Шамның электродтарын алдын ала қыздыру тогымен І_к қыздырады. Токтың мәні электр желісінің кернеуімен, дроссель мен электродтардың кедергісімен анықталады. Алдын ала қыздыру тогы әдетте шам тогының номиналды мәнінің 40...50% жоғары болады. 1...2 с шегінде шамның электродтары қажетті температураға дейін қызады. Шамның тұтану кернеуі төмендейді.



14 сурет – Люминесцентті шамды тұтандыру кезінде оның кернеулері мен тогының диаграммасы

Осы уақыт ішінде стартер электродтары салқындатылады (өйткені олардың арасындағы разряд сөніп қалды), уақыт аралығында τ_3 олар сөніп, шамның электродтарын электр желісінен ажыратады. Дроссель арқылы өтетін токтың кенеттен төмендеуі дроссельдегі өздігінен индукцияланған ЭҚК тудырады. ЭҚК мәні электродтардың алдын ала қызуына байланысты төмендеген шамның тұтану кернеуінен үлкен болады. Шам жағылады. Ол арқылы $I_{ж}$ жұмыс тогы өтеді. Оның электродтарында жұмыс кернеуі $U_{ж}$

орнатылады, электр желісінің кернеуінің жартысына тең. Люминесценттік шам жанғаннан кейін стартер түйіспелері өшірілген күйінде қалады. Себебі шамның сымдарындағы кернеу стартерде сөнетін разрядты қалыптастыру үшін жеткіліксіз.

Стартердің тұтану кернеуі электр желінің номинал кернеуінен кіші бірақ шамның жұмыс режиміндегі кернеуінен жоғары болады:

$$U_T > U_{ст.т} > U_{ш}$$

Стартер шамның электродтар тізбегін белгілі бір уақытқа автоматты түрде жабу және электродтар қызғаннан кейін тізбекті тізбекті өшіру үшін қолданылады.

Люминесцентті шамдарды стартер тізбектерінде жағу процесінде дроссель хронологиялық тәртіпте келесі тапсырмаларды орындайды:

1) тізбектегі ток мәні электродтарды тез қыздыру үшін жеткілікті және шам үшін қауіпсіз болуын қамтамасыз етеді;

2) люминесцентті шамда разрядты қамтамасыз ететін жоғары кернеу импульсін тудырады;

3) тізбектегі ток белгілі шамның номиналды ток мәніне жеткенде разрядты тұрақтандырады;

4) қоректендіруші электр торабындағы кернеудің ауытқуы кезінде шамның тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді.

Дегенмен, дроссельдің негізгі міндеті шамдағы доғалық разряд процесінде тізбектегі токтың тұрақты мәнін сақтау екенін есте ұстаған жөн.

Люминесцентті шам айнымалы ток желінен көрекпенгенде жұмыс істегенде, оның электродтары анод және катод ретінде жұмыс істейді. Катод әр жартылай кезеңдегі электр разряды үшін маңызды. Себебі ол қажетті эмиссия деңгейін қамтамасыз етеді. Олардың шам электродтары бетіне түскен зарядталған бөлшектердің кинетикалық энергиясын ескере отырып қыздырылады ("*өзін-өзі қыздыратын*" электродтар). Катодта қызып кеткен катодты дақ пайда болады. Ол электронды эмиссиясының негізгі көзі болып табылады.

4.3 Люминесцентті шамдардың негізі сипаттамалары мен пайдалану қасиеттері

Қазіргі люминесценттік лампаларда тұтынылатын электр энергиясының шамамен 20% - ы көрінетін сәулеленуге айналады. Олар бірдей қуаттылықтағы қыздыру шамдарына қарағанда жоғары жарық шығысына 4...6 есе ие. Бұл 6 есе көп болады.

Люминесценттік шамдардың жалпы өлшемдері олардың қуатына, номиналды кернеуіне, жарық ағынына және жарық шығысына байланысты. Шамның ұзындығы оның жұмыс кернеуімен анықталады. Шамның қуаты мен ұзындығын анықтаған кезде оның диаметрінің мәні $0.03...0.063 \text{ A/cm}^2$ ток тығыздығы жағдайында таңдалады. Бұл жағдайда шамның бетіндегі жылу жүктемесі $0.0254...0.05 \text{ Вт/cm}^2$ болуы керек. Бұл жүктеме $40...50 \text{ }^\circ\text{C}$ -қа дейін қыздыруды қамтамасыз етеді.

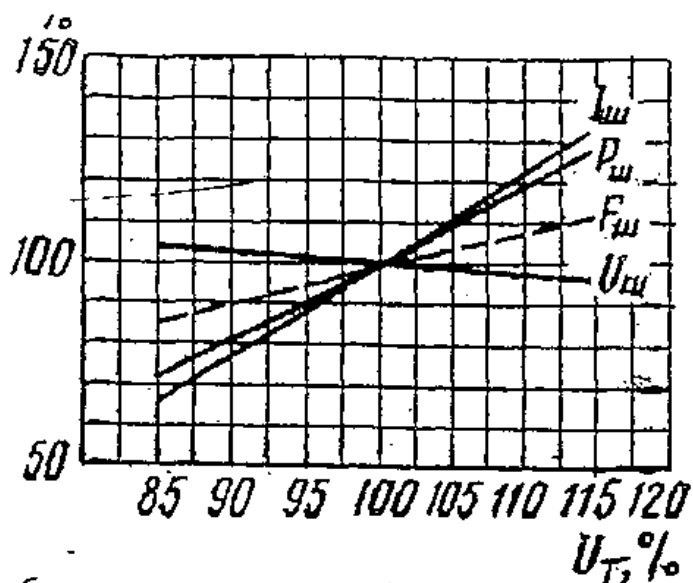
Осы себепті колба ішіндегі сынап буының қысымының мәні қажетті мәнге жетеді (1.3 Па), ал толқын ұзындығы 253.7 нм болатын ультракүлгін сәулеленудің шығымы максималды болады. Бұл шамның люминофоры шығатын жарық ағынының максималды мәнін қамтамасыз етеді. Қуаты 40 Вт шамның жалпы өлшемдері мен электр параметрлері өте қолайлы. Сондықтан, басқа жағдайлар бірдей болған кезде, олардың жарық тиімділігі жоғары болады.

Люминесценттік лампалардың жарық техникалық қасиеттеріне әртүрлі себептер әсер етеді. Мысал ретінде: люминофор бірлік қуаты мен құрамы, балласт кедергісінің түрі және түтік түтігінің ұзындығы мен диаметрінің қатынасы және т. б.

Люминесценттік шамдардың жарық шығысы олардың бірлік қуатына да, люминофордың құрамына да байланысты. Қуаты бірдей шамдардың арасында ЛБ шамдары, ал сәулелену түсі бірдей шамдар арасында 40 Вт шамдардың жарық шығысы жоғары.

Қуат беретін электр желісінің кернеу ауытқуларының люминесценттік лампаның жұмыс көрсеткіштеріне әсері балласт кедергісінің түріне, оның мәніне және лампаның электр желісіне қосылу схемасына байланысты 15-суретте люминесцентті лампаның қуаты, тогы, жарық ағыны және кернеуінің тізбекке берілген кернеуге тәуелділігі көрсетілген.

Электр желісінің кернеуінің жоғарылауы да, төмендеуі де люминесценттік лампаның қызмет ету мерзімін қысқартады. Себебі екі жағдайда да электродтар өседі оксидті жабын бөлшектерінің тозаңдануы: кернеу жоғарылаған кезде электродтар қызып кетеді, ал кернеу төмендеген кезде шамды тұтату үшін стартерді жиі іске қосады.



15 сурет – Люминесцентті шамының негізгі сипаттамаларының қоректену кернеуі мәніне тәуелділік

Қуат беретін электр торабының кернеуі жоғарылаған кезде люминесценттік шамдардың жарық шығымы төмендейді, ал кернеу төмендеген кезде ол жоғарылайды. Бұл қыздыру шамдарынан шыққан люминесценттік шамдардың ерекшелігі. Қуат кернеуінің төмендеуі люминесценттік шамның тұтануын айтарлықтай нашарлатады.

Жалпы айтқанда люминесценттік лампалар температурасы +15 °С-тан +40 °С-қа дейінгі ортада жұмыс істеуге арналған. Қоршаған ортаның температурасы +10 °С-тан төмен болған кезде шамның сенімді тұтануын қамтамасыз ететін арнайы әдістерді (шамды сыртқы ортадан оқшаулау, арнайы схемаларды пайдалану және т.б.) қолдану керек.

Қоршаған ортаның ылғалдылығы шамның тұтану кернеуін арттырады. Ауаның ылғалдылығы 75...80% шамды жағу үшін максималды кернеу қажет болады.

Люминесценттік лампалардың қыздыру лампаларына қарағанда келесі артықшылықтары бар:

- 1) сәулеленудің спектрлік құрамының қолайлылығы;
- 2) жарық тиімділігі едәуір жоғары (*бірдей қуатты шамдар үшін 4...6 рет*);
- 3) айтарлықтай аз жарықтық;
- 4) ұзақ қызмет мерзімі.

