

**Тони Велков, дипл. елек. инж.
Игор Митев, дипл. елек. инж.**

О С В Е Т Л У В А Њ Е И И Н С Т А Л А Ц И И

учебник за втора година

образовен профил

ЕЛЕКТРОТЕХНИЧАР - ЕНЕРГЕТИЧАР

Скопје, 2013

Автори:

Тони Велков, дипл.елек.инж.

Игор Митев, дипл.елек.инж.

Рецензенти:

Проф. Д-р. Љупчо Арсов, дипл.елек.инж.

Владо Симеонов, дипл.елек.инж.

Ивица Шпољариќ, дипл.елек.инж.

Илустратори:

Тони Велков

Игор Митев

Лектор:

Љубинка Ајтовска

Издавач:

Министерство за образование и наука за Република Македонија

Печайи:

Графички центар дооел, Скопје

Тираж: 365

Со одлука бр.22-2187/1 од 12.11.2012 на Националната комисија за учебници, се одобрува употреба на учебникот

CIP- Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека „Св. Климент Охридски”, Скопје

621. 316. 17 (075.3)

628. 9 (075.3)

ВЕЛКОВ, Тони

Осветлување и инсталации: учебник за втора година: образовен профил
електротехничар-енергетичар / Тони Велков, Игор Митев. -Скопје:

Министерство за образование и наука на Република Македонија, 2013. - 323

стр. : илустр. ; 26 см

ISBN 978-608-226-370-0

1. Митев, Игор [автор]

COBISS.MK-ID 94277898

СОДРЖИНА

ПРЕДГОВОР	9
-----------------	---

Поглавје 1

МАТЕРИЈАЛ ЗА ЕЛЕКТРИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ

1.1	Задача и видови електрични инсталации	11
1.2	Стандарди и прописи за електрични инсталации.....	13
1.3	Материјали за електрични инсталации.....	16
1.4	Изолирани проводници и кабли.....	16
1.5	Инсталациски цевки.....	39
1.6	Инсталациски кутии.....	41
1.7	Инсталациски осигурувачи.....	44
1.7.1	Топливи инсталациски осигурувачи.....	44
1.7.2	Инсталациски топливи осигурувачи од типот D.....	45
1.7.3	Нисконапонски високоефикасни осигурувачи.....	49
1.7.4	Автоматски осигурувачи.....	50
1.8	Прекинувачи.....	52
1.8.1	Инсталациски прекинувачи.....	53
1.8.2	Степенишен автоматски прекинувач.....	58
1.8.3	Рачни прекинувачи.....	59
1.8.4	Автоматски прекинувачи.....	60
1.8.5	Склопки.....	61
1.8.6	Склопка ѕвезда-триаголник	63
1.8.7	Заштитно-моторни склопки.....	64
1.9	Приклучни уреди.....	66
1.9.1	Приклучни уреди за мали напони.....	69
1.9.2	Приклучни уреди за индустриски погони.....	70

Поглавје 2

ВИДОВИ ИЗВЕДБИ НА ЕЛЕКТРИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ И НАЧИН НА ПРИКЛУЧУВАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНАТА МРЕЖА

2.1	Видови изведби на електрични инсталации.....	73
2.1.1	Електрични инсталации под малтер.....	73
2.1.2	Електрична инсталација во малтер.....	77
2.1.3	Електрична инсталација над малтер.....	78
2.1.4	Електрични инсталации во подни канали.....	82
2.1.5	Канален развод.....	84
2.1.6	ЕИВ инсталациски системи.....	89
2.2	Куќен приклучок.....	90
2.2.1	Надземен куќен приклучок.....	91

2.2.2 Подземен (кабелски) куќен приклучок.....	93
2.3 Куќен приклучен шкаф.....	94
2.4 Мерен шкаф.....	95
2.5 Видови системи.....	97
2.5.1 TN систем.....	99
2.5.2 TT систем.....	101
2.5.3 IT систем.....	101

Поглавје 3

ПРЕСМЕТКА НА ПРЕСЕКОТ НА СПРОВОДНИК ВО ЕЛЕКТРИЧНА ИНСТАЛАЦИЈА

3.1. Видови потрошувачи.....	105
3.2. Пад на напон.....	107
3.3. Пресметка на падот на напон во еднофазен систем.....	109
3.4. Пресметка на падот на напон во трифазен систем.....	110
3.5. Критериуми за одредување на пресекот на спроводник.....	112
3.6. Пресметка на пресекот на спроводник за инсталација со електромоторен погон.....	117

Поглавје 4

ЗАШТИТНИ МЕРКИ ВО ЕЛЕКТРИЧНИТЕ ИНСТАЛАЦИИ

4.1 Влијанието на електричната струја врз човекот	121
4.2 Опасност од електричен удар.....	124
4.3 Прва помош при незгода од струен удар.....	125
4.4 Заштита од струен удар.....	126
4.4.1.1 Заштитно изолирање на деловите под напон.....	127
4.4.1.2 Заштита со преграда и куќиште.....	127
4.4.1.3 Заштита со препреки.....	127
4.4.1.4 Заштитно поставување надвор од дофатот на раката.....	128
4.4.1.5 Заштита со автоматско исклучување со уреди кои делуваат на диференцијална струја.....	129
4.4.2 Заштита од индиректен напон на допир.....	133
4.4.2.1 Заштита со автоматско исклучување на напојувањето.....	136
4.4.2.2 Заштитно изолирање.....	144
4.4.2.3 Заштита со поставување во изолирани простории.....	145
4.4.2.4 Заштита со локално израмнување на потенцијалите без поврзување со земја.....	146
4.4.2.5 Заштита со електрично одделување.....	146
4.4.3 Истовремена заштита од директен и индиректен напон на допир.....	148
4.4.3.1 Заштита со употреба на сигурносен мал напон.....	148

4.5 Заземјување.....	150
4.6 Заземјувачи.....	151
4.7 Громобранска инсталација.....	154
4.7.1 Елементи на громобранска инсталација.....	155

Поглавје 5

СВЕТЛИНА И СВЕТЛОСНИ ГОЛЕМИНИ

5.1. Природа на светлината.....	160
5.2. Влијание на светлината врз човекот.....	165
5.3. Температура на боја.....	166
5.4. Индекс на репродукција на боја.....	167
5.5. Основни светлосни големини	169
5.6. Светлосни единици	177
5.7. Оптички својства на телата	182
5.8. Одбивање на светлината.....	183
5.9. Пропуштање на светлината.....	185
5.10. Впивање на светлината.....	186

Поглавје 6

ИЗВОРИ НА СВЕТЛИНА, СВЕТИЛА И БАРАЊА ЗА КВАЛИТЕТНО ОСВЕТЛУВАЊЕ

6.1. Општо.....	194
6.2. Светилки со метално влакно (инкадесцентни)	195
6.3. Флуоресцентни светилки (FC).....	207
6.4. Металхалогени светилки со висок притисок – VTH (халогени светилки со метални пари).....	221
6.5. Живини светилки (светилки со живина пара).....	223
6.6. Натриумови светилки	227
6.7. Светила и рефлектори.....	233
6.8. Видови осветлување.....	237
6.9. Основни услови за правилно и добро осветлување.....	240
6.9.1. Рамномерност на осветлувањето, број и распоред на светилките.....	241
6.9.2. Потребна вредност на осветленост на простории и отворени простори	242

Поглавје 7

СВЕТЛОСНИ МЕРЕЊА И ФОТОМЕТРИСКИ ПРЕСМЕТКИ НА ЕЛЕКТРИЧНОТО ОСВЕТЛУВАЊЕ

7.1 Општо	247
-----------------	-----

7.2. Мерење на светлинската јачина	248
7.3. Мерење на светлинскиот флукс.....	250
7.4. Мерење на осветленоста	253
7.5. Распределба на светлинската јачина	255
7.6. Пресметка на електричното осветлување во затворен простор.....	258
7.6.1. Определување на потребниот број светила и нивниот распоред	265
7.7. Електрично осветлување на отворен простор.....	271
7.7.1. Пресметка на електричното осветлување на отворен простор по методата на точки	274
7.8. Софтверско пресметување на електричното осветлување	278

Поглавје 8

МАЛОНАПОНСКИ ИНСТАЛАЦИИ

8.1. Телекомуникациски инсталации.....	285
8.2. Телефонска инсталација.....	285
8.3. Куќен телефон (интерфон)	290
8.4. Антенски системи и инсталации	292
8.4.1. Пасивни антенски системи.....	295
8.4.2. Активен антенски систем.....	297
8.4.3. Антенски приклучоци и вовлекувачи	299
8.5. Сигнални инсталации	301
8.5.1. Инсталација на електрично своно	301
8.5.2. Системи за заштита од пожар	303
8.5.3. Системи за заштита од кражба.....	305

Поглавје 9

ПРОЕКТИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ

9.1 Делови на проектот на електрична инсталација.....	311
9.1.1 Проектна задача	312
9.1.2 Технички опис.....	312
9.1.3 Технички услови	312
9.1.4 Пресметки.....	313
9.1.5 Предмер и пресметка.....	313
9.1.6 Спецификација на материјалот	313
9.1.7 Графички дел.....	314
9.2 Пример за проект на електрична инсталација.....	315

ЛИТЕРАТУРА	325
-------------------------	------------

ПРЕДГОВОР

Учебникот што е пред вас, е напишан според наставниот план и програма за електротехничката струка за предметот „Осветлување и инсталации“ и Концепцијата за учебник за основно и средно образование. Наменет е првенствено за учениците од втора година кои се школуваат за образовниот профил *електротехничар - енергетичар*, а може да послужи и на учениците од профилот *електроинсталатер и монтер* во трета година.

Сакаме ова да биде учебник кој со содржината и графичкиот дизајн ќе ги привлече учениците на посветена работа и ќе ја зголеми нивната желба за учење. Во учебникот се обработени следниве целини: материјали за електрични инсталации, видови и изведба на електрични инсталации, приклучување на електричната мрежа, пресметка на пресекот на проводник, заштитни мерки во електричните инсталации, светлина и светлосни големини, извори на светлина, светила, барања за квалитетно осветлување, светлосни мерења, фотометриски пресметки, малонапонски инсталации и проектирањето на електрични инсталации.

Со изработката на учебникот сакавме да ги истакнеме основните принципи на електричните инсталации и осветлувањето на простории, а при тоа, наставниот план и програма да бидат потполно исполнети. Врз основа на теоретските знаења кои учениците треба да ги добијат и со совладување на практичната настава со помош на наставниците, учениците ќе бидат оспособени за работа во оваа област.

Учебникот содржи девет поглавја. На почетокот на секое поглавје е дадена неговата содржина. Секое поглавје на крајот завршува со прашања и резиме со преглед на целото поглавје, во кое се дадени кратките одговори на прашањата.

Сите нови и поважни поими се обележени со боја и за нив има дополнително објаснување. Целиот материјал е предвиден за обработка во рамките на три часа неделно, односно 108 часа годишно.

АВТОРИТЕ

МАТЕРИЈАЛ ЗА ЕЛЕКТРИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ

- 1.1. Задача и видови електрични инсталации
- 1.2. Стандарди и прописи за електрични инсталации
- 1.3. Материјали за електрични инсталации
- 1.4. Изолирани спроводници и кабли
- 1.5. Инсталациски цевки
- 1.6. Инсталациски кутии
- 1.7. Инсталациски осигурувачи
 - 1.7.1. Топливи инсталациски осигурувачи
 - 1.7.2. Инсталациски топливи осигурувачи од типот D
 - 1.7.3. Нисконапонски високоефикасни осигурувачи
 - 1.7.4. Автоматски осигурувачи
- 1.8. Прекинувачи
 - 1.8.1. Инсталациски прекинувачи
 - 1.8.2. Скалишен автоматски прекинувач
 - 1.8.3. Рачни прекинувачи
 - 1.8.4. Автоматски прекинувачи
 - 1.8.5. Скопки
 - 1.8.6. Скопка звезда-триаголник
 - 1.8.7. Заштитно-моторни скопки
- 1.9. Приклучни уреди
 - 1.9.1. Приклучни уреди за мали напони
 - 1.9.2. Приклучни уреди за индустриски погони

ПОГЛАВЈЕ 1

1. МАТЕРИЈАЛ ЗА ЕЛЕКТРИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ

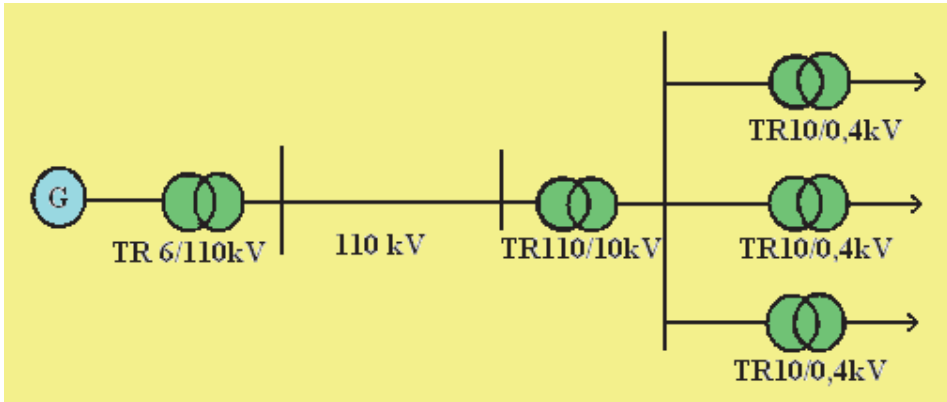
1.1. Задача и видови електрични инсталации

Современиот живот не би можел да се замисли без користење електрични апарати. Но за да можат тие да работат, мора да имаме електрична енергија. Изворите на електрична енергија и начините на кои таа се добива можат да бидат различни и со стотици, па и илјадници километри оддалечени од нас. Еднаш добиената електрична енергија многу лесно се пренесува и трансформира во други облици на енергија, што ја прави да биде најупотребуваниот облик на енергија на денешницата.

Врската на електричниот потрошувач со изворот на електрична енергија има три дела: првиот дел е местото каде што се произведува електричната енергија, во електричните центри. Вториот дел се нарекува електрична мрежа со чија помош на различни напонски нивоа се пренесува (транспортира) електричната енергија до нашите домови. И третиот дел, е делот во нашите куќи и станови кој се нарекува **електрична инсталација**.

Електрична инсталација е збир од постојано поставени спроводници со целокупниот потребен материјал со кој се овозможува приклучување на неподвижни и преносни електрични потрошувачи на електричната енергија. Всушност електричната

инсталација е дел од преносниот систем од местото на приклучок на нисконапонската мрежа па до потрошувачот.



Сл.1.1 Еднополна шема на ЕЕС

За да може потрошувачот на електрична енергија правилно да работи, напонот мора да е константен со точно утврдена вредност. Електричната инсталација се изработува така, за да може низ неа неограничено долго да тече струја потребна за работа на потрошувачот. При тоа, падот на напон што се јавува мора да биде во дозволените граници.

Според висината на номиналниот напон електричните инсталации се поделени на:

а) Инсталации за низок напон со напон $U_1 \leq 1000V$ односно $U_f \leq 600V$. Кај нив може да се појават струи кои се опасни за човековиот живот и затоа кај овие инсталации задолжително мора да има и заштита од напон на допир. Тоа се инсталации за: електрично осветлување, за електромоторен погон, за термички потрошувачи и др. Во литературата уште се нарекуваат и нисконапонски електрични инсталации или инсталации за јака струја.

б) Инсталации за мал напон со напон $U \leq 50 V$. Поради малиот напон не можат да се појават струи што се опасни за човекот. Во оваа категорија спаѓаат телекомуникациските, сигнални, антенски и други инсталации. Уште се познати и како малонапонски електрични инсталации или инсталации за слаба струја.

Според **намената**, електричните инсталации се поделени на:

- **електроенергетски инсталации** коишто се користат за приклучување на потрошувачи со номинален напон до 1000V, како на пример електрично осветлување, електромоторен погон, термички потрошувачи и др.
- **телекомуникациски инсталации** коишто се користат за напојување и поврзување на телекомуникациски уреди, како на пример телефон, антена, радио и др.
- **сигнални инсталации** коишто служат за напојување на сигнални уреди, како што се електрично свонче, јавувачи на пожар, аларми за кражба и др.
- **громобранска инсталација** која служи за заштита на објектот и луѓето од атмосферски празнења.

1.2. Стандарди и прописи за електрични инсталации

Во текот на изработката на техничката документација проектантот задолжително мора да ги применува важечките прописи и стандарди од областа во која работи. За секоја област постојат посебни прописи и стандарди кои се дефинирани со закон.

Под стандард се подразбира документ во кој се утврдени правила, насоки, или карактеристики на одредени активности за создавање на оптимален ред во одредена област.

Имено, ниедна индустриски развиена земја не би можела да произведува за поширок пазар, ниту, пак нејзините производи би можеле да се користат, ако не произведува производи и опрема според меѓународните стандарди.

Техничките прописи ги дефинираат техничките мерки и услови што мора да се применат при изборот на елементите и изведбата на електричните инсталации.

Исто така и претпријатијата и другите правни субјекти можат за своите потреби да донесуваат сопствени технички препораки и упатства, со кои се дефинираат конкретни насоки.

За електротехничкото подрачје надлежна е Меѓународната електротехничка комисија ИЕС (International Electrotechnical Commission) со седиште во Женева. Таа ги донесува Електротехничките прописи и стандарди кои за земјите членки имаат карактер на препораки. Но многу земји меѓу кои е и нашата, тие препораки ги усвојуваат како свои стандарди.

Стандардите во нашава земја имаат ознака МКС и секоја гранка од индустријата се означува со посебна буква. Областа на електротехниката е опфатена со буквата N. Втората буква која се наоѓа веднаш по N (N) ја означува подгрупата. Значењето на втората буква е следно:

- A-општи и основни стандарди од електротехниката;
- B-стандарди поврзани за производство, пренос и дистрибуција на електрична енергија
- Ц-стандарди за електрични спроводници;
- E-стандарди за материјали за електрични спроводници;
- Ф- стандарди за материјали за воздушни и подземни водови за низок и висок напон;
- Л- стандарди за светилки и расветни тела;
- Н- стандарди за електрични производи за домаќинство;
- Т- стандарди за телеграф, телефон и сигнални апарати;
- П- стандарди за електрични апарати за возила.

Некои позначајни стандарди кои се применуваат и се користени во оваа книга се:

- МКС.Н.Б2.702** Електрични инсталации во згради. Номинални напони;
- МКС.Н.Б2.741** Барања за сигурност. Заштита од индиректен напон;
- МКС.Н.Б2.743** Заштита од прекумерни струи;
- МКС.Н.Б2.752** Електричен развод. Трајно дозволени струи;
- МКС.Н.Б2.754** Заземјување и заштитни спроводници;
- МКС.Н.Ц0.006** Означување на изолирани спроводници и кабли;
- МКС.Н.Ц0.015** Номинални пресеци и конструкција на спроводници и кабли

РЕЗИМЕ

Електричната енергија лесно се трансформира од еден во друг вид и тоа ја прави да биде најупотребуваниот облик на енергија на денешницата. Електрична инсталација е збир од постојано поставени спроводници со целокупниот потребен материјал со кој се овозможува приклучување на неподвижни и преносни електрични потрошувачи на електричната енергија. Електричните инсталации според висината на напонот се поделени на: нисконапонски (каде $U_{\ell} \leq 1000V$ односно $U_f \leq 600V$) и малонапонски (каде $U \leq 50V$). Според намената пак електричните инсталации се поделени на: електроенергетски, телекомуникациски, сигнални и громобрански инсталации.

Техничките прописи ги дефинираат техничките мерки и услови кои мора да се применат при изборот на елементите и изведбата на електричните инсталации. За електротехничкото подрачје надлежна е Меѓународната електротехничка комисија ИЕС. Стандардите во нашава земја имаат ознака МКС.

ПРАШАЊА:

- 1.1 Што е електрична инсталација?
- 1.2 Кои се инсталации за низок напон?
- 1.3 Кои се инсталации за мал напон?
- 1.4 Како се поделени електричните инсталации според намената?
- 1.5 Што се тоа технички прописи?
- 1.6 Која ознака ја имаат македонските стандарди?
- 1.7 Со која буква е опфатена електротехничката област во македонските стандарди?
- 1.8 Наведи некои од позначајните стандарди!

1.3. МАТЕРИЈАЛИ ЗА ЕЛЕКТРИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ

Материјалот што се користи за изработка на електричните инсталации се вика електроинсталациски материјал. Електричните инсталации треба така да бидат изработени да овозможат сигурна работа на потрошувачите, сигурност на луѓето и објектот. Поради тоа целокупниот материјал што се употребува за изработка на електричните инсталации треба да биде изработен според важечките стандарди и вграден според важечките технички прописи.

1.4. Изолирани спроводници и кабли

Општо

Делот од изолираните спроводници и кабли низ кој тече електрична струја, се изработува од бакар или алуминиум.

Се користи електротехнички бакар со специфична електрична спроводливост од најмалку 57 Sm/mm^2 , односно многу мал специфичен електричен отпор $\rho=0,01724 \text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Извлечените жици за спроводници треба да бидат меко ожарени на $600 \text{ }^\circ\text{C}$ со специјална постапка во заштитена атмосфера.

Поради малите резерви на бакар во светски рамки и сè повисоката цена, сè повеќе се користи алуминиумот за изработка на изолирани спроводници и кабли. Во некои земји, меѓу кои е и нашата, забранета е употребата на бакарот за изработка на надземни водови. Електротехничкиот алуминиум има специфична електрична спроводливост од $35,7 \text{ Sm/mm}^2$, односно специфичен електричен отпор $\rho=0,02801 \text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Еден спроводник од алуминиум со должина од еден метар за да го има истиот отпор како ист таков бакарен спроводник би требало да има $62,4 \%$ поголем напречен пресек.

$$\begin{aligned} \rho_{cu} \frac{l_{cu}}{S_{cu}} &= \rho_{Al} \frac{l_{Al}}{S_{Al}} \\ S_{Al} &= S_{Cu} \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = S_{Cu} \frac{0,02801}{0,01724} = 1,624 S_{Cu} \end{aligned} \quad (1.1)$$

Карактеристиките на бакарот и алуминиумот се прикажани во следнава табела:

Табела 1.1 Својства на бакарот и алуминиумот

	Специфична електрична отпорност ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$)	Специфична електрична спроводливост (Sm/mm^2)	Специфична маса (kg / m^3)	Температура на топење ($^{\circ}\text{C}$)
Бакар	0,01724	57	8 920	1 084
Алуминиум	0,02801	35,7	2 703	660

Алуминиумот е мек метал со механичка цврстина која е за трипати помала од бакарот. Во допир со воздухот оксидира, со што на површината се формира оксидациски слој кој го штити останатиот метал од оксидација. Но, оксидот не е добар спроводник и ја намалува неговата електрична спроводност.

Под влијание на алкалии и амонијак, алуминиумот лесно оксидира. Затоа, голи спроводници од алуминиум, не смеат да се поставуваат во хемиски фабрики, стаи за добиток и слични објекти.

Алуминиумот има поголем коефициент на издолжување од бакарот. Коефициентот на издолжување на бакарот изнесува само 74% од коефициентот на издолжување на алуминиумот. За ова мора да се води сметка особено во случаи кога спроводниците од бакар треба да се заменат со спроводници од алуминиум.

Алуминиумот е изразито електронегативен метал. Во спрега со некои други метали (на пример со бакарот) создава галвански елемент. Притоа се јавуваат електрохемиски процеси што го разоруваат спојот. Поради тоа, таму каде што спроводник од алуминиум треба да се поврзе со спроводник од бакар задолжително се користат специјални елементи за поврзување кои се нарекуваат Al-Cu клеми. Едната страна од клемата се поврзува со бакарниот, а другата со алуминиумскиот спроводник при што точно е дадена кој спроводник на која страна треба да се приклучи и страните не смеат да се менуваат.

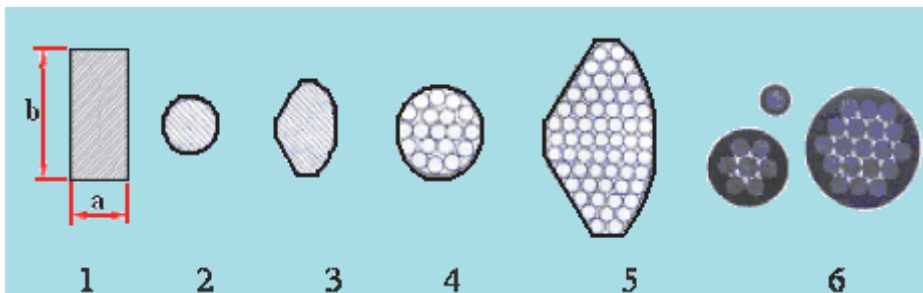
Познати фабрики за кабли имаат развиено повеќе постапки со кои на алуминиумските спроводници се нанесува тенок слој на бакар или никел. Вака добиените спроводници можат да се

употребуваат на сите места каде што се користат и бакарните спроводници.

Алуминиумот за внатрешни инсталации се употребува само во исклучителни ситуации, бидејќи се потребни поголеми пресеци, а тоа повлекува и поголеми пресеци на инсталациските цевки, подлабоки инсталациски канали, што ја поскапува целокупната инсталација.

Стандардни пресеци на инсталациските спроводници се: 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500 mm².

Во електричните инсталации се користат спроводниците со следниов облик на напречен пресек:



Сл.1.2 Видови пресеци

(1) Правоаголен полн пресек–сбирница (шина). Се изработува како неизолиран спроводник од бакар или алуминиум со димензии на страните од 12/2; 15/3; 20/3; па се до 100/10 и 120/10. Се употребуваат во разводните шкафови, постројки и како канален (шински) развод во современите фабрички инсталации.

(2) Полн кружен пресек-жица. Се изработува од бакар или алуминиум со пресек од 1 до 16 mm². За поголем пресек не се употребуваат поради тешкото свиткување и поставување.

(3) Полн секторски пресек. Се користи за изработка на кабли. Кај трижилните кабли секторите се по 120⁰, а кај четирижилните кабли- 90⁰. Во пракса ретко се користи овој вид на пресек. Многу поголема употреба има повеќежичен секторски пресек **(5)**. Сосема е ист, само што е конструиран од повеќежичани спроводници. Се употребува кај кабли од 25 mm² па сè до 400 mm².

(4) **Повеќежичен кружен пресек-јаже.** Се изработува од големи бакарни или алуминиумски жици кои се вплетуваат околу една централна жица во иста или наизменично во едната и другата насока. Поради ваквата конструкција многу се по флексибилни и отпорни на свиткување и затоа се употребуваат за големи напречни пресеци од 10 mm^2 до 500 mm^2 .

(6) **Финожичен кружен пресек-** за да се зголеми уште повеќе флексибилноста на спроводниците, особено оние кои се употребуваат за преносни потрошувачи. Финожичениот пресек се изработува од голем број тенки жици исплетени помеѓу себе.

1.4.1 Изолирани спроводници

Конструкција

Делот од изолираниот спроводник низ кого тече електрична струја, заедно со изолацијата се нарекува **жила**. Изолацијата на жилата се изработува од поливинил-хлорид, термопластичен полиетилен, вмрежен (термостабилен) полиетилен, гума, силикон и др. Бојата на изолацијата на жилата е точно дефинирана според важечките стандарди. Се користат следниве бои: црна, кафеава, светлосина и жолто-зелена. За означување на фазните спроводници се користи црната и кафеавата, за неутралниот спроводник светлосината, а жолто-зелена за заштитниот и заштитно-неутралниот спроводник.

Множеството на жили, заедно со евентуалното пополнување се нарекува **јадро**.

Заштитниот слој околу јадрото се нарекува **наметка (обвивка)**. Тој може да биде од изолациски материјал (поливинил-хлорид, полиетилен, гума и сл.) или од метал (олово, алуминиум).

Означување

Постојат повеќе видови изолирани спроводници прилагодени за поставување во различни услови и за секој вид постои соодветна

ознака. Стандардизираната ознака на изолираните спроводници се состои од седум групи.

Со симболите од **првата група** се означува посебното подрачје на употреба на изолираниот спроводник. Општото подрачје на примена, а тоа е инсталации во згради, не се означува со посебен симбол. Посебното подрачје на примена се означува со една од следниве букви:

- A- автомобилски
- B- бродски
- S- за светилки
- D- за дигалки
- Z- за заварување

Во **втората група** симболи влегуваат ознаката за материјалот употребен за изолација на спроводникот и ознаката за материјалот употребен за наметката.

- P-поливинил -хлорид
- E-термопластичн полиетилен
- X-вмрежен полиетилен
- G-гума на база на природен или стирен-бутадиенски каучок
- Ev-етилен-винил ацетат
- Er-етилен-пропилен гума
- N-полихролопен
- Pu-полиуретан
- IP-импрегнирана хартија
- H-слабоспроводен слој
- h-слабоспроводна наметка
- T-текстил

Третата група симболи дава информација за особините на конструкцијата значајни за примена на изолираниот спроводник. Ова група симболи се одделува од втората група симболи со коса црта. Тука се користат повеќе ознаки и тоа:

- F-финожичен
- J-зајакната наметка
- K-калаисан спроводник
- L-полесна наметка
- M-многужичен

N-не поддржува горење
O-самоносив
R-со раздвоени жили
U-со невпредени (паралелни) жили
V-високонапонски
T-отпорен на топлина

Симболот K се употребува само за оние спроводници за кои со стандардот не е утврдено калаисување.

Ако изолираниот спроводник нема посебни особини, во неговата ознака нема да постои третата група симболи.

Ако изолираниот спроводник содржи и жила со жолто-зелена боја на изолацијата, во неговата ознака ќе постои и **четвртата група** на симболи. Оваа група се состои само од буквата Y, која со хоризонтална цртичка (-) се одделува од претходната група.

Петтата група симболи дава информации за материјалот од кој е направен спроводникот и обликот на неговиот пресек. Во оваа група се користат следниве ознаки:

A-за спроводник од алуминиум;
S- за повеќежичен спроводник со секторски пресек;
SJ-за полн секторски пресек

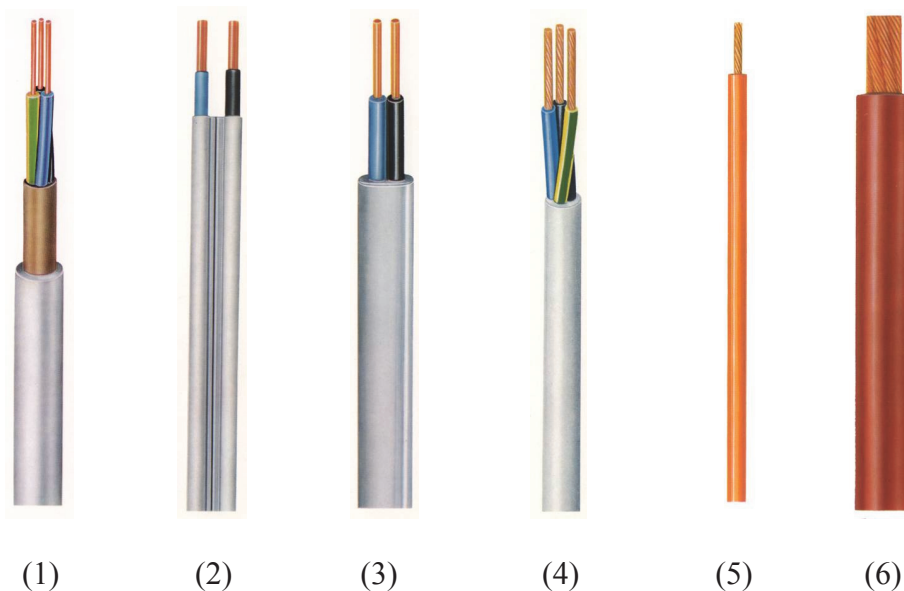
Ако материјалот е бакар, во петтата група не се користи никаква ознака. Исто така, ако спроводникот е со кружен пресек, не се користи никаква ознака за означување на обликот на напречниот пресек.

Во **шестата група** се симболите со кои се дава информации за бројот на жилите и нивниот номинален напречен пресек. Оваа група се пишува зад претходната со оставање празнина чија ширина е еднаква на ширината потребна за пишување на една буква. Доколку спроводникот е од бакар и има кружен пресек, тогаш во ознаката нема да постои петтата група симболи и шестата група ќе се пишува зад четвртата, а ако не постои ни жила со жолто-зелена боја, шестата група ќе се пишува зад третата група симболи. Ако во ознаката на спроводникот не постојат третата, четвртата и петтата група, тогаш шестата група ќе се пишува зад втората група. Покрај бројката што ја означува номиналната плоштина на напречниот

пресек, не се пишува ознаката за единицата во која е изразена таа плоштина. Се подразбира дека плоштината се изразува во mm^2 .

Седмата група симболи ја содржи информацијата за висината на номиналниот напон за кој е граден спроводникот. Висината на напонот се изразува во волти. На крајот задолжително треба да стои и ознаката на мерната единица со која е изразен номиналниот напон.

Примери за означување на изолирани спроводници



(1) PP-Y 3x1,5 380V

Изолиран спроводник со изолација на спроводникот и наметка од PVC маса, со спроводник со жолто зелена боја, со три бакарни спроводници со напречен пресек од $1,5 \text{ mm}^2$ за номинален напон од 380V.

(2) PP/R 2x1,5 380V

Изолиран спроводник со изолација на спроводникот и наметка од PVC маса, со раздвоени жили, со два бакарни

спроводници со напречен пресек $1,5 \text{ mm}^2$, за номинален напон од 380V.

(3) PP/U 2x1,5 380V

Изолиран спроводник со изолација на спроводникот и наметка од PVC маса, со невпредени (паралелни) жили, со два бакарни спроводници со напречен пресек $1,5 \text{ mm}^2$, за номинален напон од 380V.

(4) PP/J -Y 3x2,5 380V

Изолиран спроводник со зајакната конструкција (наметка), со изолација на спроводникот и наметка од PVC маса, со три бакарни спроводници од кој еден е со изолација со жолто-зелена боја, со напречен пресек $2,5 \text{ mm}^2$, за номинален напон од 380V.

(5) AP 1x1,5 24V

Изолиран автомобилски спроводник со изолација на спроводникот од PVC маса, без наметка, со спроводник од бакар, со напречен пресек $1,5 \text{ mm}^2$, за номинален напон од 24V.

(6) P/F 1x6 380V

Изолиран спроводник со изолација на спроводникот од PVC маса, без наметка, со финожичен спроводник од бакар, со напречен пресек 6 mm^2 , за номинален напон од 380V.

РЕЗИМЕ

Во електричните инсталации се употребуваат спроводници од бакар и алуминиум. Алуминиумот е поевтин, но пресекот на алуминиумски спроводник треба да е за 62,4% поголем од бакарниот за да имаат ист електричен отпор.

Конструктивни делови на изолираните спроводници се: жила, јадро и наметка.

Означувањето на изолираните спроводници се врши со седум групи. Ознаките на изолираните спроводници ни покажуваат: подрачјето на примена, видот на материјалот од кој е направена изолацијата, конструктивните својства, бројот на жилите, површината и обликот на напречниот пресек и погонскиот напон.

ПРАШАЊА:

- 1.9. Кои материјали се користат за изработка на спроводници?
- 1.10. Кои облици на пресеци се користат?
- 1.11. Кои се составни делови на изолираните спроводници?
- 1.12. Објасни ги следниве типови на изолирани спроводници:
 - а) PP –Y 5x6 380V
 - б) SP 2x0,75 380V
 - в) PP/O 4x16 380V
 - г) GN/J 5x2,5 500V

1.4.2.Енергетски кабли

Конструкција

Разликата помеѓу изолираните спроводници и кабли е таа што за каблите е дозволено поставување во земја. Во зависност од условите каде што треба да се постават, многубројни се барањата што се поставуваат пред каблите. Кабел што би можел да ги задоволи сите барања би бил непрактичен и скап. Затоа се изработуваат повеќе видови кабли во зависност од условите на средината каде се поставуваат. Конструктивни елементи на каблите се:

Жила е спроводниот дел заедно со неговата изолација.

Јадро е конструктивна целина што ја сочинуваат сите жили на кабелот и материјалот за пополнување. Во јадрото жилите се меѓусебно впредени.

Внатрешна наметка на кабелот е безрабна цевка која цврсто налегнува врз јадрото. Задачата на оваа наметка е да го заштитува јадрото од влага и послаби механички повреди. Често се изработува од олово, но во поново време поради дефицитарноста на оловото, внатрешните наметки се прават од поливинил хлорид, гума и др.

Механичка заштита (арматура) се изработува од челични ленти или жици. Таа треба да го заштити кабелот од механички повреди и истегања во случаи кога наметката не би била доволна заштита. Освен тоа, механичката заштита го намалува влијанието на

енергетскиот кабел врз блиските неенергетски кабли. Сите кабли не мораат да имаат механичка заштита.

Надворешна наметка или надворешна заштита е заштитниот слој што се става преку механичката заштита за да ја заштити од корозија. Најчесто се изработува од термопластични маси, еластомер или импрегнирана јута.

Означување на каблите

Означувањето на каблите се врши со симболи и бројки групирани во шест групи.

Првата група симболи дава информација за материјалите од кои се изработени: изолацијата, внатрешната наметка, слабоспроводните слоеви и оплетот. За таа цел се користат буквените симболи кои се користеа и во втората група за означување на изолираните спроводници, затоа тука нема да се повторуваат. Освен веќе наведените се користат и следниве симболи:

A-внатрешна наметка од алуминиум;

Az- внатрешна наметка од заварени ленти од алуминиум;

Av- внатрешна наметка од брановит алуминиум;

O- наметка од олово;

ZO- наметка од олово на секоја жила одделно.

Втората група симболи ја сочинуваат две цифри. Ги означува особините на конструкцијата, значајни за примената на кабелот. Помеѓу првата и втората група симболи се остава празно место чија ширина е еднаква на ширината на една буква. Бројните симболи се поделени на декади. Секоја декада се однесува на подмножество кабли со заеднички белези на конструкцијата. Во секоја декада одделните броеви означуваат специфични белези на каблите. Симболот 00 се употребува за конструкција без елементи наведени во следнава табела. Заедничките белези на декадите се дадени во табела 1.2.

Ако едната жила на кабелот е со изолација со жолто-зелена боја, во ознаката на кабелот ќе постои и **третата група** симболи која се состои само од симболот Y.

Четвртата група симболи дава информација за видот на материјалот од кој се направени спроводниците и обликот на

нивниот напречен пресек. За таа цел се користат истите симболи како и кај петтата група на симболи во означувањето на изолираните спроводници.

Ако ознаката на кабелот содржи симболи од третата, односно четвртата група на симболи, зад ознаката на втората група се става хоризонтална цртичка (-).

Табела 1.2 Значење на декадите

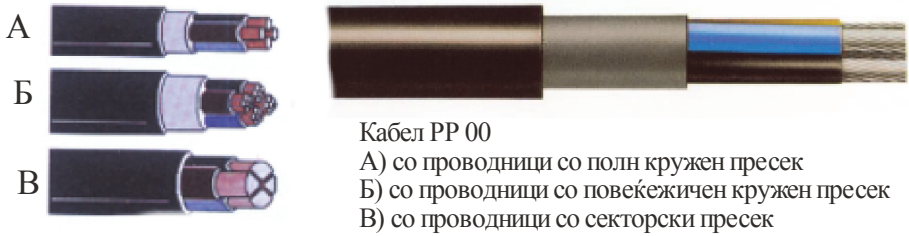
Декада	Заеднички белези
01 - 09	Заштита од корозија врз метална наметка
10 - 19	Механичка заштита од челични ленти врз металната наметка
20 - 29	Механичка заштита од тркалезна поцинкувана челична жица врз металната наметка
30 - 39	Механичка заштита од плосната поцинкувана челична жица или специјална тркалезна алуминиумска жица врз металната наметка
40 - 49	Надворешна наметка од термопластична маса
50 - 59	Надворешна наметка од еластомер
60 - 65	Надворешна наметка од еластомер, присуство на заштитни, командни и контролни спроводници
70 - 78	Зајакната надворешна наметка од еластомер
80 - 87	Електрична заштита под надворешна наметка од термопластичен материјал или еластомер
90 - 91	Електрична заштита над надворешна наметка од термопластичен материјал или еластомер

Петтата група содржи симболи со кои се означува бројот на жилите и нивниот номинален напречен пресек. Притоа важат истите појаснувања дадени за шестата група на ознаки при означувањето на изолираните спроводници. Ако една жила на кабелот има напречен пресек кој се разликува од напречниот пресек на останатите жили тоа посебно се означува. Така на пример, ознаката 3x25+16 означува дека освен трите жили со номинален напречен пресек од 25mm² постои и четврта жила со номинален напречен пресек од 16mm².

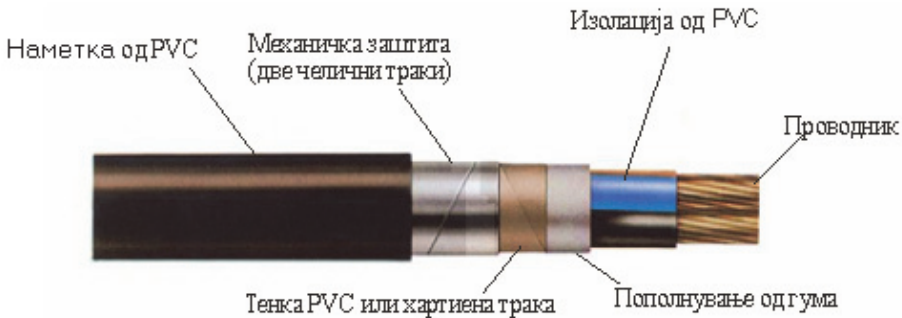
Шестата група симболи ја содржи информацијата за висината на номиналниот напон за кој е изработен кабелот. Тој напон се изразува во киловолти и задолжително се пишува и мерната единица. Кај повеќежилните кабли се разликува номиналниот напон

помеѓу спроводникот и земјата и номиналниот напон помеѓу два спроводника. Задолжително се пишуваат и двата напона. Најнапред се пишува напонот во однос на земја, а потоа напонот помеѓу спроводниците. Меѓу двата напони се става коса црта.

Помеѓу третата и четвртата, четвртата и петтата и петтата и шестата група симболи се остава едно празно место колку што зафаќа една буква.



Сл.1.3 Изглед на кабел РР 00



Сл.1.4 Конструктивни делови на кабел РР 41

РЕЗИМЕ

Каблите за разлика од изолираните спроводници смеат да се поставуваат директно во земја. Конструктивни елементи на каблите се: жила, јадро, внатрешна наметка, механичка заштита (арматура) и надворешна наметка.

Означувањето на каблите се врши со симболи и бројки групирани во шест групи.

ПРАШАЊА:

- 1.13. Која е основната конструктивна разлика помеѓу изолираните спроводници и кабли?
- 1.14. Кои се конструктивни делови на енергетските кабли?
- 1.15. Како се формира јадрото?
- 1.16. Која е улогата на механичката заштита на кабелот?
- 1.17. Колку симболи содржи ознаката на каблите?
- 1.18. Објасни ги следниве видови кабли:
 - а) IPO13 –AS 3x70 6/10KV
 - б) NPA 00-AS 3x150+120 0,6/1KV
 - в) EpN 50- Y 4x25 0,6/1KV

1.4.3 Трајно дозволени струи на изолирани спроводници и кабли

Дозволени температури

При протекување на струја низ спроводниците тие се загреваат. Според Џуловиот закон, количеството на ослободена топлина во единица време е правопрпорционална на активната отпорност на спроводникот и квадратот на интензитетот на струјата низ него ($Q = R \cdot I^2$). Доколку ослободеното количество топлина предизвика покачување на температурата над дозволената граница, може да дојде до оштетување на изолацијата, а со тоа и до создавање услови за дефект, пожар, оштетување на опремата и прекин на напојувањето.

За да се спречи ова, температурата на спроводникот не треба да ја надмине дозволената вредност. Затоа струјата низ спроводникот треба да се ограничи на соодветна вредност. Со стандардот МКС Н.Б2.752 се дефинирани температурите кои не смеат да бидат пречекорени во текот на работата. Тие температури зависат од типот на употребената изолација и нивните вредности се:

- а) 70°C на спроводникот, ако изолацијата е од поливинил-хлорид или природна гума;
- б) 90°C на спроводникот, ако изолацијата е од вмрежен полиетилен или етилен-пропилен;
- в) 70° C на обвивката, при минерална изолација и обвивка од поливинил-хлорид или метал и кога каблите се допираат;
- г) 105°C на изолацијата, ако изолацијата е минерална, ако наметката е метална и ако каблите не се допираат.

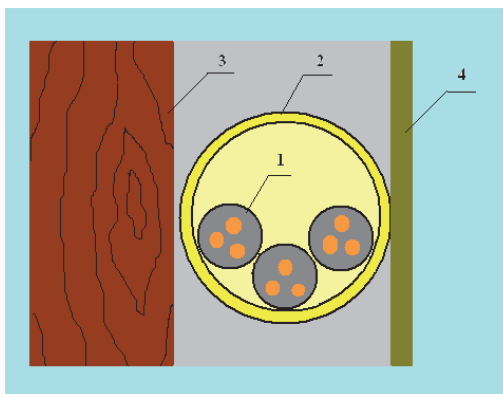
Типови електричен развод

Освен од неговите карактеристики и интензитетот на струјата во него, температурата на еден струјно оптоварен спроводник/кабел зависи и од можностите за одведување на топлината од него, т.е. од условите во кои тој е поставен. Во стандардот МКС Н.Б2.752 се дефинирани повеќе типови на електрични разводи, означени со големи букви од латиницата.

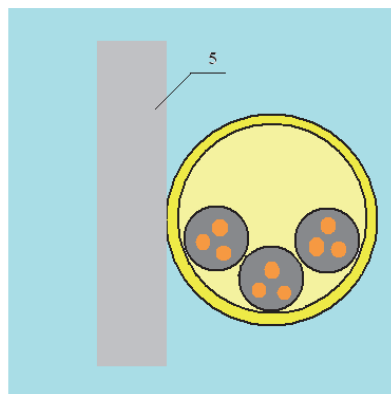
Кај разводот од **типот А** изолираните спроводници се поставени во инсталациска цевка во термички изолиран сид. Под термички изолиран сид се подразбира сид чија надворешна површина не пропушта вода, кој има термичка изолација и внатрешна облога (на пример, од дрво или материјал со слична термичка спроводливост), така што сидот има термичка спроводливост $10 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Во таков сид инсталациските цевки се вградуваат што е можно поблиску до внатрешната облога, но не мораат да ја допираат. Притоа се смета дека топлината што се ослободува од изолираните спроводници и кабли минува само низ внатрешната облога. Дозволените струи за разводот А важат и за разводите: А1 и А2. Тие се карактеризираат со:

А1 – повеќежилен кабел поставен директно во цевка или во термички изолиран сид;

А2 – изолирани спроводници во инсталациската цевка во затворен канал.



Сл. 1.5 Развод тип А



Сл. 1.6 Развод тип В

1 – повеќежилен спроводник, 2 – инсталациска цевка,
3 – термичка изолација, 4 – надворешна површина, 5 – бетонски сид

Електричниот развод од **типот В** се карактеризира со тоа што кај него изолираните спроводници се поставени во инсталациска цевка на сид (слика 1.6). Како овој тип развод, еднакви дозволени струи имаат и разводите: В1, В2 и В3. Тие разводи се карактеризираат со:

В1 - изолирани спроводници во инсталациски канал на сид;

В2 - изолирани спроводници во инсталациска цевка што се наоѓа во канал со вентилација;

В3 - изолирани спроводници, едножилни и повеќежилни кабли во инсталациски цевки во неизолиран сид или инсталациски простор.

Кај електричниот развод од **типот С** повеќежилен кабел е поставен на сид, при што растојанието меѓу кабелот и сидот е помало од дијаметарот на кабелот помножен со 0,3 (сл. 1.7). Еднакви струи како овој развод имаат разводите: С1, С2, С3, С4, С5 и С6. Одликите на тие разводи се:

С1 - едножилен кабел на сид, под или таван;

С2 - повеќежилен кабел во неизолиран сид;

С3 - повеќежилен кабел на под;

С4 - едножилен или повеќежилен кабел во отворен канал или канал со вентилација;

С5 - повеќежилен кабел во инсталациски канал или во инсталациска цевка во воздух или во допир со сидовите;

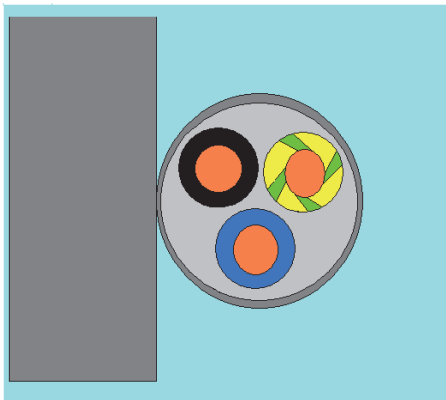
С6 - флексибилен повеќежилен кабел поставен во воздух или на под.

Кај електричниот развод од **типот D** повеќежилен кабел е поставен во кабелница во земја (сл. 1.8). Еднакви дозволени струи како разводот од типот D имаат разводите: D1 и D2. Карактеристиките на разводите D1 и D2 се:

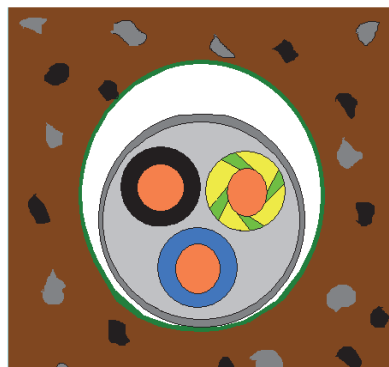
D1 - едножилен кабел во кабелница во земја;

D2 - едножилен или повеќежилен кабел вкопан во земја.

Кај разводите D, D1 и D2 се подразбира земја со термичка отпорност $2,5 \text{ K} \cdot \text{m}/\text{W}$ и длабочина на вкопување 0,7 m. Ако земјата има помала термичка отпорност, тогаш директно вкопаните кабли можат да бидат оптоварени со поголеми струи.

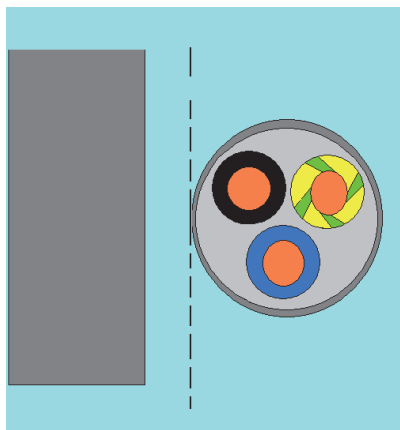


Сл. 1.7 Развод тип С

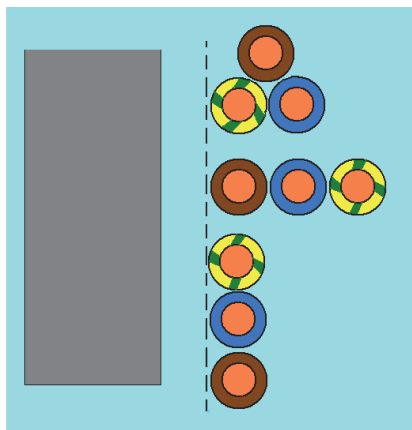


Сл. 1.8 Развод тип D

За разводот од **типот Е** карактеристично е што кај него повеќежилните кабли се поставени во воздух (сл. 1.9), при што растојанието од кабелот до ѕидот е поголемо од дијаметарот на кабелот помножен со 0,3, при што топлината се одведува со природна конвекција.



Сл. 1.9 Развод тип Е



Сл. 1.10 Развод тип F

Кај разводот од **типот F** едножилни кабли се поставени во воздух (сл.1.10). Притоа каблите меѓусебно се допираат, а растојанието меѓу ѕидот и каблите е поголемо од дијаметарот на кабелот. Топлината се одведува со природна конвекција.

Трајно дозволени струи и избор на спроводници и кабли според нивната трајно дозволена струја

За секој тип развод, вид на изолација, број на оптоварени жили (спроводници) и нивниот пресек, во стандардот МКС Н.Б2.752 се утврдени трајно дозволениите струи. Според тој стандард се формирани табелите 3.1 до 3.5, кои се однесуваат на спроводниците и каблите со изолација од поливинил-хлорид, природна гума или вмрежен полиетилен.

Во табелата 1.3 се дадени трајно дозволениите струи за електричните разводи од типот А, В, С, Е и F, во случаите кога изолацијата е поливинил-хлорид, природна гума или вмрежен полиетилен, а бројот на оптоварените спроводници е два или три.

Во табелата 1.4 се дадени трајно дозволениите струи за електричен развод од типот D кога изолацијата е од поливинил-хлорид, природна гума или вмрежен полиетилен и кога бројот на оптоварените спроводници е два или три.

Вредностите на трајно дозволениите струи, дадени во 1.3 и 1.4, се однесуваат на температурата на околината од:

- а) 30°C - за изолирани спроводници и кабли поставени во воздух, без оглед на тоа на каков начин се поставени;
- б) 20°C - за кабли вкопани во земја или поставени во кабелници.

Под **температура на околината** се подразбира температурата на средината што го опкружува изолираниот спроводник или кабел во услови кога тој не е оптоварен.

Ако температурата на околината не е еднаква на 30 °C, а се работи за еден од разводите А,В,С,Е или F, тогаш вредноста на трајно дозволениата струја, од табелата 1.3 треба да се помножи со соодветен корекциски фактор од табелата 1.5.

Табела 1.3 Трајно дозвољени струји за елек. развод од типот А, В, С, Е и F

Вид на изолација	Број на оптоварени жили	Трајно дозвољена струја за развод (во ампери)								
			A		B	C	E, F			
Поливинил-хлорид или природна гума	2		A		B	C	E, F			
	3	A		B	C	E, F				
Вмрежен полиетилен	2					A		B	C	E, F
	3				A	B	C	E, F		
Материјал и номинален пресек во mm ²		1	2	3	4	5	6	7	8	9
БАКАР	1	10,5	11	12	13,5	14,5	17	18	19	21
	1,5	13	14,5	15,5	17	18,5	22	23	24	26
	2,5	18	19,5	21	23	25	30	32	33	36
	4	24	26	28	31	34	40	42	45	49
	6	31	34	36	40	43	52	54	58	66
	10	42	46	50	54	60	71	75	80	86
	16	56	61	68	73	80	96	100	107	115
	25	73	80	89	95	101	119	127	138	149
	35	/	/	/	117	126	147	157	171	185
	50	/	/	/	141	153	153	179	192	225
	70	/	/	/	179	196	229	246	269	289
	95	/	/	/	216	238	278	268	328	352
	120	/	/	/	249	276	322	346	382	410
	150	/	/	/	285	318	371	399	441	473
	185	/	/	/	324	362	424	456	506	542
240	/	/	/	380	424	500	538	599	641	
АЛУМИНИУМ	1	8	8,5	9,5	11	11	13	13,5	15	16
	1,5	10	11	12	14	14	16,5	17,5	19	21
	2,5	14	15	16,5	19	19,5	23	24	26	28
	4	19	20	22	25	26	31	32	35	38
	6	24	26	28	32	33	39	42	45	49
	10	32	36	39	43	45	54	58	62	67
	16	43	48	53	58	61	73	77	83	91
	25	57	63	69	76	78	89	97	101	108
	35	/	/	/	94	96	111	120	126	135
	50	/	/	/	113	117	135	147	154	165
	70	/	/	/	142	150	173	187	198	211
	95	/	/	/	171	182	210	227	241	257
	120	/	/	/	197	212	244	263	280	300
	150	/	/	/	226	245	282	302	324	346
	185	/	/	/	256	280	322	346	371	397
240	/	/	/	300	330	380	409	439	470	

Табела 1.4 Трајно дозволени струи за електричен развод од типот D

Материјал	Номинален пресек во mm ²	Трајно дозволени струи (во ампери) за различни видови изолација на жилите и за различен број на оптоварени жили			
		PVC или гума		Вмрежен полиетилен	
		Две жили	Три жили	Две жили	Три жили
		1	2	3	4
БАКАР	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	257	363	304
	240	360	297	419	351
300	407	336	474	396	
АЛУМИНИУМ	1,5	17	14	20	16,5
	2,5	22	19	26	22
	4	29	24	34	29
	6	36	30	42	36
	10	48	40	56	47
	16	62	52	73	61
	25	80	66	93	78
	35	96	80	112	94
	50	113	94	132	112
	70	140	117	163	138
	95	166	138	193	164
	120	189	157	220	186
	150	213	178	249	210
	185	240	200	279	236
	240	277	230	321	272
300	313	260	364	308	

Табела.1.5 Корекциски фактори за температура на околината за разводите А,В,С,Е или F

Температура на околината °С	Корекциски фактор	
	При изолација од поливинил-хлорид	При изолација од вмрежен полиетилен или етилен-пропилен
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
30	1,00	1,00
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	/	0,65
70	/	0,58
75	/	0,50
80	/	0,41

Во случај на развод од типот D, ако температурата на околината не е еднаква на 20 °С вредноста на трајно дозволената струја, од табелата 1.4, треба да се помножи со соодветен корекциски фактор од табелата 1.6

При поставување на група од неколку струјни кола, односно неколку повеќежилни кабли, неопходно е претходно определените трајно дозволени струи за поединечно поставување да се помножат со соодветен корекциски фактор од табелата 1.7.

Факторите на корекција за групен електричен развод дадени во табелата 1.7 се определени под претпоставка дека сите спроводници се во стационарен погон и дека сите се оптоварени со трајно дозволени струи за соодветните услови за поставување.

Табела 1.6 Корекциски фактори за температура на околината за развод од типот D

Температура на околината °C	Корекциски фактор	
	При изолација од поливинил-хлорид	При изолација од вмрежен полиетилен или етилен-пропилен
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	/	0,60
70	/	0,53
75	/	0,46
80	/	0,38

Табела 1.7 Корекциски фактори за групи од неколку струјни кола или неколку повеќежилни кабли поставени еден до друг за развод A,B,C,D,E или F

Начин на поставување на каблите	Корекциски фактор за даден број на струјни кола или повеќежилни кабли								
	1	2	3	4	6	9	12	15	20
Вкопани или затворени	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
Еден слој на сидови, подови или на неперфорирани полици	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	/	/	/
Еден слој на плафон	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	/	/	/
Еден слој на перфорирани полици	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	/	/	/
Еден слој на носечки куки и слично	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	/	/	/

Во табелите 1.3 и 1.4 се користи терминот „оптоварена жила“ и значи исто што и терминот оптоварен спроводник. Така се нарекува секоја жила од спроводникот/кабелот низ која протекува струја во стационарен погон. Кај урамнотежените полифазни системи неутралниот спроводник не се смета за оптоварен спроводник, бидејќи низ него не протекува струја. Меѓутоа, во монофазните системи низ неутралниот спроводник тече струја без намалување на струјата во фазниот спроводник, па се смета за оптоварен спроводник т.е. жила. Треба да се нагласи дека не е дозволено одделните жили од еден повеќежилен изолиран спроводник или кабел да се користат за различни струјни кола.

Спроводниците што се користат за заштита (заштитни спроводници, РЕ спроводници) не се сметаат за оптоварени спроводници.

Заштитно-неутралните спроводници (PEN спроводници) се третираат на ист начин како и неутралните спроводници.

Во случаи кога по должината на трасата на изолираниот спроводник или кабел условите на ладење се различни, трајно дозволената струја се добива според делот на трасата со најлоши услови за ладење.

Користењето на табелите 1.3 -1.7 е демонстрирано во следниве примери.

Пример 1: Да се определи трајно дозволената струја за изолиран спроводник со ознака **PP-Y 4x6 380V** поставен под малтер со кој се напојува електромотор.

Решение: Станува збор за развод од типот А. Број на оптоварени жили е три, со изолација од поливинил хлорид. За тие услови од таб.1.3 колона 1 за напречен пресек од 6 mm^2 следува дека трајно дозволената струја е 31 А.

Пример 2: Да се определи трајно дозволената струја за енергетски кабел **PP 00-AS 4x50 0,6/1 kV** поставен во земја со термичка отпорност од $2,5 \text{ K} \cdot \text{m} / \text{W}$ и температура на околината од $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Решение: Станува збор за развод од типот D. Од таб.1.4 за кабел со три оптоварени жили од алуминиум, со изолација од

поливинил хлорид и температура на околината од 20 °C отчитуваме:

$$I_{doz,20} = 94 A$$

Од таб.1.6 за кабел со изолација од поливинил хлорид и температура од 15 °C го читаме корекцискиот фактор $k_{15} = 1,05$

Па според тоа трајно дозволената струја ќе биде:

$$I_{doz,15} = k_{15} \cdot I_{doz,20} = 1,05 \cdot 94 = 98,7 A$$

РЕЗИМЕ

При протекување на струја, спроводникот се загрева. Ако се загрее над дозволената температура може да дојде до оштетување на изолацијата, дефект, пожар и оштетување на опремата. Струјата низ спроводникот треба да се ограничи и во ниту еден случај да не ја надмине трајно дозволената вредност. Освен од струјата низ него, температурата на еден спроводник зависи и од условите во кои е тој поставен т.е. од типот на развод. Дефинирани се шест типови развод кои се означуваат со големите латинични букви: А,В,С,Д,Е и F.

За секој тип на развод, вид на изолација, број на оптоварени жили (спроводници) и нивниот пресек, во стандардот МКС Н.Б2.752 се утврдени трајно дозволените струи. Вредностите дадени во табелите се однесуваат на точно определена температура на околината, термичка отпорност на земјата и само еден кабел. Ако некој од овие услови е различен, вредноста добиена за трајно дозволената струја треба да се помножи со соодветниот корекциски фактор за тој услов.

ПРАШАЊА:

- 1.19. Зошто треба да се ограничи струјата низ спроводникот/кабелот?
- 1.20. Колку типови развод постојат?
- 1.21. Зошто се користат корекциските фактори?

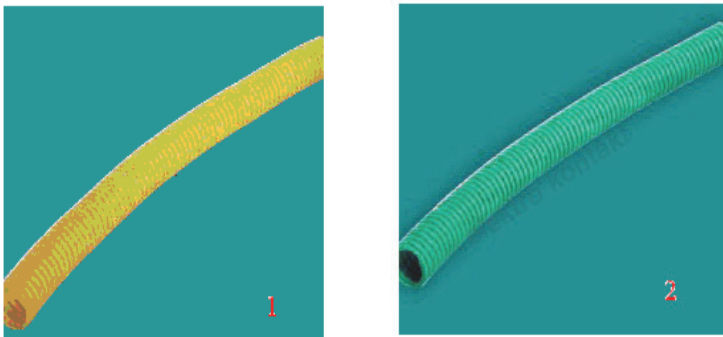
1.5. Инсталациски цевки

Инсталациските цевки се употребуваат при поставување на спроводници и служат за нивна механичка, антикорозивна и електроизолациска заштита.

Во зависност од материјалот од којшто се изработуваат се делат на:

- неметални цевки;
- метални цевки со неметална постава;
- метални цевки.

Денес најупотребувани се неметалните цевки. Се изработуваат од тврда гума, PVC или импрегнирана пресувана хартија. Овој вид цевки се само делумна механичка заштита па затоа се поставуваат во неагресивни простории под малтер, во бетон, над малтер или на дрво во суви и влажни простории. За поставување во малтер и бетон се користат флексибилни (ребрасти) пластични црева со следниве стандардни пресеци: 11; 13,5; 16; 23; 29; 36, 42; 48 mm².



Сл.1.11 Флексибилни пластични црева
1-за поставување во малтер, 2-за во бетон

Од металните цевки со неметална постава, некогаш најчесто биле користени Бергмановите цевки кои денес можат да се сретнат само во некои стари инсталации. Тоа се метални цевки од челик или месинг кои имаат внатрешна изолација од импрегнирана хартија со катран. Напречниот пресек на цевката се избира според бројот и напречниот пресек на спроводниците/каблите кои ќе се постават во

нив. Денес не се употребуваат, бидејќи се употребуваат кабли со потребната заштита.

Металните инсталациски цевки се користат во индустриски хали, леарници и простории со слична намена каде можноста за механичко оштетување на каблите е голема. Се употребуваат:

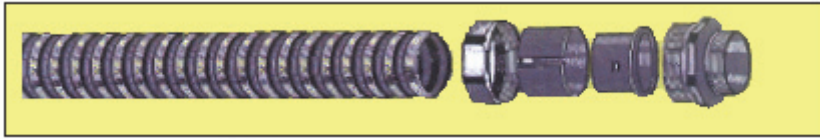
Безрабни челични цевки (уште се познати и како Пешелови цевки, според нивниот конструктор). Се добиваат со свиткување на челична лента со дебелина од 0,75-1,5 mm во форма на цевка и можат да бидат со преклоп или без преклоп со должина од 3 m. Се употребуваат за поставување само на сид во суви простории.



Сл 1.12 Неметални цевки и прибор за нивно поставување

Челично оклопни и челично заварени цевки се целосно заварени по целата своја должина. Тоа се всушност, црните браварски цевки или поцинкуваните водоводни цевки.

Метални флексибилни црева се изработени од челик со специјална постапка така да можат да се свиват. Се изработуваат со следниве стандардни пресеци: 14; 18; 25; 35; 38; 40; 42; 50; 55 mm². Најголема употреба имаат за приклучување на различни индустриски машини и уреди каде е потребна механичка заштита.



Сл. 1.13 Метално флексибилно црево

1.6. Инсталациски кутии

Инсталациските кутии служат:

- за продолжување или разгранување на спроводниците;
- за монтирање на прекинувачи и приклучници.

Според тоа разликуваме:

- разводни инсталациски кутии;
- монтажни инсталациски кутии;
- нижечки инсталациски кутии.

За продолжување и разгранување на спроводниците во електричните инсталации се користат разводни инсталациски кутии. Се изработуваат во две форми: кружни со напречен пресек $\text{Ø}78 \text{ mm}$ ($\text{Ø}70 \text{ mm}$) и квадратни со димензии $95 \times 95 \text{ mm}$, но и нестандартни $150 \times 150 \text{ mm}$ и $200 \times 200 \text{ mm}$.



1)



2)



3)

Сл.1.14 Инсталациски разводни кутии

1) за во сид со кружен пресек $\text{Ø}78$ 2) квадратна 95×95 3) за на сид

За поставување на инсталациските прекинувачи и приклучници се користат монтажни инсталациски кутии. Монтирањето на елементите се врши со завртка или со канџи за внатрешниот ѕид на кутијата.

Во современите инсталации (канцеларии, деловни простории, станови) каде имаме голем број приклучници и прекинувачи се поставуваат нижечки инсталациски кутии. Тие се вклопуваат една во друга со осно растојание од 71 mm и во нив можат да се монтираат повеќе приклучници и прекинувачи еден до друг.



1)

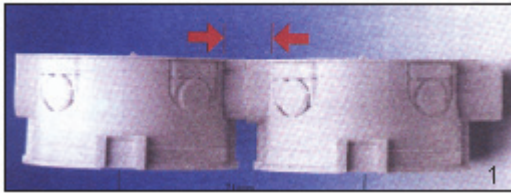


2)

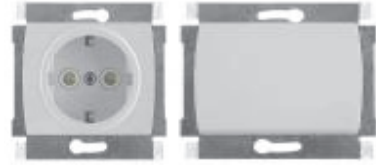
Сл.1.15 Монтажни инсталациски кутии
1)-за во гипс картон, 2)-за во ѕид

При тоа можат да се постават поголем број на инсталациски кутии од потребните и да се затворат со капак. Кога има потреба во нив може да се постави посакуваниот елемент, прекинувач или приклучница.

Се изработуваат од пластични маси и според начинот на поставување имаме: за во ѕид, кои со помош на гипс се прицврстуваат во ѕидот, за на ѕид кои со помош на типли се прицврстуваат на ѕидот и за во гипс, кои со помош на навртки и канџи се прицврстуваат во гипс картонот.



1)



2)



3)

Сл.1.16 1)-Нижечка инсталациска кутија, 2)-потсклоп на приклучница и прекинувач за монтажа на нижечка инсталациска кутија, 3) -рамка за потсклопот.

РЕЗИМЕ

За заштита на изолираните спроводници и кабли од механичка, антикорозивна и електроизолациска заштита се користат инсталациски цевки. Постојат три вида: неметални цевки, метални цевки со неметална постава и метални цевки.

Инсталациските кутии служат за продолжување или разгранување на спроводниците или монтирање на прекинувачи и приклучници. Постојат разводни, монтажни и нижечки инсталациски кутии. Се изработуваат од пластични маси, а според начинот на нивното поставување имаме: за во ѕид, за на ѕид и за во гипс картон.

ПРАШАЊА:

- 1.22. Каде се употребуваат инсталациските цевки?
- 1.23. Како се поделени инсталациските цевки?
- 1.24. Каде се користат металните инсталациски цевки?
- 1.25. Зошто се употребуваат инсталациските кутии?
- 1.26. Како се поделени инсталациските кутии?
- 1.27. Каде се користат нижечките инсталациски кутии?

1.7. Инсталациски осигурувачи

Инсталациските осигурувачи ги штитат изолираните спроводници и кабли од преоптоварување и куса врска со автоматско исклучување на напојувањето. Поради едноставната конструкција, едноставното одржување и големата моќност на исклучување осигурувачите имаат широка област на примена.

Сите видови осигурувачи треба да ги имаат следниве карактеристики:

- прекинувањето на електричното коло да се врши во затворена незапалива средина;
- да постои видлива ознака дека осигурувачот реагира;
- осигурувач со поголема номинална струја да се разликува од осигурувач со помала номинална струја, односно да се спречи случајна или намерна замена.

Конструктивно гледано, **осигурувачите** претставуваат намерно ослабени места во електричните инсталации, на кои што доаѓа до прекинување на електричното коло при протекување на струи поголеми од номиналните.

Задолжително е поставувањето на осигурувач на почетокот на секој фазен спроводник и на местата каде што се менува пресекот на спроводникот.

Најстрого е **забрането** поставување на осигурувач на заштитниот и нултиот спроводникот.

Според начинот на дејствување се поделени на :

- топливи осигурувачи ;
- електромагнетни (автоматски) осигурувачи.

Според брзината на дејствување се поделени на :

- брзи осигурувачи ;
- бавни (троми) осигурувачи.

1.7.1 Топливи инсталациски осигурувачи

Основен елемент на топливите осигурувачи е топливата жица. Таа е сместена во патрон, и со нејзиното топење се прекинува струјното коло при протекување на струја поголема од номиналната.

Во електричните инсталации се употребуваат два вида топливи осигурувачи:

- инсталациски топливи осигурувачи од типот D;
- нисконапонски високоефикасни осигурувачи

1.7.2. Инсталациски топливи осигурувачи од типот D

Осигурувачите од типот D се најчесто користените осигурувачи во нисконапонските електрични инсталации кои не се под надзор на квалификуван персонал т.е. каде што замената ја изведуваат нестручни лица.

Составни делови се:

- подножје;
- топлив вметок (патрон);
- контактен (калибрациски) прстен;
- капа.

Подножјето се изработува од порцелан (сл.1.17). Во внатрешноста на порцеланското тело е сместен доводниот контакт (клема) со навртка за прицврстување на контактниот прстен. Над доводниот контакт се наоѓа месингана Витвортова навртка на кој се навртува капата на осигурувачот. Со оваа навртка пак, е поврзан одводниот контакт.

Подножјата за осигурувачите од типот D се изработуваат во четири големини:

- подножје D II до 25A;
- подножје D III до 63A;
- подножје D IV до 100A;
- подножје D V до 200A.

Во зависност пак од начинот како се изведени приклучните контакти (доводниот и одводниот), постојат следниве типови: тип EZ, тип TZ и тип UZ.



1) 2) 3)

Сл.1.17 Видови подножја за осигурувачите од типот D:

1) EZ подножје, 2) TZ подножје 3) UZ подножје.

Напомена: Некои производители како на пример ETI, произведуваат и други типови подножја: EZN за директна монтажа на собирници, FZ за надземни водови и др.

Топливиот вметок (патрон) се изработува од порцелан или стеатит. Неговата внатрешноста е шуплива и исполнета со ситен кварцен песок (SiO_2), кој треба да го изгаси електричниот лак и да ја впије целокупната топлина која се ослободува при топењето на жицата. На двата краеве има метални контактни капацы кои се споени со калибрираната (топлива) жица. Големината на топливиот вметок ја одредува номиналната струја на осигурувачот.

Според брзината на дејствување топливите вметоци се поделени на **брзи и троми**. Според важечките стандарди брзите вметоци имаат ознака **gL**, а тромите **gG** и симбол во вид на лушпа (куќа) на полжав. Во пракса можат да се сретнат и универзални вметоци со ознака **gL-gG** кои ги задоволуваат и двата услови.

Калибрираната (топливата) жица се изработува од најразлични метали и легури и при протекување на струи поголеми од номиналната таа се топи, со што се прекинува струјното коло.

Жицата е споена со обоена сигнална значка со помош на мала пружина. Кога жицата ќе се стопи, пружината ја ослободува сигналната значка и таа паѓа. Така имаме видлива ознака и можеме

да видиме кој осигурувач реагира. За секоја номинална струја на патронот одговара соодветна боја на сигналната значка.

Табела.1.8 Номинални струи на топливиот вметок

Боја на значката на патронот и на калибарскиот прстен	Номинална струја на патронот	Тип на подножје на осигувачот
Розова	2	D-II-25A Навој E-27
Кафеава	4	
Зелена	6	
Црвена	10	
Сива	16	
Сина	20	
Жолта	25	D-III-63A Навој E-33
Црна	35	
Бела	50	
Бакарна	63	D-IV-100A Навој-R5/4"
Сребренеста	80	
Црвена	100	D-V-200A Навој-R2"
Жолта	125	
Бакарна	160	
Сина	200	



Сл.1.18 Топлив вметок (патрон)

Контактниот прстен се изработува од керамика во облик на шуплив цилиндар. Од едната страна шуплината е затворена со метална плочка што продолжува со завртка. Завртката се навртува на доводниот контакт на подножјето. Улогата на контактниот прстен е да спречи поставување на топлив вметок со поголема номинална струја од онаа за која е димензиониран. Номиналната струја на топливиот вметок мора да е иста со таа на контактниот прстен. Ако е таа поголема, топливиот вметок нема да може да влезе во контактниот прстен и да оствари електричен спој.

Со употреба на контактниот прстен е постигната струјна незаменливост на осигурувачите од типот D. За секоја поголема номинална струја на патронот одговара и поголема димензија на вратот на патронот. Со ова истовремено се објаснува и употребата на буквата D за овој тип осигурувачи. Имено таа ни покажува дека

струјната незаменливост е постигната со употреба на различни дијаметри на топливиот вметок и на отворот на контактниот прстен.

Ставањето на топлив вметок со помала номинална струја во отвор на контактен прстен за поголема струја е можно, но не е опасно за електричниот потрошувач или водот којшто се штити.

Бојата на контактниот прстен за одредена номинална струја е иста со бојата на сигналната значка на топливиот вметок за истата таа струја.

Во подножјето DII со користење на соодветни контактни прстени можат да се стават сите патрони со номинална струја помала од 25A (2; 4; 6; 10; 16; 20; 25). Во подножјето DIII можат да се стават патроните 35; 50 и 63A. Во подножјето DIV патрони од 80A и 100A, а во DV патроните со номинална струја од 125, 160 и 200A.

Капата на осигурувачот е направена од порцелан со вградена завртка од месинг во облик на чаура и застаклен отвор. Со капата се овозможува да се поврзе струјното коло во осигурувачот. За да има добар контакт, односно мал преоден отпор, капата мора добро да биде прицврстена на подножјето. Застаклениот отвор на капата овозможува во секој момент да се контролира исправноста на топливиот вметок .



Сл.1.19 Контактен прстен за 10А



Сл. 1.20 Капа на осигурувач

1.7.3. Нисконапонски високоефикасни осигурувачи

Нисконапонските високоефикасни осигурувачи служат за прекинување на големи моќности кои можат да се јават во нисконапонските разводни постројки или индустриски инсталации, како и за заштита на нисконапонските надземни и кабелски водови.

Составни делови се:

- подножје;
- топлив вметок (патрон).

Подножјето се изработува како еднополно и триполно. Се изработува од порцелан и на него се поставени приклучните клеми. Во зависност од производителот имаат различни ознаки.

Патронот е во форма на затворено керамичко тело во кое се врши прекинување на струјното коло. Контактите на патронот се во облик на нож, па затоа се нарекуваат и ножести осигурувачи. Во подножјето патронот се вметнува со специјална изолирана рачка.

Табела.1.9 Различни изведби на нисконапонски високоефикасни осигурувачи

Големина на осигурувач	Номинална струја (А)	Р.КОНЧАР		ЕНЕРГОИНВЕСТ		ЕТИ-Излаке	
		основа	вметок	основа	вметок	основа	вметок
00	100	Np0-00	NV0-00	FE-00	FVN-00	PP 00 (PK00)	NV/NH00
0	160	Np0-0	NV0-0	FE-0	FVN-0	PK0	NV/NH 0
1	250	Np0-1	NV0-1	FE-1	FVN-1	PK1	NV/NH 1
2	400	Np0-2	NV0-2	FE-2	FVN-2	PK2	NV/NH 2
3	630	Np0-3	NV0-3	FE-3	FVN-3	PK3	NV/NH 3
4	1000			FE-4	FVN-4	PK4	NV/NH 4



Сл.1.21 Подножја и патрон за нисконапонски високоефикасни осигурувачи

1.7.4. Автоматски осигурувачи

Во поново време тенденција е наместо топливи осигурувачи од типот D да се користат автоматски осигурувачи. Во пракса се сретнуваат и под името инсталациони склопки. Нивните предности се во тоа што кај нив нема замена на никаков елемент по нивното дејствување и практично е невозможно да се направи нестручна замена. Конструктивно гледано, овие осигурувачи имаат два активни дела: електромагнет и биметал.

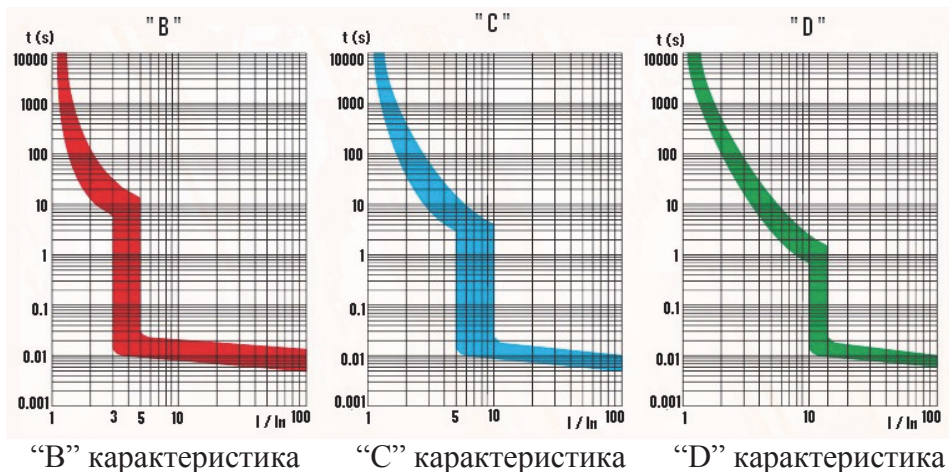
Електромагнетот речиси моментално го прекинува струјното коло при протекување на струи неколку пати поголеми од номиналната.

Биметалот делува при струи на преоптоварување кои доведуваат до искривување на биметалната лента и исклучување на струјното коло.

Главен недостаток на автоматските осигурувачи е помалата прекинувачка моќност. Според брзината и карактеристиката на активирање во електричните инсталации разликуваме автоматски осигурувачи:

- со "B" карактеристика (брзи),
- со "C" карактеристика (бавни) и
- со "D" карактеристика (многу бавни)

Карактеристиките на поедините видови автоматски осигурувачи се дадени на следниве дијаграми:



Дијаграм 1.1 Карактеристики на автоматските осигурувачи

Како пример, техничките податоци за автоматските осигурувачи ЕТИМАТ 10 од фирмата IZLAKE од Словенија се следните:

- номинален напон: 230 / 400 V
- номинални струи: 6 – 63 A
- номинална фреквенција: 50 / 60 Hz
- номинална прекинувачка моќност: 10 KA
- карактеристика на активирање (исклучување): B, C и D
- приклучни клеми: 1 – 25 mm²

Карактеристиките на активирање (исклучување) на автоматските осигурувачи ЕТИМАТ 10 од фирмата IZLAKE се дадени во следната табела:

Табела 1.10 Карактеристики на активирање (исклучување) на автоматските осигурувачи ЕТИМАТ 10

Карактеристики на активирање	Струја на испитување	Време на исклучување (s)	Резултат
B, C, D	1,13 I _n	$t \geq 3600$	не реагира
B, C, D	1,45 I _n	$t < 3600$	реагира
B, C, D	2,55 I _n	$1 < t < 60$	реагира
B	3 I _n	$t \geq 0,1$	не реагира
C	5 I _n	$t \geq 0,1$	не реагира
D	10 I _n	$t \geq 0,1$	не реагира
B	5 I _n	$t < 0,1$	реагира
C	10 I _n	$t < 0,1$	реагира
D	20 I _n	$t < 0,1$	реагира



Сл.1.22 Еднополен и триполен автоматски осигурувач

РЕЗИМЕ

Осигурувачите се намерно ослабени места во електричните инсталации, во коишто доаѓа до прекинување на електричното коло при протекување на струи поголеми од номиналните. Задолжително треба да се постават на почетокот на секој фазен спроводник и на сите местата каде што се менува пресекот на спроводникот. Во никој случај не смеат да се постават на почетокот на заштитниот или неутралниот (нултиот) спроводник. Според начинот на кој се врши прекинување на струјното коло постојат топливи и електромагнетни осигурувачи.

Кај топливите осигурувачи, прекилот на струјното коло се врши со топење на топлива жица поставена во незапалива средина. Во електричните инсталации кои не се под надзор на квалификуван персонал со мали моќности на куса врска се употребуваат топливи осигурувачи од типот D. Составни делови на топливите осигурувачи од типот D се: подножје, топлив вметок, контактен прстен и капа. Ознаката D ни покажува дека струјна незаменливост се постигнува со различен дијаметар на контактниот прстен.

Нисконапонски високоефикасни осигурувачи (уште се нарекуваат и ножести осигурувачи) служат за прекинување на големи моќности кои можат да се јават во нисконапонските разводни постројки или индустриски инсталации, како и за заштита на нисконапонските надземни и кабелски водови.

Во поново време во електричните инсталации се повеќе се употребуваат автоматски осигурувачи, кај кои е невозможно да се направи нестручна замена.

ПРАШАЊА:

- 1.28. Која е улогата на инсталациските осигурувачи?
- 1.29. Каде се поставуваат инсталациските осигурувачи?
- 1.30. Кои се составни делови на топливите осигурувачи од типот D?
- 1.31. Како се постигнува струјната незаменливост кај топливите осигурувачи од типот D?
- 1.32. Каде се употребуваат нисконапонските високоефикасни осигурувачи?
- 1.33. Кои се составни делови на нисконапонските високоефикасни осигурувачи?
- 1.34. Кои се конструктивните делови на автоматските осигурувачи?
- 1.35. Кои се недостатоците на автоматските осигурувачи?

1.8. Прекинувачи

Составен дел на секое електрично (струјно) коло е **прекинувачот**. Негова основна задача е вклучување и исклучување на електричното коло. Конструктивно гледано, прекинувачите се состојат од подвижен и неподвижен контакт. При раздвојување на контактните површини се појавува електричен лак. Ако лакот благовремено не се елиминира може да предизвика оштетување на контактите, а со тоа и на прекинувачот. За да се елиминира оваа појава, раздвојувањето на контактите треба да се изведе брзо. Со движење на раката тешко се постигнува потребната брзина на раздвојување и затоа ова се врши со помош на пружини.

Прекинувачот не би смеел да се вклучи, ниту да се исклучи сам од себе, поради потрес.

Според начинот на вклучување и исклучување, прекинувачите се делат на прекинувачи со рачно вклучување и прекинувачи со далечинско вклучување.

Според областа на примената, нисконапонските прекинувачи се делат на :

- инсталациски прекинувачи;
- скалишни автоматски прекинувачи;
- рачни прекинувачи,
- автоматски прекинувачи;
- склопки,
- склопка ѕвезда-триаголник;
- заштитно моторни прекинувачи.

1.8.1. Инсталациски прекинувачи

За вклучување и исклучување на електрични кола во електричните инсталации без оглед на видот на потрошувачите се користат инсталациски прекинувачи. Се изработуваат за максимален напон до 500V и за струи од 6A, 10A и 16A.

Оваа категорија на прекинувачи се поделени:

1. **според начинот на вградување:** за поставување над малтер, за поставување под малтер, за вградување во разни уреди и за специјална намена.

2. **според начинот на ракување се поделени на:** преслапни (микро-прекинувачи), вртливи, притисни, прекинувачи со потеглување и тастери.

Најголема употреба во електричните инсталации имаат преслапните или уште се нарекуваат микро-прекинувачи. Кај нив струјното коло се отвора, односно затвора со притискање на едниот крак од лостот.

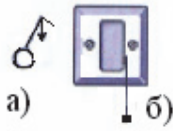
Затворањето на струјното коло кај вртливите прекинувачи се врши со завртување на копчето од предната страна на прекинувачот во една насока. Исклучувањето на струјното коло пак се врши со завртување во спротивната насока.

Кај притисните прекинувачи затворањето на струјното коло се врши со притисок врз копчето на предната страна на прекинувачот. Со повторно притискање, подвижниот контакт се враќа во првобитна положба и струјното коло се отвора.

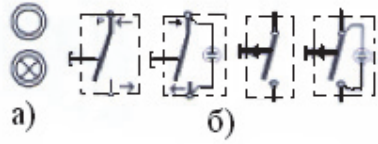
Прекинувачите со потеглување се користат во бањите и во другите простории со висок процент на влага во воздухот. Ракувачот не е во непосреден контакт со прекинувачот, туку тој го активира преку рачка од изолациски материјал или преку специјално јаже врзано за лостот на прекинувачот.

Тастерите се употребуваат за активирање на електрично своно и на други слични потрошувачи, каде треба да се оствари краткотрајна врска на струјниот круг. Прекинувачот има повратна пружина и струјниот круг се прекинува штом ќе престане притисокот врз тастерот. Се употребуваат и тастери со два и повеќе пара контакти. Едниот пар контакти остварува врска на струјниот круг во моментот на притискање на тастерот (работни контакти), а вториот пар го затвора струјниот круг во неактивирана состојба (мирни контакти).

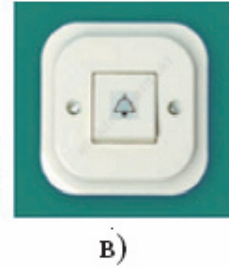
3. **според функцијата разликуваме:** еднополни, двополни, триполни, групни, сериски, наизменични и накрсни прекинувачи.



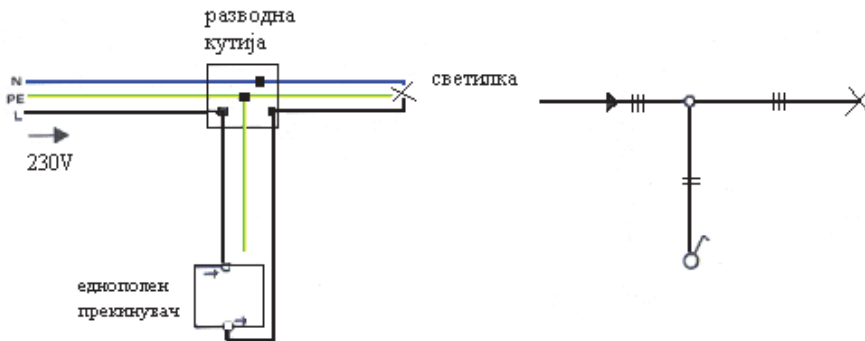
Сл.1.24 Прекинувач на потеглување
а) симбол б) изглед



Сл.1.25 Тастер прекинувач
а) симбол, б) шема, в) изглед



На слика 1.26 е прикажан еднополен прекинувач со кој се вклучува само еден проводник и тоа фазниот. Најчесто се употребува за вклучување и исклучување на струјните кола со електрични светилки, а се изработува во сите опишани конструкции.

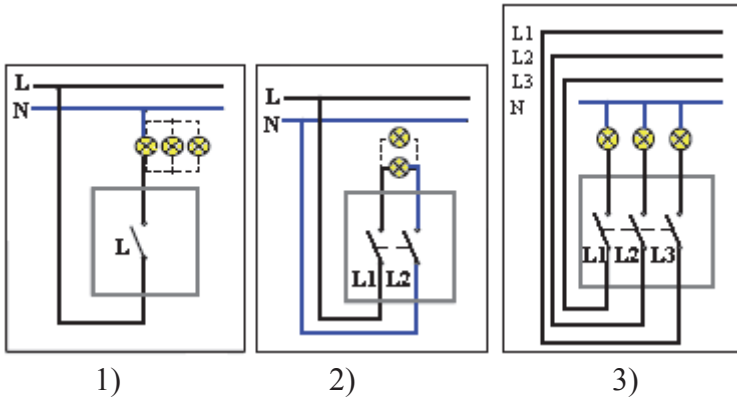


Сл.1.26 Шема на поврзување, симбол и изглед на еднополен прекинувач

Со бројот 2 на сл. 1.27 е обележан двополен прекинувач кој ги вклучува и ги исклучува двата проводника истовремено. Најчесто

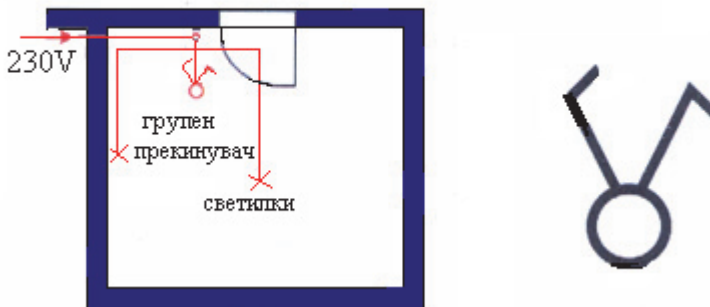
се употребува во колата на еднонасочна и монофазна струја кога е потребно да се прекинат и двата спроводника.

Со бројот 3 на сл. 1.27 е обележен триполен прекинувач кој се користи за трифазни потрошувачи. Прекинувачот ги вклучува и ги исклучува сите три фази истовремено.



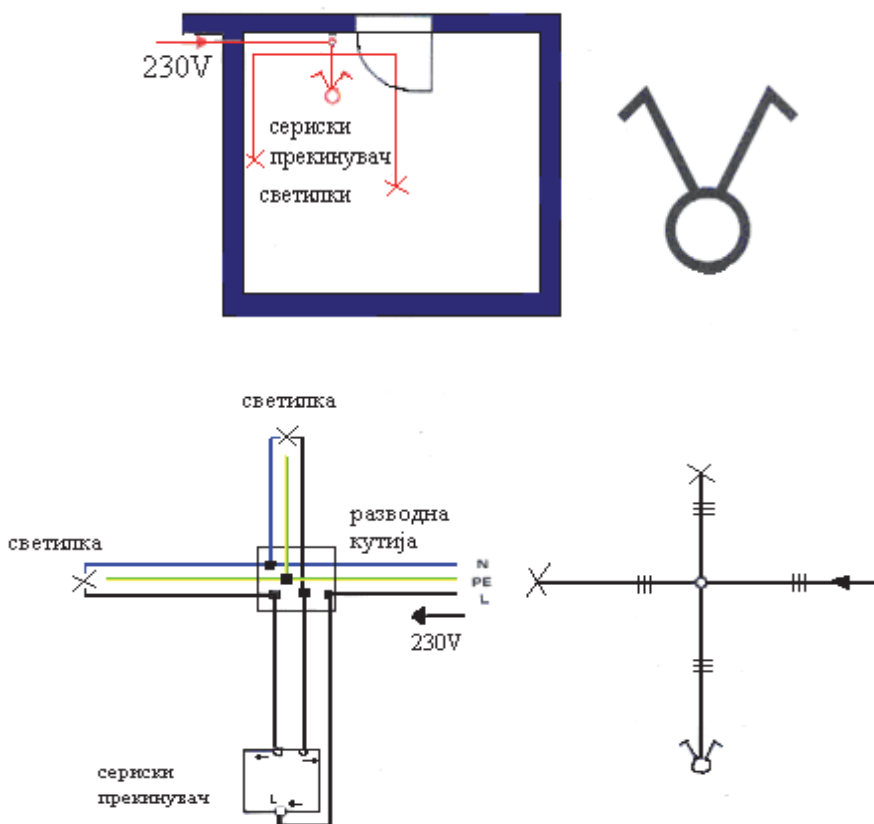
Сл.1.27 Шема на еднополен, двополен и триполен прекинувач

На сл. 1.28 е прикажан групниот прекинувач кој се употребува за вклучување/исклучување на два струјни круга од едно место. Со едно движење на раката се вклучува струјното коло на едниот потрошувач, а се исклучува струјното коло на другиот. Двата струјни круга не можат истовремено да бидат вклучени. Овој прекинувач се користи во хотелски соби за да се спречи истовременото вклучување на ноќната ламба и светилката.



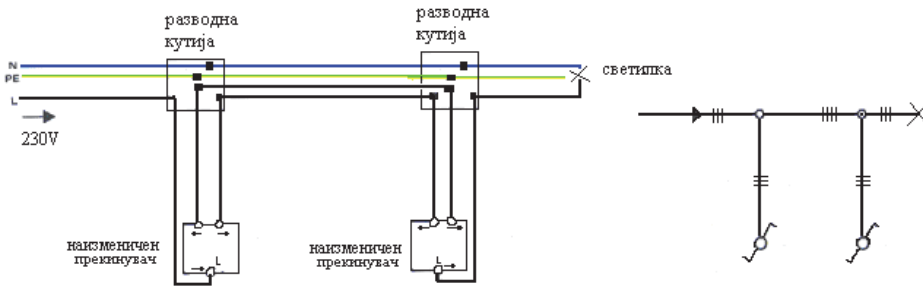
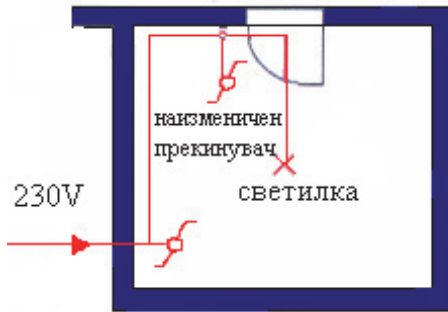
Сл.1.28 Шема на поврзување и симбол за групен прекинувач

На сл.1.29 е прикажан серискиот прекинувач. Сличен е по конструкцијата на групниот прекинувач, со таа разлика што може истовремено да се вклучат и двете струјни кола. Овој прекинувач има четири положби. Во првата положба се е исклучено. Во втората положба е вклучено едното, а во третата положба другото струјно коло. Во четвртата положба се вклучени истовремено двете струјни кола.