Қыздыру шамдарымен салыстырғанда люминесценттік лампалардың келесі кемшіліктерін айтуға болады:

- 1) қосымша қымбат тұратын іске қосу-баптау аппаратын қажетті электр торабына қосу схемасының күрделілігі;
- 2) жұмыс істеу көрсеткіштерінің қоршаған орта жағдайларына тәуелділігі;
- 3) жарық ағынының пульсациясынан стробоскопиялық құбылыстың болуы;
- 4) бірлік қуатының аздығы;
- 5) жұмыстың сенімділігі төмен.

4.4 Люминесценттік шамдардың жүргізу реттеу құрылғылар

Электродтарды алдын ала қыздырумен импульстік тұтандыратын ЖРА

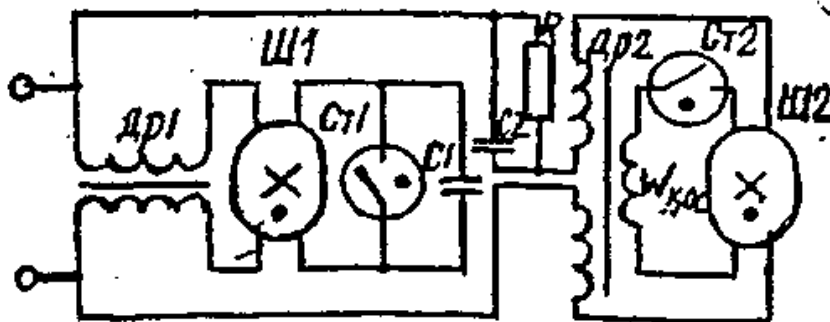
Люминесценттік лампаның тұтануын қамтамасыз етуге арналған элементтер жиынтығы, оның белгілі бір шекте кернеу ауытқыған кезде қалыпты режимде жұмыс істеуі, шамның тұтануы мен жұмыс істеуінде пайда болатын радиобөгеулерді басу жүргізу-реттеу аппараты (ЖРА) деп аталады.

ЖРА-ға келесі талаптар қойылады: жоғары сенімділік, төмен қуат тұтыну, төмен шығындар мен пайдалану шығындары, қауіпсіздік және ұзақ қызмет ету мерзімі.

Кейбір ЖРА" лампа - ЖРА " жиынтығының қуат коэффициентін қажетті деңгейге дейін арттыруды қамтамасыз етеді. Олар компенсацияланған ЖРА деп

аталады. Индуктивті немесе индуктивті-сыйымдылықты балласт элементтері пайдаланылатын ЖРА қуат коэффициентінің қажетті мәнін қамтамасыз етпейді. Олар өтемделінбеген ЖРА деп аталады. Люминесценттік лампалардың тұтану әдісіне байланысты ЖРА келесі кластарға бөлінеді: электродтарды алдын ала қыздырумен импульсті тұтану ЖРА, электродтарды тұрақты қыздырумен ыстық тұтану ЖРА, салқиндай (*ілездік*) тұтандыратын ЖРА.

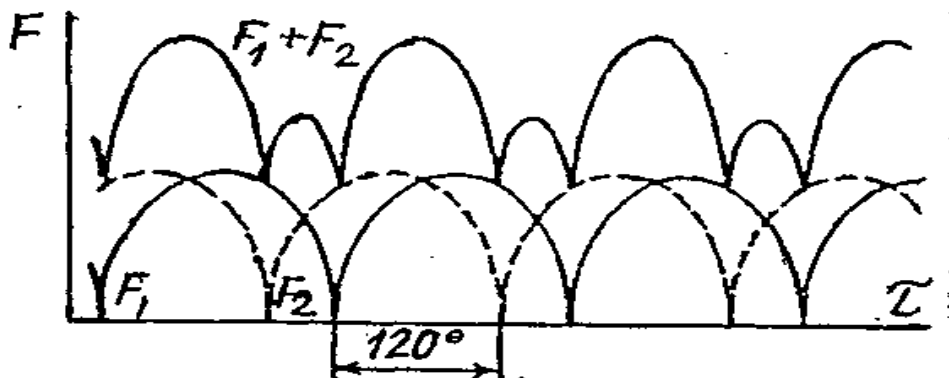
Екі люминесценттік шамды "тарамдалған фазалы" схема бойынша электр желіге қосуға арналған ЖРА (16 сурет)



16 сурет – "Тарамдалған фазалы" люминесценттік шамдарды қосу сұлбасы

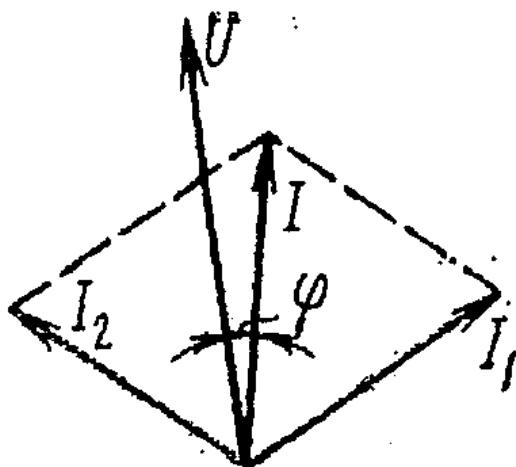
Ш1 шам индуктивтік балластпен ($Dp1$), ал Ш2 шам құрамалы балластпен ($C2 + Dp2$) қосылғандықтан, Ш1 шамның тогы желі кернеуінен 60° бұрышқа кешігеді, ал Ш2 шамның тогы кернеуден 60° бұрышқа озады.

Токтардың ығысуынан шамдардың жарық ағындары бір-бірінен 120° бұрышқа ығысады. Бұл шамдардың жиынтық жарық ағынының пульстенуінің төмендеуін қамтамасыз етеді (17-сурет).



17 сурет – "Тарамдалған фазалы" сұлба бойынша қосылған шамдар жарық ағынының пульстеруі

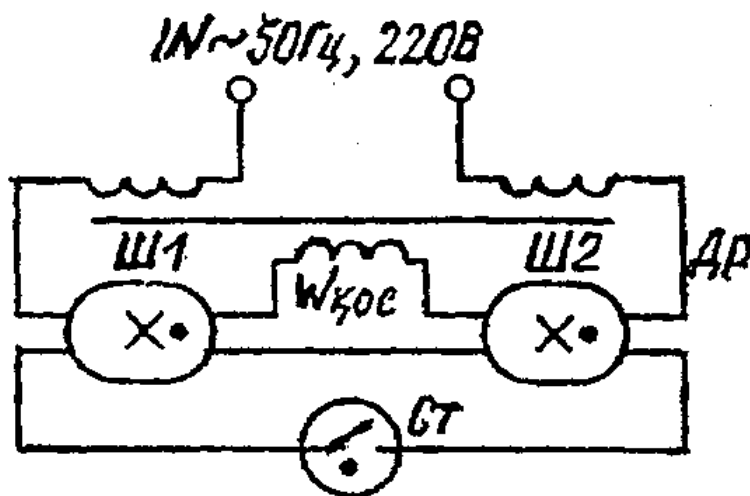
Бір шамның тогы желі кернеуінен озғандықтан, ол екінші шамның тогы торап кернеуінен кешіккендіктен құрылғының қуат коэффициенті бірге жуық (18-сурет).



18 сурет – "Тарамдалған фазалы" схемада токтардың векторлық диаграмма

Кернеу номиналды мәннен ауытқыған кезде, осы схема бойынша қосылған шамдардың жалпы жарық ағынының тұрақтылығы бір режимді ЖРА -мен салыстырғанда жоғары болады. Бір шамды ЖРА салыстырғанда екі шам ЖРА пайдаланған кезде құрылғының жалпы өлшемдері кішірек, салмағы аз, тиімділігі жоғары болады.

127 В кернеуге есептелген қуаты 20 Вт және одан аз шамдарды қуаттандыру қажет болғанда, кернеуі 220 В электр желісінен люминесцентті шамдарды тізбектен қосу үшін ЖРА пайдаланылады (сурет.19). Шамдардың қуаты Ш1 және Ш2 тең болуы керек. Дроссель шамдардың жалпы қуаты Ш1 және Ш2 қосындасы бойынша таңдалады және "орташа" электродтарды қыздыратын қосымша $W_{\text{қос}}$ орамасы болуы тиіс



19 сурет – Люминесценттік шамдарды бірізді қосу

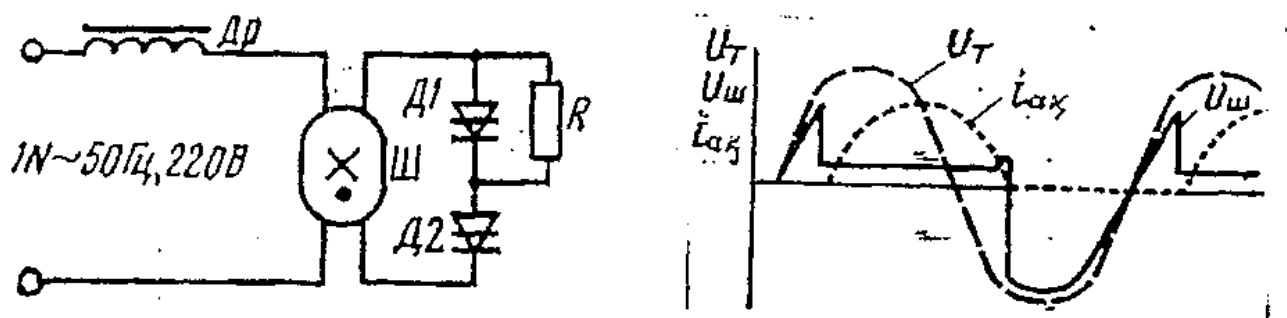
Стартер электр желісінің номиналды кернеуіне байланысты таңдалады.