Сл.1.29 Шеми на поврзување и симбол за сериски прекинувач

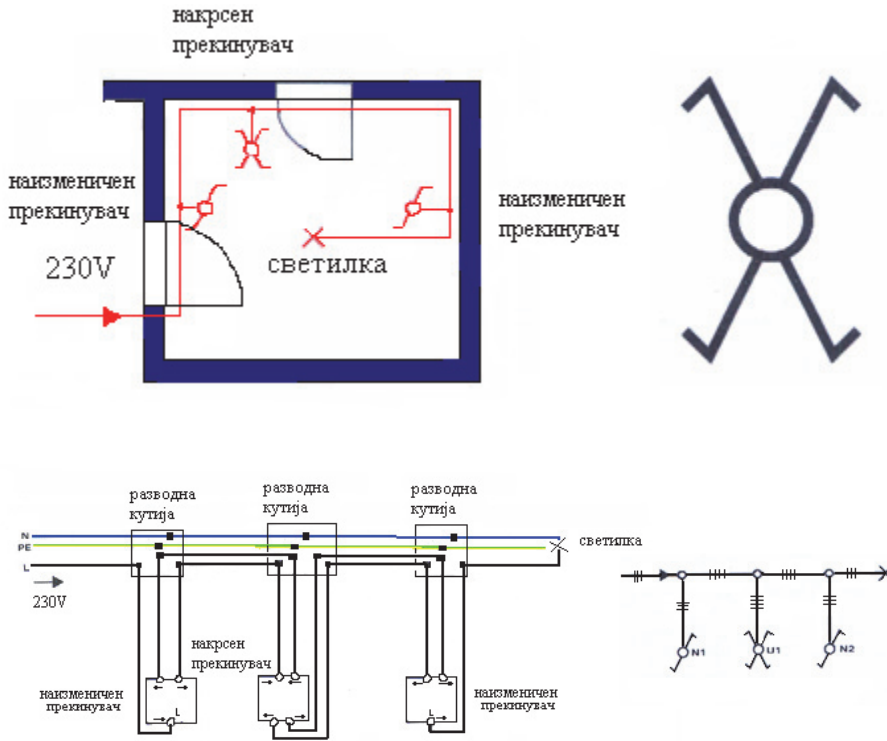
На сл. 1.30 е прикажан наизменичниот прекинувач. Се употребува за вклучување и исклучување на еден струен круг од две различни места. Погоден е за скалила и долги ходници.



Сл.1.30 Шеми на поврзување и симбол за наизменичен прекинувач

На сл.1.31 е прикажан накрсниот прекинувач кој се употребува само во комбинација со уште два наизменични прекинувачи. Се употребува за вклучување и исклучување на едно струјно коло од три и повеќе места, како на пример кај повеќекатните објекти каде осветлувањето треба да се вклучува/исклучува од секој кат.

При тоа првиот и последниот прекинувач мора да бидат наизменични, како што е прикажано на шемата.



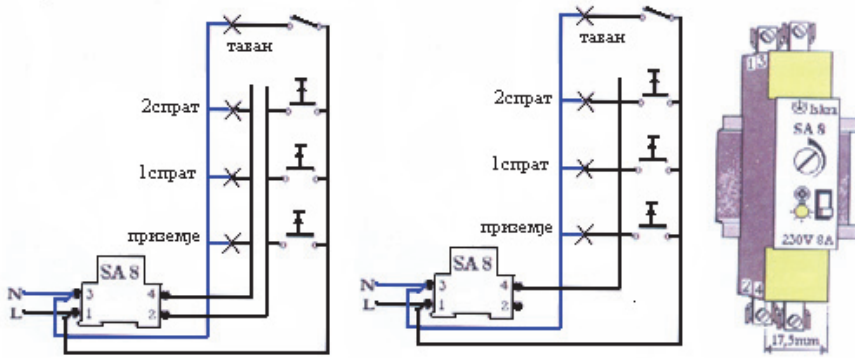
Сл. 1.31. Шеми на поврзување и симбол на накрсен прекинувач

1.8.2 Скалишен автоматски прекинувач

Скалишен автомат е автоматска инсталациска склопка која има задача да овозможи истовремено вклучување на сите светилки на скалилата со помош на тастер и да ги исклучи после одредено време автоматски. На тој начин се овозможува користење на осветлувањето на скалилата рационално и економично. Се препорачува во објекти поголеми од 4 ката да се користат два одвоени системи на скалишен автомат.

Постојат повеќе изведби на скалишен автомат кои се разликуваат помеѓу себе според начинот на изработување на контактите или по изработката на временскиот механизам. Но денес во пракса сè повеќе се вградува електронскиот скалишен автомат кој се изработува во две варијанти: за трижилен и за четирижилен приклучен вод. Со првата варијанта (кога прилучувањето се врши со трижилен вод) не можеме да го продолжиме времето на горење на светилките кога се веќе вклучени преку автоматот. Потребно е да се

почека тие да се исклучат и повторно да се вклучат. Со втората варијанта (кога приклучувањето се врши со четирижилен вод), за време на горењето на светилките со притисок на еден од тастерите, ќе се обнови времето на горење на светилките.



Сл.1.32 Шема на поврзување и изглед на скалишен автомат

1.8.3 Рачни прекинувачи

Кај рачните прекинувачи струјното коло се затвора со повлекување на лост или вртење на рачка. Најзначаен тип на рачен прекинувач се гребенестите прекинувачи (склопки).

Гребенестите прекинувачи се повеќеполни склопки за наизменичен напон до 660 V и еднонасочен напон до 600 V. Се употребуваат како: товарни склопки за главни струјни кругови, за пуштање на електрични мотори (реверзибилни склопки, склопка ѕвезда-триаголник, моторни склопки за 2 или 3 брзини), за управување, за сигнализација и мерење (напонски мерни преклопки, струјни мерни преклопки и др.), за вклучување на осветлување, за вклучување на апарати, отпорници и греачи (апарат за заварување, индустриски грејачи) и друго.

Гребенестите прекинувачи имаат осовина на која се наоѓаат гребени и долови (испаknати и вдлабнати делови). Со комбинацијата на должината и распоредот на гребените и доловите се овозможува вклучување и исклучување на поединечните контакти. Аголот на задвижување на рачката т.е.осовината може да

биде за 30° , 45° , 60° и 90° што значи склопката може да има највеќе 12 управувачки позиции.



Сл. 1.33 Различни изведби на гребенести прекинувачи

Гребенестите склопки се употребуваат за струи до 100 А, додека за струја поголема од 100 А многу ретко се употребуваат. Причина е тоа што за главни струјни кругови, како товарна склопка, многу подобри карактеристики има компактната склопка, додека за помошни струјни кругови работните струи се многу помали.

1.8.4 Автоматски прекинувачи

Автоматските прекинувачи се склопни апарати кои автоматски го исклучуваат струјното коло, ако се појави струја поголема од номиналната или ако дојде до пад на напонот под дозволената вредност. Опремени се со биметално реле кое штити од преоптоварување, натструјно реле кое реагира на струи на куса врска и поднапонско реле кое реагира на пад на напон.



Сл.1.34 Надворешен изглед на автоматски прекинувач

Освен тоа, може да се вгради во самиот прекинувач и далечинско управување, сигнализација или пак пренапонска заштита. Се употребуваат за вклучување и исклучување на електромоторни погони, нисконапонски водови, трансформатори и други потрошувачи.

1.8.5 Склопки

Склопки или уште се нарекуваат **контактори**, се далечински управувани склопни апарати, кои по исклучувањето сами се враќаат во основната положба. За вклучување и одржување во вклучена состојба се користи електромагнет. Имено, склопката останува вклучена се додека низ намотката на електромагнетот тече струја. За да се исклучи склопката доволно е да се прекине доводот на напон на електромагнетот, а пружината дејствува на котвата и ја враќа во првобитна положба.

Склопката се состои од три дела:

Погонски механизам кој обично е електромагнет. Јадрото на електромагнетот е во форма на буквата Е со една намотка (шпулна) на средниот столб. Напонот со кој се побудува намотката на електромагнет се нарекува команден напон и може да биде наизменичен или еднонасочен од 24 V до 500 V (сл. 1.35).

Механизам за механички пренос е вториот дел кој може да се изведе на различни начини. Но, заедничко за сите типови е дека на котвата на електромагнетот е прицврстен носач на помошните контакти.

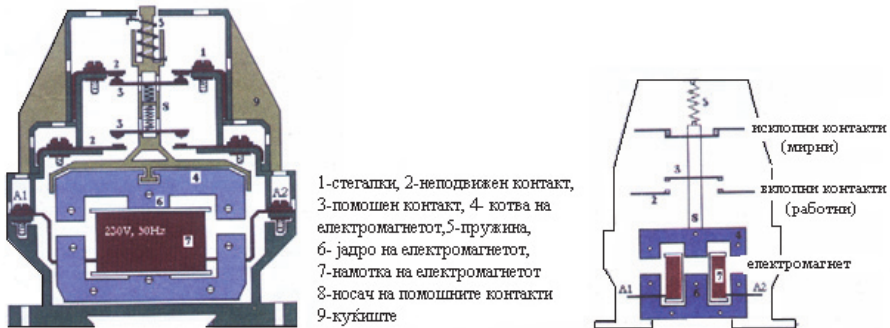
Контактниот систем се состои од подвижни и неподвижни контакти и по потреба комори за гасење на електричниот лак, кај склопките за големи номинални струи.

Освен главните контакти за номинална струја, склопките имаат и повеќе помошни контакти. Обично тие се за струи до 10 A и со нивна комбинација можат да се изведат различни системи на управување. При изборот на контактор, покрај работниот напон (обично 500 V) треба да се внимава и на командниот напон кој може да биде различен од работниот.

Склопките имаат голема примена: се употребуваат за вклучување на мотори, за промена на насоката на вртење, за вклучување на термички потрошувачи, за вклучување на

осветлување и на сите оние места каде имаме потреба од далечинска команда.

Во комбинација со биметално реле и осигурувачи може да се употребат и како заштита на електромотори.



Сл.1.35 Конструкција и составни делови на склопка



Сл. 1.36 Изглед на склопка

1.8.6 Склопка звезда-триаголник

Се користат за пуштање во работа на асинхрони мотори со кафезен ротор. Нивната примена се базира на податокот дека при пуштање во работа на мотор споен во звезда, зема трипати помала струја, отколку кога е во спој во триаголник, при ист напон на мрежата. При директно пуштање во работа на асинхрони мотори со кафезен ротор, почетната струја, во првите неколку секунди, може

да биде дури и шестпати поголема од номиналната. Поради тоа во пракса се користат склопки звезда-триаголник, кои овозможуваат статорската намотка прво да се приклучи во звезда, а потоа кога моторот ќе ја достигне номиналната брзина на вртење, статорската намотка се преврзува во триаголник. Со ова се овозможува намалување на струјата на пуштање за трипати, но со намалувањето на струјата се намалува и моментот на пуштање за трипати.

Тоа е и главен недостаток на задвижувањето на мотори со склопка звезда-триаголник. Затоа моторите не треба да бидат целосно оптоварени, туку само со 1/3 од номиналниот товар на моторот.

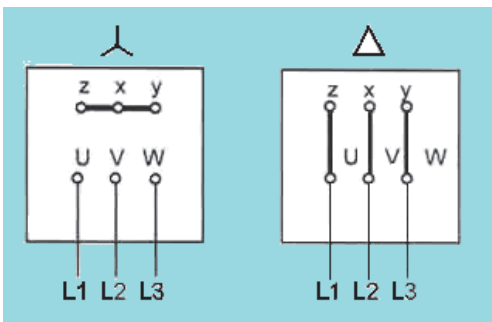
Склопките звезда-триаголник можат да бидат рачни или автоматски.

Рачните склопки се всушност гребенести склопки кај кои рачно се врши префрлањето од една во друга позиција. Се препорачува да се постават во близина на моторот, за да по звукот на моторот се процени кога треба да се префрли од звезда во триаголник.

Кај автоматските склопки се употребуваат три склопки (контактори) и временско реле кое го одредува времето на преклопување од звезда во триаголник.

Во поново време се произведуваат и уреди за мек старт (soft start) со вградено PLC со инсталиран софтвер.

Овој начин на пуштање во работа се користи кај центрифугални пумпи, алатни машини, односно, за лесни услови на залет.



Сл. 1.37 Поврзување на моторот во звезда и триаголник



Сл. 1.38 Уред за мек (soft) старт

1.8.7 Заштитно-моторни склопки

Овие склопки се користат за директно вклучување-исклучување и заштита на моторот од преоптоварување и куса врска. Вклучувањето и исклучувањето се врши рачно со тастер, црн (зелен) за “**старт**”, а црвен за “**стоп**” на моторот. Доколку се појави преоптоварување или куса врска, склопката автоматски врши исклучување на моторот.

Заштитно-моторните склопки имаат термички (биметален) член кој реагира при појава на преоптоварување и електромагнетен член кој дејствува при куса врска. Вредноста на реагирање на термичкиот член се подесува со копче кое се наоѓа на предната страна на склопката. Реагирањето на електромагнетниот член фабрички е нагодено, обично на $10 \times I_n$ иако за заштита од куса врска се препорачува и поставуваат и осигурувачи.



Сл.1.39 Заштитно-моторните склопки

РЕЗИМЕ

Прекинувачите се елементи од електричните инсталации што се употребуваат за вклучување и исклучување на струјните кола. Според областа на примена се поделени на: инсталациски, степеништни, рачни, автоматски, склопки, склопки ѕвезда-триаголник и заштитно моторни прекинувачи.

Инсталациските прекинувачи се делат според: начинот на вградување, начинот на ракување, функцијата.

Според функцијата се поделени на: еднополни, двополни, триполни, групни, сериски, наизменични и накрсни прекинувачи.

Степеништниот автомат е автоматска инсталациска склопка која има за задача да овозможи истовремено вклучување на сите светилки на степеништето со помош на тастер и по одредено време автоматски исклучи.

Кај рачните прекинувачи струјното коло се затвора со повлекување на лост или вртење на рачка. Најзначаен тип на рачен прекинувач се гребенестите прекинувачи, кои се употребуваат за струи до 100А, додека за струи поголеми од 100А многу ретко се употребуваат.

Автоматските прекинувачи се склопни апарати кои автоматски го исклучуваат струјното коло, ако се појави струја поголема од номиналната или ако дојде до пад на напонот под дозволената вредност. Склопки (или контактори) се далечински управувани склопни апарати, кои по исклучувањето сами се враќаат во основната положба. За да се вклучи и одржи во вклучена состојба се користи електромагнет, а за да се исклучи, потребно е да се прекине доводот на напон на електромагнетот.

Склопките звезда-триаголник се користат за пуштање во работа на асинхрони мотори со кафезен ротор кај кои почетната струја, во првите неколку секунди, може да биде дури и шестпати поголема од номиналната. Според изведбата има рачни и автоматски.

Заштитно-моторните склопки се користат за директно вклучување-исклучување и заштита на моторот од преоптоварување и куса врска. Вклучувањето и исклучувањето се врши рачно со тастери, а при појава на преоптоварување или куса врска склопката автоматски врши исклучување на моторот.

ПРАШАЊА:

- 1.36. Што е прекинувач?
- 1.37. Како се поделени прекинувачите според областа на примена?
- 1.38. Како се поделени инсталациските прекинувачи според функцијата?
- 1.39. Каде се употребува наизменичниот прекинувач?
- 1.40. Која е разликата помеѓу групниот и серискиот прекинувач?
- 1.41. Каде и зошто се употребува степеништниот автомат?
- 1.42. До кои струи се употребува гребенестиот прекинувач? Зошто?
- 1.43. Што се склопки?
- 1.44. Кои се составни делови на склопките (контакторите)?
- 1.45. Зошто се користи склопката звезда-триаголник?
- 1.46. Како се поделени според изведбата склопките звезда-триаголник?
- 1.47. Каде се употребува заштитно-моторен прекинувач?

1.9. Приклучни уреди

Приклучни уреди се употребуваат за поврзување на подвижните електрични апарати со нисконапонската електрична инсталација. Подвижни електрични апарати се: фен, пегла, миксер, електричен шпорет, машина за садови, телевизор, радио, компјутер, греалка и др.

Најнискиот напон спрема земја за кој се изработуваат приклучните уреди е 250V и работни номинални струи од 10,16 и 25A.

Според намената, приклучните уреди се поделени на:

- приклучници
- вовлекувачи
- преносни приклучници
- T-вовлекувачи

Се изработуваат со или без контакт за заземјување (заштитен контакт). Приклучните уреди без контакт за заземјување се нарекуваат и незаштитени и се изработуваат за поврзување на потрошувачи со мала снага. Уредите со контакт за заземјување се нарекуваат заштитени приклучни уреди или во пракса се познати уште и како “шуко” (од германскиот збор **schutzkontakt**, што значи заштитен контакт. Прва го употребила фабриката AEG од Германија).

Приклучница е неподвижниот дел од приклучниот уред со кој завршува електричната инсталација. Се изработуваат како монофазни и трифазни. Кај монофазната приклучница во подножјето постојат две месингани контактни чаури за приклучок на фазниот и неутралниот спроводник, а кај трифазниот три контактни чаури. Приклучниците со заштитен контакт имаат изведени два надворешни контакти за приклучување на заштитниот спроводник. Кај трифазните приклучници од долната страна има четири контакти. Десните два се за неутралниот спроводник, а левите за приклучување на заштитниот спроводник. Трифазните приклучници се изработуваат исклучиво само со контакт за заземјување.



1

2

3

4

Сл.1.40 Различни типови на приклучници:

1- монофазна со заштитен контакт, 2-монофазна со заштитен капак,
3-двојна монофазна приклучница. 4-трифазна приклучница.

Вовлекувачот е подвижниот дел на приклучниот уред. Обликот на вовлекувачот треба да одговара на обликот на приклучницата. Делови на вовлекувачот се: дводелно тело, чепови и растоварна опфатница. Краевите на спроводникот со завртки се спојуваат со чеповите, а чеповите со вовлекување во контактните чаури на приклучницата. Спојот треба да биде квалитетен со што помал преоден отпор, за да не дојде до загревање на приклучниот уред. Растоварната опфатница спречува извлекување на спроводникот од вовлекувачот при лошо ракување.

При вметнување на вовлекувачот во приклучницата, прво доаѓа до спојување на заштитниот контакт на вовлекувачот со заштитниот контакт на приклучницата. Потоа се спојуваат фазните контакти. Обратно, при вадењето, заштитните контакти смеат да се раздвојат само откако ќе се раздвојат фазните контакти.



1)

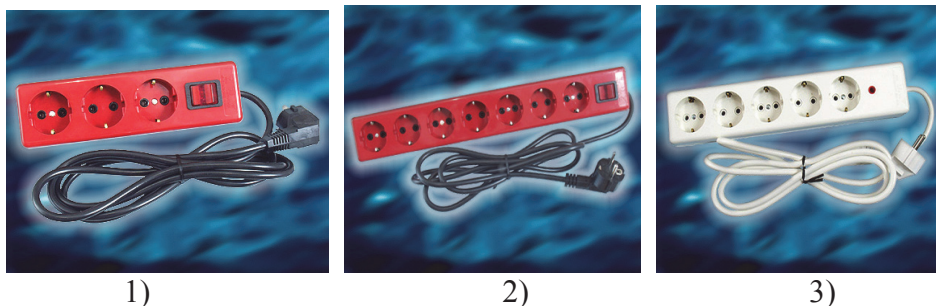
2)

3)

Сл. 1.41 Видови вовлекувачи:

1),2)-монофазен со заштитен контакт, 3)-трифазен вовлекувач.

Денес сè повеќе се употребуваат повеќекратни **преносни приклучници**. Може да се изработат и со прекинувач или пак со вградена заштита од пренапон. Се употребуваат во домаќинствата, деловни простории, работилници и на други места, каде имаме голема концентрација на потрошувачи со мала моќност (на пример: компјутер, печатач, модем и звучници). Често се употребуваат и преносни приклучници поставени на барабан (сл.1.44), на кој е намотан флексибилен спроводник со различна должина (25m, 40m, или 50m).



Сл.1.42 Преносни приклучници:

1)-трикратна со прекинувач, 2)-седумкратна со прекинувач,
3)-петкратна со пренапонска заштита

Т-вовлекувачите се поставуваат на приклучниците и служат за приклучување на два или три потрошувачи со мали моќности (сл.1.43)



Сл. 1.43 Т-вовлекувач



Сл. 1.44 Преносна приклучница

1.9.1 Приклучни уреди за мали напони

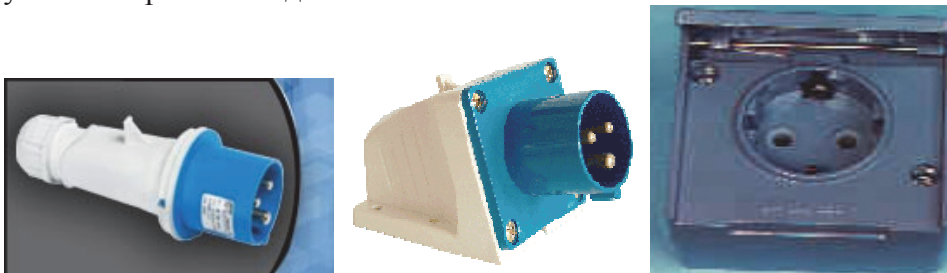
Во електричните инсталации се употребуваат и приклучни уреди за мали напони до 42V (сл.1.45). По конструкцијата мора да се разликуваат од останатите приклучни уреди, за да се избегне било каква можна замена и ненамерно спојување на нисконапонска приклучница со малонапонски вовлекувач. Изгледот на приклучниците и вовлекувачите за мали напони се прикажани на сликава.



Сл.1.45 Приклучни уреди за мал напон

1.9.2 Приклучни уреди за индустриски погони

Индустриските приклучни уреди се употребуваат за приклучување на преносните електрични потрошувачи во фабричките хали, градилишта, работилници и на други места каде постои голема опасност од механичко оштетување на приклучните уреди. Поради тоа се изработуваат од силумин, а во посебно тешки услови на работа и од лиено железо.



Сл.1.46 Приклучни уреди за индустриски погони

РЕЗИМЕ

Приклучните уреди се користат за поврзување на подвижните електрични апарати со нисконапонската електрична инсталација. Според намената се поделени на: приклучници, вовлекувачи, преносни приклучници и Т-вовлекувачи. Се изработуваат со или без контакт за заземјување.

Приклучница е неподвижниот дел од приклучниот уред со кој завршува електричната инсталација. Се изработуваат како монофазни и трифазни, а трифазните се изработуваат исклучиво само со контакт за заземјување.

Вовлекувачот е подвижниот дел на приклучниот уред. Обликот на вовлекувачот треба да одговара на обликот на приклучницата за да може да се оствари контакт.

Преносните приклучници се употребуваат во домаќинствата, деловни простории, работилници и на други места, каде имаме голема концентрација на потрошувачи со мала моќност.

Т-вовлекувачите се посебен тип на приклучни уреди кои се поставуваат на приклучниците и служат за приклучување на два или три потрошувачи со мали моќности.

Приклучни уреди за мали напони се употребуваат за напон до 42V. Нивната конструкција напивно се разликува од нисконапонските приклучни уреди, за да се избегне било каква можна замена.

Приклучните уреди за индустриски погони се употребуваат за приклучување на преносните електрични потрошувачи во фабричките хали, градилишта, работилници и на други места каде постои голема опасност од механичко оштетување на приклучните уреди.

ПРАШАЊА:

- 1.48. Зошто се користат приклучните уреди?
- 1.49. Како се поделени приклучните уреди според намената?
- 1.50. Која е намената на приклучницата?
- 1.51. Кои се составните делови на вовлекувачот?
- 1.52. На кои места се користат преносните приклучници

ВИДОВИ ИЗВЕДБИ НА ЕЛЕКТРИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ И НАЧИН НА ПРИКЛУЧУВАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНАТА МРЕЖА

- 2.1 Видови изведби на електрични инсталации
 - 2.1.1 Електрични инсталации под малтер
 - 2.1.2 Електрична инсталација во малтер
 - 2.1.3 Електрична инсталација над малтер
 - 2.1.4 Електрични инсталации во подни канали
 - 2.1.5 Канален развод
 - 2.1.6 ЕИВ инсталациски системи
- 2.2 Куќен приклучок
 - 2.2.1 Надземен куќен приклучок
 - 2.2.2 Подземен (кабелски) куќен приклучок
- 2.3 Куќен приклучен шкаф
- 2.4 Мерен шкаф
- 2.5 Видови системи
 - 2.5.1 TN систем
 - 2.5.2 TT систем
 - 2.5.3 IT систем

2. ВИДОВИ ИЗВЕДБИ НА ЕЛЕКТРИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ И НАЧИН НА ПРИКЛУЧУВАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНАТА МРЕЖА

2.1 Видови изведби на електрични инсталации

Според видот на електроинсталацискиот материјал и начинот на неговото поставување, нисконапонските електрични инсталации се поделени во неколку видови:

- електрични инсталации под малтер;
- електрични инсталации во малтер;
- електрични инсталации над малтер;
- електрични инсталации во подни канали;
- канален развод;
- ЕИВ електрични инсталации.

2.1.1 Електрични инсталации под малтер

При изведба на електрична инсталација под малтер изолираните спроводници и кабли се поставуваат во инсталациски цевки или во канали во ѕидот.

Понекогаш овој вид електрична инсталација се изведува комбинирано. Еден дел од спроводниците се поставуваат во инсталациски цевки кои се поставуваат пред бетонирањето (на пример во бетонската плоча на таванот), а потоа се вовлекуваат спроводниците. А другиот дел од инсталацијата се изработува со директно поставување на спроводниците во каналите во ѕидот.

Изработката на ваква електрична инсталација вклучува неколку фази:

- ѕидарски работи;
- поставување на инсталациски цевки, водови и друг прибор;
- електроинсталатерски работи.

Најпрво се започнува со **сидарските работи** кои опфаќаат: обележување на местата каде што ќе се постават мерниот шкаф, разводните табли, инсталациските кутии, обележување на трасите на водовите и длабење на каналите и отворите. При одредувањето да се внимава на важечките стандарди, прописи и упатствата дадени со проектот на електричната инсталација. Потоа со алат за општа употреба (чекан, длето, пневматска дупчалка) се длабат потребните отвори. Ако при длабењето се најде на бетонски носечки сидови, положбата на таблата или кутијата треба да се промени. Ако тоа не е можно, се прекинува со работата и се бара писмена согласност од соодветниот градежен стручњак за понатамошна работа. Каналите за водовите и инсталациските цевки исто така се длабат рачно, со вибрациска дупчалка, пневматски чекан или друг соодветен алат.

По завршувањето на сидарските работи се преминува на **поставување на спроводниците и инсталациските цевки**. Откако ќе се постават се врши нивно зацврстување со помош на гипс.

Длабочината на отворите во кои ќе се постават инсталациски кутии се прилагодува на дебелината на слојот малтер кој ќе се нанесе на сидот. Дното на отворот се натопува со вода и се наносува тенок слој гипс. Горниот раб на инсталациската кутија треба да се израмни со површината на малтер. Потребно е големо искуство за тоа, па затоа инсталациските кутии се прицврстуваат после грубото наносување на малтер. Кутијата се става така што да стрчи од сидот за толку колку што ќе биде дебелината на завршниот слој на малтер.



Сл.2.1 Монтажа на инсталациона кутија
и инсталациски цевки

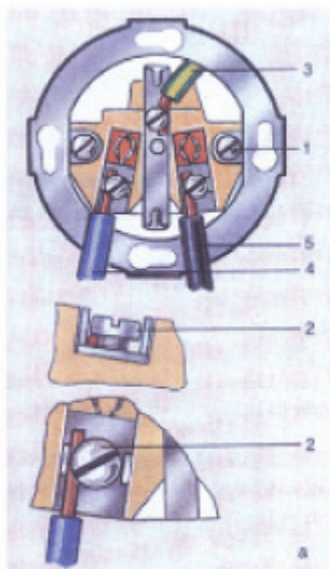


Сл.2.2 Симбол за електрична
инсталација под малтер

Провлекувањето на спроводниците во инсталациските цевки се врши со помош на челично јаже, на чиј врв се наоѓа специјално обликувано топче за полесно поминување низ инсталациската цевка. Најпрво се провлекува јажето, а потоа на другиот крај јажето се поврзува со сите жили на инсталациониот спроводник. Како што се извлекува јажето низ инсталациската цевка, така се вовлекува спроводникот. Постапката се повторува од една до друга инсталациона кутија, при што мора да се внимава да се остави преклоп од 15 cm за да можат изолираните спроводници да се спојат во кутиите.

На местото каде што е предвидена да се постави разводната табла, се прави посебен отвор, во кој се поставува PVC кутијата од разводната табла. Поради големата концентрација на спроводници во овој отвор, потребно е тие да излегуваат од отворот околу 50 cm за да можат да се спојат со собирниците и осигурувачите при монтажата на разводната табла.

Електроинсталатерските работи се извршуваат по малтерисувањето, а се состојат од: монтажа на разводни табли, поврзување и продолжување на изолираните спроводници во разводните инсталациски кутии и монтирање на прекинувачи, приклучници и светилки.



Сл. 2.3 Монтажа на монофазна приклучница
 1-навртка за прицврстување на приклучницата;
 2-навртка за приклучување на спроводник;
 3-навртка за приклучување на заштитниот спроводник;
 4-навртка за приклучување на нултиот спроводник;
 5-навртка за приклучување на фазниот спроводник.
 а, б, в -начини на приклучување на спроводниците

Прекинувачите и приклучниците во инсталациските кутии можеме да ги прицврстиме на два начина. Првиот начин е со помош на две канци и навртки. Со вртењето на навртките, канците се одвојуваат од телото на елементот и налегнуваат врз внатрешната страна на монтажната инсталациска кутија. Канците прилепуваат на монтажната инсталациска кутија и така прекинувачот се зацврстува во кутијата.

Вториот начин е со помош на навртки кои се навртуваат на телото на елементот и монтажната инсталациска кутија. Овој начин е особено практичен и применлив кај нижечките инсталациски кутии.

РЕДОСЛЕД НА РАБОТИТЕ ПРИ ИЗРАБОТКА НА ЕЛЕКТРИЧНА ИНСТАЛАЦИЈА ПОД МАЛТЕР

Пред малтерисување:

- цртање на трасата;
- правење отвори за разводни табли, разводни и монтажни инсталациски кутии и канали за инсталациските водови т.е. цевки;
- поставување на изолираните водови;
- монтирање на разводните и монтажните инсталациски кутии;
- провизорно затворање на отворите на разводните и монтажните инсталациски кутии за да не се наполнат со малтер;

По малтерисувањето:

- тргање на заштитните поклопци;
- спојување на спроводниците во разводните кутии и монтажа на прекинувачите и приклучниците;
- монтажа на светилките и спојување на спроводниците во светилките;
- монтажа на разводните табли;
- поставување капачиња на разводните кутии.

2.1.2 Електрична инсталација во малтер

Овој тип електрична инсталација поради својата економичност е најчест облик на електрична инсталација во станбените објекти за индивидуална градба. Инсталациските спроводници се поставуваат директно на ѕид или таван, беа копање на канали, пред малтерисување. Но овој начин на поставување на спроводниците е дозволен само во суви простории. Значи во еден објект оваа инсталација не може да се користи за сите струјни кругови и секогаш се користи во комбинација со електрична инсталација под малтер.

За изработка на оваа електрична инсталација најчесто се користат изолирани спроводници од типот PP/R кои со помош на мали челични шајки се прицврстуваат за ѕидот или таванот. Потоа се зацврстуваат со помош на гипс и челичните шајки се вадат.



Сл.2.4 Симбол за електрична инсталација во малтер

Инсталациските кутии се со посебна изработка, плитки со длабочина од 13-15 mm. Можно е покрај споменативе кутии да се користат и стандардни инсталациски кутии за кои ќе се ископат дупки во ѕидот и со гипс ќе се прицврстат.



Сл.2.5 PP/R спроводник и прибор за прицврсување на електрична инсталација во малтер

РЕДОСЛЕД НА РАБОТИТЕ ПРИ ИЗРАБОТКА НА ЕЛЕКТРИЧНА ИНСТАЛАЦИЈА ВО МАЛТЕР

Пред малтерисување:

- цртање на трасата;
- правење отвори за разводните табли и инсталациски кутии (во недостаток на специјални плитски кутии, потребно е да се направат отвори за стандардни длабоки кутии);
- поставување на изолираните водови;
- монтирање на разводните и монтажните инсталациски кутии;
- провизорно затворање на отворите на разводните и монтажните инсталациски кутии за да не се наполнат со малтер.

По малтерисувањето:

- тргање на заштитните капаци;
- спојување на спроводниците во разводните кутии и монтажа на прекинувачите и приклучниците;
- монтажа на светилките и спојување на спроводниците во светилките;
- монтажа на разводните табли;
- поставување капачиња на разводните кутии.

2.1.3 Електрична инсталација над малтер

Еден од најчестите начини на поставување на спроводниците во индустриските погони и хали е директно на сид, односно малтер. Овој тип инсталации уште се нарекуваат и **ОГ** инсталации.

Изборот на водови, инсталациски кутии, приклучници и сл. зависи од условите во просторијата: влага, прашина, хемиски влијанија, механичките напрегања и друго. Целокупниот електроинсталациски материјал се изработува со одреден степен на заштита, кој зависи од условите во кој ќе се постави. На секој

елемент на неговото куќиште постои ознака за степенот на заштита. Според ИЕС препораките и стандардите, степенот на заштита се означува со две букви IP (Insulation protection) и две бројки. Првиот број го означува степенот на заштита од допир на деловите под напон и навлегување на прашина. Вториот број, пак го покажува степенот на заштита од навлегување на вода.

При воведување на спроводниците во куќиштата на инсталациските елементи и разводни кутии не треба да се наруши заштитата. Затоа, за таа цел се користат специјални гумени воведници или кабелски воведници тип Pg (Pg доаѓа од германскиот тип навој кој се користи “Penzer-gewinde“).

За разлика од претходните видови електрични инсталации, овде сидарските работи ќе отпаднат. Водовите се поставуваат директно на малтер со помош на опфатници (шелни). Тие спречуваат директно прилепување на спроводниците на сидот, кој може да биде влажен и со тоа изолацијата на спроводникот се штити од влага.

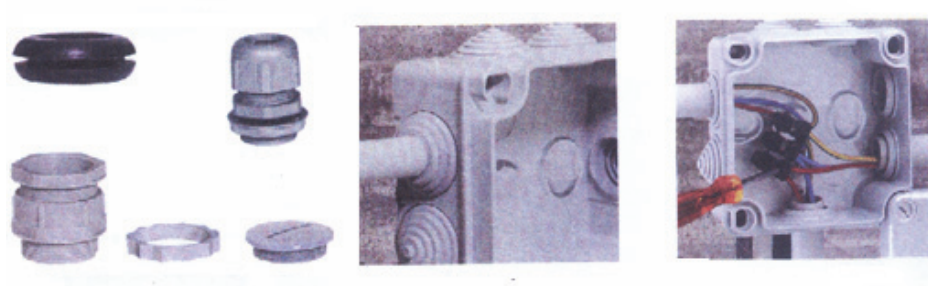
Откако ќе се одреди трасата на водот, се монтираат инсталациските кутии. Потоа на сидот се прицврстуваат долните делови на опфатниците со помош на пластична типла и навртка. Растојанието помеѓу опфатниците во хоризонталниот дел од трасата треба да е околу 25-35 cm, а на вертикалниот дел околу 40 cm. Ако растојанието е многу големо, проводниците ќе се “обесат“. На вака поставените подножја на опфатниците се поставуваат водовите и на нив се поставува горниот дел од опфатницата.

За поставување на инсталациските прекинувачи и приклучници не се потребни инсталациски монтажни кутии, бидејќи тие имаат сопствено куќиште кое може да биде пластично или метално. Ако куќиштето е метално, задолжително треба да се заземји.



Сл.2.6 Различни држачи за изолирани спроводници и кабли

За воведувањето на спроводниците во овие куќишта како и во разводните кутии, а при тоа да не се наруши заштитата, се користат специјални гумени воведници или кабелски воведници тип Pg.



Сл.2.7 Разводни кутии и воведници за електрична инсталација над малтер



Сл.2.8 Симбол за електрична инсталација над малтер

РЕДОСЛЕД НА РАБОТИТЕ ПРИ ИЗРАБОТКА НА ЕЛЕКТРИЧНА ИНСТАЛАЦИЈА НАД МАЛТЕР

- цртање на трасата;
- поставување на разводните инсталациски кутии, прекинувачи, приклучници и светилки;
- одредување на положбата и поставување на опфатниците на ѕид или таван;
- поставување и прицврстување на инсталациските водови на опфатниците;
- вовлекување на спроводниците во разводните кутии, прекинувачи и приклучници;
- спојување на спроводниците во разводните кутии, прекинувачи и приклучници;
- поставување капачиња на разводните кутии, прекинувачи и приклучници.

РЕЗИМЕ

Во зависност од видот на употребениот и начинот на поставување на електроинсталацискиот материјал, разликуваме неколку видови електрични инсталации: под малтер, во малтер, над малтер, во подни канали, канален развод и BUS електрични инсталации.

Изработката на електрична инсталација под малтер поминува низ неколку фази: сидарски работи, поставување инсталациски цевки, водови и друг прибор и електроинсталатерски работи. Сидарските работи опфаќаат: обележување на местата каде што ќе се постават мерниот шкаф, разводните табли, инсталациските кутии, обележување на трасите на водовите и длабење на каналите и отворите. По завршувањето на сидарските работи во подготвените отвори се врши поставување на спроводниците, инсталациските цевки и инсталациските кутии и нивно зацврстување со помош на гипс. Електроинсталатерските работи се извршуваат по малтерисувањето, а се состојат од: монтажа на разводни табли, поврзување и продолжување на изолираните спроводници во разводните инсталациски кутии и монтирање на прекинувачи, приклучници и светилки.

Електрични инсталации во малтер, поради својата економичност се најчест облик на електрична инсталација во станбените објекти. Спроводници се поставуваат директно на сид или таван, беа копање канали, пред малтерисување. Но, овој начин е дозволен само во суви простории.

Електрична инсталација над малтер се изведува во простории со тешки услови за работа (влага, прашина, механички напрегања и др.). Кај овој тип инсталација сидарските работи ќе отпаднат, бидејќи изолираните спроводници/кабли се поставуваат директно над малтер, односно сид. Целокупниот електроинсталациски материјал што се употребува во овој вид електрична инсталација треба да биде со соодветна заштита.

ПРАШАЊА:

- 2.1. Според начинот на поставување на електроинсталацискиот материјал кои видови на електрични инсталации постојат?
- 2.2. Низ кои фази поминува изработката на електрична инсталација под малтер?
- 2.3. Кога се извршуваат електроинсталатерските работи?
- 2.4. Што опфаќаат електроинсталатерските работи?
- 2.4. Со каков тип изолирани спроводници се изведува електричната инсталација во малтер?
- 2.5. Зошто електричните инсталации во малтер се поекономични од електричните инсталации под малтер?
- 2.6. Каде се изведуваат електричните инсталации над малтер?
- 2.7. Како се дефинира степенот на заштита на електроинсталацискиот материјал?

2.1.4 Електрични инсталации во подни канали

Подните електрични инсталации за низок и мал напон се наменети за деловни и индустриски објекти каде што имаме голем број потрошувачи со мала моќност. Посебно се погодни за канцеларии, проектантски бироа, стоковни куќи, телевизиски студија и др. Кај простории со голема површина без преградни ѕидови и не постои друг начин за приклучување на потрошувачите. Во текот на самата изградба на објектот, во подот се поставуваат канали во кои потоа ќе се провлечат спроводниците.

Основен елемент е метален канал (сл.2.9) со стандардна висина од 28 или 38 mm со должина од 2 m. Се изработуваат од челичен лим со дебелина од 1 или 1,5 mm како едноделни, дводелни или троделни (многу ретко и како четириделни). При тоа еден дел е наменет за енергетските кабли и спроводници, вториот за телекомуникациските ISDN кабли и третиот дел за сигналните кабли. Преградите механички ги одвојуваат водовите на различните видови инсталации, а истовремено му даваат и механичка цврстина на целиот канал. Во електричен поглед преградите имаат посебна намена, бидејќи металниот канал и преградата сочинуваат затворен

круг околу водовите од еден вид инсталација, и со тоа се спречува нивното влијание врз другите видови инсталации.

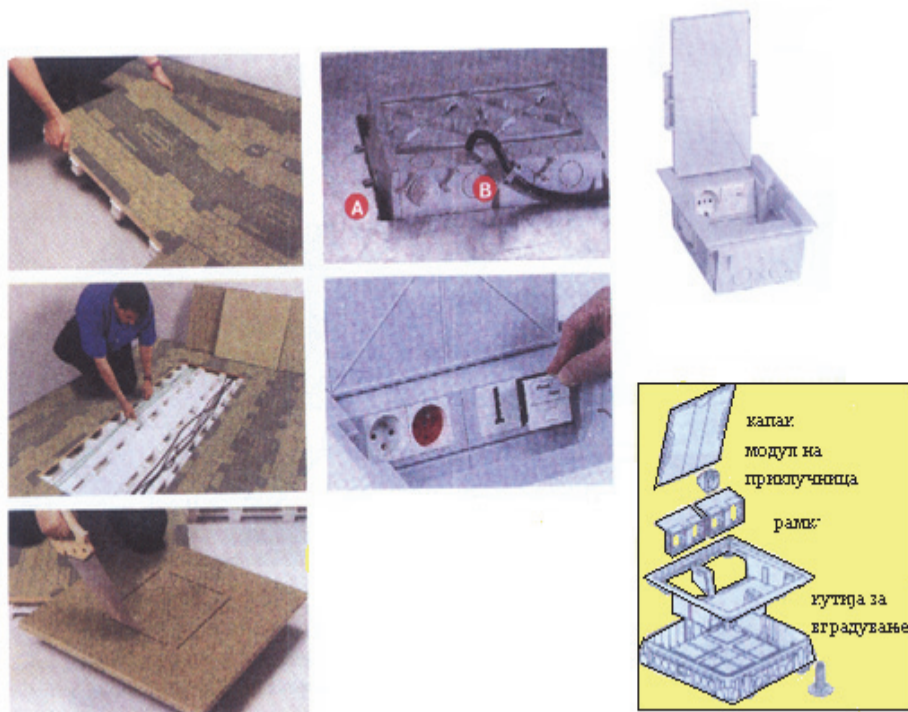


Сл.2.9 Подни канали и разводни кутии

Стандарден елемент на подната инсталација е и разводната кутија, која овозможува продолжување на каналот, разгранување на каналот и приклучување на потрошувачи. Разводните кутии се поставуваат на местата каде што каналите се вкрстуваат, каде што каналите го менуваат правецот и на секои 6-10 m на правиот дел од трасата. Тие го олеснуваат провлекувањето на водовите и е потребно да се во поголем број, ако во каналот се поставуваат поголем број кабли. Приклучниците можат да се изведат на висина на подот или како приклучен столб над нивото на подот.

Една приклучница на нивото на подот може да се постави и во каналниот извод. За таа цел, пред поставувањето на завршната бетонска плоча, потребно е на каналот да се издупчат отвори со $\varnothing 60$ или $\varnothing 70$ mm на кои ќе се навртат каналните изводи. Висината на каналниот извод се прилагодува од 32-45 mm, што зависи од дебелината на завршната бетонска плоча.

По поставувањето на завршниот слој на бетон се поминува на електроинсталатерските работи. Оваа фаза, битно не се разликува од останатите видови електрични инсталации. Се провлекуваат изолираните спроводници/кабли во каналите, се поврзуваат разводните кутии и табли и се врши монтирање на приклучниците и останатите елементи од електричната инсталација.



Сл.2.10 Монтажа на подни канали

2.1.5 Канален развод

Ова е тип развод кој се користи во индустриските погони пред сè на оние места каде што имаме голема концентрација на потрошувачи. Почетната инвестиција во овој развод е голема и е економски оправдана во случаи кога имаме голема концентрација на потрошувачи или се очекува проширување на погонот.

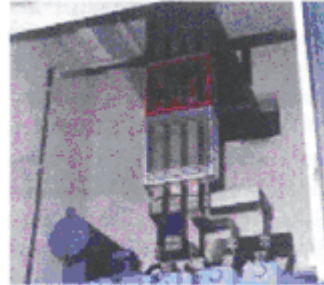
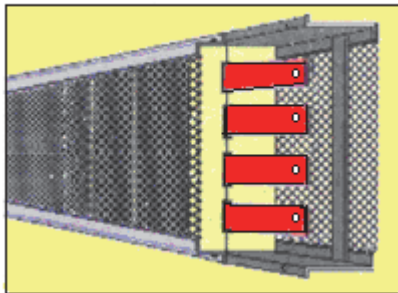
Основен елемент на каналниот развод се голи бакарни собирници поставени на потпорни изолатори во метални канали. Каналите се изработуваат од челичен лим со дебелина од 2, 1 или 0,8 mm со стандарна должина од 3 m. Неограничен број такви кутии се спојуваат на ѕид или таван, според распоредот на потрошувачите. На оние места каде што трасата го менува правецот се поставува аголен елемент под агол од 90 степени.

Секој потрошувач се напојува преку сопствена приклучна кутија со вградени осигурувачи, која се поставува во самиот канален развод.

Постојат повеќе видови канални разводи во зависност од струјата за која се изработени и местото на поставување:

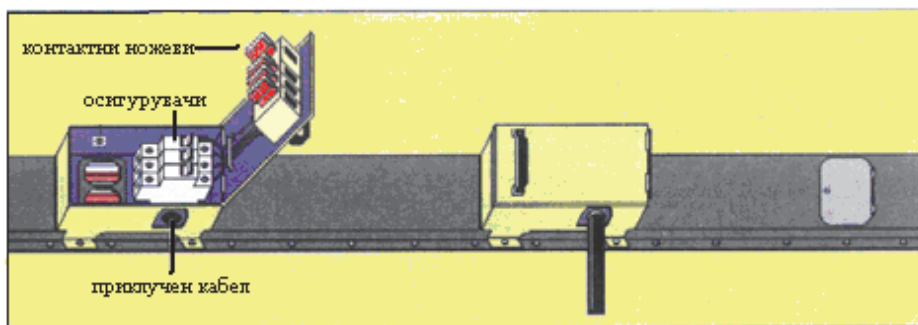
- основен (вентилациски) развод за струи од 800, 1350, 2000, 2500 и 3000 А;
- канален развод за електромоторен погон за струи од 150, 250, 350 и 700 А;
- канален развод за осветлување за струи од 16, 25, 35 и 50 А;
- болнички развод;
- куќен канален развод.

Основниот (вентилациски) развод се користи како главен довод за големи моќности и најчесто се вградува во магистралните правци на индустриските објекти. Страните му се од челични елементи затворени со лимена мрежа за подобра природна вентилација т.е. за ладење на собирниците.