Схеманың негізгі кемшілігі ЖРА дроссельдің қосымша орамасының болуы, бұл қуат шығынын тұтынуды арттырады.

Егер бір шам істен шықса, екінші шам жұмыс істемейді. Стартер люминесценттік лампаны электр желісіне қосу схемасының ең сенімсіз элементі болып саналады. Оның электрлік параметрлері тұрақсыз болғандықтан, қызмет ету мерзімі қысқа және бұл кезең іске қосу санына байланысты.

Стартердің бұл кемшіліктері шамның қызмет ету мерзімін қысқартады, ЖРА-ның қызып кетуіне және оның істен шығуына әкеледі. Шала өткізгіш элементтерінің Вольт-Ампер сипаттамаларының ерекшеліктері оларды солғын бара жатқан разряд стартерлерінің орнына пайдалануға мүмкіндік береді.

Позисторлар, динисторлар, тринисторлар және т.б. пайдаланылған сұлбалары бар. 20-суретте динисторлар көмегімен люминесценттік шамды электр желіне қосу сұлбасы берілген



20 сурет – Солғын разряд стартерінің орнына динисторларды пайдаланып люминесценттік шамды электр желіне қосу сұлбасы

4.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Сәулеленудің эквивалентті температураларын көрсетіңіз және анықтаңыз.
- 2 Стандартты сәулелену көздерін көрсетіңіз. Олар қалай ерекшеленеді?
- 3 Электрлюминесценция дегеніміз не?
- 4 Галогендік қыздыру шамдары дегеніміз не және олардың қыздыру шамдары мен салыстырғанда қандай артықшылығы бар?
- 5 Разрядтық жарық көздерінің жылулық сәулелену көздері мен салыстырғанда артықшылықтарын атаңыз

6 Разрядтық жарық көздерінің электр қосу тізбектерінің ерекшеліктерін атаңыз.

7 Төмен қысымды люминесцентті лампалар қалай жұмыс істейтінін айтыңыз.

8 Қандай жоғары және аса жоғары қысымды разрядты шамдарды білесіз?

9 Неліктен электродсыз люминесценттік жарық көздері жасалады?

10 Жарық диодтарының негізгі құрылымды элементтері туралы айтып беріңіз

11 ЖРА-ға негізгі қойылатын талаптарды атаңыз

12 Жүргізу-реттеу аппараты (ЖРА) дегеніміз не?

Тақырып 5 Жоғары қысымы бар газ разрядты шамдар

Мақсаты: Жоғары қысымы бар газ разрядты шамдардың құрылғысы мен электр желісіне қосылуы сұлбаларын анықтау

Жоспар:

5.1 Жоғары қысымды сынап шамдары

5.2 Жоғары қысымы бар доғалы металлдық галоидты шамдар

5.3 Жоғарғы қысымы бар натрийлі шамдар

5.4 Доғалы ксенонды электр шамдар

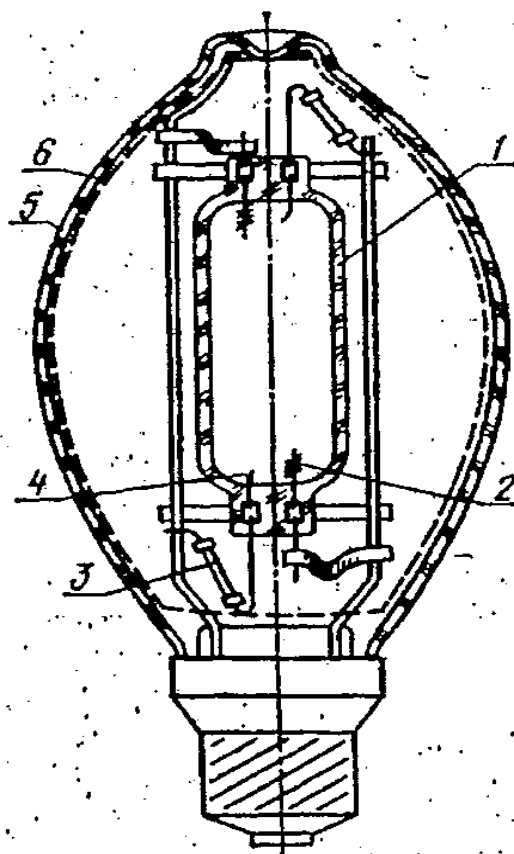
5.5 Бақылау сұрақтары

5.1 Жоғары қысымды сынап шамдары

0.3 Мпа дейінгі қысыммен сынап буларындағы доғалық разрядты пайдалана отырып, жоғары жарық тиімділігі және ұзақ қызмет ету мерзімі бар жасанды жарық көзін жасауға болады. Олардың номиналды қуаты бірнеше вольттан бірнеше киловаттқа дейін болуы мүмкін. Жарық көздері сенімді түрде тұтанады, кернеуі 380/220 В электр желісінде жұмыс істейді, бірақ бұл құндылықтармен қатар олардың елеулі кемшілігі бар. Олардың түсі сәулелену спектрінде сарғыш-қызыл сәулелердің болмауына байланысты өзгереді. Осы себепті мұндай сәулелену көздері жарықтандыруға қолданылмайды. Аталған кемшілікті жою үшін сынап буларындағы доғалық разрядта пайда болған ультракүлгін сәулелер люминофор спектрдің қызыл бөлігіне қатысты көрінетін сәулеленуге айналады немесе сарғыш-қызыл сәулелер шығаратын қосымшалар разряд аралына енгізіледі.

21- суретте ДРЛ типті жоғары қысымды сынап шамының дизайны көрсетілген. Шамның сыртқы колбаның 5 ішінде екі шетіне негізгі 2 және қосымша 4 электродтар балқытып бекітілген және кварцты шыныдан түтік түрінде дайындалған жанарғысы бар. Қосымша электродтар тұтану электродтары деп аталады. Олар түтіктің қарама-қарсы жағындағы негізгі электродтарға ток мәнін шектейтін 3 резисторлар арқылы қосылады. Оттықтың ішінде аргон және сынаптың белгілі бір мөлшері бар. Сыртқы колба ыстыққа төзімді шыныдан жасалған. Оның ішкі беті люминофор жабылған, ал ішіне люминофордың қасиеттерін тұрақтандыру үшін көмірқышқыл газы енгізілген. Шамның пішіні шам жұмыс істеп тұрған кезде люминофордың тиімді жұмыс істеуі үшін қажетті температураны және оның шамның бетіне біркелкі таралуын қамтамасыз етеді.

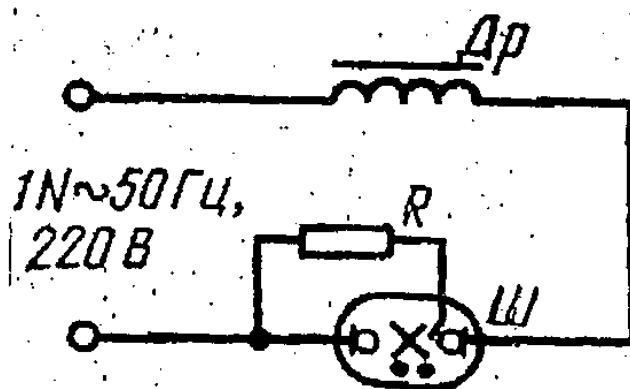
ДРЛ шамды электр желісіне қосылуы сұлбасы 21 - суретте берілген. Электр шамға қоректендіру кернеуін берген кезде разряд басында бір-біріне жақын орналасқан негізгі және қосымша электродтар аралығында пайда болады.



21 сурет – ДРЛ шамның құрылғысы

- 1- ішкі колбасы;
- 2- негізгі вольфрамдық электродтары;
- 3- тоқты шектейтін резисторлар;
- 4- қосымша электродтары;
- 5- сыртқы колбасы;
- 6-люминофордық қабаты.

Содан кейін жанарғының разрядтық аралығы ионданады және разряд негізгі электродтар аралығындағы разрядқа ауысады 22 сурет.



22 сурет – ДРЛ шамының электр желіне қосу сұлбасы

Разрядтың дамуына байланысты разрядтың кедергісі төмендейді және өте қысқа уақыт ішінде тоқты шектейтін резистордың кедергісінен айтарлықтай төмендейді. Сондықтан негізгі және қосымша электродтар арасындағы разряд тоқтатылады. Ток негізгі электродтар арасындағы шам арқылы өтеді. Дроссель ретінде жасалған балласт кедергінің доғалық разрядының тогын шектейді және берілген шекте қуат кернеуі ауытқыған кезде тізбектегі ток мәнін тұрақтандырады.

Тұтанған кезде шамның тогы оның номиналды мәнінен 2 ... 2,6 есе көп болады. Бірақ оттықтың жұмыс режиміне кірген кезде ол біртіндеп төмендейді, шамдағы кернеу 65 В-тан 130 В-қа дейін артады, шамның қуаты мен сәулелену шығыны артады. Оттықтың қабырғаларының температурасы көтеріліп, сынап буларының қысымы көтеріле бастайды. Оттықтың ішіндегі сынап толығымен буланған кезде, шам жұмыс режиміне өтеді. Процесс 5 ... 10 минут ішінде өтеді. Жұмыс режимінде сыртқы шамның температурасы 200 °С-тан жоғары болуы мүмкін. ДРЛ шамын сөндіргеннен кейін 10 ... 15 минут уақыт өткенде ғана оны қайта тұтандыруға болады.

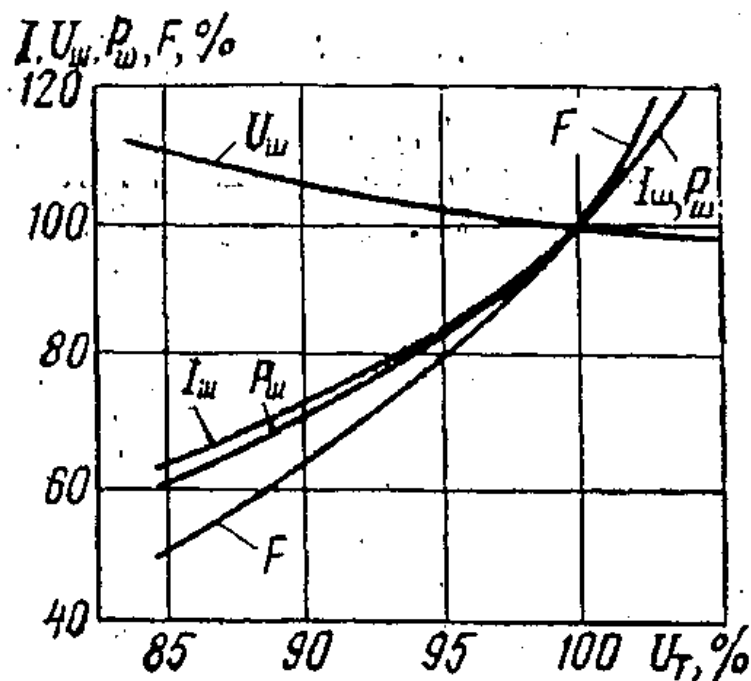
ДРЛ типті шамдардың сәулелену спектрінде ұзақ толқынды сәулелену жеткіліксіз. Бұл шамдардың сәулелену спектрінде жоғары қысымда сынап буларында өтетін және люминофордың жарық шығаруымен қамтамасыз етілетін газ разрядының жеке желілері 580 ... 720 нм толқын диапазонында қызыл құрастырушы болады. Лампаның жалпы ағынынан люминофордың 8...10 % сәулеленуі болады және сәулеленудің спектрлік құрамын сәл жақсартады.

ДРЛ шамдарының бірлік қуаты жоғары болғандықтан, люминесценттік шамдарға қарағанда бір жарық көзінен бірнеше есе көп сәулелену ағынын алуға болады. Пайдалану кезінде шамның жарық ағыны азаяды және пайдалану мерзімінің соңында оның бастапқы мәнінің 70% құрайды.

ДРЛ шамдарының жарық шығысы қыздыру шамдарының жарық шығысынан 2 есе көп, ал люминесценттік шамдардың жарық шығысы біршама аз. Бұл көрсеткіштің мәні 40 ... 50 лм / Вт болады.

Шамның оттығы газбен толтырылған сыртқы шамның ішінде болғандықтан, қоршаған орта жағдайлары шамның сенімді тұтануына айтарлықтай әсер етпейді. -40 °С-тан + 80 °С-қа дейінгі қоршаған орта температурасында ДРЛ шамы жақсы жұмыс істейді. Қуат кернеуінің номиналды мәннен шамның жұмыс режиміне ауытқуының әсері 23-суретте көрсетілген. ДРЛ шамдарының қызмет ету мерзімі 12 ... 15 мың сағат болады. Олар кернеуі 220 В айнымалы ток желілерінде жұмыс істеуге арналған және шамдардың қуаты 80 Вт-тан 2000 Вт-қа дейін. Сыртқы жарықтандыру шамдары, биіктігі 4 ...5 м-ден асатын өндірістік үйлер мен жылыжайларды жарықтандыру үшін қолданылады. ДРЛ шамдарының артықшылықтары: меншікті қуат және жоғары сәулелену шығыны, негізгі сипаттамалары қоршаған орта жағдайларына, шағын өлшемдерге, ұзақ қызмет ету мерзіміне, сенімді тұтануға сәйкес келеді.

ДРЛ шамдарының кемшіліктері: спектрдің қызыл бөлігі олардың сәулеленуінде өте аз болғандықтан, түстердің берілуіне қанағаттанбау, тұтану ұзақтығы, тіпті қысқа мерзімді өшірілгенде де, шам толық салқындағаннан кейін ғана (10 ... 15 мин.) оны қайтадан жағуға болады.



23 сурет – ДРЛ шамның негізгі сипаттамаларының қоректендіру кернеуі мәніне тәуелділігі

ДРВЛ шамы (догальқ сынап-вольфрам люминесценттік) ДРЛ шамының бір түрі болады. Сыртқы түрі бойынша оң жақ ДРЛ шамынан ерекшеленбейді. Бірақ шамның ішінде оттықтың айналасында разряд бар аралыққа тізбектей жалғанған вольфрам спиралы енгізіледі. Вольфрам спиралы разряд тогын шектейтін балласт кедергі және де спектрдің қызыл бөлігінде сәулелену көзі ретінде қызмет етеді. Сондай-ақ, шамның ішіне спираль қою үшін қосымша жақсы жағдайлар бар. Оның сәулеленуімен оттықтың қызуына байланысты шамның тұтану уақыты қысқарады. ДРВЛ шамдары қыздыру шамдары сияқты тікелей электр желісіне қосылады. Іске қосу кезінде қуат кернеуі толық спиральға түседі. Шамның тұтану процесі дамыған сайын шамдағы кернеу жоғарылайды және спиральдағы кернеу жұмыс мәніне дейін төмендейді.

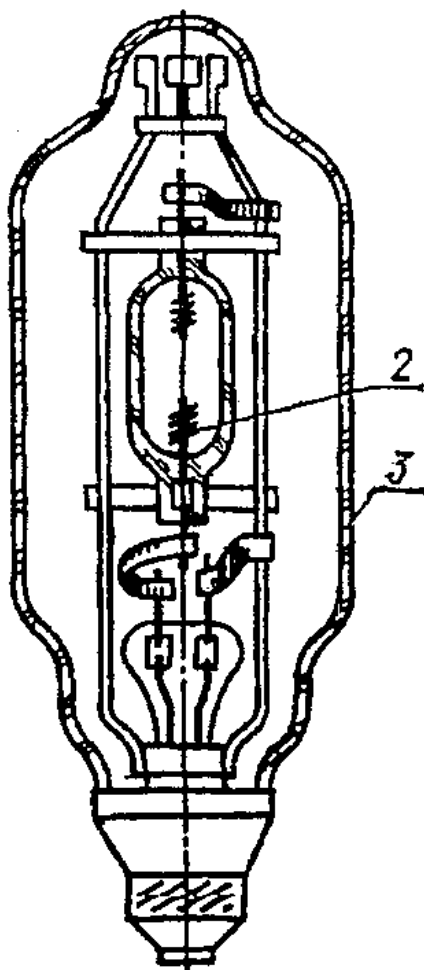
Спиральдің люминофор сәулеленуіне қосымша қызғылт-қызыл түрі сәуле шығаруы шамының сәулелену спектрін жақсартады. Осы себептен ДРВЛ шамдарының түс беруі ДРЛ шамдарына қарағанда жақсы болады. Бірақ жарық бергіштігі ДРЛ шамдарына қарағанда 1,8 ... 2,0 есе кем келеді (18 ... 20 лм/Вт).

Бұл ішкі актив балласт кедергіде (спиральде) қуат шығынының көп (шамамен 50 %) болғандығынан.