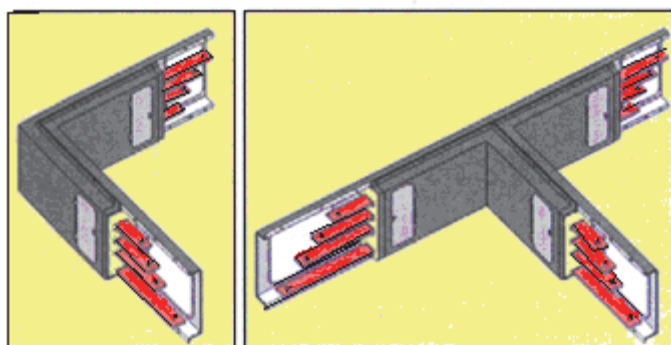


Сл.2.11 Основен (вентилациски) развод

Каналниот развод за електромоторен погон по габарит е помал и се продолжува на основниот развод или се изведува самостојно и се приклучува на разводен шкаф или трафостаница. Се изведува исто како и основниот развод од бакарни собирници коишто се прицврстуваат на изолирани носачи. Секој потрошувач се напојува преку своја сопствена приклучна кутија со вградени осигурувачи. Се употребува во индустриските погони за напојување на подвижни и неподвижни електрични машини.

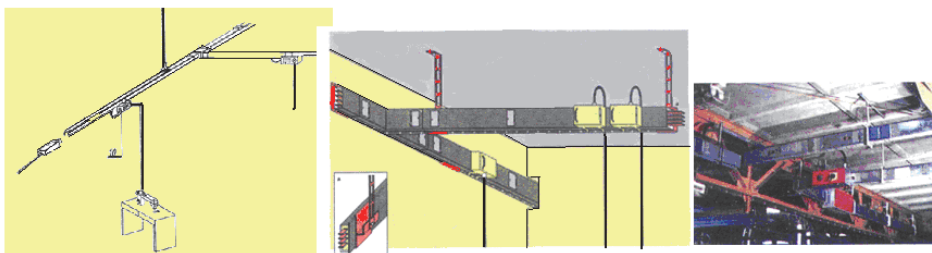


Сл.2.12 Канален развод за електромоторен погон со приклучна кутија



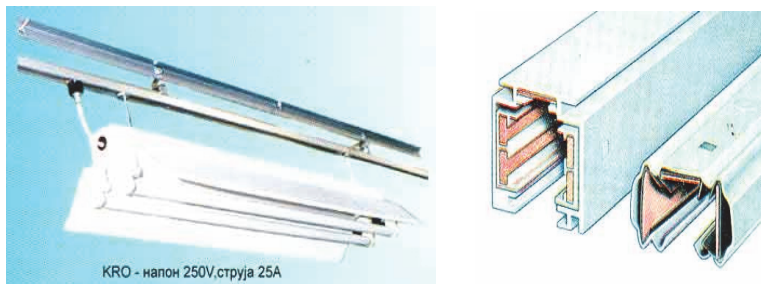
Сл. 2.13 Аголен и Т- елемент за канален развод

Монтажата е многу едноставна и не бара сложени градежни работи. Освен тоа, со поставувањето на разводот над работните места може целиот простор да се искористи за поставување машини.

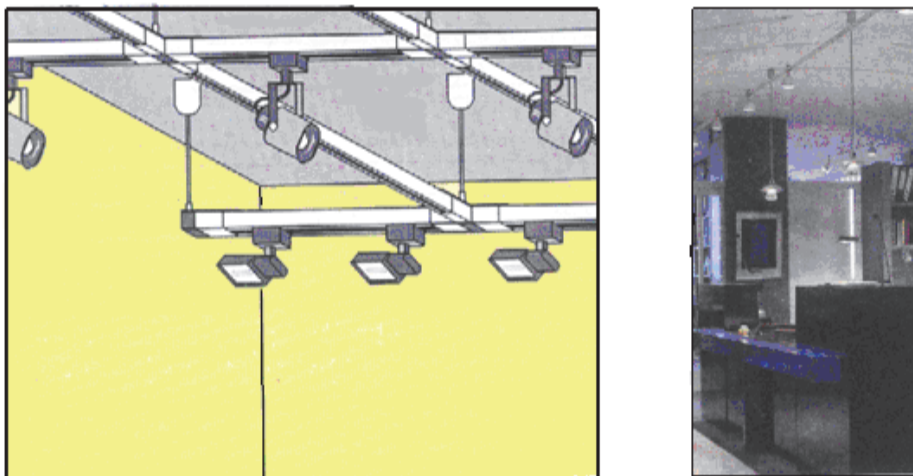


Сл. 2.14 Пример за канален развод на таван и ѕид

Каналниот развод за осветлување се користи за напојување на светилки во производни хали и други затворени простории во кои поради промената на технолошкиот процес може да дојде до промена на распоредот и бројот на светилките.



Сл.2.15 Изглед и составни делови на канален развод за осветлување



Сл.2.16 Изработка на класичен канален развод за осветлување

Болничкиот развод се изработува од алуминиумски профили и е наменет за напојување на болнички соби (со должина од 1800 mm за еден кревет, 3400 mm за два кревета и 5400 mm за три кревета). Стандардни елементи се: една светилка за директно осветлување, една за индиректно осветлување и неколку приклучници за приклучување на медицински апарати (сл.2.17).



Сл.2.17 Болнички развод

Кукен канален развод се употребува како напоен вод за поголемите станбени згради. Се поставува во специјален бетонски канал специјално изработен за таа намена.



Сл.2.18 Кукен канален развод

2.1.6 EIB инсталациски системи

EIB- (European Installation Bus) инсталациските системи настанале во 1990 година на иницијатива на 15 големи европски производители на електротехнички материјали и опрема за автоматика, со цел да се стандардизираат различните протоколи на различните производители.

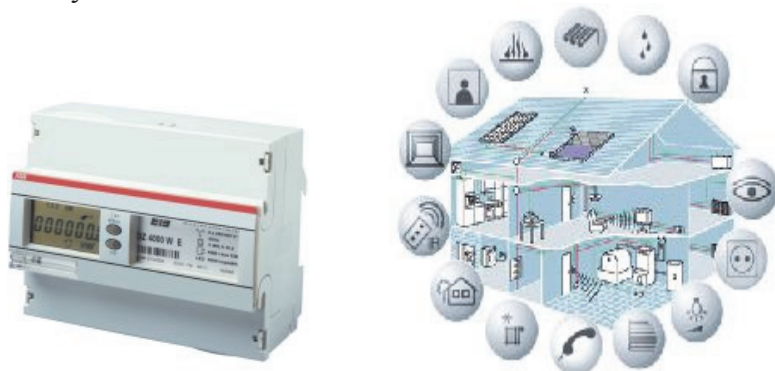
Во 2003 година Европската комисија за електротехнички стандарди (CENELEC) го усвојува протоколот KNX кој подоцна го прифаќаат и останатите светски големи производители.

Во современите електрични инсталации покрај енергетските водови, се поставуваат и водат многу испреплетени сигнални и управувачки водови (за противпожарен систем, аларм, видеонадзор и др.). Така испреплетените водови претставуваат голема потенцијална опасност од пожар, особено во поголемите згради и повеќекатници. Единствен начин е изведба на EIB електрични инсталации, бидејќи сите сигнални и управувачки импулси патуваат во еден заеднички вод. Наместо прекинувачи, склопки или релеи се вградуваат компоненти со процесор и меморија.

При изработката на електричната инсталација потребно е покрај енергетските водови, до секој регулиран уред да се постави и EIB вод. Кај EIB инсталацискиот систем енергетски кабел се води само до потрошувачот, додека останатите функции (вклучување, исклучување, сигнализација) се реализираат преку сигнален кабел.

EIB инсталациите овозможуваат целосна контрола на сè она што се напојува со електрична струја, без разлика дали сме дома или не сме.

Главен недостаток на овој тип инсталации е високата цена која е околу 5-7 пати повисока во однос на класичната изведба.



Сл.2.19 Шема и компоненти на EIB електрична инсталација

РЕЗИМЕ:

Електрични инсталации во подни канали се употребуваат во објекти без преградни ѕидови со голема концентрација на потрошувачи. Се изведуваат со поставување метални канали во подот под завршниот слој на бетон.

Каналниот развод се користи во индустриските објекти со голем број потрошувачи. Основен елемент на каналниот развод се голи бакарни собирници поставени на потпорни изолатори во метални канали. Каналите се изработуваат од челичен лим со дебелина од 2, 1 или 0,8 mm и се поставуваат на ѕид или таван. Постојат повеќе видови канални разводи во зависност од струјата за која се изработени и местото на поставување: основен (вентилациски) развод, канален развод за електромоторен погон, канален развод за осветлување, болнички развод и куќен канален развод.

Кај ЕИВ електричните инсталации сите сигнални и управувачки импулси патуваат во еден заеднички вод. Наместо прекинувачи, склопки или релеи се вградуваат компоненти со процесор и меморија. Главен недостаток на овој тип на инсталации е високата цена во однос на класичните.

ЕИВ инсталациите овозможуваат целосна контрола на сè она што се напојува со електрична струја, без разлика дали сме дома или не сме.

Главен недостаток на овој тип инсталации е високата цена која е околу 5-7 пати повисока во однос на класичната изведба.

ПРАШАЊА:

- 2.8. Каде се употребуваат електрични инсталации во подни канали?
- 2.9. Кој е основниот конструктивен елемент на каналниот развод?
- 2.10. Кои видови канални разводи постојат?
- 2.11. Каде се употребува вентилацискиот развод?
- 2.12. Од што се изработува болничкиот развод?
- 2.13. Кои се предности на ЕИВ електричните инсталации?

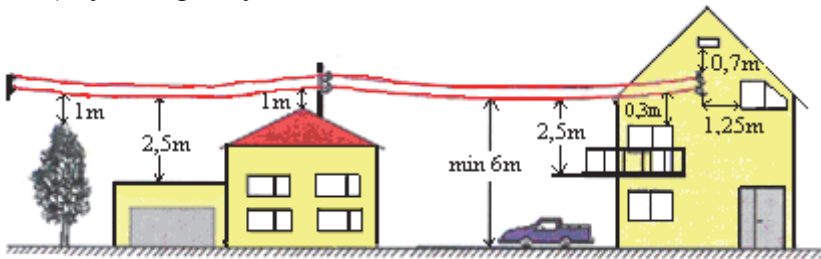
2.2. Куќен приклучок

Куќен приклучок е врската помеѓу нисконапонската електрична инсталација на некој објект и нисконапонската електродистрибутивна мрежа.

Кај куќниот приклучок разликуваме два дела: внатрешен и надворешен дел.

Внатрешен дел е инсталацискиот вод помеѓу куќниот приклучен шкаф до мерниот шкаф заедно со броилото. Преку овој вод се напојуват сите потрошувачи приклучени во електричната инсталација и затоа уште се вика и напоен вод.

Во зависност од тоа како е изведен **надворешниот дел** разликуваме два вида куќен приклучок: надземен и подземен (кабелски) куќен приклучок.



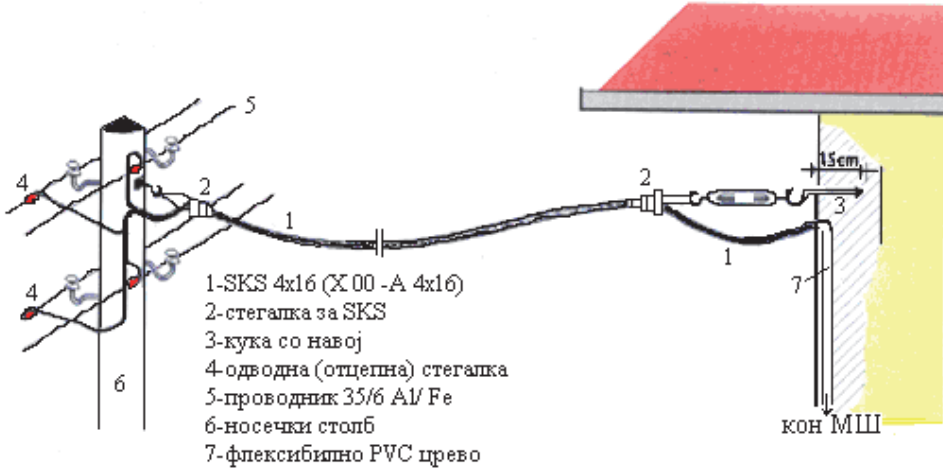
Сл. 2.20 Минимални растојанија кај надземниот куќен приклучок

2.2.1 Надземен куќен приклучок

Кај надземниот куќен приклучок надворешниот дел започнува од столбот на нисконапонската мрежа до мерниот шкаф.

Се изведува во приградските и селските населби каде нисконапонската мрежа е надземна, без разлика дали е таа изведена со голи спроводници или самонесечки кабелски сноп СКС. Порано надземните куќни приклучоци се изведувале со голи спроводници,

додека во поново време се изведуваат како трифазни со самонесечки кабел.



Сл. 2.21 Шематски приказ на надземен куќен приклучок

Приклучокот најчесто се изведува со X 00-A 4x16, но се сретнува и кабел од типот PP 00/O (сл.2.22).



PP 00/O

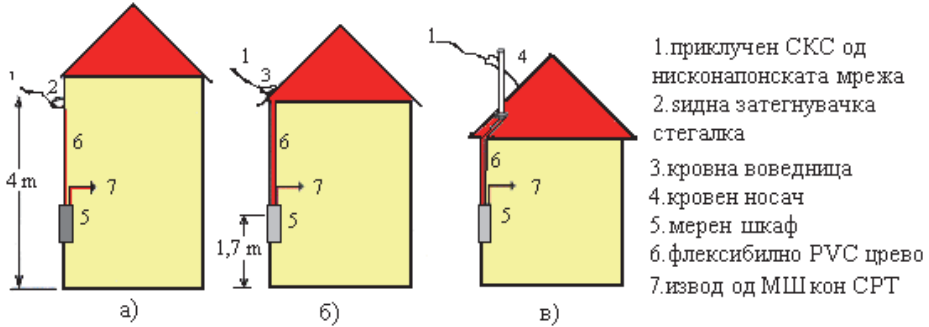


X 00-A

Сл.2.22 Најчесто употребувани проводници за надземен куќен приклучок

Надземниот куќен приклучок може да се изведе на два начина: преку фасадата или преку кровот на објектот. Преку фасадата се

изведува кога не може да се постави кровен држач (слаба конструкција на покривот) или голема висина на објектот. Ако приклучокот се изведува со самоносечки кабел, тогаш на сидот и на столбот се поставуваат куки за кои се закачува челичното јаже кое е дел од кабелот.



Сл.2.23 Изведба на надземен куќен приклучок: а) преку фасадата на објектот, б) преку кровна воведница, в) преку кровен носач

Кровниот приклучок се изведува преку кровен носач, односно челична цевка со пречник околу 50 mm.

Најголеми дозволени растојанија од столбот до објектот за изолирани спроводници е 20 m , а за самоносечки кабел 35 m. Ако растојанието е поголемо, куќниот приклучок се изведува преку дополнителен столб.

2.2.2 Подземен (кабелски) куќен приклучок

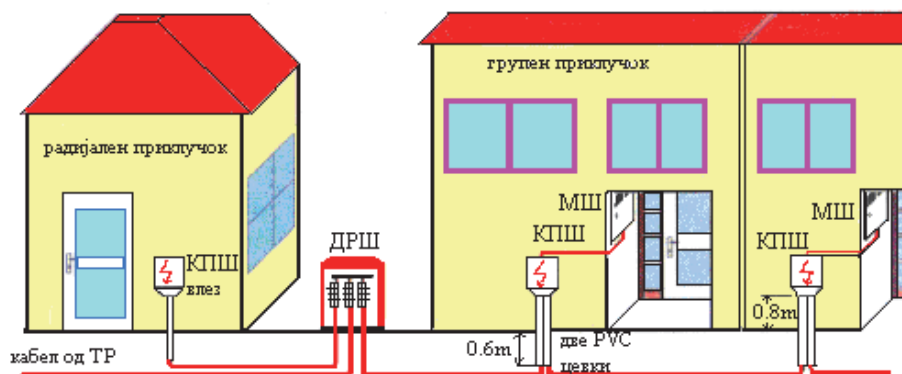
Надворешниот дел на кабелскиот куќен приклучок започнува од местото на испорака на електрична енергија (трафостаница, соседниот КПШ) до куќниот приклучен шкаф на објектот заедно со главните осигурувачи во куќниот приклучен шкаф.

Се изведува во централните градски подрачја, каде што постои нисконапонска дистрибутивна кабелска мрежа или ако сакаме да избегнеме поставување на самоносечки кабелски сноп со надземната мрежа до објектот (бензинска пумпа, деловен простор, и сл.).

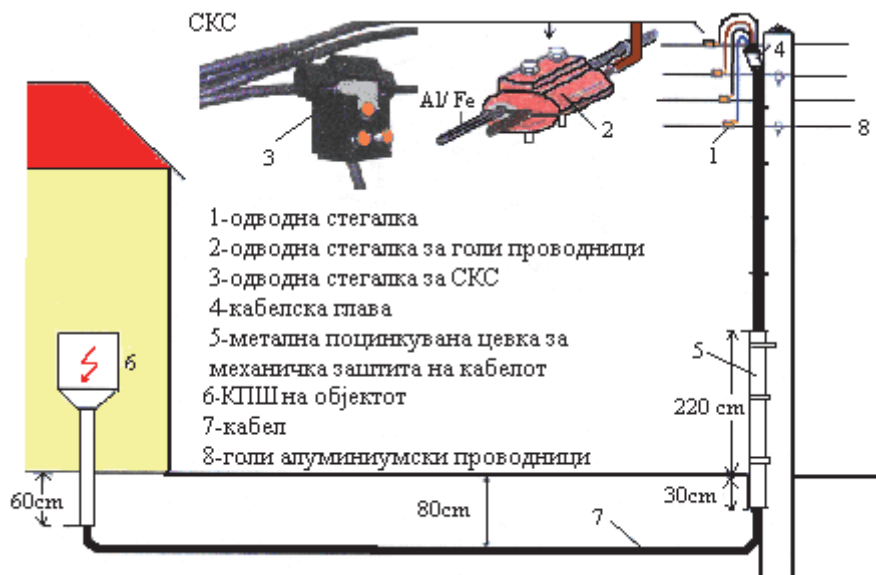
Најчесто за подземен куќен приклучок се користи кабел: PP OO-A, PP 41-A, XP OO-A со соодветен пресек и број на жили.

Подземниот куќен приклучок може да биде:

- радијален (краен) на принцип на влез;
- групен (преоден) на принцип влез-излез.



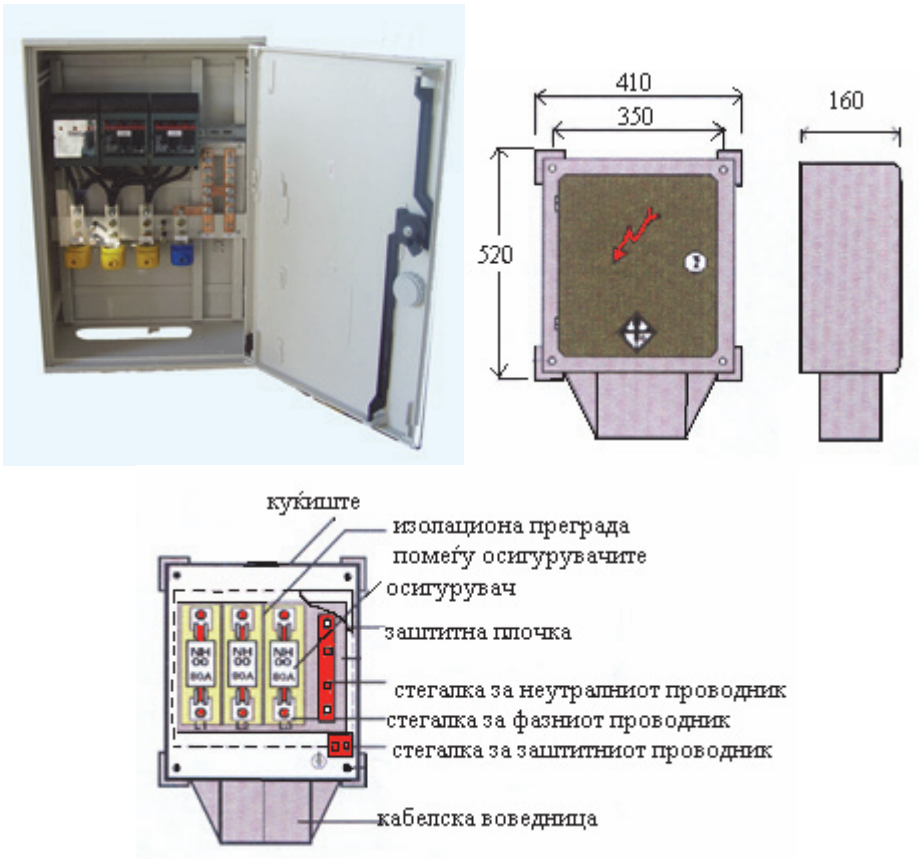
Сл.2.24 Изведби на подземен куќен приклучок



Сл.2.25 Кабелски куќен приклучок на објектот од надземна НН мрежа

2.3 Куќен приклучен шкаф

Куќниот приклучен шкаф (КПШ) се изработува кај подземниот куќен приклучок. Се изработува од изолациски PVC маси, силумин или метален лим со примена на соодветна заштита од напон на допир. Се поставува на фасадата, во фасадата или оградниот ѕид на објектот на висина од 0,7-1,1 m од котата на тлото. Веднаш над него се поставува мерниот шкаф, со кого се поврзува со напојниот вод. Димензиите и опремата која се вградува во КПШ е дадена на сл.2.26



Сл.2.26 Изглед и шема на опремата во куќен приклучен шкаф (КПШ)

2.4 Мерен шкаф

Основен елемент на мерниот шкаф (МШ) е бројачот. Се поставува на висина од околу 1,7 m за да се овозможи читањето на бројачот преку застаклените отвори на предната страна, а можна е изведба и без отвори на предната страна.

Се изработува од изолациски PVC маси или од декапиран метален лим со примена на соодветна заштита од напон на допир.



Сл.2.27 Мерен шкаф

РЕЗИМЕ

Куќен приклучок е врската помеѓу нисконапонската електрична инсталација на некој објект и нисконапонската електродистрибутивна мрежа. Се разликуват два дела: внатрешен и надворешен дел на куќниот приклучок. Внатрешен дел е инсталацискиот вод помеѓу куќниот приклучен шкаф до мерниот шкаф заедно со броилото. Според тоа како е изведен надворешниот дел разликуваме два вида куќен приклучок: надземен и подземен (кабелски) куќен приклучок.

Кај надземниот куќен приклучок надворешниот дел започнува од столбот на нисконапонската мрежа до мерниот шкаф. Надземниот куќен приклучок може да се изведе на два начина: преку фасадата или преку покривот на објектот.

Надворешниот дел на кабелскиот куќен приклучок започнува од местото на испорака на електрична енергија (трафостаница, соседниот КПШ) до куќниот приклучен шкаф на објектот заедно со главните осигурувачи во куќниот приклучен шкаф. Најчесто за подземен куќен приклучок се користи кабел: РР ОО-А, РР 41-А, ХР ОО-А со соодветен пресек и број на жили. Подземниот куќен приклучок може да биде: радијален (краен) или групен (преоден).

ПРАШАЊА:

- 2.14. Што е куќен приклучок?
- 2.15. Од каде започнува внатрешниот дел на куќниот приклучок?
- 2.16. Кој е надземен куќен приклучок?
- 2.17. Кога надземниот куќен приклучок ќе се изведе преку фасадата на објектот?
- 2.18. На колку начини може да се изведе подземниот куќен приклучок?
- 2.19. Кога се изведува подземен (кабелски) куќен приклучок?
- 2.20. Од кои материјали се изработува куќниот приклучен шкаф?
- 2.21. Кој е основниот елемент на мерниот шкаф?

2.5 Видови системи

Во земјите на ЕУ заштитните мерки од струен удар се унифицирани и се воведени интернационални ознаки. Од тогаш веќе не се употребуваат националните ознаки за заштита како заштитно заземјување, нулирање и сл. Со DIN 0100 дел 300 за првпат е воведена и една нова шема на мрежи т.е. системи, која е прифатена и се употребува и кај нас.

Главно системите се поделени според:

- спроводниците кои се под напон;
- заземјувањето.

Видови системи според спроводниците под напон

Во зависност од тоа колку спроводници се под напон разликуваме:

А) системи за еднонасочна струја

- со два спроводника;
- со три спроводника;

Б) системи за наизменична струја

- монофазен со два спроводника;
- монофазен со три спроводника;
- трифазен со три спроводника;
- трифазен со четири спроводника;
- трифазен со пет спроводника.

Видови системи според заземјувањето

Во зависност од тоа дали во нисконапонскиот систем има заземјени точки и како се поврзани металните делови (куќиштата) на електричните уреди, постојат три стандардни нисконапонски системи:

- TN систем;
- TT систем;
- IT систем.

Значењето на првата, втората, а кај TN-системот и додатните букви е следна:

Табела 2.1 Значење на симболите

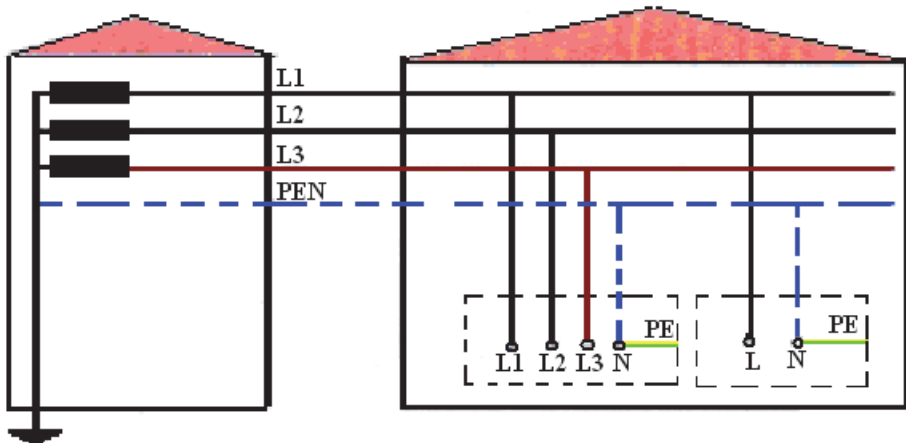
Прва буква Како системот е поврзан со земја	Втора буква Како е поврзано куќиштето на електричниот уред	Додатни букви (само за TN) Распоред на заштитниот и неутралниот спроводник
<p>T-една точка на системот е директно заземјена;</p> <p>I-сите спроводници се изолирани во однос на земја или поврзани со земја преку доволно голема импеданса.</p>	<p>T-куќиштето е директно заземјено кај објектот</p> <p>N-куќиштето е директно поврзано со заштитниот спроводник кој е заземјен во трафостаницата.</p>	<p>S-функцијата на заштитниот и неутралниот спроводник е обединета PE</p> <p>S-заштитниот и неутралниот спроводник се водат како два одделни спроводника.</p>

T-земја (од францускиот збор terre), N-неутрално (од англискиот збор neutral), S-раздвоено (од англискиот збор separated), C-обединето, комбинирано (од англискиот збор combined) I-изолирано (од англискиот збор isolated).

2.5.1 TN систем

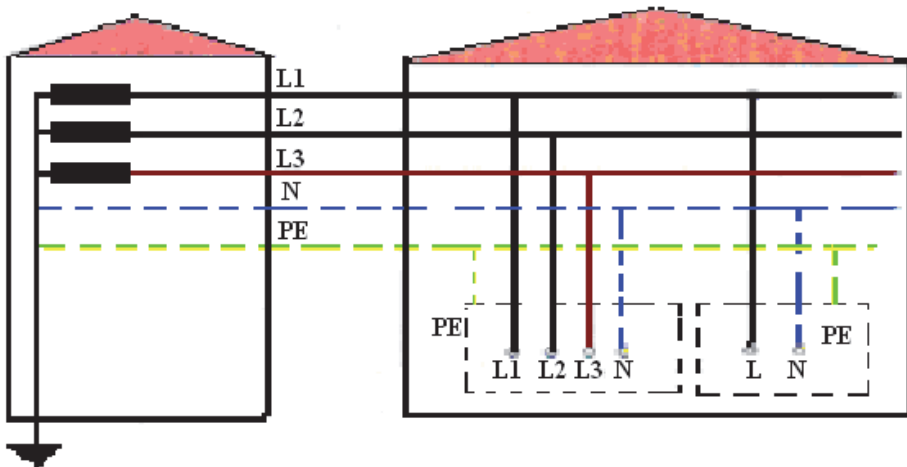
TN системот е најразвиен поради можноста за различно поврзување на неутралниот и заштитниот спроводник. Според старите ознаки TN системот одговара на заштитната мерка нулирање. Разликуваме три типа на TN системи и тоа:

TN-C систем, кај кој низ целиот систем неутралниот и заштитниот спроводник се обединети во еден спроводник што се нарекува заштитно-неутрален спроводник;



а) TN - C систем - Металните делови на потрошувачите се директно поврзани со неутралниот спроводник

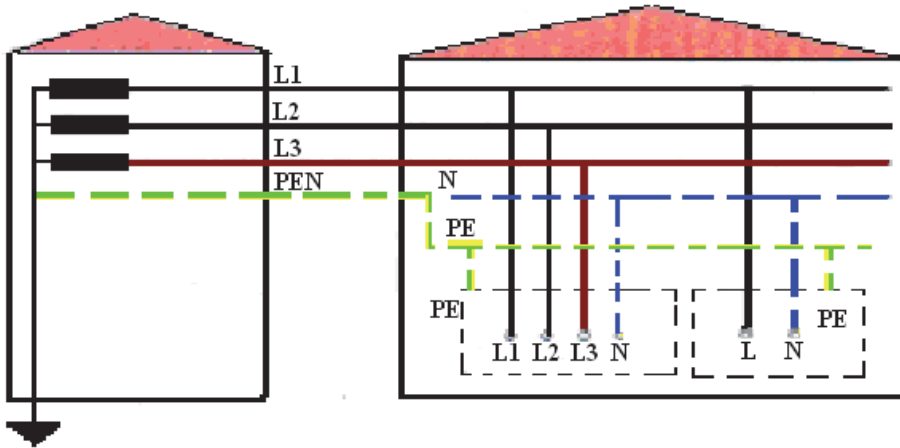
TN-S систем, кај кој низ целиот систем неутралниот и заштитниот спроводник се раздвоени;



б) TN – S систем - Металните делови на потрошувачите се поврзани со заштитниот спроводник кој се води директно од трафостаницата

TN-C-S систем, кај кој неутралниот и заштитниот спроводник се обединети само во еден дел од системот, а раздвоени во останатиот дел од системот.

Заштитата во TN системот се врши со осигурувачи или заштитен уред за диференцијална струја (FID склопка).



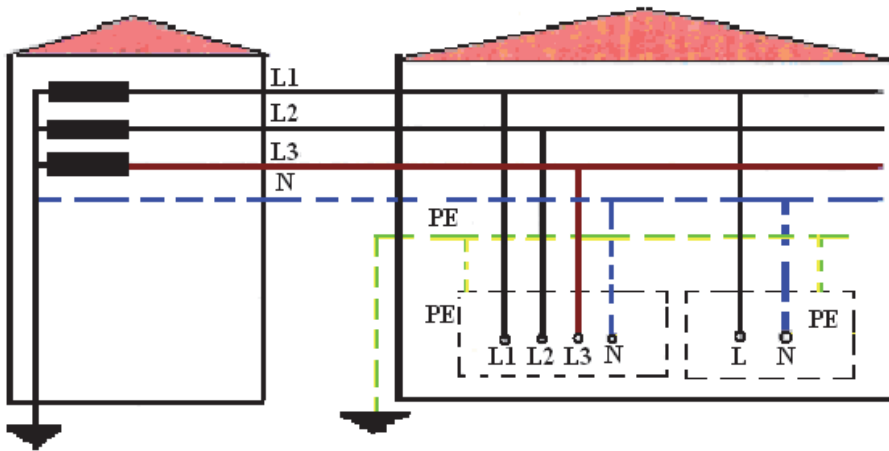
в) TN - C- S систем - Металните делови на потрошувачите се поврзани со заштитниот спроводник, а на влезот во објектот се споени заштитниот и неутралниот спроводник

Сл.2.28 TN систем

2.5.2 TT систем

Во овој систем покрај звездиштето на трансформаторот, се заземјени и сите спроводни делови на електричниот уред кои не се под напон, но можат да дојдат под напон. Според старите ознаки TT системот одговара на заштитната мерка заштитно заземјување. Шематски приказ на таков систем е даден на сл. 2.29 .

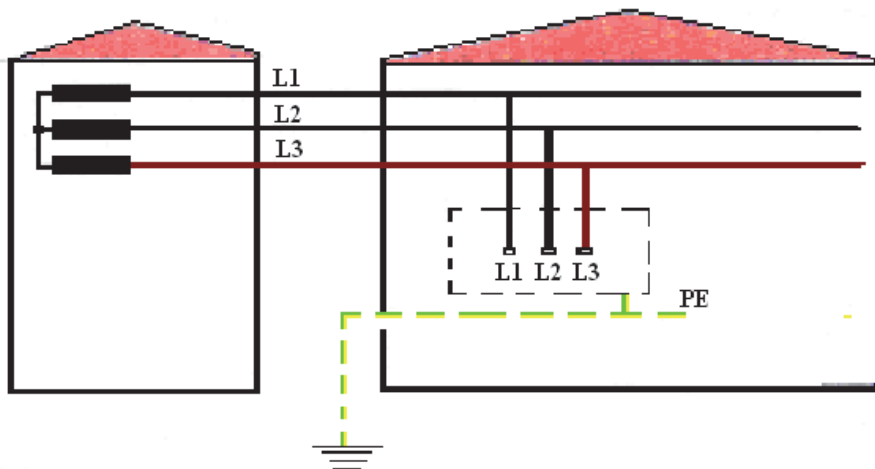
Заштитата во TT системот се врши со заштитен уред за диференцијална струја (FID склопка) иако можат да се користат и осигурувачи.



Сл.2.29 ТТ - систем

2.5.3 IT систем

Во IT системот секундарната страна на ѕвездиштето на трансформаторот во трафостаницата не е споено со земја (заземјено) или е споено со земја преку многу голема импеданса. Шематски приказ на таков систем е даден на сл.2.30



Сл.2.30 IT систем

РЕЗИМЕ

Нисконапонските системи се поделени според спроводниците кои се под напон и според заземјувањето.

Во зависност од тоа, колку спроводници се под напон разликуваме: систем со два и три спроводника за еднонасочна струја. Кај наизменичната струја разликуваме: монофазен систем со два и три спроводника и трифазен систем со три, четири и пет спроводника.

Според тоа дали нисконапонскиот систем има заземјени точки и како се поврзани металните делови (куќиштата) на електричните уреди, постојат три стандардни нисконапонски системи: TN систем, TT систем, IT систем.

TN системот има директно заземјено ѕвездиште на трансформаторот, а куќиштето е поврзано со заштитниот спроводник. Според тоа како е изведен заштитниот и неутралниот спроводник разликуваме TN-C, TN-S и TN-C-S системи. Според старите ознаки TN системот одговара на заштитната мерка нулирање.

Во TT системот покрај ѕвездиштето на трансформаторот, се заземјени и сите спроводни делови на електричниот уред кои не се под напон, но можат да дојдат под напон. Според старите ознаки TT системот одговара на заштитната мерка заштитно заземјување.

Во IT системот секундарната страна на ѕвездиштето на трансформаторот во трафостаницата не е споено со земја (заземјено) или е споено со земја преку многу голема импеданса. Сите метални делови од електричниот уред кои не се под напон, но можат да дојдат под напон, се заземјуваат.

ПРАШАЊА:

- 2.22. Како се поделени нисконапонските системи?
- 2.23. Што означува буквата I во ознаките на нисконапонските системи?
- 2.24. Кои видови на TN системи ги има?
- 2.25. Кој систем одговара на старата заштитна мерка нулирање?
- 2.26. Која е разликата помеѓу TN системот и TT системот?
- 2.27. Како може да се изведе заштитниот и неутралниот спроводник во TN системот?
- 2.28. Каде се користи IT системот?

ПРЕСМЕТКА НА ПРЕСЕКОТ НА СПРОВОДНИК ВО ЕЛЕКТРИЧНА ИНСТАЛАЦИЈА

- 3.1. Видови потрошувачи
- 3.2. Пад на напон
- 3.3. Пресметка на падот на напон во еднофазен систем
- 3.4. Пресметка на падот на напон во трифазен систем
- 3.5. Критериуми за одредување на пресекот на спроводник
- 3.6. Пресметка на пресекот на спроводник за инсталација со електромоторен погон

3. ПРЕСМЕТКА НА ПРЕСЕКОТ НА СПРОВОДНИК ВО ЕЛЕКТРИЧНА ИНСТАЛАЦИЈА

При пресметка на пресекот на спроводник треба да се знае: видот на потрошувачот (видот на оптоварувањето), неговата моќност, растојанието на потрошувачот од броилото (разводната табла) и материјалот од којшто е направен спроводникот.

3.1. Видови потрошувачи

Во поглед на видот на струјата со која се напојуваат, потрошувачите се поделени на:

- потрошувачи за еднонасочна струја;
- потрошувачи за наизменична струја.

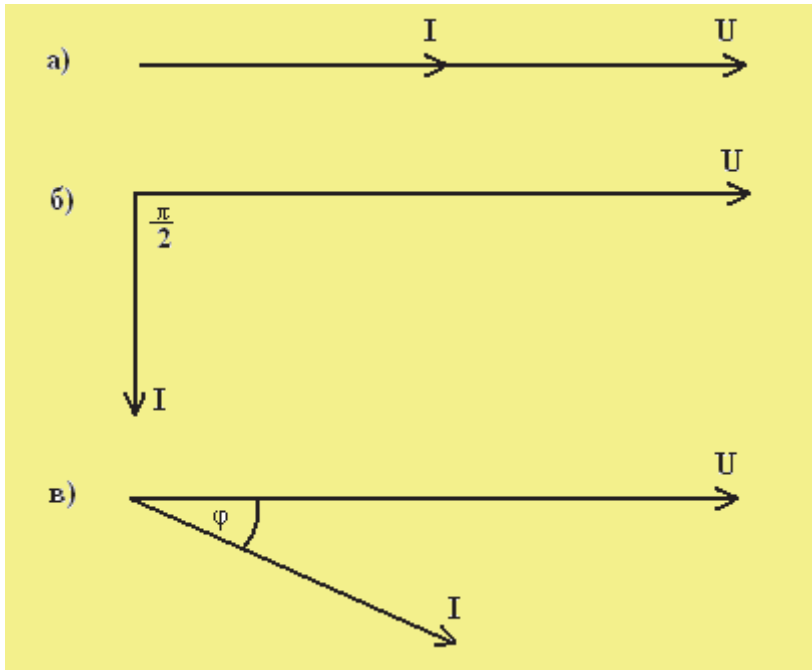
Сите потрошувачи за еднонасочна струја се однесуваат на ист начин, па затоа при пресметките не се води сметка за типот на потрошувачот.

Потрошувачите за наизменична струја можат да бидат:

- Омски или термички потрошувачи кај кои струјата низ потрошувачот е во фаза со напонот на краевите на потрошувачот. Кај овие потрошувачи не постои фазно поместување помеѓу напонот и струјата т.е. $\varphi=0$ (како на сл.3.1 под а). Во електричните инсталации чисто омски потрошувачи се светилките со вжарено влакно и сите грејни тела.

-Индуктивни потрошувачи се многу ретки во електричните инсталации. Тоа се намотки од изолирана жица поставена на железно јадро, при што жицата би немала омски отпор. Кај овие потрошувачи струјата е фазно поместена во однос на напонот за $\pi/2$, односно 90° . Вакви потрошувачи во електричните инсталации не постојат.(сл.3.1 б)

-Мешани или индуктивно-омски потрошувачи се најчестите потрошувачи во електричните инсталации. Тоа се потрошувачи со намотка на феромагнетно јадро (мотори, придушници, трансформатори). Кај нив струјата задоцнува зад напонот за агол φ кој се движи помеѓу 0 (за чисто омско оптоварување) до $\pi/2$ (за чисто индуктивно оптоварување). Мешаните потрошувачи се карактеризираат со фактор на моќност, односно $\cos \varphi$, со кој се одредува колкав дел од доведената моќност е активна, а колкав реактивна (сл.3.1 в).

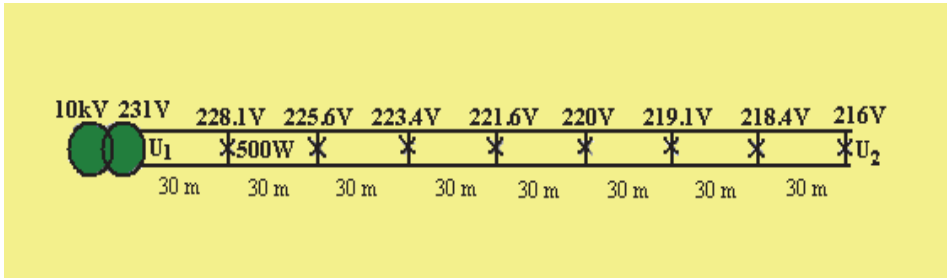


Сл. 3.1 Фазна разлика помеѓу напонот и струјата
 А) чисто омски потрошувач, б) индуктивен потрошувач, в) мешан
 (индуктивно-омски) потрошувач

3.2. Пад на напон

Секој потрошувач се изработува за одреден напон. Напонот за кој потрошувачот е изработен се нарекува номинален напон. Задолжително на секој потрошувач на видно место се назначува неговиот номинален напон.

Исто така и секој извор има номинален напон. На пример номиналниот напон на нисконапонската мрежа која ја користат домаќинствата е $3 \times 380/220V$. Сите потрошувачи во еден сложен струен круг не можат да се напојуваат со електрична енергија со одредениот номинален напон. Тоа е поради течењето на електричната струја низ спроводниците. Имено тие имаат електричен отпор со којшто се спротивставуваат на течењето на електричната струја, па поради тоа се јавува пад на напон по должината на електричните спроводници.



Сл.3.2 Пад на напон по должината на НН мрежа

На сл.3.2 е прикажана дистрибутивна мрежа за улично осветлување изведена со кабел РР 41-А 2x10 1 kV. Светилките се на растојание од 30 m и се напојуваат директно од трафостаницата. Номиналниот напон на почетокот на водот е зголемен за 5% и изнесува 231V т.е. за 11V поголем од номиналниот. Ако со волтметар се мери напонот по должината на водот, може да се забележи дека напонот постепено се намалува. Така првата светилка ќе има напон од 228,1V, а последната 216V. Теоретски набљудувано само една светилка ќе биде приклучена на напон кој е еднаков на нејзиниот номинален напон од 220V. Поради тоа, сите потрошувачи се така конструирани да можат да работат и со напони кои отстапуваат од номиналниот. Тоа отстапување го дава производителот и најчесто тоа изнесува до $\pm 10\%$ од номиналниот напон. Напонот долж спроводникот постепено опаѓа, и за на крајот од мрежата напонот да биде во дозволените граници, мора на

почетокот на мрежата напонот да биде повисок од номиналниот. Па така потрошувачите на почетокот на мрежата ќе се напојуваат со нешто повисок напон (за 11V), а потрошувачите на крајот од мрежата со напон нешто понизок од номиналниот (исто така за 11V).

Со техничките прописи и важечките стандарди точно се дефинирани дозволените падови на напон во проценти од номиналниот напон:

Табела 3.1 Процентуални падови на напон

Вид на напојување	Намена на струјниот круг	Дозволен процентуален пад на напон
Инсталацијата е напојувана од НН мрежа	за осветлување	3%
	за останати потрошувачи	5%
Инсталацијата е напојувана директно од трансформатор	за осветлување	5%
	за останати потрошувачи	8%

За електрични инсталации кои се подолги од 100 m, дозволеениот пад на напон се зголемува за 0,005% за секој метар должина над 100 m, но не повеќе од 0,5%.

Падот на напонот се дефинира како разлика помеѓу напонот на почетокот на водот U_1 и напонот на крајот на водот U_2 :

$$u = \Delta U = U_1 - U_2 \quad (V) \quad (3.1)$$

Падот на напонот настанува поради течење на струјата низ спроводниците кои имаат омски отпор. Индуктивниот отпор на спроводниците со мали пресеци (какви што се користат во електричните инсталации) е многу мал и може да се занемари при пресметките.

Во пракса многу повеќе се користи процентуалниот пад на напон кој може да се изрази во однос на напонот U_1 на почетокот на водот или во однос на напонот U_2 на крајот на водот (работниот напон на потрошувачот).

$$u \% = \frac{u}{U_2} \cdot 100 \quad (\%) \quad (3.2)$$

3.3. Пресметка на падот на напон во еднофазен систем

Да претпоставиме дека преку вод со должина l (m), пресек S (mm^2) се напојува монофазен потрошувач. Низ тие два спроводника со вкупен отпор $R = 2 \cdot \frac{l}{\sigma \cdot S}$ (индуктивниот отпор се занемарува), ќе протече струја која го напојува приклучениот потрошувач. На крајот на водот може да биде приклучен чисто омски или индуктивно-омски потрошувач. Притоа напонот U_2 на крајот на водот е помал од напонот U_1 на почетокот на водот за падот на напонот u .

За подобра прегледност изразите за пресметка на падот на напон се дадени во следнава табела:

Табела 3.2 Изрази за пресметка на пад на напон во еднофазен систем

	Моќност на потрошувач (W)	Пад на напонот (V)	Процентуален пад на напон (%)
Монофазен систем	Омски потрошувач $P = U \cdot I$	$u = U_1 - U_2 = I \cdot R$ $u = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\sigma \cdot S} = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\sigma \cdot S \cdot U}$	$u \% = \frac{200 \cdot P \cdot l}{\sigma \cdot S \cdot U^2}$
	Омско-индуктивен $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$	$u \approx I \cdot R \cdot \cos \varphi$ $u = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\sigma \cdot S}$ $u = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\sigma \cdot S \cdot U}$	$u \% = \frac{200 \cdot P \cdot l}{\sigma \cdot S \cdot U^2}$

каде што:

S -напречен пресек на спроводникот (mm^2);

l —должина на спроводникот (m);

P -номинална моќност на потрошувачот (W);

U -номинален напон на потрошувачот, обично 220-230V;

σ -специфична електрична спроводливост на материјалот од кој е направен спроводникот (Sm/mm^2). За бакар $\sigma = 57 (\text{Sm}/\text{mm}^2)$, а за алуминиум $\sigma = 36 (\text{Sm}/\text{mm}^2)$.

За монофазна мрежа која е оптоварена на повеќе места се користи изразот:

$$u\% = \frac{200 \cdot \sum P \cdot l}{\sigma \cdot S \cdot U^2} (\%) \quad (3.3)$$

3.4. Пресметка на падот на напон во трифазен систем

Трифазната нисконапонска мрежа може да биде изведена со три или четири спроводника. Трифазна мрежа со три спроводника се употребува во индустријата за напојување на електромоторни погони или големи електрични печки. Во оваа мрежа спроводниците се нарекуваат фазни спроводници, а напонот помеѓу нив линиски напон.

Трифазната мрежа со четири спроводника покрај трите фазни спроводника, има и четврти неутрален спроводник кој се изведува од ѕвездиштето на трансформаторот и е добро заземјен. Во оваа мрежа покрај трите линиски напони постојат и три фазни напони, помеѓу поединечните фази и неутралниот спроводник.

При пресметката на падот на напон во трифазен систем се претпоставува дека сите три фази се рамномерно оптоварени. Оптоварувањата се омско-индуктивни и сите три спроводника се со ист напречен пресек и иста должина.