Бұл топқа ДРВЭ шамдары да кіреді (*доғалық сынап - вольфрам эритемасы*). Олардың ДРВЭ шамдарынан айырмашылығы: сыртқы колба ультракүлгін сәуле шығаратын арнайы шыныдан жасалған, люминофор ультракүлгін эритемалық сәуле алуға мүмкіндік береді. Мұндай шамдардың сәулеленуі аралас болады. Олар жылыжайлар мен мал мен құс қораларын жарықтандыру және сәулелендіру үшін қолданылады. Сынап-вольфрам шамдарының қызмет ету мерзімі 3 ... 5 мың сағат болады. Осы көрсеткішке сүйене отырып, вольфрам спиральдың қызмет ету мерзімімен анықталады

5.2 Жоғары қысымы бар доғалы металлдық галоидты шамдар

24 - суретте ДРИ (*доғалық, сынапты металдар иодидтерімен*) шамның құрылғысы көрсетілген.



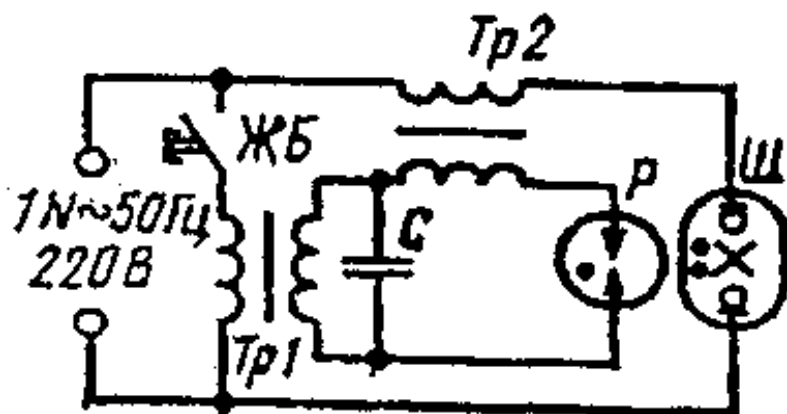
24 сурет – ДРИ шамын электр желіге қосу сұлбасы

- 1- ішкі кварц колбасы;
- 2- электродтар;
- 3- сыртқы колбасы.

Шам кварц шыны түтік түрінде жасалған 1 оттықтан тұрады. Түтіктің екі ұшына вольфрам электродтары бекітілген 2. Түтіктің ішіне аргон, сынаптың белгілі бір мөлшері, сирек кездесетін металл йодидтері (*гольмийдің, тулийдің, талийдің*), натрий және цезий енгізіледі. Сыртқы колба 3 мөлдір, ыстыққа төзімді шыныдан жасалған. Колбадан ауа сорылды. Вакуум оттықтың қажетті температуралық режимін қамтамасыз етеді және шамның ток өткізгіш бөліктері арасындағы электр тогының бұзылу мүмкіндігін болдырмайды.

25-суретте ДРИ шамын электр желісіне қосу схемасы көрсетілген. Тр2 трансформаторының екінші орамасы электродтар арасындағы разрядты тұрақтандыратын балласт кедергісі ретінде қызмет етеді. Тр2 трансформаторының бірінші орамасы Тр1 трансформаторынан, С конденсаторынан және Р разрядтауыштан тұратын арнайы тұтандырғыш құрылғының құрамына кіреді.

Шамның электродтарына берілген электр желінің кернеуі олар аралығында разряд пайда болуына жеткіліксіз болады. ЖБ бастырмасымен Тр1 трансформаторын электр желісіне қосқанда желі кернеуінің жартылай периоды бөлігінің ішінде С конденсатор Р разрядтауыштың тесілу кернеуіне дейін зарядталады.



25 сурет – ДРИ шамының электр желіне қосу сұлбасы

Тесілу кезі бойынша Тр2 трансформаторының бірінші орамасымен конденсатордың зарядсыздану тогының импульсі жүреді, ал Тр2 трансформаторының екінші орамасында амплитудасы 2 ... 3 кВ -ка дейін жететін кернеу импульсі пайда болады. Осы кернеу бойынша импульсі шам жанарғысында разрядтың тұтануын қамтамасыз етеді. Желі кернеуінің келесі жартылай периодында үрдіс қайталанады.

Тұтандырғыш құрылғы қоршаған орта температурасы 40 С -қа дейін болғанда шамның сенімді жұмысқа қосылуын қамтамасыз етеді. Шам тұтанғаннан кейін жұмыс режиміне 2 ... 4 минут ішінде ауысады. Шамды сөндіргеннен кейін 5 ... 10 минуттан соң қайта іске қосуға болады.

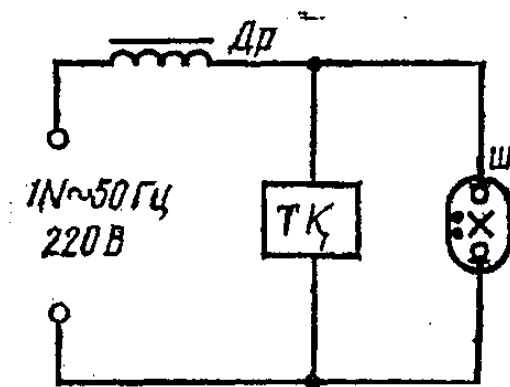
Сынап буында өтетін разряд спектрі сызықшаға түседі. Түтікке енгізілген әрбір компонент осы сызықтық спектрді өзінің сәулеленуімен толықтырады. Натрий йодиді спектрдің сары бөлігіндегі негізгі (сынап буында) сәулеленуді, талий йодиді- жасыл, индий йодиді- көк бөлігінде. жасыл түсте толықтырады. Барлық компоненттер үздіксіз спектр болып табылады және жарықтың құрамы шамның сәулелену түсін табиғи жарықтың түсіне жақындатуға мүмкіндік береді. ДРИ шамдарының жарық ағынының қуаты ДРЛ шамдарының жарық ағынының 1,5 ...1,6 есе көп , сәулеленудің спектрлік құрамы түстердің дұрыс көрсетілуін қамтамасыз етеді. ДРИ шамдары шамамен 95 лм/Вт жарық шығарады, сондықтан олар ең тиімді жарық көздерінің бірі болып табылады. Оттық сыртқы шамның вакуумдық ортасында орналасқандықтан, қоршаған ортаның жағдайы шамның Жарық сипаттамаларына айтарлықтай әсер етпейді.

ДРИ шамдарының жетіспеушілігіне олардың жарық ағыны жатады, ал пайдаланылған кезде ДРЛ шамдарының жарық ағынымен салыстырғанда 1,3 ... 1,5 төмендету есе жылдам, сондықтан қызмет ету мерзімі аз. Сонымен қатар, электр желісінің кернеуінің ауытқуы осы шамдардың қуаты мен жарық ағынына қатты әсер етеді: 10% U_n шегіндегі желі кернеуінің ауытқуы жарық ағынының тербелісін номиналды мәннен 3 есе, ал қуат номиналды мәннен 2,2 есе көп тудырады.

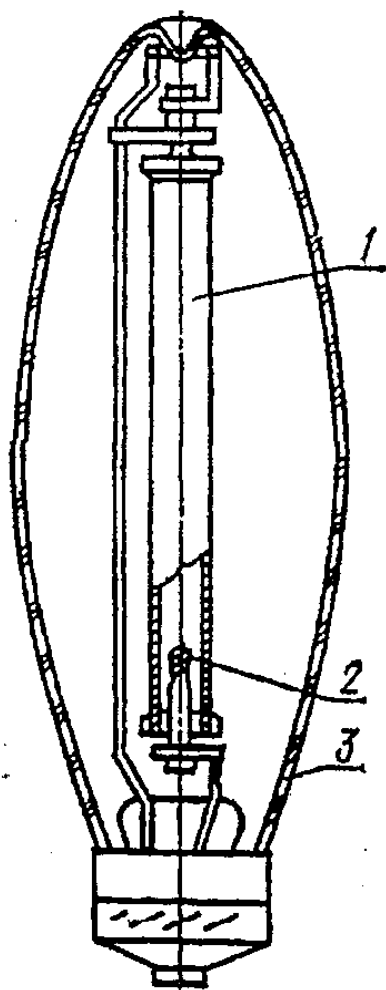
Арнайы тұтандырғыш құрылғыны пайдалану жүргізу-реттеу аппаратының құнын арттырады және оны пайдалануды қиындатады. ДРИ шамдарының қуаты 250 400 700 1000 және 2000 Ватт болады.

5.3 Жоғарғы қысымы бар натрийлі шамдар

ДНаТ шамының құрылысы 26 суретте бейнеленген. Шам ішкі керамикалық түтіктен 1, екі вольфрам электродтан 2, сыртқы колбадан 3 және цокольден құрылған. Ішкі түтік жанарғы жарық сәулелерін жақсы өткізетін және температурасы 1570 ...1670 К болатын натрийдің қаныққан буларының ұзақ уақыт әсеріне төзімді алюминийдің поликристалдық тотығынан (керамикадан) жасайды.



26 сурет – ДНаТ шамын электр желіге қосу сұлбасы



27 сурет – ДНаТ шамының құрылысы

- 1-ішкі керамикалық разрядтық түтік;
- 2- вольфрам электрод;
- 3- сыртқы колба.

Түтіктің ішіне натрий буларымен бірге ксенон және сынап булары толтырылады. Белсінделген вольфрам электродтар түтіктің екі шетіне дәнекерленеді. Жанарғы қызуға төзімді шыныдан дайындалған колбаның ішінде орнатылады. Жанарғыны жылулық оқшаулау үшін колбаның ішінен ауа сорылып алынған. ДНаТ шамын электр торабына қосу сұлбасы 27 суретте берілген.

Шам жұмыс істеу үшін разряд тогын шектейтін және тұрақтандыратын балласт кедергі-дроссель және тұтандырғыш құрылғы ТҚ қажет. Құрылғы импульстік трансформатордан, конденсатордан және басқа арнайы элементтерден құрылған. Конденсатор мезгіл импульстік трансформатордың бірінші орамасына разрядталғанда құрылғыда жиілігі 500 Гц болатын импульстер пайда болады. Осы кезде импульстік трансформатордың шамға

параллель жалғанған орамасында амплитудасы 4,5 кВ шамасында болатын кернеу импульстері индукцияланады. Жоғары кернеу импульстері жанарда разрядтың тұтануын қамтамасыз етеді. Электр шамды тұтандырғаннан кейін тұтандырғыш құрылғы өзінің жұмысын тоқтатады.

ДНаТ электр шамы тұтанғаннан кейін 10 ... 15 минут ішінде жұмыс режиміне ауысады, сөндіргеннен кейін 1 ... 2 минуттан соң оны қайта тұтандыруға болады.

Натрий булары сәулеленуінің жарық бергіштігі 130 лм/Вт, бірақ оның 70 %-ке дейінгі толқын ұзындығы 560 ... 610 нм қызғылт-сары сәулеленуге жатады, сондықтан түс берілісі өзгереді. Электр қуаты 400 Вт ДНаТ 400 шамының жарық ағыны 43 клм, ал қызмет ету мерзімі 10000 сағат болады. ДНаТ электр шамы қоршаған орта температурасы – 60 °С-тан +40 °С-қа дейін болғанда сенімді тұтанады және жұмыс істейді. Бұл электр шамдардың жарық-техникалық қасиеттеріне электр торабы кернеуінің ауытқуы өте жоғары әсер етеді.

ДНаТ электр шамдар түс беріліске арнайы талап қойылмайтын жерлерде: техникалар тұратын орындарды, көшелерді, автострадаларды, үлкен құрылыстық алаңдарды жарықтандыруға жиі қолданылады.

5.4 Доғалы ксенонды электр шамдар

ДКсТ типті доғалы ксенон түтігі, шамдар балласт кедергісінің көмегісіз разряд тогын тұрақтандыру жүзеге асырылатын жоғары қысымды газ разрядты шамдардың қатарына жатады. Ток балласт бұл шамдардағы кедергісіз тұрақтандыру плазмадағы разрядтың өтуіне байланысты. Өйткені плазмада ток тығыз газдың иондану дәрежесіне әрең әсер етеді, өйткені электрондардың көбеюі олардың бос жолының ұзындығын пропорционалды түрде қысқартады. Плазмалық полюстің үйлесімді геометриялық өлшемі және оның тұрақты меншікті электр кедергісі қаныққан разрядтың омдық кедергісінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

ДКсТ шамдары арнайы өте күрделі және қымбат келетін жүргізу-реттеу аппараттары арқылы іске қосылады. Шамдарда арнайы салқындату жүйесі қолданылады.

Ксенон шамдарының спектрінде көрінетін, ультракүлгін және инфрақызыл сәулелер бар. Ультракүлгін сәулелену адамға ұзақ уақыт бойы зиянды әсер етеді, сондықтан арнайы сүзгілер қолданылады және шамның сәулелену спектрі жақсарады. Мұндай шамдар ДКсТВ және ДКсТЛ деп аталады. Доғалы ксенон шамдарының меншікті қуаты мен жарық ағыны басқа жасанды жарық көздеріне қарағанда жоғары. Сондықтан олар жарықтандыру қондырғыларында өте үлкен құрылыс және басқа алаңдарды жарықтандыру үшін, сондай-ақ спектрдің ультракүлгін және инфрақызыл бөліктерінде олардың сәулеленуінің спектрлік тығыздығын түзету кезінде өсімдіктерді өсіру үшін қолданылады.

5.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Баламалы сәулелену температураларын тізімдеңіз және анықтаңыз.
- 2 Стандартты сәулелену көздерін тізімдеңіз. Олар қалай ерекшеленеді?
- 3 Электролюминесценция дегеніміз не?
- 4 Галогендік қыздыру шамдары дегеніміз не және олардың артықшылықтары қандай қыздыру шамдар мен салыстырғанда?
- 5 Разрядты жарық көздерінің артықшылықтарын салыстырыңыз
- 6 Разрядты жарық көздерін қосу схемаларының ерекшеліктерін атаңыз.
- 7 Төмен қысымды люминисцентті лампалардың қалай жұмыс істейтінін айтыңыз.
- 8 Сізге қандай жоғары және ультра жоғары қысымды разрядты шамдар белгілі?
- 9 Неліктен электродсыз люминисцентті жарық көздері жасалады?
- 10 Жарық шығаратын диодтардың негізгі құрылымдық элементтері туралы айтыңыз.

Тақырып 6 Электр жарықтандыруды есептеу тәсілдері

Мақсаты: Электр жарықтандыруды есептеу тәсілдері мен танысу және анықтау

Жоспар:

- 6.1 Электрлік жарықтандырудың ережелері мен талаптары
- 6.2 Жарықтандырудың жүйелері және типтері
- 6.3 Жарық көздерін және жарықтандырғышты таңдау
- 6.4 Жарықтандырғышты бөлмеде орнату
- 6.5 Бақылау сұрақтары

6.1. Электрлік жарықтандырудың ережелері мен талаптары

Электр жарықтандыратын қондырғы көрудің қажетті жағдайларын қамтамасыз етуі керек. Көру жағдайлары жарықтылықтың деңгейімен және оның көру өрісінде таралуымен айқындалады. Себебі біздің көру мүшесі бақылайтын объектінің және фонның жарықтылықтарын сезінеді. Осы жарықтылықтардың айырымы өскен сайын объектінің элементтерін айқын ажыратамыз. Жарықтылықтар айырымының фон түрі жарықтылығына қатынасы *контраст* деп аталады:

$$K = \frac{V_o - V_f}{V_f} \quad (27)$$

мұндағы V_o және V_f - объектінің және фонның жарықтылығы

Бақылайтын объектіні көруге болатын жарықтылықтар айырымының минимал мәні *табалдырықтық жарықтылық* деп аталады, ал осы жарықтылыққа сәйкес келетін контрасты *табалдырықтық контраст* деп айтады:

$$K_{\text{таб}} = \frac{V_{\text{таб}}}{V_f} \quad (28)$$

Контраст мәні табалдырықтық мәнінен жоғарылаған сайын бақылайтын объектінің көрінуіні жақсарады:

$$V = \frac{K}{K_{\text{таб}}} \quad (29)$$

Сондықтан, объектінің көрінуі жарықталынудың нормалық бағасы болуы керек еді. Бірақ көріну тек контрастқа жарықталынуға және объект мөлшеріне ғана емес, және көру өрісінде басқа жарқыраған заттардың болуына, бақылаудың ұзақтылығына, объект пен фонның түсіне және бақылаушының

физикалық жайына да байланысты келеді. Сонымен жұмыс бетіндегі жарықталыну деңгейі нормаланады.

Бірдей жұмысты әр түрлі жарық мәндерінде орындауға болады. Бірақ содан кейін көру органдарының жұмыс істеу шарттары бірдей болмайды. Мысалы, 0,1 лк-ны жарықтандыру кезінде де оқуға болады, бірақ бұл жағдайда көз тез шаршайды және оған орны толмас зиян келтіреді. 50 лк сияқты бір денгеден бастап жарықтылықты арттырған кезде, көздің шаршауы кенеттен төмендейді және мүмкіндіктер шектеулі. Бұл жарық деңгейі гигиеналық минимум ретінде қабылданады. Әрбір өндірістік операцияны орындау үшін қажетті жарықтандырудың ең қолайлы деңгейін табуға болады. Жарықтықты арттыру арқылы үптелген көру деп аталатын деңгейге, яғни кез-келген операцияны орындау үшін жеткілікті деңгейге жетуге болады. Әлсіреген көруді қамтамасыз ететін жарық деңгейі қолданылатын жарық көздерінің сәулеленуінің спектрлік құрамына байланысты. Газ разрядты шамдардың сәулелену спектрі негізінде көрінетін сәулеленудің қысқа толқындық диапазонында орналасқан. Сондықтан газ разрядын қолданған кезде қыздыру шамдарымен бірдей жарықталыну деңгейін қамтамасыз еткеннің өзінде де қара көленкелік деп аталатын эффект байқалады. Осы эффектіне өтемелеу үшін газ-разрядты электр шамдарды пайдаланғанда жарықталыну деңгейі едәуір жоғары болуы керек. Бұл жасанды жарықтандыру нормаларында ескерілген.