Моќноста на трифазен потрошувач е $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$ па според ова следи дека струјата низ трифазниот потрошувач ќе биде:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (3.4)$$

Изразите за пресметка на падот на напон во трифазна мрежа со три спроводника се дадени во следнава табела:

Табела 3.3 Изрази за пресметка на пад на напон во трифазен систем

	Моќност на потрошувачот (W)	Пад на напонот (V)	Процентуален пад на напон
Трифазен систем	$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	$u = \sqrt{3} \cdot I \cdot R \cdot \cos \varphi$ $u = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot \cos \varphi}{\sigma \cdot S}$ $u = \frac{P \cdot l}{\sigma \cdot S \cdot U}$	$u\% = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\sigma \cdot S \cdot U^2}$

каде што:
 S —напречен пресек на спроводникот (mm^2);
 l —должина на спроводникот (m);
 P —номинална моќност на потрошувачот (W);
 U —номинален линиски напон на потрошувачот, обично 380-400 V;
 σ —специфична електрична спроводливост на материјалот од кој е направен спроводникот Sm/mm^2 . За бакар $\sigma = 57 (\text{Sm/mm}^2)$, а за алуминиум $\sigma = 36 (\text{Sm/mm}^2)$.

Пресметката на падот на напонот за трифазна мрежа со четири спроводника се пресметува според истите изрази. Ако спроводникот е оптоварен на повеќе места за пресметка на падот на напонот ќе се користи следниов израз:

$$u\% = \frac{100 \cdot \sum P \cdot l}{\sigma \cdot S \cdot U^2} \quad (\%) \quad (3.5)$$

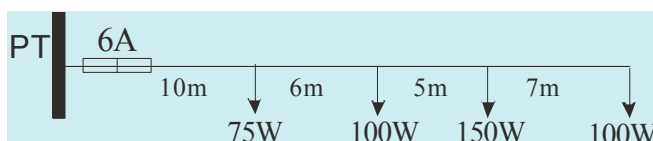
Пример 1: Да се пресмета падот на напонот на монофазен електричен бојлер со моќност од 2kW($\cos \varphi=1$) кој се напојува со спроводник РР-У 3x2,5 380V со должина од 10 m напојуван директно од разводна табла.

Според изразите дадени во таб. 3.2 следува дека:

$$u\% = \frac{200 \cdot P \cdot l}{\sigma \cdot S \cdot U^2} = \frac{200 \cdot 2000 \cdot 10}{57 \cdot 2,5 \cdot 220^2} = 0,58\%$$

Од ова следува дека избраниот пресек ќе предизвика пад на напон кој е помал од дозволеният пад на напон од 5% (види таб.3.1).

Пример 2: Да се провери дали падот на напон за водот РР-2x1,5mm² оптоварен како на сликата е во дозволените граници.



Во овој пример монофазниот вод е оптоварен на повеќе места, па падот на напон ќе се пресметува со следниов израз (3.3)

$$u\% = \frac{200 \cdot \sum P \cdot l}{\sigma \cdot S \cdot U^2} = \frac{200 \cdot (10 \cdot 425 + 6 \cdot 350 + 5 \cdot 250 + 7 \cdot 100)}{57 \cdot 1,5 \cdot 220^2} = 0,4\%$$

Падот на напон на најоддалечената светилка ќе биде помал од дозволеният пад на напон даден со таб (3.1).

3.5. Критериуми за одредување на пресекот на спроводник

Пресекот на спроводник преку кој ќе се напојува одреден потрошувач е потребно да не предизвикува пад на напон поголем од дозволеният при номинално оптоварување, да не се загрева над дозволената температура, да ја има потребната механичка цврстина и да не е претерано скап. За да ги има наведените својства, избраниот спроводник треба да ги исполнува: електричниот, термичкиот и механичкиот услов.

Електричниот услов е исполнет ако падот на напон што се предизвикува при протекување на погонската струја низ

спроводникот е помал или во најлош случај еднаков на дозволеният пад на напон.

Термичкиот услов е исполнет ако струјата која протекува низ спроводникот е помала, или во најлош случај еднаква на трајно дозволената струја за тој напречен пресек и тој тип на развод (според приложените табели. 1.3 и 1.4).

Механичкиот услов е исполнет ако избраниот напречен пресек на спроводникот е поголем или еднаков на минималниот дозволен пресек за тој начин и за тоа место на поставување на спроводникот. Со исполнување на овој услов ќе бидеме сигурни дека избраниот напречен пресек ќе ги издржи сите механички напрегања кои се очекуват во текот на работата. Минималните напречни пресеци се дефинирани со стандард и се дадени во следнава табела:

Табела 3.4 Минимални напречни пресеци

Опис	Минимални напречни пресеци
Изолирани водови за подвижни потрошувачи	0,75 mm ² Cu
Изолирани водови за трајно поставување наменети за осветлување	1,5 mm ² Cu
Изолирани водови за трајно поставување наменети за приклучници	2,5 mm ² Cu
Напојниот вод од приклучниот шкаф до мерниот шкаф	10 mm ² Cu
Самонесечки кабелски сноп за куќен приклучок	16 mm ² Al

Пресметката на пресекот на спроводник се одвива по следниов редослед:

1. Пресекот на спроводник се одредува врз база на инсталираната моќност P_i , врвното оптоварување P_v (во некоја литература се нарекува и максимално или едновремено оптоварување) и факторот на едновременост K .

Под инсталирана моќност P_i се подразбира моќноста на сите потрошувачи кои се напојуваат преку тој спроводник (или таа разводна табла). Ретко се случува (речиси никогаш) сите потрошувачи да бидат вклучени и оптоварени со номинална моќност. Врвно оптоварување P_v е максималната истовремена моќност која се пренесува преку тој спроводник. Ова оптоварување е помало од инсталираната моќност, бидејќи речиси никогаш не се

случува сите потрошувачи да бидат истовремено вклучени и оптоварени со номинална моќност. Поради тоа се дефинира фактор на едновременост K како однос помеѓу врвното оптоварување и инсталираната моќност.

$$K = \frac{P_v}{P_i} \quad (3.6)$$

Во следнава табела се дадени факторите на едновременост за по карактеристични случаи.

Табела 3.5 Фактор на едновременост

Опис	Фактор на едновременост К
Училница, продавници	1,0
Мали станови	1,0-0,9
Двособни станови	0,8
Трисобни станови, канцеларии	0,7-0,75
Електромоторни погони	0,3-0,6

Од табелата се забележува дека доколку станот е помал, факторот на едновременост е поголем, што се објаснува со фактот дека во малите станови се вградени само најпотребните потрошувачи.

При пресметките на пресекот на спроводник се користи врвното оптоварување.

2. Се пресметува пресекот на спроводникот со користење на дозволеният пад на напон (таб.3.1). Имено од равенките дадени во табелите 3.2 и 3.3 произлегува дека напречниот пресек на спроводникот кој ќе го задоволува дозволеният пад на напон ќе биде:

$$S = \frac{200 \cdot P \cdot l}{\sigma \cdot u\% \cdot U^2} \quad \text{за монофазен вод,} \quad (3.7)$$

$$S = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\sigma \cdot u\% \cdot U^2} \quad \text{за трифазен вод} \quad (3.8)$$

каде што: $U = 380-400V$ е линиски напон, а $u\%$ е дозволеениот пад на напон според таб.3.1

Се усвојува првиот поголем стандарден пресек (на пример, ако со пресметката се добие $3,4 \text{ mm}^2$ се усвојува 4 mm^2), а тоа значи дека сигурно ќе биде исполнет електричниот услов.

3. Од табелите 1.3 и 1.4 (во зависност од типот на разводот) можеме да ја отчитаме најголемата трајно дозволена струја со која може да се оптовари избраниот пресек. За да провериме дали спроводникот ќе се загрее над дозволената температура, потребно е да ја пресметаме струјата низ спроводникот според следниве изрази:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} \text{ (A) за монофазен потрошувач} \quad (3.9)$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \text{ (A) за трифазен потрошувач} \quad (3.10)$$

Добиените вредности за струјата од горните изрази треба да се спореди со вредностите на трајно дозволена струја. Ако добиената вредност на струјата која протекува низ спроводникот е помала од трајно дозволена струја која сме ја отчитале од табелата, значи спроводникот нема да се прегрее. Во спротивно треба да се зголеми напречниот пресек.

4. На крај избраниот пресек треба да се провери според механичкиот критериум. Ако избраниот пресек е помал од минималниот дозволен пресек, кои се дадени во таб.3.4 тогаш пресекот добиен со пресметките треба да се зголеми за да биде исполнет и механичкиот услов.

Пример 3: Да се пресмета напречниот пресек на напојниот вод за подземан куќен приклучок со изолација од поливинил хлорид поставен во земја со нормални услови на поставување (тип на кабелот PP 00). Со кабелот се напојува објект со инсталирана моќност од $P_i = 23,35 \text{ kW}$, $\cos \varphi = 0,9$ и фактор на едновременост од $K = 0,7$. Должината на кабелот е 25 m .

(Примерот е изработен врз основа на податоците за примерот за проект на електрична инсталација дадени во тема 9)

Решение:

Најпрво го пресметуваме врвното оптоварување за објектот. Според дадените бројки тоа ќе изнесува:

$$P_v = 23,35 \cdot 0,7 = 16,345 kW$$

За пресекот на спроводник од алуминиум и за конкретните бројки дадени во примерот ќе имаме:

$$S = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\sigma \cdot u\% \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 16345 \cdot 25}{36 \cdot 5 \cdot 380^2} = \frac{40862500}{25992000} = 1,57 mm^2$$

Го усвојуваме првиот поголем пресек $2,5 mm^2$.

Од условите на задачата согледуваме дека станува збор за развод од типот D. Од табела 1.4 отчитуваме дека трајно дозволената струја е 19A.

Струјата што ќе протекува низ спроводникот во нормален погон ќе биде (според изразот (3.10))

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{16345}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,9} = 27,62 A$$

Струјата што ќе протекува низ спроводникот ќе биде поголема од трајно дозволената струја, значи термичкиот услов не е исполнет. За струја од 27,62A од таб.1.4 првиот поголем напречен пресек е $6 mm^2$ со трајно дозволена струја од 30A.

Но, избраниот пресек не го исполнува механичкиот услов, односно е помал од минимално дозволеният напречен пресек даден во таб.3.4. Според табелата минимален напречен пресек за напоен вод од приклучниот шкаф до мерниот шкаф е $10 mm^2$ бакар. Бидејќи во условот на задачата е прецизирано спроводникот да биде од алуминиум, тогаш избираме спроводник со првиот поголем напречен пресек односно $16 mm^2$.

3.6. Пресметка на пресекот на спроводник за инсталација со електромоторен погон

Пресметката на пресекот на спроводник преку кој се напојува електромотор, малку се разликува од веќе прикажаната. При избор на електромотор најмногу не интересира неговата корисна моќност, податок кој го отчитуваме од натписната плочка на моторот. Тоа е моќност која моторот ја развива на својата осовина. Но моќноста која моторот ќе ја преземе од електричната мрежа и која е меродавна за димензионирање на пресекот на напојниот спроводник е поголема. Таа моќност е поголема за механичките и електричните загуби на моторот, кои се искажуваат преку коефициентот на корисно дејство η . Па така за падот на напон за спроводник преку кој се напојува електромоторен погон ќе се пресмета преку следниве изрази:

$$u\% = \frac{200 \cdot P \cdot l}{\sigma \cdot S \cdot \eta \cdot U^2} (\%) \text{ за монофазен мотор} \quad (3.11)$$

$$u\% = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\sigma \cdot S \cdot \eta \cdot U^2} (\%) \text{ за трифазен мотор} \quad (3.12)$$

Односно струјата на електромоторот ќе биде:

$$I = \frac{P}{U \cdot \eta \cdot \cos \varphi} \quad (\text{A}) \text{ за монофазен мотор, односно} \quad (3.13)$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot \cos \varphi} \quad (\text{A}) \text{ за трифазен мотор.} \quad (3.14)$$

Кога се работи за електромоторен погон, треба да се има предвид дека струјата на пуштање на моторот е 3 до 5 пати поголема од номиналната. Овие струи се краткотрајни, но сепак треба да се земат во предвид особено при изборот на осигурувачот.

За да се намалат овие струи, моторите со поголем моќност се пуштаат во работа преку преклопка звезда-триаголник. Според стандардите директно пуштање во работа е дозволено само за мотори со моќности помали од 4 kW .

Најголем број производители на електро опрема даваат готови табели во кои е дадена моќноста на моторот и потребниот

пресек на спроводникот со целокупната опрема за тој електромоторен погон (избор на осигурувачи, контактори, заштитно-моторни прекинувачи и др.).

Пример 4: Да се пресмета пресекот на бакарен спроводник со изолација од поливинил хлорид поставен на сид. Со спроводникот се напојува трифазен електромотор оддалечен од РТ 50m со следниве податоци: $P=7,5\text{kW}$, $\cos \varphi=0,80$ и $\eta=0,82$. Спроводникот треба да се постави од разводната табла до моторот со должина од 50 m.

Решение: Од таб.3.1 согледуваме дека дозволен пад на напон за овој тип на потрошувач е 5%. Моќноста која што електромоторот ќе ја зема од електричната мрежа ќе биде поголема $P=9.1\text{ kW}$, поради коефициентот на корисно дејство $\eta=0,82$.

Според дадените изрази за пресекот на спроводникот ќе имаме:

$$S = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\sigma \cdot u\% \cdot \eta \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 7500 \cdot 50}{57 \cdot 5 \cdot 0,82 \cdot 380^2} = 1,11\text{mm}^2$$

Го усвојуваме првиот поголем напречен пресек, а тоа е $1,5\text{mm}^2$.

Номиналната струја на моторот ќе се пресмета според погоре дадениот израз:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot \cos \varphi} = \frac{7500}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,82 \cdot 0,80} = 17,4\text{A}$$

Од условот на задачата, произлегува дека ќе имаме развод од типот С (спроводник поставен на сид) и од таб.1.3 отчитуваме дека за напречен пресек од $1,5\text{ mm}^2$ трајно дозволената струја од 17А. Според тоа следува дека трајно дозволената струја е помала од номиналната струја, односно термичкиот услов не е задоволен. Затоа преминуваме на првиот нареден напречен пресек $2,5\text{ mm}^2$ со трајно дозволена струја од 23 А. Со ова е задоволен термичкиот услов, но за електромоторите треба да се земе предвид струјата на пуштање на моторот. Затоа добиената вредност на струјата ја зголемуваме за 50%, па за струја од 26 А одговара напречен пресек од 4 mm^2 со трајно дозволена струја од 31 А.

Пресметаниот пресек го задоволува механичкиот услов, бидејќи е поголем од минимално дозволениот пресек даден во табела 3.4.

РЕЗИМЕ

Пред почетокот на пресметката на пресекот на спроводникот мораме да го одредиме видот на потрошувачот и неговата моќност. Од видот на потрошувачот и начинот на неговото приклучување на мрежа зависи дозволениот пад на напон, а моќноста ја определува јачината на струјата низ спроводникот. При пресметките на пресекот на спроводник се користи врвното оптоварување, кое секогаш е помало од инсталираната моќност.

Релациите според кои се одредува падот на напон на еднофазен и трифазен потрошувач се дадени во табелите 3.2 и 3.3 .

Пресметаниот пресек на спроводник треба да ги исполнува: електричниот, термичкиот и механичкиот критериум. Кога потрошувачот е електромотор во пресметките потребно е да се земе предвид и коефициентот на корисно дејство η , а при изборот на осигурувачот и почетната струја на моторот.

ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:

- 3.1 Поради што се јавува пад на напон?
- 3.2 Кои се критериумите за пресметка на пресекот на спроводник?
- 3.3. Како гласи електричниот услов за пресметка на пресекот на спроводник?
- 3.4. Кога е исполнет термичкиот услов за пресметка на пресекот на спроводник?
- 3.5 Како се дефинира факторот на едновременост?
- 3.6 Да се пресмета пресекот на алуминиумски кабел со кој се напојува станбена зграда. Кабелот ќе биде со изолација од поливинил хлорид (тип на кабел PP 41) поставен во земја со нормални услови, со уште еден кабел во заеднички ров. Зградата се напојува директно од трафостаница која е одалечена 50m и е со инсталирана моќност од $P_1=125 \text{ kW}$, $\cos \varphi=0,80$ и факторот на едновременост $K=0,8$.

ЗАШТИТНИ МЕРКИ ВО ЕЛЕКТРИЧНИТЕ ИНСТАЛАЦИИ

- 4.1 Влијанието на електричната струја врз човекот
- 4.2 Опасност од електричен удар
- 4.3 Прва помош при незгода од струен удар
- 4.4 Заштита од струен удар
 - 4.4.1 Заштита од директен допир на делови под напон
 - 4.4.1.1 Заштитно изолирање на деловите под напон
 - 4.4.1.2 Заштита со преграда и куќиште
 - 4.4.1.3 Заштита со препреки
 - 4.4.1.4 Заштитно поставување надвор од дофатот на раката
 - 4.4.1.5 Заштита со автоматско исклучување со уреди кои делуваат на диференцијална струја
 - 4.4.2 Заштита од индиректен напон на допир
 - 4.4.2.1 Заштита со автоматско исклучување на напојувањето
 - 4.4.2.2 Заштитно изолирање
 - 4.4.2.3 Заштита со поставување во изолирани простории
 - 4.4.2.4 Заштита со локално израмнување на потенцијалите без поврзување со земја
 - 4.4.2.5 Заштита со електрично одделување
 - 4.4.3 Истовремена заштита од директен и индиректен напон на допир
 - 4.4.3.1 Заштита со употреба на сигурносен мал напон
- 4.5 Заземјување
- 4.6 Заземјувачи
- 4.7 Громобранска инсталација
 - 4.7.1 Елементи на громобранска инсталација

4. ЗАШТИТНИ МЕРКИ ВО ЕЛЕКТРИЧНИТЕ ИНСТАЛАЦИИ

4.1 Влијанието на електричната струја врз човекот

Во секојдневниот живот, човекот користи најразлични електрични апарати и уреди. Сите тие се потенцијална опасност за човекот ако неправилно се користат или се неисправни. Затоа велиме дека човекот е постојано изложен на опасност од електричен удар.

До електричен (струен) удар доаѓа кога низ човечкото тело ќе протече електрична струја поради премостување на некоја потенцијална разлика. Најопасни се струите со индустриска фреквенција од 50 Hz. Еднонасочните и високофреквентните струи човечкиот организам полесно ги поднесува.

Поимот “удар” е општо прифатен поради реакцијата на човекот, по допирањето на предметот под напон, неконтролирано брзо да го отргне делот што е под напон.

За да се утврди како дејствува струјата врз човечкиот организам вршени се обемни испитувања. За таа цел се користени животни и доброволци, но и податоци од казнените затвори во САД каде и денес таа се користи за извршување на смртната казна.

Какви последици врз човекот ќе има електричниот удар зависи пред се од:

- ефективната вредност на јачината на струјата;
- времето на протекување;
- патот на струјата низ човечкото тело.

Ефективната вредност на јачината на струјата која протекува низ човекот зависи пред се од напонот и вкупниот отпор на човекот.

$$I = \frac{U}{R} \quad (4.1)$$

Напонот може да се смета дека е константен и е определен од напонското ниво на мрежата.

Вкупниот отпор на човекот е збир од отпорот на човечкото тело и преодните отпори на местото на допир. Отпорот на човечкото тело не е константен и зависи од напонот на кој е изложен човекот. Но зависи исто така и од површината на кожата односно нејзината влажност. Најмал отпор имаме при влажна кожа, односно кога се капиме. Во таков случај опасни можат да бидат и напони од 24V. Вкупниот отпор на човекот се движи во границите од 1000 Ω до 3000 Ω , со напомена дека тој варира од човек до човек. Дури и кај едно лице, поради промената на влажноста на кожата тој ќе има различни вредности во текот на денот или во различни периоди во текот на годината. При пресметките секогаш се зема помалата вредност, како понеповолна варијанта на електричен удар.

Преодните отпори ги сочинуваат: отпорот на чевлите, чорапите, ракавиците и останатите делови од облеката или заштитните средства преку кои се затвара електричното коло. Овие отпори се движат во многу широки граници и тоа од 100 па сè до 1 000 000 Ω .

Првото чувство дека низ телото тече струја се добива при јачина на струјата од 1 mA. Дејствувањето на оваа струја е незначително. Струја од 1-9 mA се манифестира со мало стегане на мускулите и треперење на прстите. Нормално, поголеми струи предизвикуваат и посилни грчеви.

Веќе при струи од 10-20 mA се јавува болка во рацете и градите, а отпуштањето на делот под напон најчесто не е можно.

Струи од 20-50 mA предизвикуваат силно грчење на мускулите, што е проследено со силни болки. Дишењето е отежнато, а можни се и трајни последици по здравјето.

Оштетувања на срцето и нервниот систем предизвикуваат струи од 50-100 mA. Во зависност од другите фактори овие струи можат да предизвикаат и смрт.

Струите над 100 mA предизвикуваат изгореници на местото на допир и неконтролирано треперење на срцето и прекин на циркулацијата на крв. Недостатокот на крв е особено опасен за мозокот. Овие струи во најголем дел од случаевите се проследени со смрт.

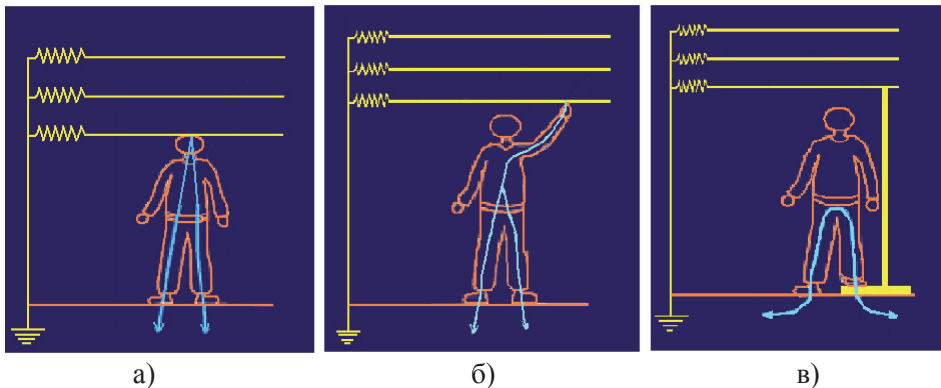
Времето на протекување на струјата низ човечкото тело е особено важно и влијае на смртоносната јачина на струјата. И помали јачини на струи ако протекуваат подолго време можат да

предизвикаат смртоносни последици. Во случај на несреќен случај напојувањето треба да се исклучи за што е можно пократко време и со тоа да се ограничи времето на протекување на струјата низ човечкото тело.

Патеката на струјата низ човечкото тело е исто така важен фактор. Најопасен случај е кога струјата поминува низ главата и срцето. Во овој случај директно на патеката на струјата се изложени мозокот и срцето. Тоа е случај кога човек со глава допира спроводник под напон, а стои на земја или заземјен под. (сл. 4.1.а)

При допир со рака на дел под напон, а човекот стои на земја или заземјен под, патеката на струјата е рака-нога. Особено опасен е случајот кога допирот е со левата рака, бидејќи во тој случај струјата директно поминува низ срцето. (сл. 4.1.б)

Помалку опасен случај е кога со едната нога се допира дел под напон, а со другата човекот стои на земја или заземјен под. Патеката на струјата е нога-нога, при што струјата не протекува низ ниту еден витален орган. (сл. 4.1.в)



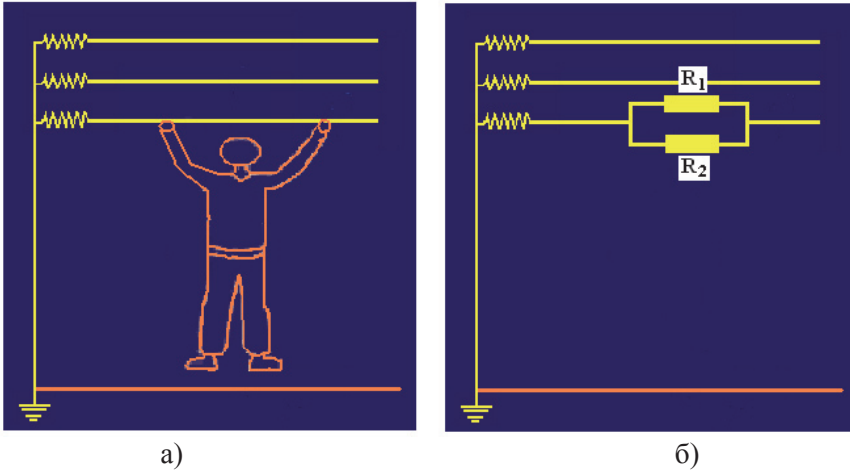
Сл 4.1 Примери за настанување на несреќен случај:

а)-допирање на спроводник под напон со глава, б) -допирање на спроводник под напон со рака, в) -допирање на предмет под напон со нога

4.2 Опасност од електричен удар

За да биде човекот изложен на дејството на електричната струја, преку неговото тело треба да се затвори струен круг и да протече струја. Кога не би се затворило струјното коло низ човечкото тело нема да протече струја. Таков случај е прикажан на

сл. 4.2, каде човекот допира спроводник под напон со двете раце и лебди во воздухот. Во овој апстрактен случај, отпорот на човечкото тело е многу поголем од електричниот отпор на проводникот и низ човечкото тело не би протекла струја.



Сл.4.2 Еквивалентна шема на допир на спроводник под напон
 а) допирање на еден спроводник под напон, б) еквивалентна шема
 R_1 – отпор на спроводникот, R_2 – отпор на човекот

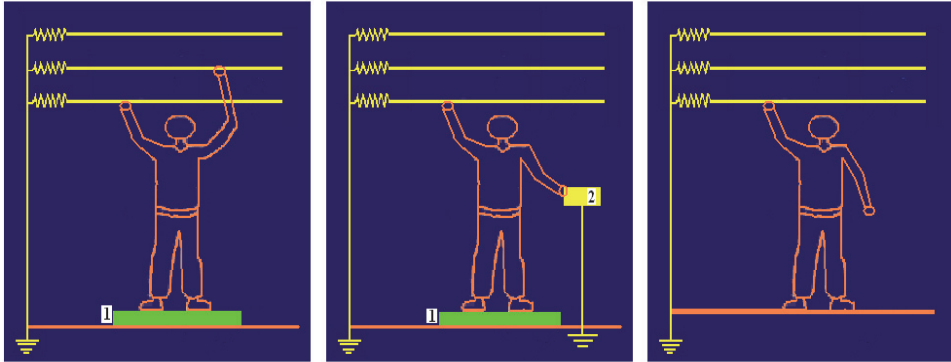
Во електричните инсталации човекот може да се изложи на опасност од електричен удар во следниве случаи:

- ако допре два спроводника под различен напон;
- ако допре спроводник и заземјен предмет, а стои на изолиран под;
- ако допре спроводник, а стои на земја или заземјен под.

Првиот случај е најопасен, затоа што човекот е изложен на линиски (меѓуфазен) напон. (сл. 4.3.а)

Вториот случај се јавува при поправка или сервисирање на некоја електрична машина. Човекот заради сигурност стои на изолиран под, но поради невнимание може со едната рака да допре спроводник или дел под напон, а со другата заземјен предмет. (сл. 4.3.б)

Третиот случај е кога човек стоејќи на земја, допира спроводник или дел под напон со дел од своето тело. Ова е и најчест случај кој се јавува во пракса поради невнимание и непримена на заштитните мерки. (сл. 4.3.в)



Сл.4.3 Можности за несреќен случај:

а)-допир на два спроводника под напон, б)-допир на спроводник под напон и заземјен предмет, в)- допир на спроводник под напон од заземјено стојалиште, 1-изолирано стојалиште, 2 – заземјен предмет

4.3 Прва помош при незгода од струен удар

На лицето повредено од струен удар треба внимателно да му се пристапи и да се преземат следниве заштитни мерки:

- веднаш да се прекине напојувањето (да се исклучи главната склопка или осигурувачот);
- да се провери дали има прекин во дишењето и по потреба веднаш да се премине на давање вештачко дишење (да се провери и положбата на јазикот);
- спонтаното реактивирање на срцето по прекилот на напојувањето е неизвесно. Да се провери дали има прекин во работата на срцето и по потреба покрај вештачкото дишење да се премине и на масажа на срцето;
- доколку не постои прекин на дишењето и работата на срцето, повредениот да се сврти на страна;
- што побрзо повредениот да се пренесе во болница.

РЕЗИМЕ

Моментот на допирањето на спроводникот под напон и првото дејство на струјата што човекот ќе го осети се нарекува струен удар.

Пресудни фактори при струен удар се: ефективната вредност на јачината на струјата, времето на протекување на струјата и патот на струјата низ телото.

Опасност од струен удар може да се појави во следниве три случаи: при допир на два спроводника под различни напони од изолирано стојалиште, допир на спроводник и заземјен предмет од изолирано стојалиште и допир на спроводник под напон од заземјено стојалиште.

ПРАШАЊА:

- 4.1 Кога настанува струен удар?
- 4.2 Како дејствува струјата на човековиот организам?
- 4.3 Кои се пресудни фактори при струен удар?
- 4.4 Од што зависи јачината на струјата низ човечкото тело?
- 4.5 Колкава струја поминала низ човечкото тело при напон од 47V, ако отпорот на телото е 1000Ω ?
- 4.6 Кои се можностите за несреќен случај?
- 4.7 Како се дава прва помош при незгода од струен удар?

4.4 Заштита од струен удар

Заштитата од напон на допир т.е. заштитата од струен удар се дели на три дела:

- заштита од случаен (директен) допир на деловите под напон;
- заштита од индиректен допир т.е. заштита од превисок напон на допир на металните делови од електричните апарати и уреди кои нормално не се под напон, но во случај на дефект можат да дојдат под напон;
- истовремена заштита од директен и индиректен напон на допир.

4.4.1 Заштита од директен допир на деловите под напон

Во оваа група на заштитни мерки од струен удар влегуваат:

- заштитно изолирање на деловите под напон;
- заштита со преграда и куќиште;
- заштита со препреки;

- заштитно поставување надвор од дофатот на раката;
- заштита со автоматско исклучување со уреди кои дејствуваат на диференцијална струја.

4.4.1.1. Заштитно изолирање на деловите под напон

Улогата на оваа заштитна мерка е да се спречи секој допир на човекот со делови кои се под напон. Оваа заштитна мерка се состои од поставување на дополнителен слој на изолација, со кои се изолираат деловите под напон меѓусебно и во однос на земја. Овој дополнителен слој на изолација може да се отстрани само со негово уништување.

Лакот, бојата, смолата и слични изолациски материјали не се сметаат за доволно сигурна изолација од случаен допир на деловите кои се под напон. За изолирање се употребуваат материјали како што се гума, различни PVC маси, неопрен и други изолациски материјали.

4.4.1.2. Заштита со преграда и куќиште

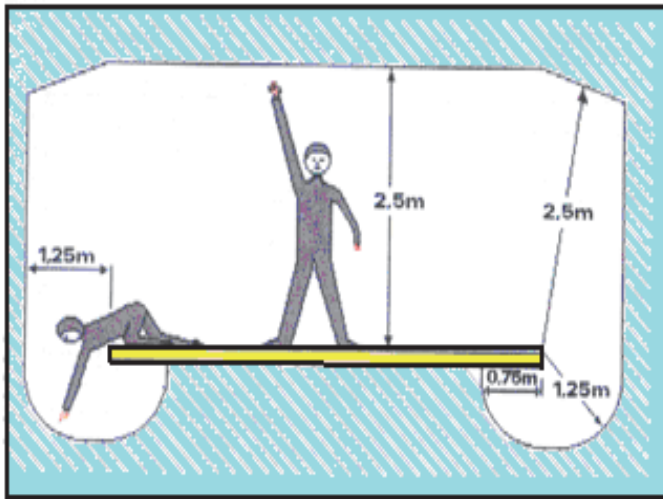
Оваа заштитна мерка се состои од затворање или преградување на електричната опрема со што се спречува директен допир на деловите под напон од страна на ракувачот. Деловите под напон мора да бидат затворени или преградени така за да спречат влегување на тела поголеми од $\varnothing 12,5 \text{ mm}$. Сигурносните прегради и куќишта треба да бидат сигурносно прицврстени, а нивното отстранување да е можно само со клуч или алат.

4.4.1.3 Заштита со препреки

Препреките се наменети да спречат случаен физички допир со деловите кои се под напон (на пример за време на работа на опрема која е под напон), но не и намерен пристап до деловите под напон (со заобиколување на препреката). Според ова може да заклучиме дека оваа заштитна мерка не обезбедува целосна заштита, туку се користи само како дополнителна заштитна мерка. Препреките се отстрануваат без клуч или алат, но мора така да бидат поставени да се спречи нивното случајно отстранување (како на пример пертинакс плочата поставена над собирниците во разводниот шкаф, замената на топливиот вметок кај осигурувачите и др.).

4.4.1.4 Заштитно поставување надвор од дофатот на раката

Со оваа заштитна мерка сите делови кои се под напон се поставуваат надвор од дофатот на раката. Се смета дека височина од 2,5 m над подот е доволна за поставување на предмети кои се под напон. Во хоризонтален правец тоа растојание изнесува 1,25 m, мерено од местото каде што може да се застане. Оваа мерка на заштита, е многу користена во разводните постројки и делови од трансформаторските станици.



Сл.4.4 Заштита со поставување надвор од дофатот на раката

На места каде е можен сообраќај со возила или во простории во кои се ракува со метални предмети со големи должини, овие минимални растојанија се значително поголеми и мора да бидат во согласност со важечките стандарди и технички прописи.

4.4.1.5 Заштита со автоматско исклучување со уреди кои дејствуваат на диференцијална струја

Оваа заштитна мерка служи само како дополнување на другите заштитни мерки од директен допир. Не е комплетна мерка на заштита и не смее да се применува самостојно наместо веќе опишаните мерки за заштита од директен напон на допир.

Се состои од примена на заштитен уред кој реагира на појава на диференцијална струја (ЗУДС) помала од 30 mA.

Најупотребуван заштитен уред на диференцијална струја (ЗУДС) кој се употребува кај нас е заштитниот струен прекинувач (се сретнува и под името FID склопка).

Овој вид на прекинувач може да се употребува и како заштита од индиректен напон на допир во TT, TN-S, TN-C-S и IT системи т.е. во системите каде заштитниот и неутралниот спроводник се раздвоени.

Значи, заштитниот уред на диференцијална струја (ЗУДС) се користи за автоматско исклучување на напојувањето при директен допир на деловите под напон или при грешка на потрошувачот и појава на индиректен напон. Исклучувањето се врши речиси моментално за време под 0,04 секунди.

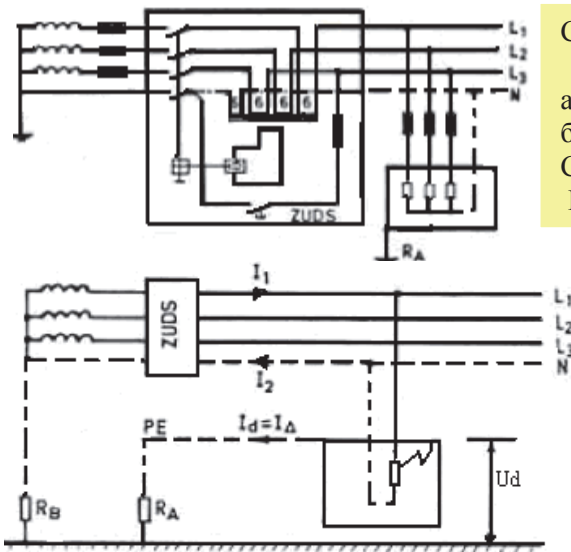
Принципот на работа на овој вид на прекинувач се базира на податокот дека збирот на моментните вредности на струите во еден трифазен систем е еднаков на нула. Па според тоа и збирот на сите магнетни флуковски кои овие струи ги создаваат во магнетното коло треба да биде нула. Напојните спроводници се примарни намотки, околу кои се поставува магнетно коло и секундарните намотки. При спој на која било фаза со металниот оклоп (куќиште) на апаратот, низ дефектната фаза ќе протече поголема струја. Со тоа ќе се наруши рамнотежата т.е. векторскиот збир на струите веќе нема да е нула. Поради тоа во секундарната намотка ќе се индуцира напон кој ќе ги исклучи сите контакти на прекинувачот.

Во електричните инсталации каде се користи овој прекинувач сите метални делови кои нормално не се под напон мора да бидат поврзани со заштитниот спроводник кој не минува низ заштитниот струен прекинувач. Неутралниот спроводник по заштитниот струен прекинувач не смее да биде заземјен или во допир со заштитниот спроводник. На предната страна заштитниот струен прекинувач мора да има вградено контролно копче за испитување на исправноста на прекинувачот. Најмалку еднаш годишно треба да се притисне контролното копче и да се провери исправноста на прекинувачот.

За да биде ефикасна заштитата, металното куќиште на електричниот апарат треба да биде заземјено преку заземјувач чијшто отпор на заземјување треба да е помал од:

$$R_z \leq \frac{50}{I_{\Delta N}} \quad (4.2)$$

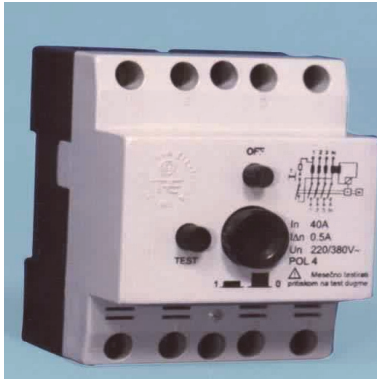
каде R_z -отпор на заземјувачот на штитениот објект;
 $I_{\Delta N}$ -струја на грешка при која заштитниот струен прекинувач реагира;
 50 -највисок дозволен напон на допир.



Сл.4.5 Шема на заштитен уред за диференцијална струја
 а) Конструкција
 б) Принцип на работа
 Струјата I_1 се разликува од I_2 за струјата на грешка I_d

Се изработуваат како четириполни за монтажа во трифазни системи и двополни за монофазни системи.

Така на пример за заштитниот струен прекинувач со струја на реагирање $I_{\Delta N} = 0,5\text{A}$ отпорот на заземјувачот треба да биде помал од 100Ω што многу лесно се постигнува во пракса. Времето на реагирање е речиси моментално $t = 0,04\text{ s}$ што е во дозволените граници.



Сл. 4.6 Четириполен заштитен струен прекинувач

Во долната табела се дадени техничките податоци за двополни EFI-2 и четириполни EFI-4 прекинувачи производ на ЕТИ-Словенија кои кај нас се најупотребувани.

Табел 4.1 Карактеристики на заштитни струјни прекинувачи

Заштитен струен прекинувач EFI-2		Заштитен струен прекинувач EFI-4	
Номинален напон	230 V	Номинален напон	230/400V
Номинална струја	16A 25A	Номинална струја	25A 40A
I_N	40A 63A 80A	I_N	63A 80A
Номинална струја на грешка	0,003A 0,1A	Номинална струја на грешка	0,003A 0,1A
$I_{\Delta N}$	0,3A 0,5A	$I_{\Delta N}$	0,3A 0,5A
Предосигурувач* за заштита од куса врска	80A gL-gG	Предосигурувач за заштита од куса врска	80A gL-gG
Степен на заштита	IP 40	Степен на заштита	IP 40
Пресек на приклучниот вод	1-25 mm ²	Пресек на приклучниот вод	1-25 mm ²

*Напомена: Задолжително пред FID склопката се поставуваат на фазните спроводници осигурувачи за заштита од куса врска, бидејќи струјата на куса врска ќе минува низ склопката и таа нема да реагира.

РЕЗИМЕ

Заштитата од струен удар се дели на два дела: заштита од случаен (директен) допир на деловите под напон, заштита од индиректен допир и истовремена заштита од директен и индиректен напон на допир.

Заштита од напон на допир се изведува со: заштитно изолирање на деловите под напон, заштита со преграда и куќиште, заштита со препреки, заштитно поставување надвор од дофатот на раката и заштита со автоматско исклучување со уреди кои дејствуваат на диференцијална струја.

Заштитното изолирање треба да спречи секој допир на човекот со делови кои се од напон. Изолирањето се состои од поставување на дополнителен слој на изолација со кој се изолираат деловите под напон меѓусебно и во однос на земја.

Заштита со преграда и куќиште се состои од затворање или преградување на електричната опрема со што се спречува директен допир на деловите под напон од страна на ракувачот.

Заштитата со препреки треба да спречи случаен физички допир со деловите кои се под напон (на пример за време на работа на опрема која е под напон), но не и намерен пристап до деловите под напон (со заобиколување на препреката).

Заштита со поставување надвор од дофатот на раката, се изведува со поставување на сите делови кои се под напон надвор од дофатот на раката.

Заштита со автоматско исклучување со уреди кои дејствуваат на диференцијална струја не е комплетна мерка на заштита и не смее да се применува самостојно. Се состои од примена на заштитен уред кој реагира на појава на диференцијална струја (ЗУДС) помала од 30 mA. Најупотребуван заштитен уред на диференцијална струја (ЗУДС) е заштитниот струен прекинувач (се сретнува и под името FID склопка).

ПРАШАЊА

- 4.8 Како се изведува заштита од струен удар?
- 4.9 Како се изведува заштита од директен допир на деловите под напон?
- 4.10 Со кои материјали се изведува заштитното изолирање?
- 4.11 Која е целта на заштитното поставување надвор од дофатот на раката?
- 4.12 Како се изведува заштитното изолирање?
- 4.13 Објасни го принципот на работа на уредот за диференцијална струја?

4.4.2. Заштита од индиректен напон на допир

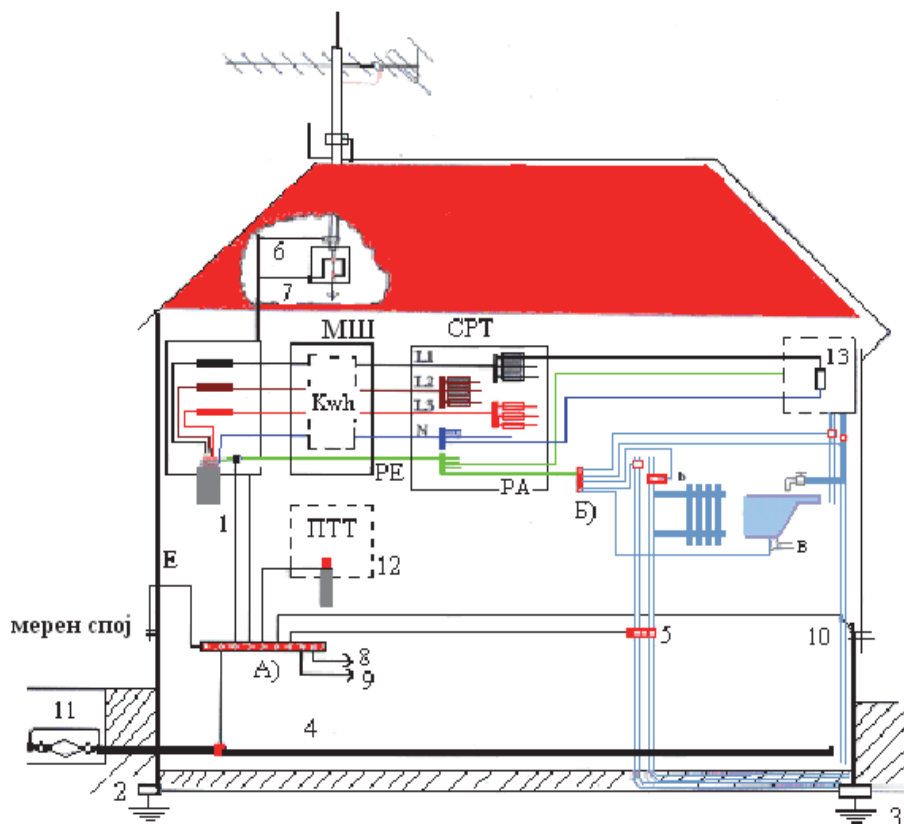
Според важечката техничка регулатива, заштитата од индиректен допир на деловите под напон е дадена во стандардот МКС.Н.Б2.741 според кој ефикасна заштита се постигнува со:

- заштита со автоматско исклучување на напојувањето;
- заштитно изолирање (уреди со класа II);
- заштита со поставување во изолирани простории;
- заштита со локално израмнување на потенцијалите без поврзување со земја;
- заштита со електрично одделување.

Покрај тоа, стандардот МКС.Н.Б2.741 предвидува во секој објект да се изведе **главно изедначување на потенцијалите**. За постигнување на таа цел потребно е со шина (собирница) за изедначување на потенцијалите да се поврзат: заземјувачот, главниот заштитен спроводник, громобранската инсталација и металните делови на објектот (водоводни цевки, гасоводни цевки, цевките на централно греење, челичните конструкции и сите метални делови што однадвор влегуваат во објектот). Спроводниците со кои се поврзуваат наведените елементи со шината за изедначување на потенцијалите се нарекуваат главни спроводници за изедначување на потенцијалите.

Задачата на главното изедначување на потенцијалите е да ја спречи појавата на различни потенцијали помеѓу одделни спроводни делови во објектот. На тој начин, при појава на грешка во електричната инсталација се намалува можноста човек со своето тело да премости два спроводни дела со различен потенцијал. Оваа мерка е значајна, бидејќи се однесува и на објекти кои се користат од луѓе кои не се електричари и кои не се обучени да се однесуваат претпазливо.

Главното изедначување на потенцијалите е мерка која треба да се изведе независно од начинот на кој се изведува заштитата од индиректен допир.



Сл.4.7 Шематски приказ на главното изедначување на потенцијалите

А) Главно изедначување на потенцијалите, Е) земјовод
 1-заштитен спроводник за spoj со заштитната собирница во КПШ, 2-темелен заземјувач, 3-громобрански заземјувач, 4-главна водоводна цевка, 5-централно греење, 6-антенски столб, 7-оклоп на коаксијалниот кабел, 8-метална конструкција на објектот, 9-клима уред, 10-одвод на громобранот, 11-премостување на водомерот, 12-телефонски разводен шкаф, 13-електричен уред.

Б) Дополнително изедначување на потенцијалот, РА-главен проводник за изедначување на потенцијалот, а-водоводна цевка, б-цевка за централно греење, в-када.

Спроводниците со кои се изведува главното изедначување на потенцијалот треба да имаат напречен пресек кој не е помал од

половината на пресекот на најголемиот заштитен спроводник во електричната инсталација, но не смее да биде помал од 6 mm^2 бакар.

Покрај главното изедначување на потенцијалот, задолжително за секој стан, во бањата поради влажната средина, се врши дополнително изедначување на потенцијалот. Потребно е сите метални делови кои не припаѓаат на електричната инсталација (метална када, цевки за вода, за парно и др.) галвански да се поврзат со собирницата за изедначување на потенцијалот во бањата.

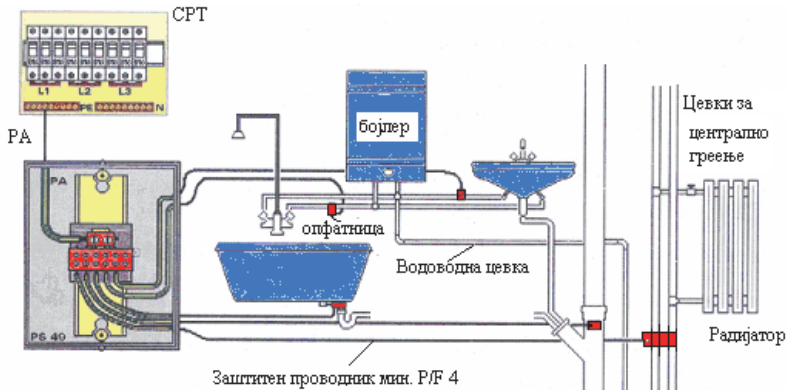
Поврзувањето се изведува со бакарни спроводници со минимален пресек од 4 mm^2 .



Сл.4.8 Кутија за изедначување на потенцијалот

На сл.4.9 е прикажан начинот на кој се изведува собирницата за дополнително изедначување на потенцијалот. Со посебен заштитен спроводник РА, собирницата се поврзува со заштитната собирница РЕ во разводната табла на станот.

Дополнителното изедначување на потенцијали, освен во бањата, се изведува и во пливачки базени, сауни, земјоделски објекти и во сите други објекти каде што имаме мокри подови.



Сл.4.9 Дополнително изедначување на потенцијалот во бања

4.4.2.1 Заштита со автоматско исклучување на напојувањето

За реализација на оваа заштита потребно е во електричното коло на штитениот уред да се вградат соодветни заштитни уреди. Принципот на оваа заштита се состои во тоа, во случај на дефект, автоматски да го исклучи напојувањето и така да спречи појава и одржување на напон на допир. Исклучувањето треба да се изврши во толку кусо време кое не дозволува одржување на напон на допир повисок од дозволениот (види таб.4.3).

Дозволени напони на допир според важечките стандарди се:

- наизменичен напон со ефективна вредност од 50V;
- еднонасочен напон до 120 V.

Во зависност од тоа каков нисконапонски систем е применет ќе зависи и изведбата на заштитата и уредите со кои таа ќе се врши.

Како уреди со кои се врши автоматско исклучување на напојувањето се користат инсталациски осигурувачи и заштитни уреди на диференцијална струја (ЗУДС).

Табела 4.2 Услови за избор на спроводници за изедначување на потенцијалот

Главно изедначување на потенцијалите		Дополнително изедначување на потенцијалите	
Нормален пресек	0,5 x S _{PE} S _{PE} -пресек на главниот заштитен спроводник во објектот	Помеѓу два метални дела од ел.опрема Помеѓу два метални дела	S _{PE} - минималниот пресек на РЕ спроводник
		Помеѓу метален дел и метален дел од ел.опрема	0,5xS _{PE} S _{PE} -минималниот пресек на РЕ спроводник
Минимален пресек	6 mm ² Cu	Со механичка заштита Без механичка заштита	2,5 mm ² Cu 4 mm ² Cu
<p>На собирницата за главното изедначување на потенцијалите се поврзуваат:</p> <ul style="list-style-type: none"> -темелниот заземјувач -громобранската инсталација -РЕ проводник на куќниот приклучен ормар - РЕ проводник на мерниот шкаф -металниот оклоп на телефонскиот кабел -сите метални делови во зградата(водоводна цевка, парно греење плински цевки,лифт, метални конструкции и др.) 		<p>На собирницата за дополнително изедначување на потенцијалите се поврзуваат:</p> <ul style="list-style-type: none"> -РА спроводникот од станската разводна табла до заштитната собирница -водоводни метални цевки во бањата - метални цевки за парно греење -метална када -водоводни метални цевки во кујна 	

Заштита со автоматско исклучување на напојувањето во TN систем

Како што видовме во поглавје 2.5.1 TN системот има директно заземјено ѕвездиште на трансформаторот, а во зависност на тоа како е изведен заштитниот и неутралниот спроводник разликуваме три видови: TN-S, TN-C-S и TN-C.

Во TN системот спојот на која било фаза со куќиштето на уредот ќе предизвика затворање на струјниот круг преку дефектниот фазен спроводник, металното куќиште на уредот, заштитниот и

неутралниот спроводник. Отпорот на тој струен круг (импеданса на контура) треба да е што е можно помал, за да протече што поголема струја на грешка. Струјата на грешка треба да биде доволно голема да предизвика реагирање на заштитниот уред и со тоа да се исклучи дефектната фаза т.е. уредот на кој настанал дефект (сл. 4.11).

Времето потребно за исклучување на уредот е дефинирано со стандард и тоа изнесува:

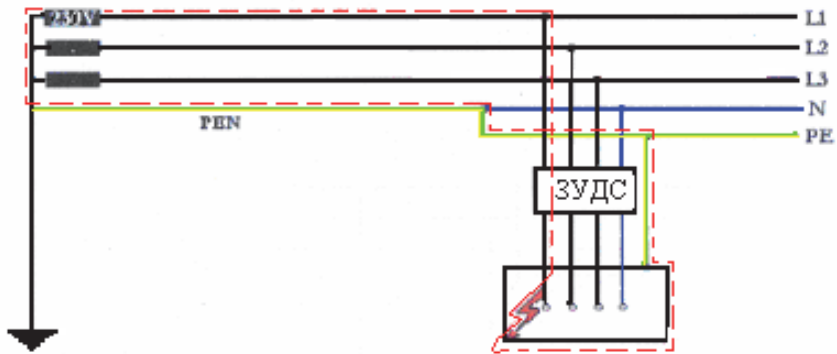
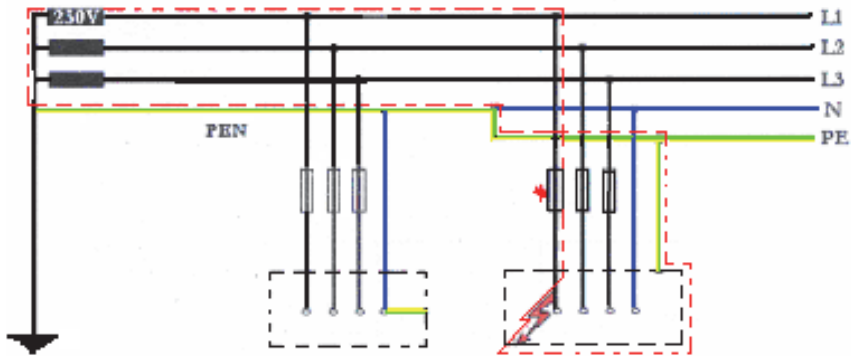
Табела 4.3 Време на исклучување на заштитниот уред

Опис	Време на исклучување во секунди
струјни кругови со приклучници до 35А (пегла, бојлер, машина за садови и сл.) и за струјни кругови за осветлување	0,4
струјни кругови во индустријата со променливо место на работа и за струјни кругови што напојуваат уреди кои во текот на работа најчесто се држат во рака	0,4
струјни кругови кои напојуваат непреносливи уреди (електромоторни погони, кукни приклучоци, напоен вод на РТ и др.) односно човекот не доаѓа во директен допир	5

Се смета дека времињата на исклучување, наведени во горната табела, се во согласност со дозволените вредности на напонот на допир и секој заштитен уред, треба да овозможи исклучување на напојувањето во дозволеното време.

Како заштита од индиректен допир во TN системот можат да се користат:

- заштитни уреди од преголема струја (осигурувачи);
- заштитни уреди за диференцијална струја.



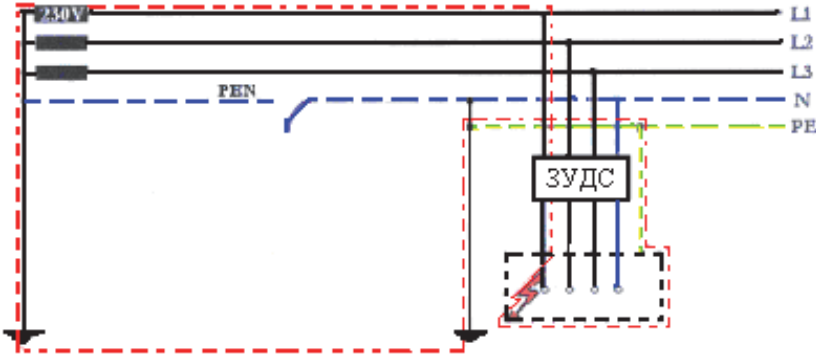
Сл.4.10 Заштита во TN систем

Условот за ефикасна заштита во TN системот е даден со следнава релација:

$$Z_k \leq \frac{U_f}{I_a} \quad (4.3)$$

Z_k -импеданса на контурата (јамката)
 U_f -фазен напон
 I_a -струја на исклучување на заштитниот уред.

За да се обезбеди ефикасна заштита, покрај директното заземјување на ѕвездиштето на трансформаторот, потребно е заштитниот PE (односно заштитно-неутралниот PEN) спроводник да биде заземјен на повеќе места во мрежата. Се препорачува пред влезот на секој објект (инсталација) тој да биде заземјен, за во случај на прекин на спроводникот помеѓу трафостаницата и објектот, заштитата сепак да биде ефикасна (сл.4.11).



Сл.4.11 Пример за прекин на PEN проводник

Заштита со автоматско исклучување на напојувањето во TT систем

Во TT системот покрај ѕвездиштето на трансформаторот, се заземјени и сите спроводни делови на електричниот уред кои не се под напон, но можат да дојдат под напон (види пог.2.5.2).

Во случај на дефект, струјното коло се затвора преку заштитното заземјување кај потрошувачот, земјата, заземјувањето на неутралната точка на трансформаторот (погонското заземјување), трансформаторот и фазниот спроводник. Бидејќи струјата на грешка поминува низ заземјувачот (на објектот и на трансформаторот) и фазниот спроводник, произлегува дека таа ќе зависи само од отпорот за заземјувачот.

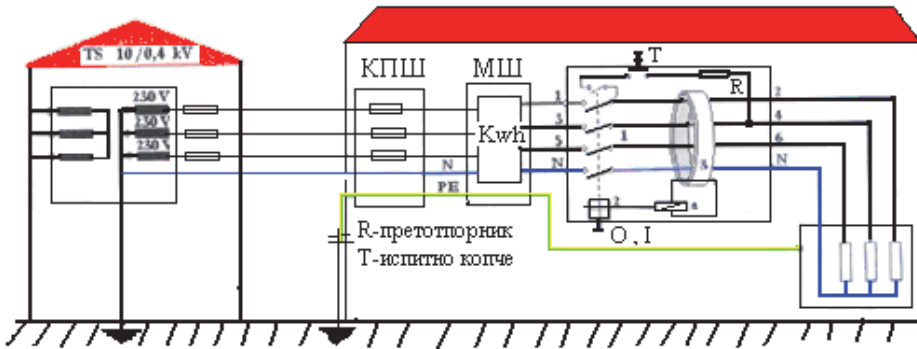
Поради тоа ефикасноста на заштитата во TT систем ќе зависи од отпорот на заземјувачот, бидејќи фазниот спроводник има многу мал отпор. Колку тој е помал (отпорот на заземјувачот), струјата на грешка ќе биде поголема, а заштитата ќе биде по ефикасна. Заштитата треба да спречи напонот на допир помеѓу

металните делови на електричниот уред (кукиштето) и земјата да не биде поголем од 50V, односно да биде задоволена релацијата:

$$Ra \leq \frac{50}{I_a} \quad (4.4)$$

R_a -збир од отпорот на заземјување и отпорот на заштитниот проводник;

I_a - струја на исклучување на заштитниот уред. Кај заштитниот уред за диференцијална струја тоа е вредноста на номиналната диференцијална струја $I_{\Delta N}$ на заштитниот уред.

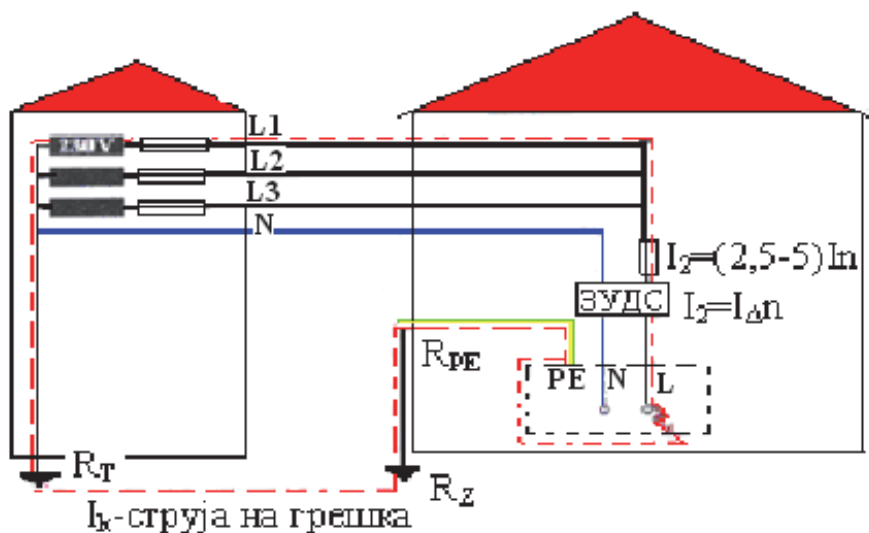


Сл.4.12 Заштита во TT систем со уред за диференцијална струја

Заштитата во TT системот се врши со:

- заштитни уреди за диференцијална струја;
- заштитни уреди од преголема струја (осигурувачи).

Иако стандардот дозволува заштита од индиректен допир во TT системот да се врши и со осигурувачи, во пракса тоа може да се прифати само во оние услови кога може да се обезбеди доволно мал отпор на заземјувачот.



Сл.4.13 Заштита во ТТ систем

Услов за исклучување: $Z_K \leq \frac{U_0}{I_a}$ или $Z_0 \cdot I_a \leq U_0$ или

$$R_a \cdot I_a \leq 50V \quad R_a = R_z + R_{PE}$$

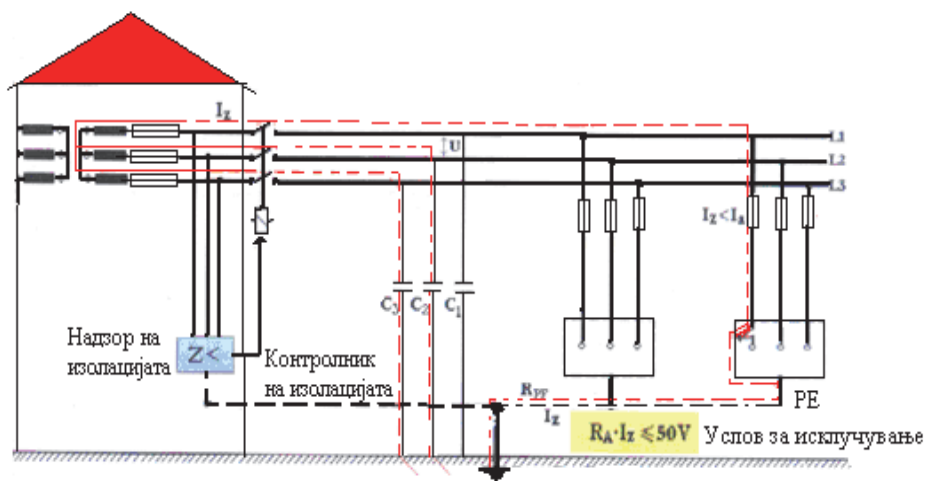
Ќе се исклучи само ЗУДС (за време помало од 0,4s) бидејќи струјата на грешка е мала и осигурувачот споро ќе реагира.

Заштита со автоматско исклучување на напојувањето во IT систем

Струјата на грешка во овој систем е мала и не предизвикува исклучување на напојувањето, но мора да постои уред за надгледување на исправноста на изолацијата т.е. контролник на изолацијата.

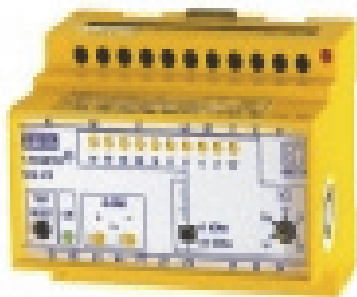
За заштитата во IT системот се користат:

- контролник на изолацијата;
- заштитни уреди за диференцијална струја;
- заштитни уреди од преголема струја (осигурувачи).



Сл.4.14 Заштита во IT систем

Бидејќи фазните спроводници се изолирани во однос на земја, во случај на пробој на една фаза не постои опасност по човекот кој го допира металното куќиште. Таквата состојба треба само да биде сигнализирана (звучен или визуелен сигнал) од страна на контролникот на изолацијата. Делот од мрежата т.е. уредот кој е во дефект може да се пронајде и контролирано да се исклучи, со што нема да се наштети на производствениот процес. Но ова мора да се изведе што е можно побрзо. Доколку првиот дефект не е отстранет, а се појави втор дефект, задолжително се прекинува напојувањето.

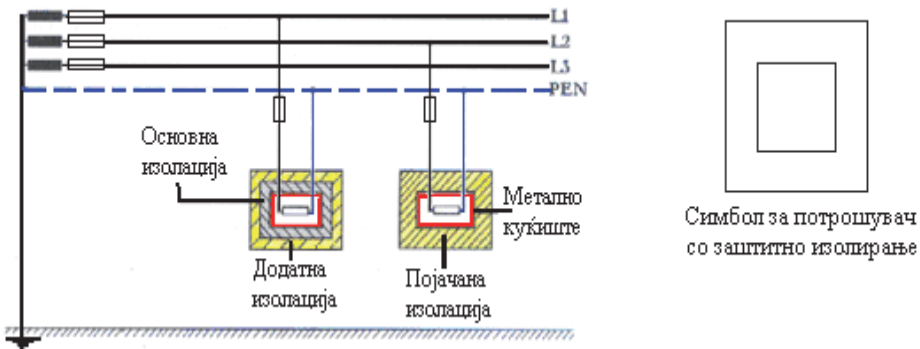


Сл. 4.15 Контролник на изолација

Иако со ИТ систем се обезбедува поголема непрекинатост во напојувањето со електрична енергија, сепак овој систем се користи само во специјални ситуации како на пример рудници, театри и сл. Причината за ограничената примена е потребата тој систем постојано да биде под надзор на квалификуван персонал.

4.4.2.2 Заштитно изолирање

Видовме дека како заштита од директен допир на активните делови кои се под напон, може да се користи заштитното изолирање (на кабли, спроводници, собирници и сл.). Оваа заштитна мерка може да се користи и како заштита од индиректен напон на допир кој може да се појави на металното куќиште на апаратот. Заштитното изолирање за кое овде се зборува се однесува на изолирање на куќиштата и на другите делови од опремата кои во нормални работни услови не се под напон, но кои можат да се најдат под напон во случај на грешка.



Сл. 4.16 Заштитно изолирање

Заштитното изолирање на уредите се постигнува со покривање со трајна изолациска маса на сите спроводни делови кои при грешка би можеле да дојдат под напон. Тоа се најчесто: миксер, фен, правосмукалка, електрична дупчалка и други уреди. Според стандардите овие уреди се нарекуваат уреди со класа на изолација II.

Кај некои потрошувачи, како на пример миксер, фен и др. заштитното изолирање се изведува со вметнување на изолациски

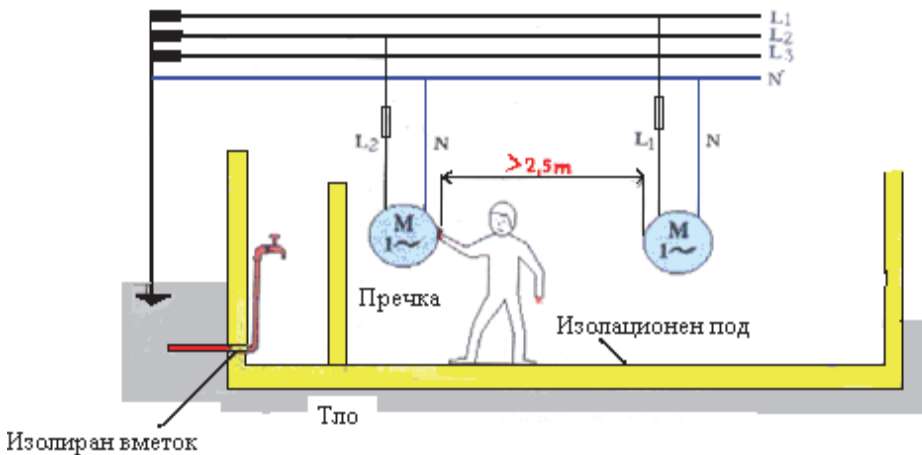
вметоци (меѓуизолација) помеѓу металните делови и делови кои можат да дојдат под напон.

Предност на овие потрошувачи е тоа што и обичен корисник (лаик) може да ги открие механичките оштетувања на изолацијата и при тоа тој уред да не го користи.

Овие потрошувачи не треба да имаат посебна стегалка за приклучување на заштитниот проводник, но сепак можат да се приклучат во приклучница со заштитен контакт, со примена на соодветен вовлекувач без заштитен контакт.

4.4.2.3 Заштита со поставување во изолирани простории

Со оваа заштитна мерка се спречува човек истовремено да допре проводни делови на различен потенцијал. Тоа се постигнува со користење на простории со изолирани сидови и изолиран под.



Сл.4.17 Заштита со заштитно поставување во изолирани простории

Со изолирањето на подот и сидот се спречува струјниот круг да се затвори преку човекот и земјата во случај на допир на метален дел под напон. Истовремено мора да се преземат мерки, останатите метални делови да не го пренесат потенцијалот надвор од просторијата (на пример водоводна цевка) При тоа, на секое место електричниот отпор на изолациските сидови и подот мора да биде најмалку:

- 50 кΩ ако номиналниот напон не е поголем од 500V;
- 100 кΩ ако номиналниот напон е поголем од 500V.

За да биде ефикасна оваа заштита потребно е да се спречи човек да дојде во истовремен допир со:

- два спроводни дела од електричните уреди;
- со спроводен дел од електричен уред и друг проводен дел.

За да бидат исполнети овие барања растојанието помеѓу два елементи треба да биде 2,5 m, односно 1,25 m. Ако ова не е возможно, потребно е да се постават изолациски прегради. Во изолирните простории не смее да се водат заштитни спроводници.

4.4.2.4 Заштита со локално израмнување на потенцијалите без поврзување со земја

Локалното израмнување на потенцијалите без поврзување со земја се користи како мерка со која се спречува да настане опасен напон на допир во една просторија. За изведување на оваа мерка мораат меѓусебно да се поврзат сите спроводни делови што човек може едновременно да ги допре. Така изведеното поврзување не смее да има врска со земјата ниту директна, ниту индиректна. Ако овој услов не може да биде исполнет, треба да се примени заштита со автоматско исклучување на напојувањето.

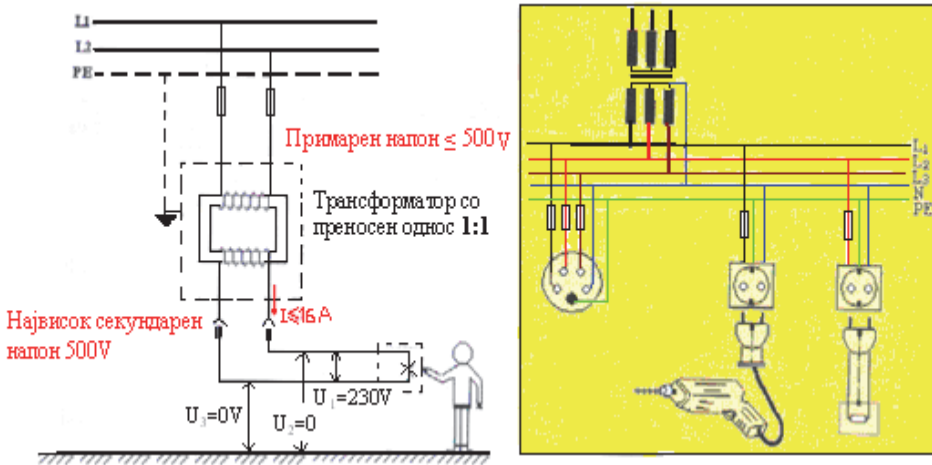
При примената на оваа мерка особено треба да се внимава да се оневозможи едновремен допир на спроводните делови од просторијата во која е изведено локално израмнување на потенцијалите и спроводните делови надвор од таа просторија.

4.4.2.5 Заштита со електрично одделување

Принципот на дејствување на оваа заштита е потполно ист со IT системот. Оваа заштита се изведува со вградување на специјален заштитен трансформатор со преносен однос 1:1. Трансформаторот се изведува слично како и трансформаторот за мали напони, со одвоени примарна и секундарна намотка. Извор на напојување на потрошувачите е секундарната страна (максимален напон на секундарот е 500V) и ниту една точка на секундарната страна не смее да биде заземјена.

Оваа мерка на заштита се применува кога имаме посебни услови на работа со зголемен ризик, особено во котларници, бродови, на метални конструкции и слични простории. Заштитниот

трансформатор треба да се постави надвор од опасната просторија, а металните куќишта треба меѓусебно да се поврзат со изолиран незаземјен спроводник. Во случај на дефект, при спој на една фаза со металното куќиште на потрошувачот, не може да се затвори струјниот круг, па според тоа не постои никаква опасност за човекот ако дојде во допир со куќиштето. Дури откако ќе пробие и втората фаза доаѓа до појава на големи струи при што заштитниот уред треба автоматски да го исклучи напојувањето за време од 0,2 s.



Сл. 4.18 Заштита со електрично одделување

Кога преку трансформатор за електрично одвојување се напојува само еден потрошувач, со техничките прописи е одредено:

- највисок напон на примарот е 500 V;
- на трансформаторот се приклучува еден потрошувач со номинална струја од 16A;
- приклучната направа на секундарот е без заштитен контакт.

Трансформаторот за електрично одвојување може да напојува и повеќе потрошувачи ако се исполнети следниве услови:

- куќиштата на потрошувачите мора да се поврзат меѓусебно со изолиран спроводник за изедначување на потенцијалот. Тие спроводници не смеат да бидат

поврзани со заштитните спроводници, како ни со куќиштата на други потрошувачи;

- сите приклучници мора да имаат заштитен контакт кој ќе биде споен со водот за изедначување на потенцијалот;
- сите флексибилни спроводници мора да имаат заштитен спроводник (освен ако не се од класа II) кој служи за изедначување на потенцијалот;
- се препорачува производот помеѓу номиналниот напон на струјниот круг во волти и должината на струјниот круг во метри да не биде поголем од 100 000 Vm (под услов должината на струјниот круг да не е поголема од 500 m).

4.4.3 Истовремена заштита од директен и индиректен напон на допир

Оваа заштитна мерка истовремено обезбедува заштита од директен и индиректен напон на допир. Се изведува со употреба на сигурносен мал напон.

4.4.3.1 Заштита со употреба на сигурносен мал напон

Оваа заштитна мерка се применува на сите места каде што постои голема опасност од струен удар поради влажни (мокри) стојалишта: котлари, бродоградилишта, кланици, резервоари и др. Во овие простории како заштита од директен и индиректен напон на допир се употребува мал напон, односно сигурносен мал напон (се користи ознака SELV според IEC стандардот “Safety extra low voltage”)

Како извори на сигурносен мал напон може да се користат:

- сигурносни трансформатори со галвански одвоени намотки;
- електрохемиски извори (батерии или акумулатори);
- дизел генератори;
- електронски уреди кај кои се преземени мерки кои во случај и на внатрешен дефект, напонот на излезните клеми не ја надмине вредноста од 50 V.

Најчесто во пракса како извори на мал напон се користат сигурносни трансформатори со галвански одвоени и добро

изолирани намотки. Секундарен напон до 42 V се користи за напојување на рачен алат и светилки со кои се работи во суви простории, а напон од 24 V е предвиден за истата намена на места каде подот и околината се добро спроводни, а допирната површина на човекот со металните површини е голема. Напон од 24 V се употребува исто така за осветлување во штали за добиток како и детски играчки со електричен погон. Овие трансформатори можат да бидат преносни и непреносни.

Во многу случаи имаме мали работни напони, но не се исполнети условите за сигурност на изворот. Ако изворот на мал напон (трансформаторот) не е сигурен т.е. трансформаторот нема одвоени намотки (автотрансформатор) или ако целокупната опрема од струјниот круг на малиот напон не е одвоена од останатите струјни кола, мора да користат дополнителни мерки предвидени со стандардите.

РЕЗИМЕ

Заштитата од индиректен допир на деловите под напон се изведува со: заштита со автоматско исклучување на напојувањето, заштитно изолирање, заштита со поставување во изолирани простории, заштита со локално израмнување на потенцијалите без поврзување со земја и заштита со електрично одделување.

Независно од начинот на кој се изведува заштитата од индиректен допир во секој објект треба да се изведе главно изедначување на потенцијалите. Задачата на главното изедначување на потенцијалите е да ја спречи појавата на различни потенцијали помеѓу одделни спроводни делови во објектот. Покрај главното изедначување на потенцијалот, задолжително за секој стан, во бањата поради влажната средина, се врши дополнително изедначување на потенцијалот.

Истовремена заштита од директен и индиректен напон на допир се изведува со употреба на сигурносен мал напон. Оваа заштитна мерка се применува на сите места каде што постои голема опасност од струен удар поради влажни (мокри) стојалишта: котларници, бродоградилишта, кланици, резервоари и др. Како извори на мал напон во пракса најчесто се користат сигурносни трансформатори со галвански одвоени и добро изолирани намотки.

ПРАШАЊА

- 4.14 Кои се начините за заштита од индиректен допир?
- 4.15 Која е целта на главното изедначување на потенцијалите?
- 4.16 Каде се применува дополнителното изедначување на потенцијалите?
- 4.17 Кои уреди се користат за заштита во ТТ системот?
- 4.18 Што е контролник на изолација?
- 4.19 Кај кои уреди се користи заштитата со заштитно изолирање?
- 4.20 Објасни ја заштитата со електрично одделување?
- 4.21 Каде се применува сигурносен мал напон?
- 4.22 Кои извори на мал напон се користат?

4.5. Заземјување

Добро изведено заземјување е најважен фактор за квалитетна заштита од струен удар. Заземјувањето е електрична врска помеѓу земјата и во земјата закопаните метални делови кои ја обезбедуваат таа врска. Според стандардот МКС.Н.Б0.030, постојат три вида заземјување:

Погонско или работно заземјување е заземјувањето на металните делови коишто припаѓаат на струјниот круг, со што се обезбедува посакуваната функција или работна карактеристика на тој круг. Пример за погонско заземјување е заземјувањето на свездиштето на трансформаторот.

Заштитно заземјување е заземјувањето на изложените метални делови од електричните уреди коишто не припаѓаат на струјното коло, но при краток спој може на нив да се појави опасен напон на допир.

Громобранско заземјување е дел од громобранската инсталација и служи за одведување на струите на атмосферските празнења во земја.

Сите три вида заземјувања можат меѓусебно да се поврзат со FeZn лента во земјата, ако поединечно ги исполнуваат поставените технички прописи. На тој начин добиваме групен заземјувач.

Заземјувањето се состои од три дела: заземјувач, геолошката подлога (земјата) каде што е вкопан заземјувачот и земјоводните водови (поцинкуваните ленти) кои ги поврзуваат мерните споеви со заземјувачот.

4.6. Заземјувачи

Заземјувачи се метални делови кои се вкопани во земјата и овозможуваат траен спој со земјата.

Разгледувајќи го издвоено од останатите делови, заземјувачот е по обликот, улогата и елементите од кои се изработува ист за сите три вида на заземјување.

Најчесто се употребуваат лентаста, цевчеста, плочеста, темелни и додатни заземјувачи.

Лентастите заземјувачи се изработуваат од поцинкувана челична лента со дебелина од најмалку 3 mm и најмал пресек од 100mm². Се употребуваат ленти FeZn 25x4, FeZn 30x3,5, FeZn 30x4 или тркалезна жица FeZn Ø10 mm. Лентата се поставува во земја на длабочина од 0,5-1m и најмалку 2 m од темелите на објектот. Исклучиво во агресивно корозивни средини може да се користи бакарна лента со дебелина од 2 mm и пресек 50 mm².

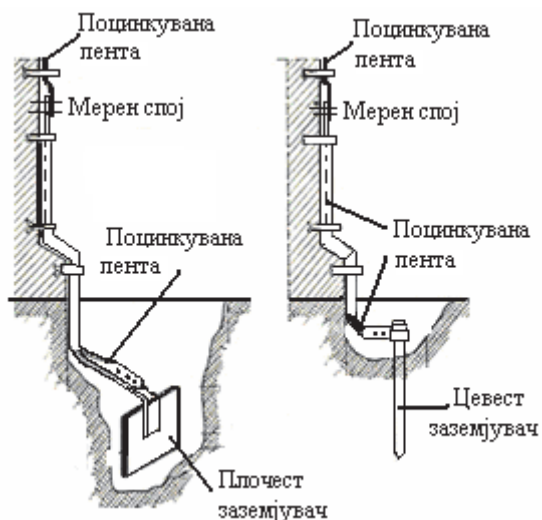
Цевчестите заземјувачи се изработуваат од поцинкувани челични цевки (со Ø25 mm и дебелина на ѕидот најмалку 2 mm) и различни поцинкувани челични T, L, U профили (со најмала дебелина од 3 mm и пресек од 100 mm²). Се вкопуваат вертикално во земја, така што нивниот горен крај да биде под површината на земјата најмалку 0,8 m. Според важечките стандарди барем 2/3 од должината на цевката треба да биде во контакт со влажна земја т.е. подземна вода. Ако ова не е можно, тогаш подобро е наместо една цевка да се вкопаат три цевки поставени во темињата на рамностран триаголник, со страни барем двапати поголеми од должините на цевките.

Плочестиот заземјувач се изработува од поцинкуван челик со минимална површина 0,5 m² (0,5x1m или 1x1m) и дебелина од 3 mm. Се вкопуваат вертикално во земја, така што нивниот горен крај да биде под површината на земјата најмалку 1m. Денес овој вид заземјувачи речиси и да не се употребува поради обемните градежни работи.

Темелниот заземјувач е најраспространет и најупотребуван вид заземјувач.

Според техничките прописи и стандарди за проектирање и изведба на електрични инсталации, секој објект треба да има темелен заземјувач и мерки за изедначување на потенцијалот. Темелниот заземјувач е посебен облик на заземјувач кој се изработува од поцинкувана челична лента или тркалезна жица

поставени во темелите на објектот. Може да се користи поцинкувана челична лента со пресек најмалку 100 mm^2 и дебелина 3 mm , или тркалезна поцинкувана жица со пресек 10 mm^2 . Бетонот има својство да ја чува влагата, па вредноста на отпорот на заземјување е речиси константна во текот на целата година. Исто така, бетонот штити од корозија и овој тип заземјувач има неограничен век. Темелниот заземјувач треба да има директен контакт преку бетонот со земјата, па затоа надворешните сидови на темелот не треба да се хидроизолираат.

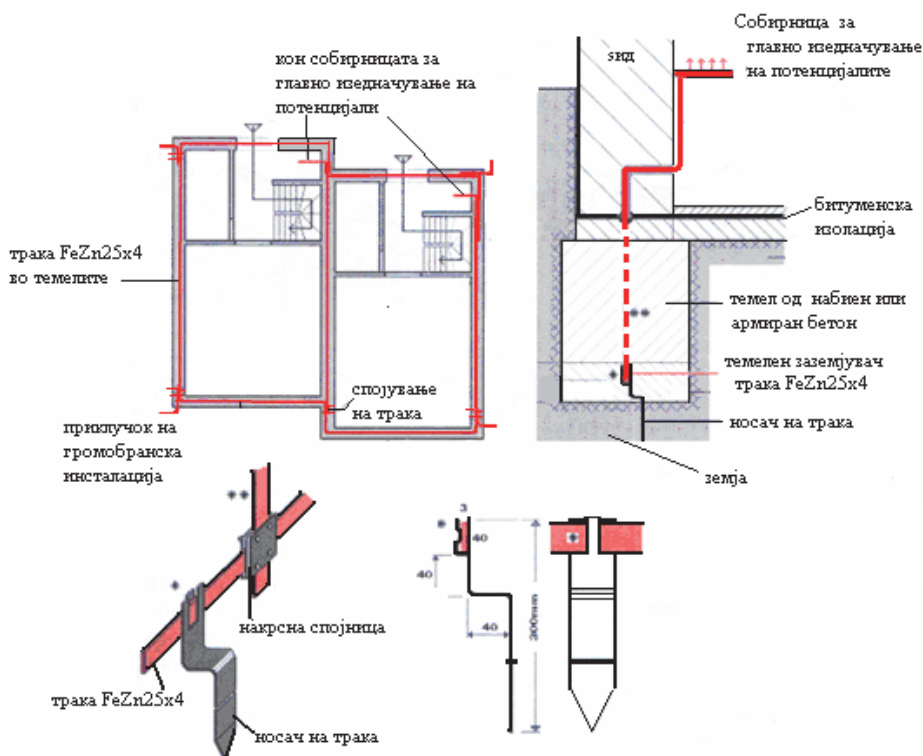


Сл.4.19 Шематски приказ на плочест и цевчест заземјувач

Поставувањето на темелниот заземјувач се врши истовремено со градежните работи, пред полнење на темелите со бетон. Кај малите објекти може да се изработи без продолжување од едно парче лента, додека кај поголемите е потребно продолжување на лентата. Продолжувањето на лентата се врши со заварување или со споен елемент за продолжување и вкрстување (сл.4.24).

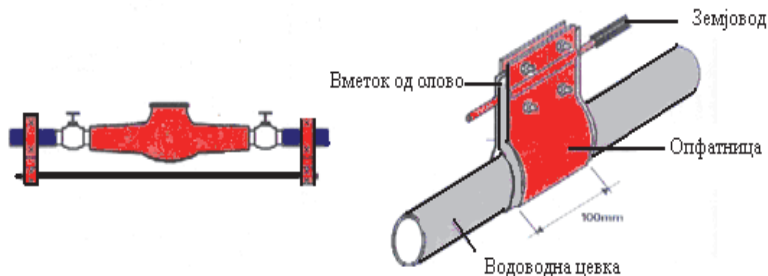
Кај објектите кај кои во темелите се поставува армирано-бетонска конструкција, истата може да се искористи како темелен заземјувач. На неа е потребно да се заварат водови (ленти) со кои заземјувачот ќе се поврзе со мерниот спој.

Додатни заземјувачи се метални водоводни цевки или други метални предмети кои се поставени во земја и се наоѓаат во непосредна близина на основниот заземјувач. Металните цевки за пренос на гас или други запаливи течности и цевките за централно греење не смеат да се употребат како единствен и главен заземјувач од сигурносни причини.



Сл.4.20 Изведба и елементи на темелен заземјувач

Металните водоводни цевки можат да се употребат како главен заземјувач, само ако има согласност од комуналното претпријатие и сите споеви се добро изведени. Приклучното место треба да биде пред водомерот, а ако тоа не е можно водомерот треба да се премости како на сл. 4.21.



Сл. 4.21 Начин на премостување на водомер

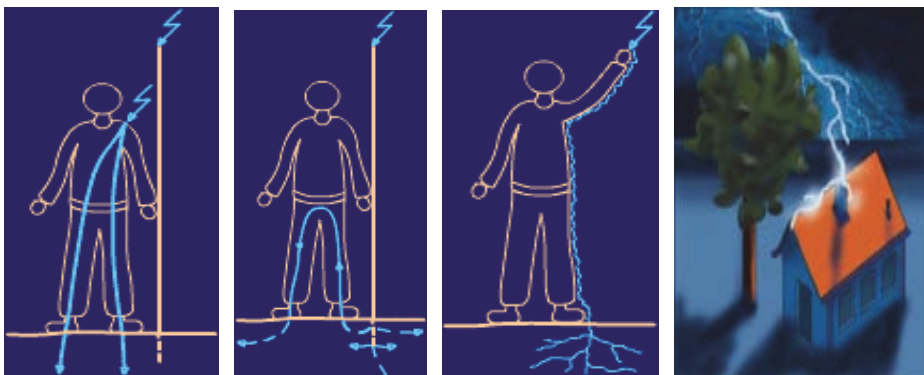
4.7. Громобранска инсталација

Поради сончевата топлина, водата од земјината површина непрекинато испарува. Честичките на водена пареа се полесни од воздухот и се движат нагоре. На својот пат се среќаваат со разни други честички кои поради дејство на електромагнетното зрачење од вселената се наелектризираат позитивно или негативно. Па поради тоа и честичките од водена пареа се наелектризираат. На височина од 500-800 m водената пареа кондензира и доаѓа до формирање на облаци, кои поради наелектризираните честички може да бидат позитивно или негативно наелектризираани.

Се смета дека Земјата е негативно наелектризирана, па поради тоа доаѓа до раздвојување на полнежите, позитивните на долниот слој од облакот, а негативните во горниот слој на облакот. Во моментот кога интензитетот на електричното поле помеѓу Земјата и облакот или помеѓу два спротивно наелектризираани облаци, ќе ја достигне критичната вредност (100-500 kV/m), настанува јонизација. Се јонизира само еден тесен канал кој станува спроводен и низ него со брзина од околу 540 km/h тргнува целата лавина од електрони кон Земјата. Целиот овој процес е многу краток и трае само стоти дел од секундата и се нарекува атмосферско празнење. При тоа, гром се нарекува звучниот, а молња светлосниот ефект на ова празнење.

Разорната моќ на атмосферските празнења е голема, така што може да предизвика пожар во објектот, па дури и разурнување на објектот. За да се заштити објектот, луѓето и материјалните средства се изработува громобранска инсталација.

Громобранската инсталација не може да го спречи атмосферското празнење во штитениот објект, но треба да го заштити објектот од штетните последици. Објекти на кои задолжително треба да се постави громобранска инсталација се наведени во стандардот, а позначајни се: училишта, болници, касарни, аеродроми, репетитори, жичарници, резервоари на гориво и други запаливи материјали, поголеми јавни установи, висококатници, силоси, трафостаници, далекуводи, електрични центри и сите други објекти кои со својата висина отскокнуваат од околината.



Сл.4.22 Можности за опасност по човекот ако се наоѓа во близина на ударот на гром

4.7.1 Елементи на громобранска инсталација

Секоја громобранска инсталација се состои од три составни елементи: фаќачи, одводи и заземјување.

Фаќачите се метални прачки и водови поставени на издадените места на објектот каде може да се очекува удар на гром. Како фаќачи може да се користат и металните делови од кровот т.е. покривниот лим ако тој е со дебелина поголема од 0,5mm. Нивна улога е да ги примаат сите електрични празнења и така да го заштитат објектот.

Како прифаќачки водови најчесто се користи поцинкувана челична лента 20x3. Таа се поставува по целата должина на работ на кровот, на издадените и највисоките делови и на оцакот. Се поставуваат на носачи (потпори) (сл.4.24), така што ја надминува

висината на објектот за 10 cm, за топлината на молњата да не го оштети кровот. Прифаќачките водови ги поврзуваат пооделните фаќачи, кои треба така да бидат распоредени, ниедна точка од кровот да не смее да биде оддалечена од фаќачите повеќе од 10 m.

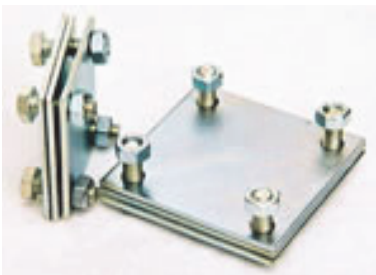
Одводите се делови од громобранската инсталација кои по најкраток пат треба да го спојат прифаќачкиот вод на кровот со заземјувачот. Разликуваме природни и вештачки одводи.

Како природни одводи може да се користат: хоризонталните и вертикалните олуци, метални столбови, армирано бетонско железо и др.

Таму каде што не постојат, или не се во доволен број, покрај природните одводи се поставуваат вештачки одводи. Се изработуваат од поцинкувана челична лента со димензии 20x3 mm или 25x4 mm, која се поставува на фасадата на објектот на специјални држачи. Може да се постави и под малтер, но во тој случај не смее да се продолжува, односно одводот мора да биде изработен од едно парче. Треба да се постават што подалеку од прозорци, врати и други метални делови кои не се во склоп на громобранската инсталација.

Растојанието помеѓу носачите не треба да биде поголемо од 2 m, а растојанието помеѓу два вертикални одводи во никој случај не треба да биде поголемо од 20 m (околу 15-20 m во зависност од обликот на објектот).

На секој вертикален одвод на висина од околу 1,8 m се изведува мерен спој. Неговата улога е да овозможи одвојување на заземјувањето од инсталацијата.



Сл. 4.23 Накрсна спојница



Сл.4.24 Носач (потпора) за лента за поставување на сид

Имено, кога се мери отпорот на заземјувањето, потребно е да се одвојат (откачат) сите делови од заземјувачот. Се изведува со преклоп на лентата од околу 10 cm, при што лентата се спојува со накрсна спојница (сл.4.23) со 4 завртки M8. Пожелно е помеѓу двете ленти да се стави парче оловен лим со дебелина од 2 mm. Ако како одвод се користи вертикален олуќ, тогаш преодната спојница од олуќот на поцинкуваната лента ќе се користи како мерен спој.

Водовите со кој се поврзуваат мерните споеви со заземјувачот обично се изработуваат од истиот материјал и со исти димензии како и одводите. Кога водот е поставен над малтер, поцинкуваната лента од мерниот спој, па сè, до влезот во земјата треба да се заштити од механички оштетувања. За таа цел се користат L или U профили. Не се препорачува употреба на кружна цевка, која може да се загрее поради виорните струи, што ќе се појават при протекување на струјата на молња низ одводот. Сепак, ако се поставуваат кружни цевки, потребно е тие да се засечат по целата должина за да се спречи затварањето на вртложните струи.

Заземјувањето е еден од најважните елементи на громобранската инсталација. Основна задача на заземјувањето е струјата на молња да ја одведе во земјата без опасност за штитениот објект.

За заземјувачот важи сè она што го кажавме во претходната тема.

Кај громобранското заземјување може да се изведе и поединечен заземјувач, при што се прави посебно заземјување за секој одвод, кое може да се изведе како цевка или плоча (сл.4.20).

Земјата, на протекувањето на струјата на молња, се спротивставува со ударен отпор кој може да се разликува од отпорот на распростирање. Во овој случај покрај омскиот отпор на заземјувањето се јавува и индуктивен отпор, кој зависи од индуктивноста на заземјувачот и специфичниот отпор на земјата.

Во близина на заземјувачот, отпорот на заземјувачот е голем, бидејќи струјата на молња поминува низ многу мал пресек. Како се оддалечуваме од заземјувачот отпорот се намалува, па на растојание од околу 20 m добиваме вредност нула, бидејќи струјата на молња поминува низ бесконечно голем напречен пресек.

РЕЗИМЕ

Заземјувањето е електрична врска помеѓу земјата и закопаните метални делови во земја кои ја обезбедуваат таа врска. Постојат три вида заземјување: погонско, заштитно и громобранско заземјување. Заземјувањето се состои од три дела: заземјувач, геолошката подлога (земјата) каде што е вкопан заземјувачот и земјоводните водови (поцинкуваните ленти) кои ги поврзуваат мерните споеви со заземјувачот.

Заземјувачи се метални делови кои се вкопани во земјата и овозможуваат траен спој со земјата. Најупотребуван вид заземјувач е темелниот заземјувач.

Темелниот заземјувач е посебен облик заземјувач кој се изработува од поцинкувана челична лента или тркалезна жица поставени во темелите на објектот.

За заштита од атмосферските празнења се користи громобранска инсталација. Секоја громобранска инсталација се состои од три составни елементи: фаќачи, одводи и заземјување. Фаќачите се метални прачки и водови поставени на издадените места на објектот каде што може да се очекува удар на гром. Одводите се делови од громобранската инсталација кои по најкраток пат треба да го спојат прифаќачкиот вод на кровот со заземјувачот. Основна задача на заземјувањето е струјата на молња да ја одведе во земјата без опасност за штитениот објект.