Нормалар бойынша белгіленген жарықтандыру мәні келесі негізгі себептер бойынша анықталады:

1) фон болып табылатын жұмыс бетінің шағылысу коэффициенті. Фондық шағылысу неғұрлым жоғары болса, оның жарықтығы соғұрлым жоғары болады және осы себепті басқа жағдайлар бірдей болған кезде жұмыс бетінің күндізгі уақыты аз болуы керек;

2) бақыланатын объектінің ең кіші бұрыштық өлшемі (объектінің ең кіші өлшемінің одан көзге дейінгі қашықтыққа қатынасы);

3) объект пен фон арасындағы контраст;

4) объектіні қарау ұзақтығы;

5) көру өрісінде жарықтығы фонның жарықтығынан ерекшеленетін беттердің болуы;

6) жұмыс процесінде зақымдану қаупінің дәрежесі.

Нормалар жұмыс бетіндегі ең кіші жарықталыну, яғни ең нашар жарықтандырылатын нүктеге сәйкес келетін жарықталыну деңгейін белгілейді. Сондықтан жұмыс бетінің басқа бөлігінде жарықталыну деңгейі нормадан жоғары болады.

Жарықталыну деңгейі "Құрылыстық нормалар және ережелер (ҚН және Е) " деп аталатын негізгі нормалық құжаттан таңдап аталады. Жалпы нормалар негізінде шаруашылықтың әр түрлі салаларына тән өндірістік жағдайларының ерекшеліктерін ескерумен жарықталынудың салалық нормалары құрастырылған.

6.2. Жарықтандырудың жүйелері және типтері

Екі жарықтандыру жүйесі болады: жалпы және аралас.

Жалпы жарықтандыру - бүкіл жарықтандырылған аймақ үшін қажетті көріну жағдайларын жасауға арналған. Ол қалыпты немесе жергілікті болуы мүмкін.

Жалпы біркелкі жарықтандыру - бөлменің бүкіл аумағында жарықтандырудың белгілі бір деңгейде біркелкі таралуын қамтамасыз етеді және бірдей биіктікте орналастырылған бірдей типтегі және қуатты жарықтандыру құрылғыларымен орындалады. Бұл жүйені пайдалану келесі жағдайларда орынды: белгілі бір дәлдіксіз орындалатын жұмыс беттері тығыз орналасқан немесе жұмыс бүкіл аумақта орындалатын бөлмелерде: қоғамдық ғимараттарда, оқу орындарында, кеңселерде және т. б.

Жалпы жергіліктелінген жарықтандыру - жарықтандырылған аумақтың әртүрлі учаскелерінде әртүрлі дәрежедегі жарықтандыруды жасау үшін қолданылады. Жарықтандыру құрылғыларының түрі, қуаты және орналасуы жұмыс орындарының ерекшеліктері мен орналасуына байланысты таңдалады. Бұл жүйеде жарық ағынының қажетті бағыты қамтамасыз етіледі және жұмыс бетінде көлеңкелер болмайды. Осы себепті жұмыс беті біркелкі жарықтандыруға қарағанда жақсы жарықтандырылады және қондырғылардың қуаты төмен болады.

Құрамалы жарықтандыру - жалпы және жергілікті жарықтандырудың бірлескен әсерімен жұмыс бетінде қажетті жарық деңгейі жасалатын жарықтандыру. Жергілікті жарықтандыру белгілі бір жұмыс орнын (үстел, машина, құрал және т.б.) жарықтандыруға арналған. Сондықтан жергілікті жарықтандыру құрылғылары жұмыс бетіне жақын орнатылады. Бөлменің қалған бөлігі тұтастай қалыпты түрде жарықтандырылады. Біріктірілген жарықтандыру жұмыс бетіндегі жарық деңгейін жоғарылатуға мүмкіндік береді және жалпы жарықтандыруға қарағанда аз қуатқа ие. Аралас жарықтандыру жүйесін пайдаланудың алдыңғы себептері: қажетті жарықтандырудың жоғары деңгейі; жұмыс беттерінің тұрақты және біркелкі емес орналасуы; белгілі бір немесе ауыспалы бағытта жарық ағынының болуы қажеттілігі; жабдықтың бөліктерінің қисаюына байланысты жұмыс беттерін жарықтандыру үшін жалпы жарықтандыруды пайдалану мүмкін естігі.

Атқарушы міндетіне байланысты жарықтандыру келесі түрлерге ажыратады: жұмыстық, кезекшілік, апаттық, көшірулік (қауіпсіз жерге көшіруге арналған), күзетшілік, архитектуралық, жарнамалық, және т.б.

Жұмыстық жарықтандыру - жұмыс бетіндегі жарықтың қажетті деңгейін қамтамасыз етуге арналған жарықтандырудың негізгі түрі. Ол барлық бөлмелерде міндетті түрде қарастырылады. Жұмыстық жарықтандыру жалпы немесе жалпы және жергілікті жарықтандыру құрылғыларының көмегімен орындалады.

Технологиялық қызметті орындау кезінде тасымал жарықтандыру құрылғылары қолданылады.

Апаттық жарықтандыру - жұмыс жарығы істен шыққан кезде жұмысты жалғастыруды қамтамасыз етуге арналған. Ол келесі жағдайларда қарастырылады: егер жұмыс процесінде қысқа үзіліс технологиялық циклдің ұзақ мерзімді бұзылуына немесе ауыр апаттарға, жарақаттарға, үлкен материалдық шығынға және т. б. әкелсе, бұл жағдайларда жұмыс бетіндегі жарықтандырудың минималды деңгейі нормаланған жұмыс жарықтандыруының 5 пайызы ретінде қабылданады, бірақ оның мәні бөлмеде кемінде 2 лк болуы керек және сыртқы алаңдарда 1 лк.

6.3. Жарық көздерін және жарықтандырғышты таңдау

Жарық көзі мен жарықтандырғыш түрін дұрыс таңдау жобаланған қондырғының техникалық және экономикалық тиімділігін, сенімділігі мен беріктігін бұзбай анықтайды.

Жарық көзінің түрі бөлменің ерекшеліктері мен биіктігіне, нормаланған жарықтандыруға, жарықтандыру жүйесі мен түріне, архитектуралық шешімдерге және т.б. байланысты таңдалады. Әкімшілік, қоғамдық, өндірістік және басқа ғимараттарда, қосымша бөлмелерді, жалпы жарықтандыру үшін люминесценттік шамдарды пайдалану дұрыс деп саналады. Бөлмедегі нормаланған жарықталыну 50 лк-тен жоғары болғанда люминесценттік шамдар, ал ол мәннен төмен болғанда қыздыру шамдарын пайдалану ұсынылады. Үйжайдың биіктігі 4 м және одан жоғары болғанда ДРЛ, ДРИ типті шамдарды пайдалану дұрыс келеді, кәсіпорындарының территориясын сыртқы жарықтандыруға да осы шамдарды пайдалану ұсынылады.

Жарықтандыратын қондырғыларды жобалауда қондырғының сенімділігі, тиімділігі және үнемділігі жарықтандырғыштың типіне байланысты болады. Сондықтан жарықтандырғышты тандап алу оның жарық-техникалық сипаттамасына, қоршап тұрған ортаның ерекшелігіне, қондырғының тиімділігіне орай орындалады.

Әдеттегі жағдайлы орталы (күрғақ, жылытылатын) үйжайларда қорғалмаған жарықтандырғыштардың барлық типтерін пайдалануға болады. Ылғалды және дымқыл үй жайларда да қорғалмаған электр жарықтандырғыштарды қолдануға болады, бірақ бұл жағдайда патронның тұрқы ылғалға төзімді материалдан міндетті түрде дайындалған болуы тиімді.

Ерекше дымқыл және химиялық активті орталы жағдайларда электр жарықтандырғыштың құрастырылымдық элементтері және пайдаланылған электр өткізгіштің изоляциясы қоршап тұрған ортаның әрекетіне қарсы тұра алатындай болуы керек (УПД, НСП, ПВЛМ типті жарықтандырғыштар). Өрт қауіпі бар үй жайларда өрт қауіптілігінің дәрежесіне байланысты әр түрлі орындалған электр жарықтандырғыштарды пайдалануға болады. Қопарылыс қауіпі бар үйжайларда пайдаланылатын электр жарықтандырғыштардың құрастырылымына өте қатаң талаптар қойылады (ВЗГ, В4А, РВЛ типті жарықтандырғыштар).

Электр жарықтандырғыштардың жарық таратуы - жарықтандырғыштарды берілген жағдайларда пайдалану тиімділігін анықтайтын олардың негізгі сипаттамасы. Ол жарықтандырғыштардың жарық күштері қисықтарының кластарымен және типтерімен анықталады.

Қабырғаларының және төбесінің шағылысу коэффициенті төмен келетін үй жайларды жарықтандыруға тура бағытты жарықты (П) жарықтандырғыштарды, ал қабырғалары мен төбесінің шағылысу коэффициенттері жоғары болатын үйжайларда негізінде тура бағытты жарықты (Н) жарықтандырғыштарды пайдалану орынды болады.