ПРАШАЊА

- 4.23. Што е заземјување?
- 4.24. Кои видови на заземјувања постојат?
- 4.25. Кои се составни делови на заземјувањето?
- 4.26. Што е заземјувач?
- 4.27. Кои се најупотребувани видови на заземјувачи?
- 4.28. Објасни го темелниот заземјувач!
- 4.29. Како настанува гром?
- 4.30. Кои се составни делови на громобранската инсталација?
- 4.31. Која е намената на одводите?
- 4.32. Објасни како се изведува мерен спој!

СВЕТЛИНА И СВЕТЛОСНИ ГОЛЕМИНИ

- 5.1. Природа на светлината
- 5.2. Влијание на светлината врз човекот
- 5.3. Температура на боја
- 5.4. Индекс на репродукција на боја
- 5.5. Основни светлосни (фотометриски) големини
 - 5.5.1. Количина на светлина
 - 5.5.2. Светлосен флукс
 - 5.5.3. Точкест светлински извор
 - 5.5.4. Светлинска јачина
 - 5.5.5. Осветленост
- 5.6. Светлосни единици
- 5.7. Оптички својства на телата
- 5.8. Одбивање на светлината
- 5.9. Пропуштање на светлината
- 5.10. Впивање на светлината

ПОГЛАВЈЕ 5

5. СВЕТЛИНА И СВЕТЛОСНИ ГОЛЕМИНИ

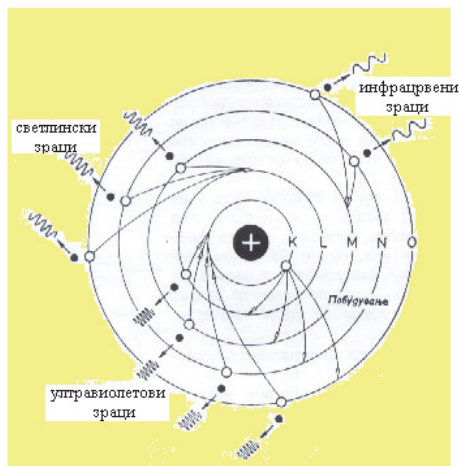
5.1. Природа на светлината

Светлината е електромагнетно зрачење што го надрознува човечкото око и со тоа предизвикува осет за вид и доживување на боите. Од вкупната енергија што ја зрачи некој извор на светлина, само мал дел има способност со посредство на окото во човечкиот организам да предизвика чувство на светлина.

Како настануваат електромагнетните бранови на коишто е осетливо човечкото око? Од физика знаеме дека атомот е составен од позитивно наелектризирано јадро и негативно наелектризирани електрони, кои кружат околу јадрото по една од седумте кружни патеки (K, L, M, N, O, P, Q) кои ги нарекуваме енергетски нивоа. Ако атомот не е возбуден, поточно ако на атомот не му се доведува енергија од надвор, електроните се движат по својата стационарна патека и при тоа не емитуваат енергија во вид на електромагнетни бранови.

Што се случува доколку на атомот му се доведе енергија од надвор, на пример со загревање? Атомот може да апсорбира енергија само во кванти, со одреден износ, кои се доволни електронот да премине на повисоко енергетско ниво. Набрзо потоа, тие електрони се враќаат назад на својата првобитна патека и во таа прилика вишокот на енергија го зрачат во вид на електромагнетни бранови. Значи атомот зрачи (емитува енергија) и тоа во кванти,

само кога електронот преминува од стационарна патека на која има поголема, на стационарна патека на која има помала енергија. На тој начин создаденото електромагнетно зрачење има своја бранова должина и фреквенција.

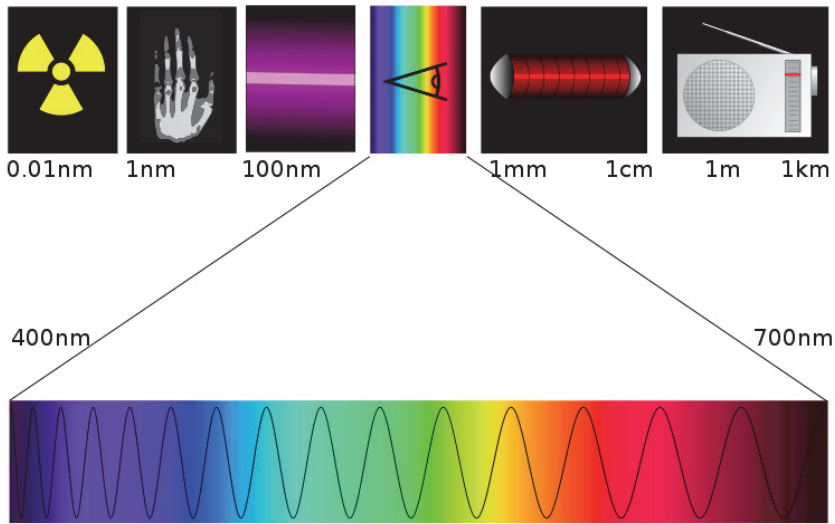


Сл.5.1. Зрачење на атомот

Установено е дека, поголем дел од зрачењата не е видлив за човекот, но и дека се видливи електромагнетните бранови од 380 до 750 nm (фреквенција од 400.000 GHz до 750.000 GHz) и се нарекуваат светлосни бранови (спектар на светлосните бранови) при што зрачењата со различни бранови должини човекот око ги забележува како светлина со различна боја.

Установено е дека изворите на светлина зрачат, покрај видливите, и други електромагнетни бранови со таква бранова должина која за човекот е невидлива (на пр. инфрацрвени и ултравиолетови бранови). Електромагнетното зрачење со бранова должина од 100 nm до 380 nm е наречено **ултравиолетово**, а електромагнетното зрачење со бранова должина од 760 nm до околу 1 mm е наречено **инфрацрвено** зрачење (Сл.5.2.). Ултравиолетовото, видливото и инфрацрвеното зрачење со заедничко име се нарекуваат **оптичко зрачење**.

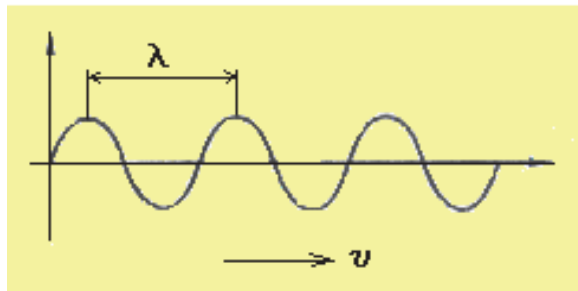
Телата што зрачат светлина се викаат светлосни извори. Од светлосниот извор светлината се шири праволиниски во сите правци во вид на бранови, слично на брановите што настануваат на површината на мирна вода кога во неа се фрли камен.



Сл. 5.2. Поделба на електромагнетното зрачење според брановата должина

Секое браново движење (сл. 5.3), па така и светлината се карактеризира со бранова должина и брзина на бранот.

Од физика знаеме дека брановата должина λ е растојанието помеѓу два соседни брега. А бројот на полните бранови во една секунда се вика фреквенција (f). Реципрочната вредност на фреквенцијата се нарекува период (T).



Сл.5.3. Приказ на браново движење

Брзината на движење на светлината се добива како производ на:

$$v = \lambda \cdot f, \text{ односно } v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

Брзината на светлината изнесува околу 300 000 000 m/s (поточно 299 792 458 m/s). Со таа брзина се движат брановите на сите зрачења, чиј опсег е многу широк и во кој светлинските зраци заземаат само еден многу мал дел.

Најважен извор на светлина, без која не би постоел ниту животот на Земјата е Сонцето чија светлина е со бела боја. Првиот научник кој со помош на стаклена призма ја разложил сончевата светлина и заклучил дека таа се состои од шест бои е Исак Њутн. Шестте главни бои од кои е составен сончевиот спектар се: виолетова, сина, зелена, жолта, портокалова и црвена. Помеѓу поедините бои нема остри граници, па овој спектар се нарекува **континуален спектар**.(Сл.5.4.)



Сл. 5.4. Континуален спектар на белата светлина

Секоја боја (дел од спектарот) од светлинскиот спектар си има своја карактеристична бранова должина и фреквенција. Но, за сите бои е заедничко тоа што, сите тие се електромагнетни бранови кои се движат со иста брзина (околу 300 000 000 m/s).

Човечкото око е орган кој реагира на различните бранови должини на електромагнетните бранови од светлосните извори и е осетливо според брановата должина на следниот начин претставен во табела 5.1.

Извори на светлина. Покрај Сонцето, постојат и вештачки извори на светлина. Во зависност од тоа како се добива светлината постојат:

- **термички:** работат на принципот на зголемување на температурата и согорување. Тоа се: светилките со вжарено влакно, свеќите, гасните ламби итн.

- **јонизирачки:** работат на принципот на електрично празнење низ параа и гасови. Тоа се живините и натриумовите светилки.
- **флуоросцентни:** ја користат особината на луминисценција. Ако некоја материја се озрачи со невидливи ултравиолетови зраци, тие се трансформираат во зраци со поголема бранова должина на која реагира човечкото око.

Табела 5.1. Бранова должина и фреквенција на основните бои на спектарот

Боја	Бранова должина	Фреквенција
црвена	~ 750–620 nm	~ 400–480 THz
портокалова	~ 620–590 nm	~ 480–510 THz
жолта	~ 590–570 nm	~ 510–525 THz
зелена	~ 570–495 nm	~ 525–610 THz
сина	~ 495–450 nm	~ 610–670 THz
виолетова	~ 450–380 nm	~ 670–750 THz

Обликот на предметите се формира врз основа на одбиените зраци, а впечатокот за бојата на предметот зависи од брановата должина на одбиените зраци. Ако предметот, осветлен со светлосни зраци, подеднакво ги одбива сите електромагнетни бранови преку 75%, тој предмет нам ќе ни изгледа со бела боја, ако одбива 50-75% ни изгледа со сива боја, а ако предметот подеднакво ги впира сите електромагнетни бранови преку 50 %, тој предмет ни изгледа со црна боја. Предметите што ги пропуштаат сите бранови должини на електромагнетните зраци ни изгледаат просирни. Ако предметот ја одбива светлината само со една бранова должина, а сите останати ги впира, тогаш тој предмет ја има бојата на одбиениот електромагнетен зрак.

5.2. Влијание на светлината врз човекот

Човекот може да ги види предметите кои го опкружуваат само ако тие се осветлени. Тоа значи дека во близина на предметите мора да постои извор на светлина. Сонцето е природен извор на светлина, а за електричното осветлување се значајни електричните вештачки извори на светлина со кои се врши осветлувањето на предметите за да ги види човечкото око.

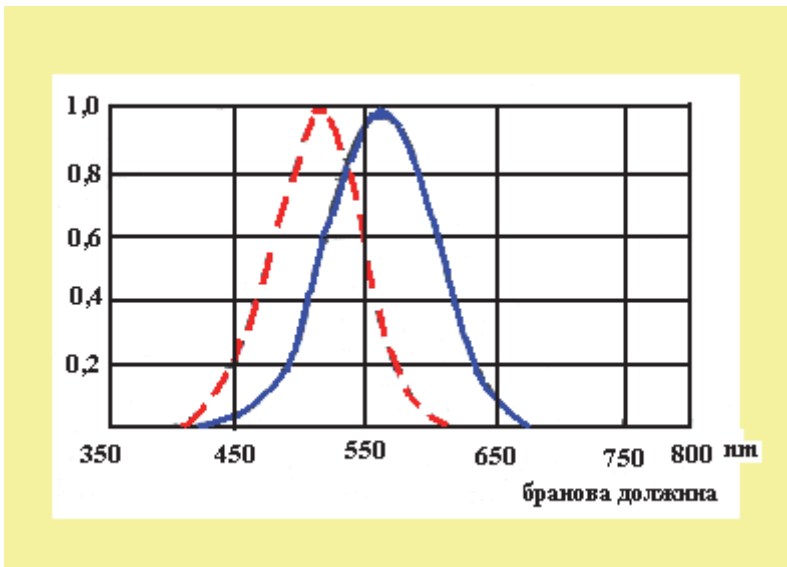
Човечкото око е мошне деликатен орган, со карактеристични особини за кои се води сметка во светлотехниката. Неговата осетливост не е еднаква на сите бои од спектарот на светлината, а зависи и од сјајноста. На сликата 5.5. се прикажани релативните осетливости на човечкото око на одделни бои во услови на дневно гледање (сина линија) и во услови на ноќно гледање (црвена испрекинатата линија). Во првиот случај човечкото око е најосетливо на жолто-зелената светлина, со максимум кај брановата должина од 555 nm. Во вториот случај најголемата осетливост на окото е за светлина со бранова должина 505 nm.

Бојата на предметот што го гледаме зависи од радијациите што предметот ги одбива или пропушта. Така, некоја црвена материја ги впива сите радијации на сончевата светлина, а ги одбива само црвените, па затоа ја гледаме како црвена. Просирното зелено стакло ги впива сите радијации, а ја пропушта само зелената. Меѓутоа, материите не можат да ги одбиваат или пропуштаат радијациите што не постојат во зрачењето на светлосниот извор. Предметот чија боја е црвена при дневна светлина може да изгледа црн кога се осветли со светлина што не содржи црвена радијација.

Како реален критериум за природните бои на предметите служи дневната светлина, на која човечкото око најдобро привикнало и која се користи најдолго во тек на 24 часа, иако и таа може да биде променлива.

Бидејќи осветлувањето непосредно влијае врз гледањето, а тој процес е во тесна врска со работата на мозокот, тоа индиректно влијае и врз централниот нервен систем што ја контролира активноста на човекот.

Современиот живот на човекот не може да се замисли без вештачко осветлување. Влијанието на тоа осветлување е мошне значајно. Во таа смисла е и тврдењето дека “не е скапо доброто осветлување, туку лошото”. Затоа инвестирањето во добро и квалитетно осветлување секогаш се исплатува. Со подобрување на осветлувањето се зголемува продуктивноста на трудот на сите работници, несреќите се намалени, расположението е зголемено и сл. Зголемувањето е поизразито кај повозрасните работници.



Сл. 5.5. Релативна спектрална светлинска ефикасност на човечкото око во услови на: дневно гледање (сина линија) и ноќно гледање (црвена линија)

5.3. Температура на боја

Вештачките светлосни извори, кои работат на принципот на усвитување на метално влакно кога низ него ќе протече електрична енергија, даваат боја на светлина која е толку поблиска до дневната светлина колку што е повисока нивната температура на усвитување. Но таква боја на светлина можат да даваат и други светлосни извори, иако работната температура им е значително пониска. Поради тоа за споредување на светлината на одделните видови

вештачки светлосни извори е дефиниран поимот **дневна светлина*** и е воведен поимот температура на боите на светлините.

*Како дневна светлина се зема светлината што ја има северното и лесно наоблачено небо, кога најсигурно се добиваат природните бои на предметите.

Под **температура на боја** на еден светлински извор се подразбира температурата на идеално црно тело, во Келвинови степени, на која тоа тело зрачи светлина со иста боја како и набљудуваниот светлински извор. За илустрација, во табелата 5.2. се наведени температурите на боја за некои светлински извори.

Табела 5.2. Температури на боја на некои светлински извори

Светлински извор	Температура на бојата (K)
Парафинска свеќа	1920
Петролеумска лампа	2050
Светилка со метално влакно	2650-3370
Флуоросцентна сијалица	2700-6500
Месечина	4150
Сонце	6500

5.4. Индекс на репродукција на боја

Индексот на репродукција на боја е мерка за степенот со кој бојата на еден објект, под светлина од определен извор, се поклопува со бојата на истиот објект при употреба на референтен извор на светлина. Индексот на репродукција на боја е големина со која се оценува способноста на изворот на светлина во усогласување на бои, односно во идентификација на идентични бои и раазликување на бои што не се идентични. Овој индекс се означува со R_a . Неговата најголема вредност е 100. Ако е $R_a=100$, изворот обезбедува совршена репродукција на боите. Колку што е помала вредноста на индексот R_a , толку е полоша репродукцијата на бојата. (табела 5.3.)

Табела 5.3. Вредности на индексот на репродукција на боја за одредени светилки

Квалитет на репродукција на боја	Индекс на репродукција на боја - Ra	Вид на светилка
Одличен	90	Tungsten-халогена светилка
Многу добар	80 - 89	LUMILUX- флуоросцентна светилка
Добар	70 - 79	Стандардна флуоросцентна светилка
Задоволителен	60 - 69	Стандардна флуоросцентна светилка
Доволен	40 - 59	Светилка со живина пара (HQL)
Лош	39	Натриумови светилки под висок и низок притисок

РЕЗИМЕ:

Светлината е електромагнетно зрачење кое го надразува човечкото око и со тоа предизвикува осет за вид и доживување на боите. Поголем дел од зрачењата не е видлив за човекот, електромагнетните бранови од 380 до 750 nm. Електромагнетното зрачење со бранова должина од 100 nm до 380 nm е наречено ултравиолетово, а електромагнетното зрачење со бранова должина од 760 nm до околу 1 mm е наречено инфрацрвено зрачење. Ултравиолетовото, видливото и инфрацрвеното зрачење со заедничко име се нарекуваат оптичко зрачење. Најзначаен природен светлински извор е Сонцето, а вештачките извори се поделени според начинот на добивање: термички, јонизирачки и флуоросцентни.

Под температура на боја на еден светлински извор се подразбира температурата на идеално црно тело, во Келвинови степени, на која тоа тело зрачи светлина со иста боја како и набљудуваниот светлински извор.

Индексот на репродукција на боја е мерка за степенот со кој бојата на еден објект, под светлина од определен извор, се поклопува со бојата на истиот објект при употреба на референтен извор на светлина.

ПРАШАЊА:

- 5.1. Што претставува светлината? Објасни го спектарот на сончевата светлина!
- 5.2. Објасни ги изворите на светлина!
- 5.3. Од што зависи бојата на предметите што не опкружуваат?
- 5.4. Кои се ефектите од подобрувањето на работното осветлување?
- 5.5. Што претставува температурата на боја на еден светлински извор?
- 5.6. Што претставува индексот на репродукција на боја? Кои вредности може да ги има тој?

5.5. Основни светлосни (фотометриски) големини

Фотометријата е дел од оптиката која го проучува мерењето на енергијата која ја носат светлосните бранови.

Во фотометријата се употребува **светлосната јачина** како основна големина, а посебно значење е **просторниот агол** како дополнителна големина.

Табела 5.5. Основни светлосни големини

Ознака	Големина	Единица	Дефиниција и формула за пресметување
Φ	светлосен флукс	lm (лумен)	вкупното зрачење на еден светлосен извор во единица време $\Phi = E \circ S$ или $\Phi = I \circ \omega$
I	светлосна јачина	cd (кандела)	зрачење на изворот на светлина во одреден правец и насока $I = \frac{\Phi}{\omega}$
E	осветленост	lx (лукс)	густина на светлосниот флукс што осветлува одредена површина $E = \frac{\Phi}{S}$
L	луминанција	cd/m ²	светлосна јачина на светлосна површина, редуцирана на големината на видливата површина на окото $L = \frac{I}{S}$

Основни светлосни големини кои се користат во фотометријата се (Табела 5.5.):

- **светлосен флукс - Φ ,**
- **светлосна јачина - I ,**
- **осветленост - E**
- **луминанција - L .**

5.5.1. Количина на светлина

Енергијата што ја емитува еден светлосен извор за одредено време (t) во вид на светлина се нарекува **количина на светлина**. Количината на светлина ја означуваме со **Q** .

Под светлински извор се подразбира уред што претвора друг вид енергија во светлина. При тоа претворање, обично, не се претвора во светлина сета примена енергија.

$$Q = \Phi \cdot t (lm \cdot s) \quad (5.3.)$$

5.5.2. Светлосен флукс

Количината светлина што ја зрачи еден светлосен извор во единица време се вика светлосен флукс. Тоа е всушност светлосниот ефект што окото го чувствува како светлина.

Помеѓу светлосниот флукс и количината на светлина постои следниов однос:

$$\Phi = \frac{Q}{t} \quad (5.4.)$$

од каде што е $Q = \Phi \cdot t (lm \cdot s)$

ако флуксот не се менува со текот на времето.

Оваа величина ни дава информација само за моќноста на видливото зрачење што еден светлосен извор го емитува. Но светлосниот флукс не ни ја покажува просторната распределба на

видливото зрачење, ниту пак моќноста на вкупното зрачење на изворот.

5.5.3. Точкест светлински извор

Ако некој светлински извор има димензии кои се занемарливо мали во однос на растојанието од каде што се набљудува се нарекува **точкест** или **пунктуален светлински извор**. Еден светлински извор се смета дека е точкест, ако се набљудува од растојание што е најмалку десетпати поголемо од најголемата димензија на изворот. Но, истиот тој извор ако се набљудува од помало растојание, не може да се смета за точкест.

5.5.4. Светлинска јачина

Светлинската јачина ни дава информација за тоа колкав е светлосниот флукс во одреден правец и насока. Таа се дефинира како количник помеѓу светлосниот флукс (Φ) и просторниот агол (ω), низ кој тој точкест светлински извор го емитува набљудуваниот дел од светлосниот флукс.

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (5.5.)$$

Ова всушност е средната светлосна јачина I_{sr} . За многу мал агол $\Delta\omega$, мал дел од светлосниот флукс $\Delta\Phi$ е рамномерен, па изразот за постојаната светлосна јачина е $I = \Delta\Phi / \Delta\omega$.

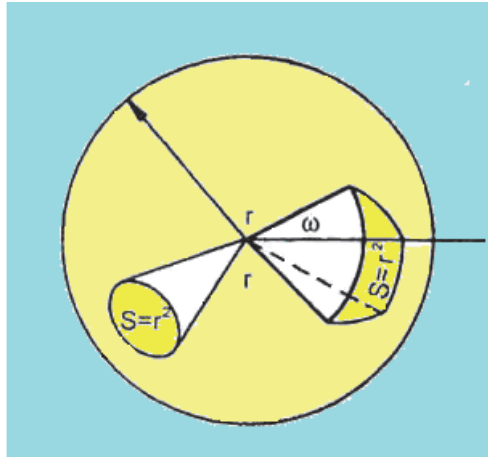
Просторниот агол го претставува просторот ограничен со обвивката на конус или пирамида со врвот во центарот на сферата и соодветната плоштина на површината на сферата. Математички, тоа е количникот од оваа површина (S) на сферата и квадратот на радиусот на сферата (r):

$$\omega = \frac{S}{r^2} \quad (5.6.)$$

Единицата на просторниот агол се вика стерадијан (str). Еден стерадијан има просторен агол што на сферата чиј радиус е 1 m, опфаќа

плоштина од 1 m^2 (сл.5.6.). Според ова, просторниот агол на целата сфера се добива кога плоштината на целата сфера се подели со квадратот на нејзиниот радиус:

$$\omega = \frac{S}{r^2} = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi = 12.56 \text{ str}$$



Сл. 5.6. Единичен просторен агол

Светлински извор кој има иста светлинска јачина во сите правци се вика рамномерен светлински извор или униформен. Тоа е всушност светлински извор во форма на сфера. Ако сферата има незначителни димензии во однос на растојанието од кое се набљудува рековме дека таквиот извор се вика точкест светлински извор. За таков светлински извор се смета и Сонцето. Кај овие извори светлинската јачина не зависи од изборот на набљудуваниот правец, таа може едноставно да се пресмета како количник помеѓу флуксот Φ , што е израчен во произволен просторен агол ω и големината на тој просторен агол.

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

Но во пракса светлинските извори најчесто не се рамномерни. Поради тоа се дефинира средна светлинска јачина која ја означуваме со $I_{\text{средна}}$ како количник помеѓу светлинскиот флукс Φ , кој се зрачи низ конечен просторен агол ω и големината на тој просторен агол. Па може да се напише:

$$I_{\text{Sredna}} = \frac{\Phi}{\omega} \tag{5.7.}$$

Вештачки рамномерни и точкести извори не постојат. Светлинската јачина на вештачките светлосни извори не е иста во сите правци така што во практиката се набљудуваат:

$$\text{средна сферна светлосна јачина } I_0 = \frac{\Phi}{4\pi} \quad (5.8.)$$

средна долна, односно горна полусферна светлосна јачина

$$I_d = \frac{\Phi}{2\pi} \text{ односно } I_g = \frac{\Phi}{2\pi} \quad (5.9.)$$

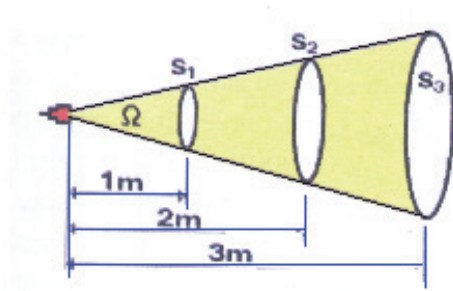
5.5.5. Осветленост

Осветленоста се дефинира како количник помеѓу густината на светлосниот флуks и површината на која овој флуks нормално паѓа.

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (5.10.)$$

Ова е всушност е средното осветлување E_{sr} на набљудуваната површина S , бидејќи е најголемо во средината на оваа површина, а најмало на нејзините краеве. За многу малата површина ΔS малиот дел на светлинскиот флуks $\Delta\Phi$ е рамномерен, па изразот за постојаното осветлување е $E = \Delta\Phi / \Delta S$.

Осветлувањето на некоја површина опаѓа со квадратот на растојанието на таа површина од светлосниот извор, што сликовито е прикажано на сл.5.7. Светлинскиот флуks Φ од рефлекторот, ја осветлува целата површина S_1 , што се наоѓа на растојание од 1 m, површината S_2 , на растојание од 2 m е 4 пати поголема ($S_2 = 4 S_1$), а површината S_3 , на растојание од 3 m е 9 пати поголема ($S_3 = 9 S_1$) (сл. 5.7.).

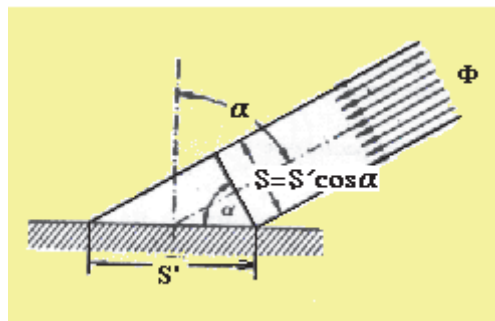


Сл. 5.7. Осветлувањето опаѓа со растојанието

Заменувајќи ги овие површини во формулата (5.10.) очигледно произлегува дека осветлувањето опаѓа со квадратот на растојанието. Ова се докажува и математички ако светлосниот флукс во формулата (5.10.) го замениме со неговата вредност од формулата (5.3.) ($\Phi = I \omega$), а просторниот агол со неговата вредност од формулата (5.6.) ($\omega = \frac{S}{r^2} = \frac{S}{l^2}$):

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{I\omega}{S} = \frac{I \frac{S}{l^2}}{S} = \frac{I}{l^2} \quad (5.11.)$$

Ако светлинскиот флукс на набљудуваната површина паѓа под некој агол, тогаш осветлувањето на таа површина е помало. Како што рековме на почетокот најголема осветленост има површината на која светлосниот флукс паѓа нормално, односно под прав агол. Ова доаѓа оттаму што снопот светлина не паѓа на површина S , туку на површина S' (сл.5.8.).



Сл. 5.8. Осветлувањето опаѓа со аголот

Од тригонометрија знаеме дека кај правоаголниот триаголник односот меѓу налегнатата катета на еден остар агол и хипотенузата се вика косинус на тој агол (се означува со \cos) и претставува неименуван број чија вредност се движи од 1 до 0. Така според сликата (5.8.) ќе биде:

$$\frac{S'}{S} = \cos \alpha, \quad \text{од каде што} \quad S' = \frac{S}{\cos \alpha} \quad (5.12.)$$

Па според тоа формулата (5.11.) станува:

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{\Phi}{S} \cos \alpha = \frac{I}{l^2} \cos \alpha \quad (5.13.)$$

Од формулата (5.13.) произлегува дека осветленоста во една точка е:

- директно пропорционална на светлинската јачина на изворот во правецот на кој лежи точката;
- директно пропорционална на косинусот на аголот што светлинските зраци го зафаќаат со нормалата на рамнината во која лежи точката;
- обратнопропорционална на квадратот на растојанието меѓу изворот и точката.

Ако некоја површина истовремено се осветлува од повеќе светлосни извори, во тој случај осветленоста ќе се пресмета како збир на осветленостите во таа површина од секој извор одделно.

$$E = \sum_{i=1}^n E_i = \sum_{i=1}^n \frac{I_i \cos \beta_i}{r_i^2} \quad (5.14.)$$

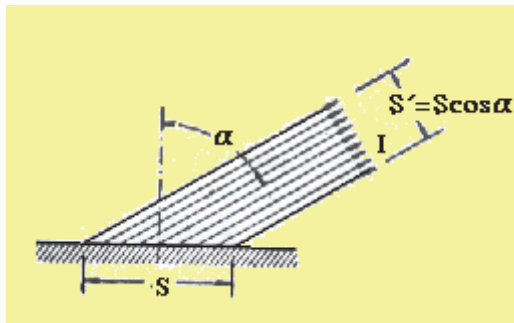
Формулите (5.11.) и (5.13.) важат само ако растојанието на светлосниот извор од осветлената површина е најмалку 10 пати поголемо од пречникот на светлинскиот извор.

5.5.6. Сјајност (луминанција)

Сјајноста е количник помеѓу светлосната јачина во одреден правец и плоштината (S) на изворот што ја гледа окото. Во меѓународната терминологија се користи и изразот **луминанса**.

$$L = \frac{I}{S} \quad (5.15.)$$

Ова всушност е средната вредност на сјајноста L_{sr} . За многу мала површина на електричниот извор ΔS малата опфатена светлосна јачина ќе биде еднолична, па и изразот за постојаната сјајност е $L = \Delta I / \Delta S$.



Сл.5.9. Сјајност на површината осветлена под агол

Ако површината (S) која ја зрачи светлосната јачина се набљудува под некој агол (сл.5.9.), во тој случај сјајноста ќе се зголеми и ќе се одредува по следнава формула:

$$L = \frac{I}{S \cos \alpha} \quad (5.16.)$$

5.6. Светлосни единици

Единица за светлосна јачина е **кандела** (ознака: **cd**). Кандела е една од основните единици на Меѓународниот систем на мерни единици (SI). По дефиниција, **кандела** е светлинска јачина во определен правец на изворот на монохроматско зрачење со фреквенција 540 THz, чија енергетска јачина на зрачењето во тој правец е 1/863 W/str.

Другите светлосни единици лесно се изведуваат од основната единица со примена на формули што даваат врска помеѓу поединечните величини.

5.6.1. Единица на светлосен флукс- лумен (lm)

Единицата на светлосниот флукс се добива кога во формулата (5.5.) се стави $I = 1 \text{ cd}$ и $\omega = 1 \text{ str}$ и се добива:

$$\Phi = I \cdot \omega = 1 \text{ cd} \cdot 1 \text{ str} = 1 \text{ lm}$$

Оваа единица се вика **лумен (lm)**. **Лумен** е светлински флукс израчен во просторниот агол од еденстерадијан од страна на точкест светлински извор чија светлинска јачина во сите правци е еднаква на една кандела.

Бидејќи просторниот агол на сферата е $4\pi \text{ str}$, произлегува дека светлосниот извор што има единица светлосна јачина (1 cd) испраќа во просторот светлосен флукс:

$$\Phi = I \cdot \omega = 1 \cdot 4\pi = 4\pi = 12,56 \text{ lm}$$

5.6.2. Единица за количество светлина - лумен-секунда (lm s)

Единица за количество светлина е **лумен-секунда** (ознака: **lm s**). Тоа е количество светлина што ја израчува изворот чиј флукс е еден лумен за време од една секунда.

Единицата за количество светлина се добива кога во формулата (5.4.) се стави $\Phi = 1 \text{ lm}$ и $t = 1 \text{ s}$, значи:

$$Q = \Phi t = 1 \text{ lm} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ lms}$$

5.6.3. Единица на осветлување - лукс (lx)

Единицата на осветлувањето се вика **лукс (lx)**. Ако во формулата (5.10.) се стави $\Phi = 1 \text{ lm}$ и $S = 1 \text{ m}^2$, се добива:

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{1 \text{ lm}}{1 \text{ m}^2} = 1 \text{ lx}$$

Единица осветлување од 1 lx има површина на чиј секој 1 m² паѓа рамномерно распределен светлосен флукс од 1 lm.

Внатрешната површина на сфера со радиус од 1 m ќе има осветлување од 1 lx ако во нејзиното средиште се наоѓа точкест светлосен извор со рамномерен ефект од 1 cd, зашто е :

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{I\omega}{4\pi r^2} = \frac{1 \cdot 4\pi}{4\pi \cdot 1^2} = 1 \text{ lx}$$

Осветлување од 1 lx е доволно за распознавање на предметите и за движење без пречки, но за работа при вештачка светлина потребно е најмалку 20 lx и повеќе, во зависност од видот на работата.

Некои од вредностите на осветлувањето со природна светлина се следниве: при месечина 0,2 lx, при дневна светлина во добро осветлена соба – неколку стотици лукси, надвор, лете, при залез на Сонцето околу 100 000 lx. Од ова произлегува дека човечкото око ги забележува осветлувањата во многу широк опсег.

5.6.4. Единица за сјајност – cd / m²

Единица сјајност според формулата (5.15.) , има светлосен извор со рамномерен сјај, што оддава светлосна јачина од 1 cd од секој 1 m² од својата површина, значи:

$$L = \frac{I}{S} = \frac{1 \text{ cd}}{1 \text{ m}^2} = 1 \text{ cd} / \text{ m}^2$$

Единицата сјајност се вика **кандела на метар квадратен (cd/m²)**.

РЕЗИМЕ:

При мерењето на светлосните големини, во фотометријата, се употребува посебен систем на фотометриски големини, со единицата кандела (cd) како единица за светлосна јачина, како основна фотометриска големина

Фотометријата е дел од оптиката која го проучува мерењето на енергијата која ја носат светлосните бранови

Основни светлосни големини и единици кои се користат во фотометријата се: светлосен флуks (единица: лумен), светлосна јачина (единица: кандела), осветленост (единица: лукс) и луминанција (кандела на метар квадратен).

Под точкест или пунктуален светлински извор подразбираме светлински извор чии димензии се мали во споредба со неговото растојание од површината што тој ја осветлува, односно од точката од која се набљудува.

ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:

5.7. Што е просторен агол? Која е единица за просторен агол?

5.8. Што е пунктуален извор на светлина?

5.9. Што е светлосен флуks?

5.10. Што е светлосна јачина?

5.11. Што е осветлување? Објасни како осветлувањето зависи од светлосната јачина.

5.12. Што е сјајност?

5.13. Вкупниот светлински флуks изнесува 1884 lm. Пресметај ја средната сферна светлинска јачина:

Решение: Според формулата (5.8.) ќе биде:

$$I_0 = \frac{\Phi}{4\pi} = \frac{1884}{12,56} = 150cd$$

5.14. Светилка со моќност од 75W има вкупен светлински флуks од 960lm. Да се пресмета средната светлинска јачина која таквата светилка ја оддава во околниот простор кога е поставена:

а) во светлинска сфера,

б) во рефлектор кој целокупниот светлински флуks на таа светилка го насочува во просторен агол $\omega = 1 \text{ str}$.

$$\text{а) } I_{sr} = \frac{\Phi}{\omega} = \frac{960 \text{ lm}}{12,56 \text{ str}} = 76,7 \text{ cd}$$

$$\text{б) } I_{sr} = \frac{\Phi}{\omega} = \frac{960 \text{ lm}}{1 \text{ str}} = 960 \text{ cd}$$

5.15. Врз плоштина од 30 m^2 паѓа светлински флуks од 1500 lm . Колкава е средната вредност на осветлувањето?

Решение: Според формулата (5.10.) ќе биде:

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{1500}{30} = 50 \text{ lx}$$

5.16. Светлинскиот флуks на сијалица од 75 W изнесува 960 lm . Доколку таа светилка се постави во рефлектор, а тој се насочи кон сид оддалечен 1 m , целиот светлински флуks ќе паѓа на површина од 1 m^2 . На оддалеченост од 2 m истиот светлински флуks ќе паѓа на површина на сидот од 4 m^2 , а на оддалеченост од 3 m , на површина од 9 m^2 . Да се пресмета осветленоста на сидот во сите три случаи и просторниот агол под кој светлинскиот флуks од рефлекторот се насочува кон сидот.

Решение:

Осветленост на површината S_1 :

$$E_1 = \frac{\Phi}{S_1} = \frac{960}{1} = 960 \text{ lx}$$

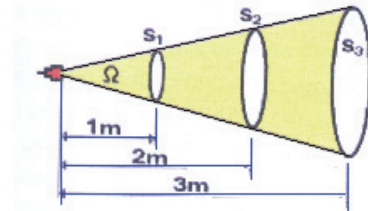
Осветленост на површината S_2 :

$$E_1 = \frac{\Phi}{S_2} = \frac{960}{4} = 240 \text{ lx}$$

Осветленост на површината S_3 :

$$E_1 = \frac{\Phi}{S_3} = \frac{960}{9} = 106,6 \text{ lx}$$

Просторниот агол под кој се осветлуваат сите три површини е:



$$\omega = \frac{S}{r^2} = \frac{1}{1^2} = \frac{4}{2^2} = \frac{9}{3^2} = 1 \text{ str}$$

5.17. Светлинската јачина на една електрична светилка во хоризонтален правец изнесува 75 cd, а vlakното гледано од тој правец има плошина од 30 mm². Колкав е сјајот на vlakното?

Решение: Според формулата (5.15.) ако површината на vlakното ја земеме во m² се добива:

$$L = \frac{I}{S} = \frac{75}{0,00003} = 2500000 \text{ cd} / \text{m}^2$$

5.18. Рамна бела површина чиешто осветлување е 300 lx гледано нормално има сјајност од 100 cd/m². Колкава ќе биде сјајноста на истата површина кога се гледа под агол од 30°?

Решение: Според формулата (5.16) наоѓаме:

$$\frac{L}{L_{30}} = \frac{\frac{I}{S}}{\frac{I}{S \cos \alpha}} = \cos \alpha,$$

каде што α е агол што го затвора правецот на набљудувњето со нормалата на површината, значи $\alpha = 60^\circ$.

Оттука излегува:

$$L_{30} = \frac{L}{\cos \alpha} = \frac{100}{\cos 60^\circ} = \frac{100}{0,5} = 200 \text{ cd} / \text{m}^2$$

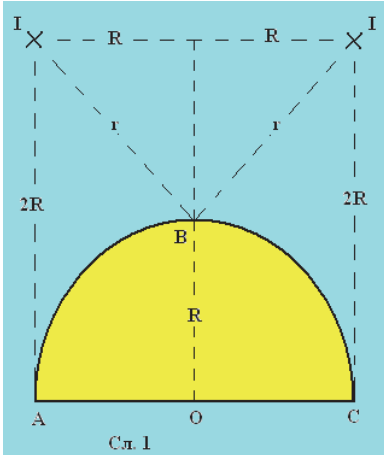
5.19. Колкав просторен агол одговара на површина $S=12 \text{ m}^2$ на сфера со радиус $r=3\text{m}$?

5.20. Колку е средната светлосна јачина на извор на светлина чии вкупен светлосен флукс е $\Phi=1000 \text{ lm}$ (79cd)

5.21. Два еднакви светлосни извори со јачина $I=50\text{cd}$, се поставени над

полуптопка со радиус $R=5\text{m}$, како на сл.1. Колкава е осветленоста на површината на полуптопката во точките А, В и С? $(0; 1,41; 0) \text{ lx}$

5.22. Колкав е вкупниот светлосен флукс на извор со средна светлосна јачина $I=60 \text{ cd}$? (754 lm)



5.7. Оптички својства на телата

Пресудно за употребата на некој материјал во светлотехниката е кои својства ги поседува тој материјал. Во зависност од неговите својства ќе зависи и местото на употреба на тој материјал. Затоа за секој материјал кој се користи во светлотехниката, потребно е да се знаат неговите **оптички својства**. Во овие својства спаѓаат: одбивањето (рефлексија), пропуштањето (трансмисија) и впивањето (апсорпција) на светлината.

Процентот на одбивањето, пропуштањето и впивањето е различен за разни тела и се изразува со коефициенти:

ρ – коефициент на одбивање (рефлексија)

τ – коефициент на пропуштање (трансмисија)

α – коефициент на впивање (апсорпција)

Ако на едно тело падне светлински флуks Φ , еден дел од тој флуks ќе се одбие од телото ($\Phi_r = \rho\Phi$), вториот дел ќе помине низ телото ($\Phi_t = \tau\Phi$), а третиот дел ќе биде впиен во телото ($\Phi_a = \alpha\Phi$), така што ќе се добие:

$$\Phi = \rho\Phi + \tau\Phi + \alpha\Phi, \quad (5.17.)$$

откаде со делење со Φ добиваме:

$$1 = \rho + \tau + \alpha \quad (5.18.)$$

Во зависност од карактерот на просторната распределба на одбиениот флуks разликуваме: насочено, дифузно и мешано одбивање. Истата поделба може да се разликува и кај пропуштените флуkсови.

5.8. Одбивањето на светлината

Односот помеѓу светлинскиот флуks Φ_r што е одбиен од телото, и светлинскиот флуks Φ , што на него паднал, се нарекува коефициент на одбивање или коефициент на рефлексивност ρ . Овој коефициент може да се напише:

$$\rho = \frac{\Phi_r}{\Phi} \quad (5.19.)$$

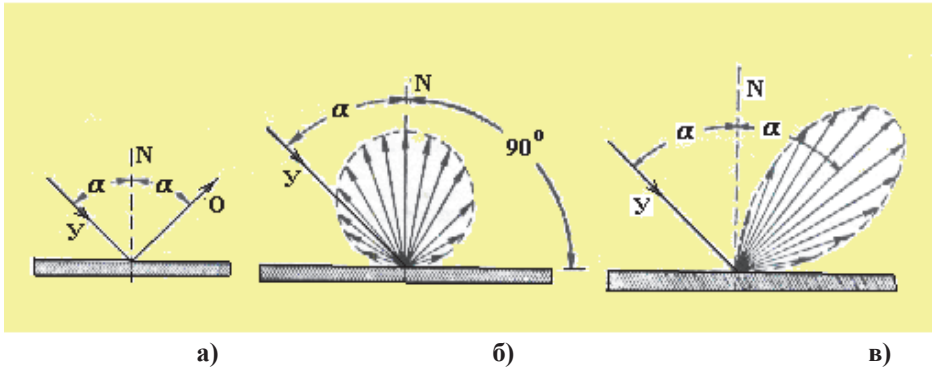
Беше наведено дека разликуваме: насочено, дифузно и мешано одбивање. Секое од нив ќе го разгледаме поодделно.

Насоченото одбивање (сл.5.10.а)), често нарекувано огледално одбивање, е својство на добро измазнетите рамни површини, како што се огледалата и сјајните метали (сребро, никел, хром). Ги има следниве особини:

- зракот пред одбивањето, нормалата на одбивната површина и одбиениот зрак лежат во иста рамнина;

- аголот што со нормалата го зафаќа зракот пред одбивањето е еднаков со аголот што го зафаќа одбиениот зрак со нормалата.

Во овој случај загубите поради впивање изнесуваат околу 20-30%.



Сл. 5.10. Одбивање на светлината : а) насочено б) дифузно в) мешано

Дифузно или растурено одбивање (сл.5.10.б) настапува кога светлосниот зрак не се одбива во еден туку во сите правци. Ако распределбата на светлосната јачина на одбиените зраци од површината е круг, за површината се вели дека совршено дифузира. Таквата површина има иста сјајност во сите правци. При дифузната рефлексија се губи околу 30-40% од светлосниот флуks поради впивањето.

Одлика на дифузно одбивање имаат кредата, бело матираните површини, бело варосаниот ѕид, снегот и сл.

Мешано одбивање се нарекува одбивањето кај кое одбиената светлина делумно има карактеристика на дифузно одбиена светлина, а делумно има особина на насочено одбиена светлина, како што е прикажано на слика (сл.5.10.в)).

Во материјалите што одбиваат мешано спаѓаат: млечното стакло, мермерот, порцеланскиот емајл и др.

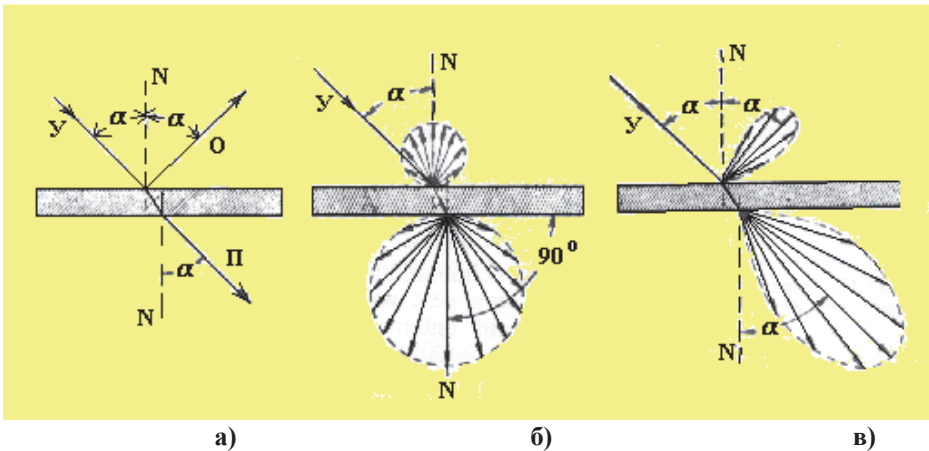
5.9. Пропуштање на светлината

Односот помеѓу светлинскиот флукс Φ_τ , што го пропушта телото и светлинскиот флукс Φ , што паѓа на телото, се нарекува коефициент на пропуштање. Тој коефициент се означува со τ и за него може да се напише:

$$\tau = \frac{\Phi_\tau}{\Phi} \quad (5.20.)$$

Пропуштањето на светлината (трансмисија) може, исто така да биде насочено, дифузно и мешано. Тоа е својство на телата што се провидни или прозирни. Појавата на пропуштање секогаш ја следи и појавата на одбивање на светлината во поголема или помала мера. Така, може да биде:

Насочено пропуштање и одбивање е одлика на провидните тела. Упадниот зрак “у” минува низ површината, го менува правецот поради прекршувањето, но излегува од неа под ист агол, т.е. под агол што е еднаков на упадниот агол. Но помал дел од упадниот зрак се одбива пак под истиот агол (сл.5.11.а)). Ова својство го има провидното стакло. Загубата на светлината поради впивањето е многу мала.

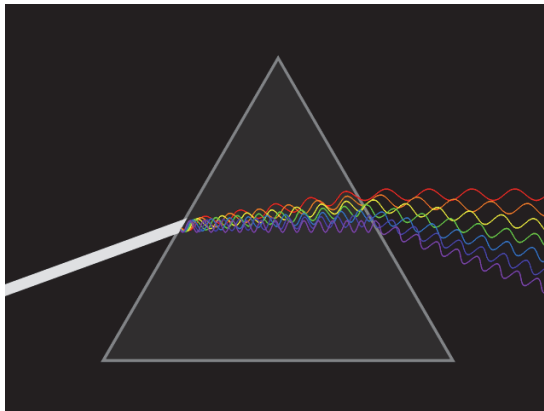


Сл.5.11. Пропуштање и одбивање на светлината :
а) насочено, б) дифузно в) мешано

Дифузно или растурено пропуштање и одбивање е својство на прозирните материи, на пр. на опалното (матно) стакло, алабастерот, пергаментот и сл. Пропуштените зраци имаат облик како и при дифузното одбивање (сл.5.11.б)). Загубите на светлината поради впивањето тука се значително поголеми отколку при правилното пропуштање и одбивање.