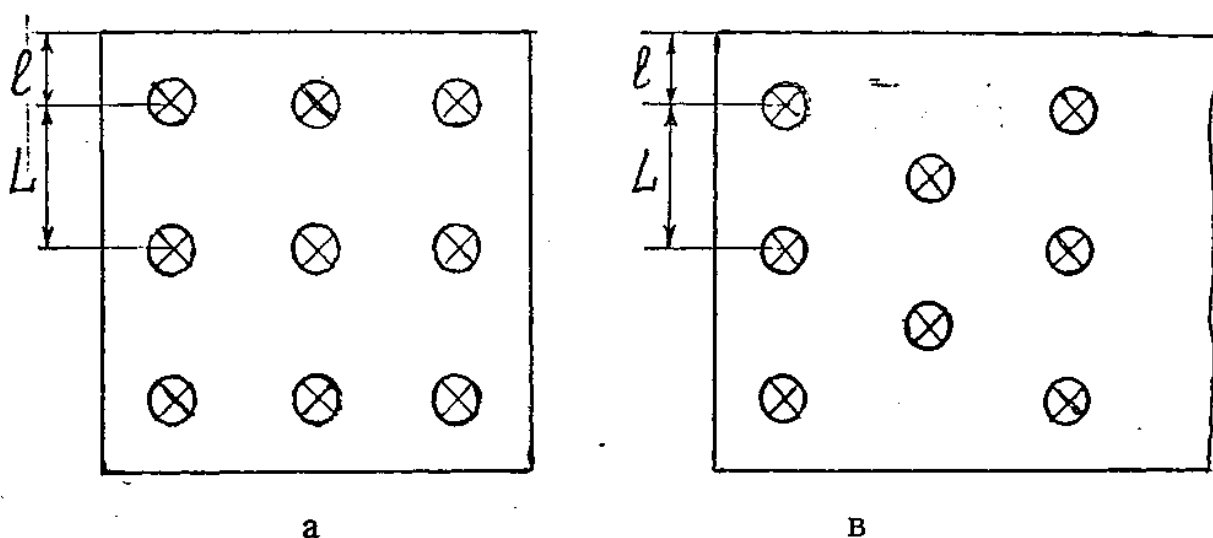
Жұмыс орындары қалай болса солай орналасқан кейбір өндірістік үй жайларда шашыраңқы жарықты (Р) электр жарықтандырғыштар пайдалануы болады. Шағылысқан жарықты (О) және негізінде жағылысқан жарықты (В) электр жарықтандырғыштар өндірістік үй жайларда қолданбайды. Үй жайдың биіктігі жоғары, ал индексі кіші болғанда шоғырланған (К) немесе созыңқы (Г) типті қисықты (жарық күшінің қисығы) электр жарықтандырғыштарды пайдалану ұсынылған. Үй жайдың биіктігі төмен, ал индексі көп болғанда косинустық (Д) немесе жартылай жалпақ (Л) типті қисықты электр жарықтандырғыштар пайдаланады.

6.4. Жарықтандырғышты бөлмеде орнату

Жарықтандырылған беттегі жарықтың таралуы жарықтандырғыштардың жарық күші қисығының сипатымен және олардың арасындағы салыстырмалы қашықтықпен анықталады. Электр жарықтандырғыштар аралығындағы L қашықтықтың олардың жұмыс беті үстінде іліну h биіктігіне L/h қатынасы жарықтандырғыштар аралығындағы λ , салыстырмалы қашықтық деп аталады. Ең пайдалы салыстырмалы қашықтық жарық күшінің қисығының әр түріне сәйкес келетін жарықтандыру құрылғылары арасындағы қашықтық болады. Бұл қашықтық жұмыс бетіндегі жарықтың біркелкі таралуын қамтамасыз етеді. Осы қашықтық жарықталынудың жұмыс бетінде бір қалыпты таратылуын қамтамасыз етеді. Жалпы бір қалыпты жарықтандыруда жарықтандырғыштарды квадраттың бұрыштарына және ромбаның бұрыштарына (шахматтық) орналастыру жиі пайдаланылады (28-сурет).

Электр жарықтандырғыштарды әрқашанда квадраттың бұрышында орналастыруға нақтылы жағдайларда мүмкіншілік болмауы мүмкін.

Сондықтан жарықтандырғыштарды төртбұрыштың бұрыштарында орналастыруға тура келеді. Осы жағдайда оның үлкен L_a қабырғасының кіші L_b қабырғасына қатынасы 1.5 аспағанда дұрыс болады, яғни $L_a : L_b \leq 1.5$.



28 сурет – Жалпы бір қалыпты жарықтандыруда жарықтандырғыштарды орналастыру түрлері:

а-квадраттық бұрыштарына;
б-ромбаның бұрыштарына.

3-кестеде жарықтандырғыштардың ең кең таралған типтеріне оптимал салыстырмалы қашықтықтар берілген.

3 кесте – Оптимал салыстырмалы қашықтықтар

Жарық тарату сипаттамасы	Электр жарықтандырғыштар аралығындағы салыстырмалы қашықтық	
	люминесценттік шамдары	қыздыру шамдары
Шоғырланған (К)	0,6	0,6
Созыңқы (Г)	0,9	1,0
Косинустық (Д)	1,4	1,6
Бірқалыпты (М)	2,0	2,6
Жартылай жалпақ (Л)	1,6	1,8

Электр жарықтандырғыштардың көрші қатарларының аралығындағы мүмкін қашықтық қатардағы жарықтандырғыштар аралығындағы қашықтықтан айтарлықтай кіші болса жарықтандырғыштарды шахматтық тәртіппен орналастырады.

Бөлме қабырғасы маңында жұмыс беті болса, қабырғадан жарықтандырғыштардың шеткі қатарына дейінгі қашықтық $l = (0.25 \dots 0.3) L$ болып қабылданылады. Басқа жағдайларда ол қашықтық $l = (0.3 \dots 0.5)L$ болады.

Ені 4 ... 8 метр ден аспайтын сыртқы өтпелі жолдар мен жерлерді жарықтандыруда жарықтандырғыштарды әдетте олардың бір жағының бойымен бір қатар орналастырады.

6.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Жарықтанудың түрлері мен жүйелері
- 2 Жарық техникалық есептеуі
- 3 Жарық көзінің типін таңдау
- 4 Нармалды жарықтандыруды таңдау
- 5 Шамның типін таңдау
- 6 Бөлме ішіндегі шамның санын анықтау
- 7 Электрлік бөлімді жобалау үшін нормативті-техникалық құжаттаманың негізгі түрлерін атаңыз?
- 8 Жарық көзін таңдаудың негізгі қағидаларын атаңыз
- 9 Шамдал типі қалай таңдалады?
- 10 Бөлмеде шамдалдар санын қалай анықтауға болады?
- 11 Меншікті қуат бойынша жарық техникалық есептеуінің реті.
- 12 Жарық ағынының пайдалану коэффициенті әдісі бойынша жарық техникалық есептеуінің реті
- 13 Жарық техникалық есептеулер кезінде жарықталынудың рұқсат етілетін ауытқуларды атаңыз.
- 14 Көздің жарық күшінің қисығы дегеніміз не?
- 15 Жарық аспаптарын қолданудың арнайы бағыттары: эвакуациялық және авариялық жарықтандыру, сәндік жарықтандыру, жарық өткізгіштер. Негізгі қандай оларға қойылатын талаптар?

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

- 1 Гвоздев С.М. Энергоэффективное электрическое освещение: Учебное пособие / С.М. Гвоздев, Д.И. Панфилов, Т.К. Романова и др.— М.: Издательский дом МЭИ, 2013. - 288 с.
- 2 Балашов О.П. Электрическое освещение: Учебное пособие / Балашов О.П., Парфенова Н.А. – Рубцовск, 2012. – 200 с.
- 3 Мехтиев А.Д. Электрлік жарықтандыру : Электрондық оқулық . / А.Д. Мехтиев, П.Ш. Мади, С.Х. Акумова, О.К. Махамбетов. - Қарағанды: ҚарМТУ, 2017. <http://rmebrk.kz/book/1160043>
- 4 Айзенберг А.Ю.Справочная книга по светотехнике / А.Ю. Айзенбер. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Знак, 2006 – 972 с.
- 5 Шашлов, А.Б. Основы светотехники: учебник для вузов / А.Б. Шашлов. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: Логос, 2011 – 256 с.
- 6 Уэймаус Д. Газоразрядные лампы. — М.: ВИГМА, 1999.
- 7 Иванов А.П. Электрические источники света. — М.: Госэнергоиздат, 1955.
- 8 Юнович А.Э. Светодиоды и их применение для освещения. — М.: Знак-2011.
- 9 Семенов В.Г. Почему именно ЭНЕРГОсбережение? // Энергосовет - 2009.
- 10 Кнорринг Г.М.Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Кнорринг Г.М., Фадин И.М., Сидоров В.Н. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отд-ние, 1992.
- 11 Правила устройства электроустановок. (Седьмое издание). Раздел 3.