Мешано пропуштање и одбивање се јавува кај прозирните тела, при што зракот излегува делумно растурено, а исто така и се одбива во помала мера (сл.5.11.в)). Ова својство го има матираното (неизмазнето) стакло.

*спектарот на белата светлина се добива кога таа паѓа на стаклена призма и при тоа зраците со различни бранови должини се прекршуваат под различни агли, така што белата светлина се разложува на своите составни компоненти (Сл.5.12)



Сл. 5.12. Разложување на белата светлина при минување низ стаклена призма

5.10. Впивање на светлината

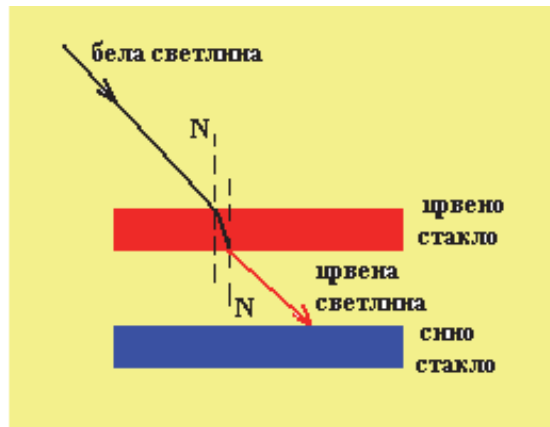
Секоја од овие претходно опишани појави (рефлексија и трансмисија) е проследена и со впивање (апсорција) на светлината. Впиената светлина се претвора во топлина и го загрева телото.

Коефициентот на впивањето се означува со α и се дефинира како односот помеѓу впиениот светлосен флукс Φ_α и вкупниот светлосен флукс Φ кој паѓа на некое тело:

$$\alpha = \frac{\Phi_\alpha}{\Phi} \quad (5.21.)$$

Впивањето како оптичко својство на телата има многу голема улога при проектирање на осветлувањето. Всушност, предметите ги гледаме во различни бои благодарение на нивната способност да ги впиваат светлосните радијации.

Секоја површина ја има бојата на оние светлосни радијации што ги одбива, односно пропушта. Ова најлесно се докажува со следниов експеримент. Бела светлина да насочиме кон црвено просирно стакло, тоа ќе ги пропушти само светлосните радијации со црвена боја. Ако пак зад црвено просирно стакло се стави сино (сл.5.13), пропуштената црвената светлина, целосно ќе ја впије синото стакло, така што низ него не ќе помине никаква светлина.



Сл.5.13. Минување на светлината низ обоени стакла

Врз основа на ова, произлегува дека материјалите можат да бидат:

- непровидни;
- провидни;
- просирни.

Во групата на непровидни материјали влегуваат пред сè измазнетите метали. Тие се карактеризираат со висок коефициент на одбивање кој е најголем кога зракот паѓа нормално на површината, кој многу малку се менува (до 10%) со зголемувањето на аголот во однос на нормалата на површината. Но, металите имаат уште едно својство: одбиената светлина има изменет спектрален состав.

Податоците за непровидните материјали кога зраците паѓаат нормално на површината се дадени во табела 5.5.

Табела 5.5. Податоци за непровидните материјали (средни вредности)

Вид на материјалот	Фактор на одбивање $\rho\%$	Фактор на впивање $\alpha\%$	Вид на одбивањето
Сребро фино полирано	88 - 93	12 - 7	насочено
Посребрено огледало	70 - 85	30 - 15	насочено
Стаклено огледало со амалгам	70	30	насочено
Алуминиум полиран	65 - 75	35 - 25	насочено
Никел полиран	55 - 63	45 - 37	насочено
Никел полиран	55 - 63	45 - 37	насочено
Бел лим	68	32	мешано
Алуминиум матиран	60	40	мешано
Алабастер (бел гипс)	92	8	дифузно
Хартија бела	75	25	дифузно
Емајл бел	70	30	дифузно

Од провидните материјали во светлотехниката се употребува најмногу чистото стакло. Од него се изработуваат стаклени балони за електрични светилки.

Провидните материјали ја пропуштаат светлината, но предметите не се гледаат низ нив поради тоа што светлината по излегувањето го менува правецот. Од просирните материјали најмногу се употребува опално (матно) стакло и матирано (неизмазнето) стакло.

Во табела 5.6. се дадени податоците за провидните и просирните материјали што се употребуваат за изработка на светилки.

Табела 5.6. Податоци за провидни материјали (средни вредности)

Вид на материјал	Дебели на mm	Фактор на одбивање $\rho\%$	Фактор на пропуштање $\tau\%$	Фактор на впивање $\alpha\%$	Растурање на пропуштена светлина
Провидно безбојно стакло	1 - 3	7	91	2	насочено
Густо опално стакло	2 - 3	35	55	10	дифузно
Лесно опално стакло	2 - 3	25	70	5	мешано
Делумно опализир. стакло	2 - 3	20	72	8	дифузно
Однатре матирано стакло	2 - 3	8	85	7	мешано
Однадвор матирано стакло	2 - 3	20	70	10	мешано
Хартија бела	-	45	35	20	дифузно
Хартија обоена	-	40	30	30	дифузно
Алабастер	7	48	40	12	дифузно
Мермер	8 - 9	43	20	37	дифузно

Опално (матно) стакло се добива од обично натронско стакло со додавање на калциум флуорид или калај оксид, со што се добива многу ситнозрнеста структура на стаклената маса.

Матирано (неизмазнето) стакло се добива со дејствување на стакло со флуороводородна киселина, или со млаз песок под притисок, со што едната страна станува нерамна. Ваквите стакла ја

пропуштаат светлината помалку или повеќе мешано, што зависи од степенот на нерамномерноста.

Покрај стаклото, во техниката на осветлувањето се употребуваат и други материјали, како мермер (CaCO_3), алабастер (CaSO_4), хартија, свила итн.

Да споменеме дека, сјајноста на површината на секундарните светлински извори треба да се разликува од нејзиното осветлување. Бидејќи сјајноста е значајна поради засенувањето, таа често се пресметува, па е корисно да се воспостави релација помеѓу неа и осветлувањето. За рамните површини што ја одбиваат светлината дифузно, со сложена пресметка за одбиениот флукс се добива:

$$\Phi_{\rho} = L \cdot S \cdot \pi, \quad \text{од каде што} \quad L = \frac{\Phi_{\rho}}{S \cdot \pi} \quad (5.22.)$$

Имајќи го предвид изразот (5.19.), сјајноста (луминансата) ќе биде:

$$L = \frac{\Phi \cdot \rho}{S \cdot \pi} \quad (5.23.)$$

каде што Φ е вкупниот светлински флукс, што паѓа на работната површина S , а ρ е факторот на рефлексија на површината. Знаејќи дека :

$$E = \frac{\Phi}{S}, \quad \text{и заменувајќи во изразот (5.23) следува :}$$

$$L = \frac{E \cdot \rho}{\pi} \quad (5.24.)$$

За просирните и провидните површини што ја пропуштаат светлината дифузно, пропуштениот светлински флукс $\Phi_{\tau} = \Phi \cdot \tau$ (формула 5.20.) е помал, така што на сличен начин за сјајноста на ваквите површини може да се напише:

$$L = \frac{\Phi \cdot \tau}{S \cdot \pi} \quad (5.25.)$$

односно:

$$L = \frac{E \cdot \tau}{\pi} \quad (5.26.)$$

каде што E е осветлувањето на задната страна на површината, односно просирната површина.

РЕЗИМЕ

Оптичките својства на телата играат многу важна улога во техниката на осветлувањето. Во овие својства спаѓаат одбивањето (рефлексија), пропуштањето (трансмисија) и впивањето (апсорпција) на светлината. Процентот на одбивањето, пропуштањето и впивањето е различен за различни тела и се изразува со фактори: ρ – фактор на одбивање (рефлексија); τ – фактор на пропуштање (трансмисија); α – фактор на впивање (апсорпција)

Во зависност од карактерот на просторната распределба на одбиениот флукс разликуваме: насочено, дифузно и мешано одбивање. Истата поделба може да се разликува и кај пропуштените флуковски. Материјалите што се употребуваат во техниката на осветлувањето, според ова можат да бидат непровидни, провидни и просирни.

ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:

- 5.23. Какво е значењето на оптичките својства на телата при осветлувањето на простории?
- 5.24. Како се разложува светлинскиот флукс при негово паѓање врз одредено тело?
- 5.25. Со кои фактори се карактеризираат различните материјали при нивно осветлување?
- 5.26. Какво може да биде одбивањето на светлината од одредени површини и од што зависи тоа?

5.27. Со луксметар е измерено осветлувањето $E = 125 \text{ lx}$. Потоа фотоќелијата е покриена со плоча од млеко стакло, при што

осветлувањето опаднало на $E' = 50$ lx. Колкав е факторот на трансмисија на млечното стакло?

Решение: Според формулата (5.20.) ќе биде:

$$\tau = \frac{E'}{E} = \frac{50}{125} = 0,4$$

5.28. Со луксметар е измерено осветлувањето на бел ѕид $E = 300$ lx, а потоа осветлувањето со кое ѕидот ја осветлува фотокелијата $E'' = 240$ lx. Колкав е факторот на рефлексija на ѕидот?

Решение: Според формулата (5.19.) ќе биде:

$$\rho = \frac{E''}{E} = \frac{240}{300} = 0,8$$

5.29. На гипсен таван со површина $S = 12$ m² паѓа светлосен флуks $\Phi = 1500$ lm. Колкава е сјајноста на таванот?

Решение: Од табела 5.6. се отчитува дека факторот на рефлексija за бел гипс е $\rho = 0,92$, па според формулата 5.23. добиваме:

$$L = \frac{\Phi \cdot \rho}{S \cdot \pi} = \frac{1500 \cdot 0,92}{12 \cdot 3,14} = 36,6 \text{ cd} / \text{m}^2$$

5.30. Бела хартија што дифузно ја одбива светлината е осветлена со 150 lx. Колкава е сјајноста на површината на хартијата?

Решение: Од табела 5.6. се отчитува факторот на рефлексija за бела хартија $\rho = 0,75$, па според формулата 5.24. добиваме:

$$L = \frac{E \cdot \rho}{\pi} = \frac{150 \cdot 0,75}{3,14} = 35,8 \text{ cd} / \text{m}^2$$

5.31. Низ просирна површина од 6 m² од задната страна доаѓа светлосен флуks од 1500 lm. Колкава е сјајноста на предната страна, ако тоа е од густо опално стакло?

Решение: Во табела 5.7. го наоѓаме факторот на трансмисија на густо опално стакло $\tau = 0,55$, па според формулата 5.25. добиваме:

$$L = \frac{\Phi \cdot \tau}{S \cdot \pi} = \frac{1500 \cdot 0,55}{6 \cdot 3,14} = 43,8 \text{ cd} / \text{m}^2$$

ИЗВОРИ НА СВЕТЛИНА, СВЕТИЛА И БАРАЊА ЗА КВАЛИТЕТНО ОСВЕТЛУВАЊЕ

- 6.1. Општо**
- 6.2. Светилки со метално влакно (инкадесцентни)**
- 6.3. Флуоресцентни светилки (FC)**
- 6.4. Металхалогени светилки со висок притисок –
VTH (халогени светилки со метални пари)**
- 6.5. Живини светилки (светилки со живина пара)**
- 6.6. Натриумови светилки**
- 6.7. Светила и рефлектори**
- 6.8. Видови осветлување**
- 6.9. Основни услови за правилно и добро
осветлување**
 - 6.9.1. Рамномерност на осветлувањето, број и
распоред на светилките**
 - 6.9.2. Потребна вредност на осветленост на
простории и отворени простори**

ПОГЛАВЈЕ 6

6. ИЗВОРИ НА СВЕТЛИНА, СВЕТИЛА И БАРАЊА ЗА КВАЛИТЕТНО ОСВЕТЛУВАЊЕ

6.1. Општо

Од вештачките извори на светлина во светлотехничката пракса најмногу се користат тие што електричната енергија ја претвораат во светлинска. Тие извори се нарекуваат електрични светлински извори или електрични светилки. Со оглед на начинот на настанувањето на светлината во нив, светилките можат да се поделат во две основни групи:

- светилки во кои светлината се добива од усвитено метално влакно и
- светилки во кои светлината се добива по пат на електрично празнење низ гас или пара.

Во првата група спаѓаат светилките со метално влакно и халогените светилки. Втората група е најбројна. Во неа спаѓаат: флуоресцентните светилки, живините светилки со висок притисок, металохалогените светилки, натриумовите светилки со висок притисок, натриумовите светилки со низок притисок, ксенонските светилки и други светилки со племенити гасови. Живините светилки со висок притисок и метално влакно би можеле да бидат и во едната и во другата група. Покрај наведените светилки, за специфични цели се користат специјални извори на светлина, во кои спаѓаат: електролуминисцентни панели, светлечки диоди, извори на светлина со радиоактивни изотопи и ласери.

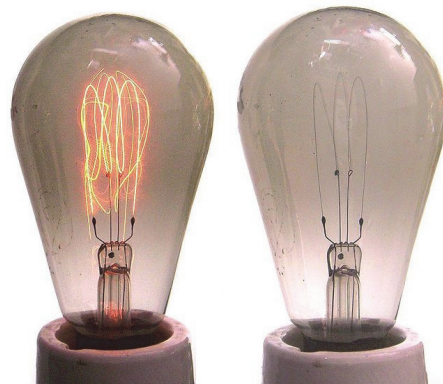
6.2. Светилки со метално влакно (инкадесцентни)

Светилки се сите извори на светлина кои создаваат светлина со загревање на метални спирали на висока температура кога низ нив минува електрична струја. Емисијата на светлина е предизвикана од топлината. Стаклениот балон спречува металното влакно да дојде во допир со кислородот од околниот воздух, бидејќи на тој начин влакното би било уништено. Класичните светилки се произведуваат за различни напони и моќности, од 1,5V до околу 300V. Имаат едноставна конструкција и многу ниска цена за производство. Поради тоа тие претставуваат најмногу употребувани извори на светлина.

Првите обиди топлотното дејствување на електричната струја да се искористи и за создавање на светлина биле во првата половина на XIX век, додека во втората половина на XIX век е конструирана и електричната светилка која практично можела и да се примени. Во 1879 година американскиот научник и пронаоѓач Томас Едисон (Thomas Edison) ја усовршил конструкцијата на светилка со јаглородно влакно, стаклен балон и приклучок на извор на еднонасочна струја. (Сл.6.1.) Првата инсталација со 112 такви светилки е изведена на парабродот “Колумбија” во 1880 година. Томас Едисон во 1882 година ја основал првата поголема фабрика за производство на светилки со 150 работници и капацитет од 1200 светилки дневно.



Сл.6.1. Оригиналната светилка на Томас Едисон



Сл. 6.2. Светилка со јаглородно влакно (навој E27, 220V, 30W, левата работи на 100V)

Стаклениот балон на светилката во тоа време не можел да се направи совршено со вакуум (испумпување на воздухот од балонот), така што јаглеродното влакно (сл. 6.2.) во несовршениот вакуум полека се распаѓало, ја затемнувало внатрешноста на балонот и со тек на времето светилката при иста потрошувачка на електрична енергија дава сè помалку и помалку светлина.

Првата употреблива светилка со волфрамово влакно е патентирана во 1906 година, а од 1910 година германската фабрика “OSRAM” овие светилки почнува сериски да ги произведува. Од 1932 година воведено е двократно спирализирано влакно, а од 1936 година се употребува и криптонот (покрај аргонот) како гас за полнење на балонот.



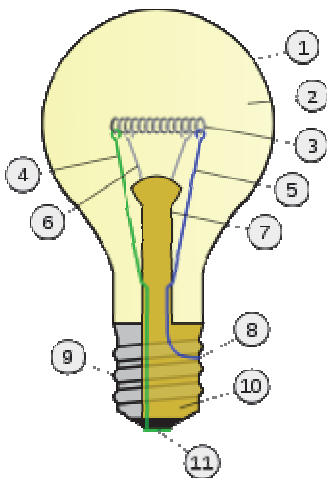
Сл.6.3. Волфрамово влакно прицврстено на електрода во светилка

Вжареното влакно може да се набљудува како црно тело (апсолутно црно тело 100% ги апсорбира сите електромагнетни бранови што паѓаат на него). Кога црното тело ќе се загрее (му се доведува енергија од надвор) тоа почнува да емитува електромагнетни бранови. Видливите светлосни зраци се само еден дел од вкупната енергија што ја емитува загреаното црно тело (Планков закон 1900 година). Црното тело емитува претежно видливи електромагнетни бранови ако неговата температура е многу голема (околу 6000 K). Значи светилката би имала најголемо искористување ако нејзиното вжарено влакно би се загреало на така висока температура. Во природата не постојат материјали што можат да ја издржат таа температура (околу 6000 K) без да ја променат својата агрегатна состојба. Како најпогоден материјал за изработка на вжарено влакно се користи волфрамот (сл. 6.3.), кој може да се загрее до 3000^0 C. На таа температура поголем дел од

доведената енергија се претвора во топлина, а само мал дел (3-6%) во светлосна енергија.

За секој вид на вештачки светлосен извор се дефинира светлосно искористување. Светлосното искористување е однос на светлосниот флукс и електричната моќност потребна за негово производство (lm/W). Кај светилките со вжарено влакно светлосното искористување е 8-20 lm/W и е поголемо кај светилките со поголема моќност. Карактеристично е дека светлосното искористување прогресивно се намалува во текот на горењето во нормални услови, па е поекономично светилката после 1000 часа на работа да се замени со нова отколку да се остави да свети додека не прегори.

Конструкција на светилка со волфрамово влакно (сл.6.4.): светилката се состои од вжарено влакно изработено од спирализирана волфрамова жица (3), прицврстена со тенки носачи од молибденска жица (6), прицврстени на стаклен носач (7). За довод на струја служат две метални електроди (4 и 5). Стаклениот носач го држи системот за жарење и двете електроди и преку него се врши вакуумирање на светилката и полнење со инертен гас (2). Подножјето (9) служи за прицврстување и електрично поврзување со грлото на светилката. Од стаклениот балон (1) воздухот е испумпан, а внатрешноста на балонот е исполнета со инертен гас аргон (86%) и азот (14%) со што се зголемува трајноста. На стаклениот балон е втисната моќноста на светилката и работниот напон.



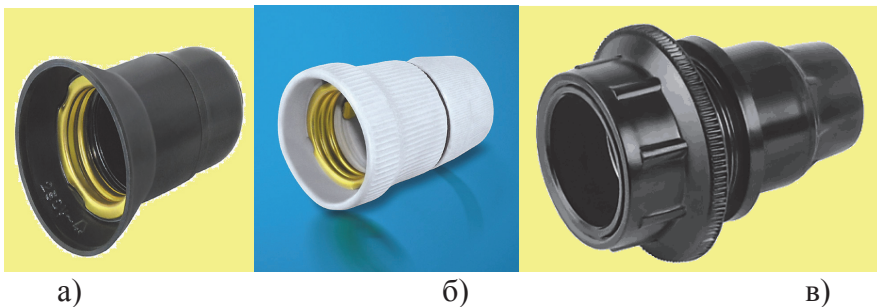
- 1.Стаклен балон
- 2.Инертен гас под низок притисок (аргон, неон, азот)
- 3.Волфрамово влакно
- 4.Електрода (излегува од основата)
- 5.Електрода (оди во основата)
- 6.Потпорни жици од молибден
- 7.Стаклен носач
- 8.Контактна жица (излегува од основата)
- 9.Едисоново подножје (навој)
- 10.Изолација
- 11.Електричен контакт

Сл.6.4. Стандардна светилка со подножје

Со криптон се полнат помали светилки со номинална моќност од 25 W (235 lm); 40 W (475 lm); 60 W (800 lm); 75 W (1030lm); 100 W (1500 lm).

Принцип на работа на светилка со вжарено влакно: ако низ волфрамовото влакно со определен отпор се пропушти електрична струја, влакното поради Џуловиот закон постепено ќе се загрева и кога ќе достигне температура од $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ започнува да свети. Загреаното влакно сè до $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ свети со жолта боја, а на температура од $2500\text{ }^{\circ}\text{C}$ свети со бела боја. Температурата на вжареното волфрамово влакно во светилката е околу $2700\text{ }^{\circ}\text{C}$ (точката на топење на волфрамот е $3422\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Едисоновиот навој (сл .6.6.а)) е изработен од месинган лим во вид на шуплива завртка и за неа е залемен едниот крај на влакното. Отворот на крајот е затворен со еден изолациски слој во чија средина се наоѓа месингана плоча за која е залемен едниот крај на влакното. Грлото за електричната светилка (сл.6.5.) се изработува од изолациски материјал - бакелит и има во својата шуплина иста навртка од месинган лим како и навојот на светилката, а во средината има метална пружина. За навртката се врзува едниот, а за пружината другиот спроводник од електричната инсталација.

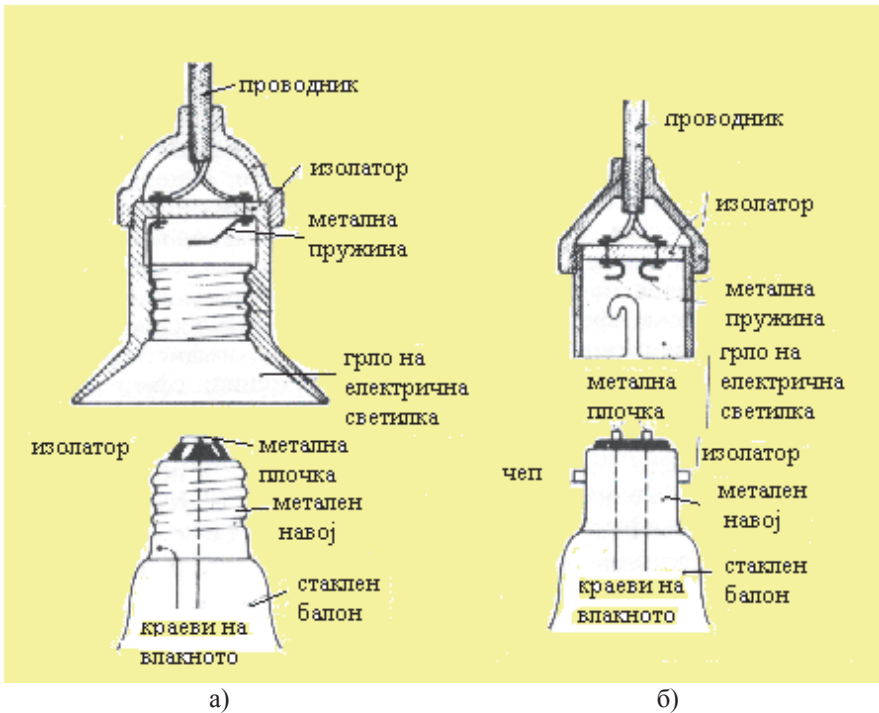


Сл. 6.5. Едисоново грло за електрична светилка:
а) бакелитно грло Е 27 б) керамичко грло Е 27
в) бакелитно грло Е 14 со шешир

Димензиите на Едисоновиот навој и грло се стандардизирани. Се изработуваат со следниве димензии и ознаки: Е 10, Е 14, Е 27 и Е 40, каде што броевите го означуваат приближно пречникот во mm. Навојот и грлото Е 10 се употребуваат за сосема мали електрични светилки, како што се електричните светилки за цебни ламби. Се викаат **цуце навој и грло**. Е 14 се употребуваат за

мали декоративни електрични светилки во форма на свеќа и за илуминациски светилки и се викаат **мињон навој и грло**. Е 27 се употребуваат за нормални светилки до 200 W и се викаат **нормален навој и грло**. Е 40 се употребуваат за нормални електрични светилки од 300 W па нагоре и се викаат **голијат навој и грло**.

Свановото (бајонет) подножје (сл. 6.6.б)) има валчеста форма, од месинган лим со два чепа од страните. Челната страна е затворена со изолациска поклопка, што носи две метални плочки, изолирани една од друга, за кои се врзуваат двата краја на влакното. Грлото е во вид на шуплив метален валјак со две завиткани длабнатини од двете страни. Електричната светилка се доведува во врска со инсталацијата на тој начин што чеповите од светилката навлегуваат во длабнатините на грлото и потоа се завртува. Во својата внатрешност грлото, има два одделни споја, за кои се врзани двата спроводника на електричната инсталација и кои се составуваат со плочките на челната страна на навојот. Поради својата сличност овие делови се викаат бајонет-навој и бајонет грло.



Сл. 6.6. Едисоново (а) и Сваново (бајонет) (б) подножје и грло

За нормалните електрични светилки грлото и навојот ја носат ознаката В 22, а за малите џебни и декоративни електрични светилки В 15, т.е. имаат пречници 22 mm, односно 15 mm. Слично и грлото за автомобилските електрични светилки има ознака ВА.

Стаклениот балон, според намената на светилката, може да има различен облик и тоа облик на: круша, топка, свеќа, печурка итн.(сл.6.7.) Балоните може да бидат:

- бистри, т.е. од просирно стакло кое директно ги пропушта зраците;
- матирани, т.е. од внатрешната страна се така обработени да можат да ја трансмитираат светлината во различни правци;
- опализирани, т.е. изработени од млеко стакло кое од внатрешната страна има бел слој;
- метализирани, т.е. од внатрешната страна се премачкани со црвена, сина, жолта, зелена или портокалова боја (за декоративни и сигнални потреби).

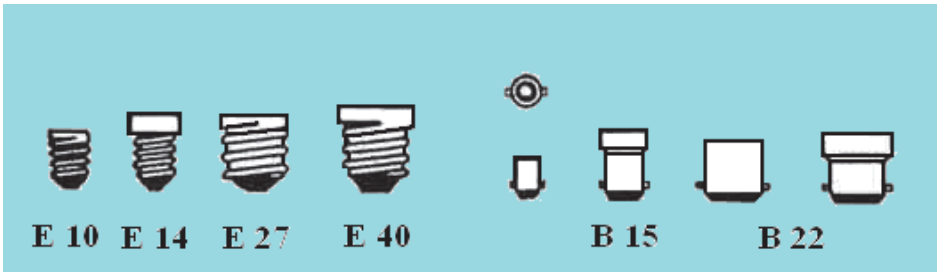


Сл. 6.7. Облици на стаклениот балон на светилка

а) печурка б) топка в) свеќа г) круша д) во боја ѓ) сигнална

Подножјето на светилката служи за прицврстување и електрично поврзување со грлото, преку кое се остварува врска на светилката со електричната мрежа. За светилките се користат различни подножја (сл.6.8.):

- подножје со навој Е (Edison): Е 10; Е 14; Е 27 и Е 40;
- бајонет подножје В: В 15 и В 22 ;
- бајонет подножја за автомобили: Ва7s; Ва9s; Ва15d; Ва22d.



Сл.6.8. Облици и големини на подножја за светилки

Споевите со бајонет подножје не се осетливи на удари и затоа светилките со ова подножје се користат за цебни ламби, бродови, трамваи, автомобили итн.

Светилките со вжарено влакно можеме да ги поделиме на:

а) светилки за општа употреба: стандардни светилки; со облик на печурка; со облик на свеќа; со облик на топка; рефлекторски светилки.

б) мали и специјални светилки за посебна намена: семафорски; за печки; за фрижидери; за пројектори; инфрацрвени итн.

в) халогени светилки.

Стандардните светилки кои најмногу се употребуваат, имаат облик на круша и номинален напон 220-240 V. Се изработуваат со номинална моќност од 25W; 40W; 60W; 75W; 100W; 150W; 200W; 300W; 500W и 1000W.

Табела 6.1. Податоци за стандардните светилки произведени од “OSRAM”

Моќност (W)	Напон на мрежата (V)	Светлински флукс (lm)	Димензии		Навој	Век на траење (часа)
			L (mm)	Ø		
15	220-240	90	105	60	E-27	1000
25	220-240	230	105	60	E-27	1000
40	220-240	430	105	60	E-27	1000
60	220-240	730	105	60	E-27	1000
75	220-240	960	105	60	E-27	1000
100	220-240	1380	105	60	E-27	1000
150	220-240	2220	120	65	E-27 и E-40	1000
200	220-240	3150	156	80	E-27 и E-40	1000
300	220-240	5000	189	90	E-40	1000
500	220-240	8400	240	110	E-40	1000
1000	220-240	18800	274	130	E-40	1000

*Векот на траење на овие светилки е 1000 часа. После ова време светлинскиот флукс опаѓа за повеќе од 20 %.

Пример: Стандардна светилка со моќност од 300 W има светлински флукс од 5000 lm. Колкава е светлинската јачина на оваа светилка под агол од 0° ; агол од 40° , а колкава под агол од 90° ?

Решение: Од светлинската карактеристика (за светилка од 1000 lm) од слика 7.8 отчитуваме дека светлинската јачина е 72 cd/1000 lm под агол од 0° , 77cd/1000 lm под агол од 40° и 63 cd/1000 lm под агол од 90° . Во нашиот случај за светилка од 300 W и светлински флукс од 5000 lm, отчитаните вредности од светлосната карактеристика треба да се помножат со бројот на килолумени (5000 lm = 5 klm). Па добиваме:

$$I_{0^{\circ}} = 72 \cdot \frac{5000}{1000} = 360cd$$

$$I_{40^{\circ}} = 77 \cdot \frac{5000}{1000} = 385cd$$

$$I_{90^{\circ}} = 63 \cdot \frac{5000}{1000} = 315cd$$

Рефлектор-светилка е специјална класична светилка со вжарено влакно кај која балонот е посебно конструиран и од внатрешната страна е обложен со тенок слој од алуминиум со висок сјај. Аголот на зрачење им е помал од 50° . Се користат на места каде што се сака да се постигне нагласување на одредени објекти и

површини како што се излози, витрини, театарски и концертни сали, продавници, фасади, споменици и слично. Рефлектор-светилката има форма и светлосна карактеристика како на слика 6.9.



Сл 6.9. Рефлекторски светилки (25, 40, 60, 75, 100 и 150 W и светлосни карактеристики за 75 W и 100 W) и рефлекторски светилки во боја 25, 40 и 60 W **сина, жолта, црвена и зелена.**

Светилките за проектори (сл.6.10.) се специјални светилки со вжарено влакно, со голем блесок, кај кои вжареното влакно интензивно се загрева. Вlakното кај овие светилки е три пати спирализирано. Поради високата температура брзо доаѓа до деформација на спиралата и затоа работниот век на овие светилки е многу краток (околу 100 часа). Се користат во кинотехниката, како фотосветилки, за рефлектори, апарати за проекција и слично.



Сл.6.10. Халогена светилка за проектори, со номинален напон од 12 или 24 V(се приклучува преку трансформатор)

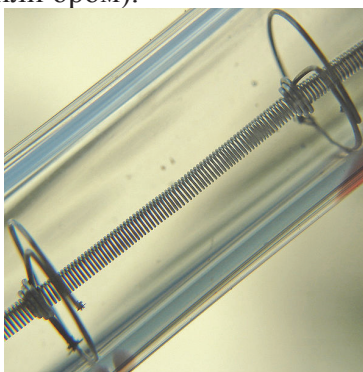
Инфрацрвените светилки (сл.6.11.) всушност се инфрацрвени грeалки, кај кои спиралата е двојно спирализирана и

така димензионирана да се загрева до температура при која зрачи инфрацрвени зраци. Инфрацрвените зраци со незначителни загуби поминуваат низ стаклениот балон и без загревање на околниот воздух доаѓаат до површината на предметот и интензивно го загреваат. Се користат во индустријата (сушење и печење на лак-боја, сушење на ткаенини, сушење на бисквити и чоколади, сушење на жито и овошје), во домаќинството (загревање на земјоделски објекти, станбени простории и сл.) и во здравството.



Сл.6.11. Инфрацрвени светилки

Халогените светилки (јодни светилки сл.6.14.) претставуваат натамошен облик на развојот на светилките со метално влакно. **Халогените светилки** со жгарено влакно денес сè повеќе се употребуваат (се појавиле 1959 година во Америка). Имаат влакно од волфрам кое се наоѓа во балон од кварцно стакло (слика 6.12.). Во балонот покрај инертниот гас има строго определено количество на некој од халогените елементи (најчесто јод или бром).



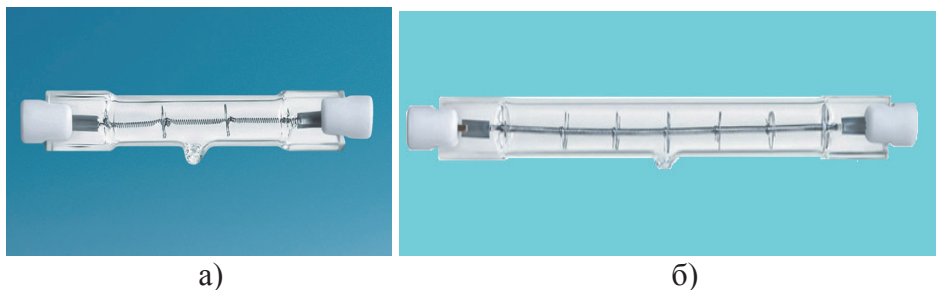
Сл. 6.12. Волфрамово влакно во халогена светилка



Сл. 6.13. Халогена светилка

Присуството на халогените елементи овозможува настанување на регенеративен кружен процес, кој што се состои во следново. Испарениот волфрам се соединува со халогениот елемент. Добиениот халогенид на волфрамот има особина лесно да испарува на температури од 200-600 °С. Работните услови во светилката овозможуваат халогенидот на волфрамот да биде во гасна состојба, со што се спречува неговото натрупување на сидовите на балонот.

Молекулите на халогенидот се распаѓаат во зоните блиску до влакното, каде што температурата е повисока од 1200 °С. Така ослободените атоми на волфрамот ја зголемуваат концентрацијата на волфрамовата пара во околината на усвитеното влакно, од каде што волфрамот се враќа на влакното во исто количество во кое и испарил. Со тоа е постигнато влакното да не станува потенко и испарениот волфрам да не се натрупува по сидовите на балонот. Кај халогените светилки, волфрамовото влакно може да се загрее и преку 3000 °С и тогаш дава бела светлина. Температурата на површината на кварцната цевка за време на работата е 600-700 °С и затоа оваа светилка се поставува во специјални стаклени рефлектори (сл.6.13.). Светлосното искористување на халогените светилки е до 22 lm/W.



- а) светилка 100 и 150 W пречник 8 mm и должина 78 / 118 mm
б) светилка 300 и 500 W пречник 10 mm и должина 118 mm

Сл.6.14.–Халогена светилка за општа употреба со номинален напон 230 V и подножје R 7s;

Споредено во однос на светилките со метално влакно халогените светилки ги имаат следниве предности:

1. Во текот на работниот век, светлинскиот флукс на халогената светилка, се намалува само до 3%, додека кај обичните

светилки со метално влакно тоа намалување може да изнесува 20% па и повеќе.

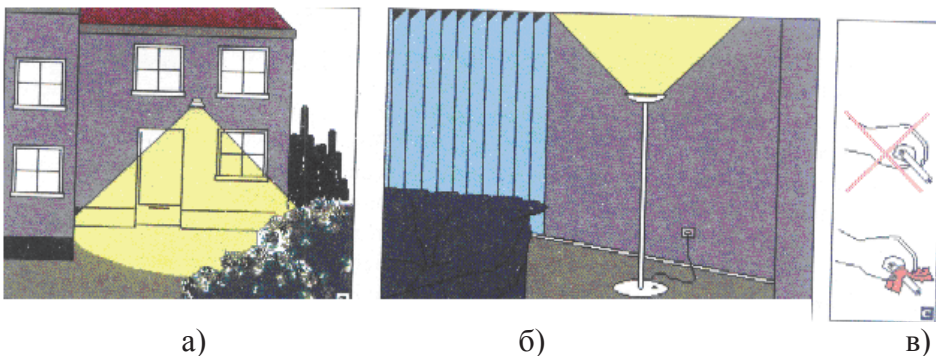
2. Температурата на влакното кај халогените светилки може да биде повисока отколку кај обичните светилки со метално влакно што овозможува поголемо светлосно искористување. Поради тоа, светлосното искористување на халогените светилки за општа намена е од 16-22 lm/W, а на халогените светилки за фото-снимања тоа изнесува од 28,3-34,4 lm/W. Но, трајноста на првите е 1000-2000 часа, а на вторите околу 15 часа.

3. Имаат повисока температурата на бојата во однос на обичните светилки со метално влакно. Кај халогените светилки за општа намена таа изнесува 3000 °К, кај халогените светилки за филмски и телевизиски снимања е 3200 °К, а кај халогените светилки за фото-снимања е 3400 °К.

4. Халогените светилки имаат ограничувања во поглед на положбата на горење. Дозволено е нејзината оска со хоризонталата да зафаќа агол што не е поголем од 4°.

5. Халогените светилки имаат помали димензии отколку обичните светилки со метално влакно со иста моќност. Тоа халогените светилки ги прави подобни за употреба во рефлектори, проекциски апарати и сл.

Заслужува да се нагласи дека халогените светилки не треба да се фаќаат со голи раце или со нечисти помошни средства. Ако се фаќани (или на друг начин замастени) пред запалувањето на светилката, мрснотијата може да се симне со памук натопен во алкохол. Ако замастената сијалица се запали, настануваат трајни затемнувања, кои го намалуваат светлинскиот флукс на светилката.



Сл.6.15.– Примена на рефлектор-халогени светилки

- а) за директно осветлување на отворени простори
- б) собна халогена светилка за индиректно осветлување на внатрешни простори
- в) при замена на халогена светилка, стаклената цевка не треба да се фаќа со голи раце (мрсната кожа остава траги, согорува и светилката може да пукне)

6.3. Флуоресцентни светилки (FC)

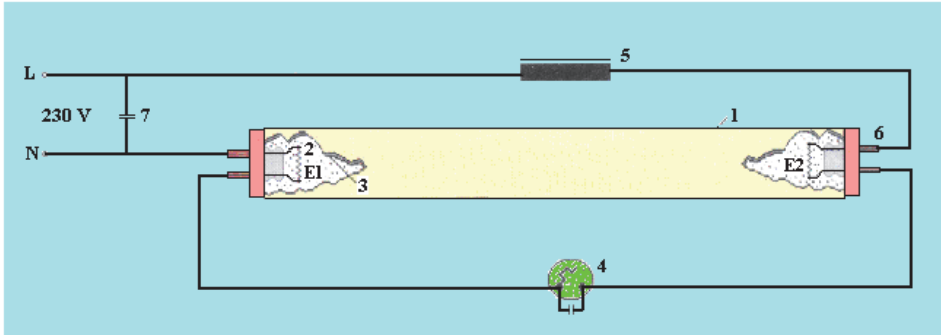
Флуоресцентните цевки се развиени во Америка и на пазарот се појавиле 1938 година на изложба во Њујорк и 1939 година во Сан Франциско. Германската фабрика OSRAM првата флуоресцентна цевка ја произвела 1936 година, но дури во 1942 год. почнува да се употребува за внатрешно осветлување. Денес, флуоресцентните светилки се на второто место според количината што се користи, веднаш зад светилките со вжарено влакно.

Тоа се живини светилки со низок притисок, најчесто изработени во облик на долги стаклени цевки на чии краеве се наоѓаат две електроди E_1 и E_2 . Од внатрешната страна стаклената цевка е покриена со тенок слој на флуоресцентна прашина. Од цевката е извлечен воздухот и е наполнета со аргон и мало количество, неколку милиграми на жива (сл. 6.17.).



Сл. 6.16. Пресек на флуоресцентна светилка

Флуоресцентната цевка работи така што со поминувањето на струјата низ гасот, доаѓа до судир на електроните, што патуваат од вжарената катода, со атомите на жива. При тие судири, атомот на жива зрачи невидливи кратkobранови ултравиолетови зраци. Тие го возбуждаат слојот од флуоресцентен прав и ги претвораат ултравиолетовите зраци во видно зрачење.



Сл. 6.17. Шема на спојување на флуоресцентна цевка

1-флуоресцентна цевка; 2 – електроди E_1 и E_2 (катоди); 3 – флуоресцентен слој; 4 – starter; 5 – придушница; 6 – подножје G 13; 7 – кондензатор за компензација на факторот на моќност

Кога катодата (2) се вклучи на наизменичен напон, преку соодветен starter (4), почнува нивното загревање и емисија на електрони. Аргонот се јонизира на понизок напон и на пониска температура од живата. Емисијата на електрони од катодата, предизвикува загревање и живата во цевката испарува. Забрзаните електрони емитирани од негативната електрода (катода) се движат со голема брзина низ живината пара. На својот пат се судираат со атомите на жива и избиваат електрон од последната патека на живините атоми. Избиениот електрон одредено време ќе осцилира и на крајот под дејство на силата на јадрото ќе се врати назад на своето основно енергетско ниво. При тоа настанува зрачење на ултравиолетови бранови со должина од 253,7 nm.

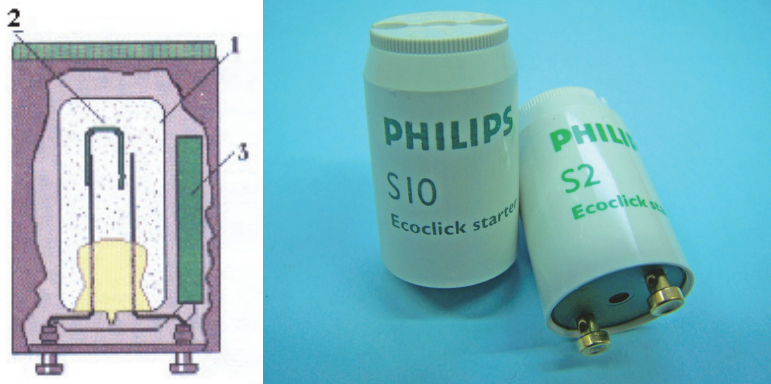
Ултравиолетовото зрачење што настанува во цевката би било 96% апсорбирано во стаклената цевка. Тоа значи дека без флуоресцентниот прав, цевката не би светела. Под дејство на ултравиолетовите зраци, флуоресцентниот прав, кој задолжително се наносува од внатрешната страна на цевката, започнува да свети, а бојата на светлината зависи од употребениот прав (силикати,

волфрамити, фосфати, борати, молибденати). Со избор на соодветен флуоресцентен материјал (луминатор) може да се постигнат различни бои на светлината, па и сосема бела светлина и светлина слична на дневната.

Флуоресцентната цевка не може директно да се приклучи на мрежен напон од 230 V, бидејќи напонот на палење на цевката е поголем од напонот на мрежата. За да се запали цевката, потребно е меѓу електродите E_1 и E_2 да се доведе значително поголем напон, од 600 до 1000V. Овој проблем е решен со употребата на стартер. Улогата на стартерот е во првиот момент на активирање на флуоресцентната цевка да ги приклучи на напон двете електроди E_1 и E_2 . Кога електродите ќе се загреат, стартерот ја прекинува струјата и при тоа во намотките на придушницата се самоиндуцира висок напон потребен за палење на цевката. Значи со прекинување на струјниот круг под дејство на стартерот, се предизвикува појава на висок напон (преку 600V) потребен за проработување на светилката. Придушницата се карактеризира со голем индуктивитет L , што предизвикува силно електрично поле внатре во цевката, палење на цевката и протекување на струја низ самата цевка. При тоа нагло се зголемува спроводливоста на гасот и струјата во внатрешниот струен круг, па затоа придушницата мора да го намали напонот помеѓу електродите и јонизацијата да ја одржи на дозволеното ниво. Порастот на напонот е само краткотраен, но тоа е доволно за вклучување на цевката. Но кога цевката ќе се запали и низ неа ќе протече струја, за нејзино работење е потребен работен напон помеѓу електродите кој задолжително мора да биде помал од мрежниот напон 230V (за стандардна FC изнесува од 57 до 110V). Ако напонот помеѓу електродите на флуоресцентната цевка и после палењето има голема вредност, би дошло до ударна јонизација и лавина на електрони. Струјата постојано би се зголемувала и електродите наскоро би биле уништени. За да се спречи тоа, придушницата дејствува како стабилизатор на струјата, бидејќи со зголемување на струјата, се зголемува и падот на напон на придушницата. Со тоа автоматски се намалува напонот на краевите на цевката и јачината на струја низ цевката. Работниот напон на цевката е понизок од напонот на палење (вклучување) на стартерот, па стартерот нема повеќе автоматски да се активира се до повторно вклучување на цевката. Под влијание на струјата, стартерот повеќе пати го прекинува струјниот круг и тоа се повторува се додека

струјниот круг не се воспостави низ самата цевка. Тој процес трае 2-5 секунди.

Денес во употреба се повеќе видови стартери. На сл. 6.18. е прикажан класичен стартер кој со придушницата претставува претспојна направа за стандардните флуоресцентни цевки.

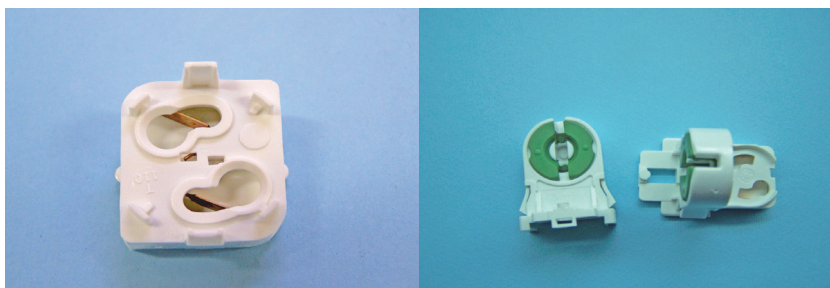


Сл. 6.18. Гасен стартер за стандардна флуоресцентна светилка

- 1- мала стаклена цевка; 2 – биметална електрода;
- 3 – кондезатор за блокирање на радио пречки

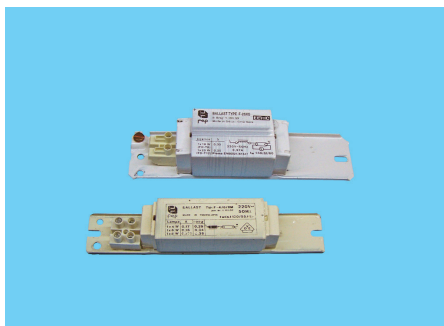
Принцип на работа на гасниот стартер: гасниот стартер е мала стаклена цевка (1) исполнета со неон, хелиум или аргон. Во неа се сместени две електроди, од кои една е биметална (2). При вклучувањето на флуоросцентната цевка, во стартерот се јавува мало електрично празнење помеѓу двете електроди и се развива топлина. Ослободената топлина ја загрева биметалната електрода, која после кратко време започнува да се накривува и се спојува со другата електрода. Струјата на празнење помеѓу електродите на стартерот е околу 20-40 mA и таа не е доволна за загревање на електродите E_1 и E_2 на флуоросцентната цевка. Сега, кога контактите на електродите се кратко споени (стартерот е вклучен), протекува струја околу 1 A и таа многу брзо ги загрева електродите E_1 и E_2 на флуоресцентната цевка. Со спојувањето на контактите во стартерот престанува електричното празнење низ гасот во стартерот, а биметалната електрода се лади и се враќа во првобитната положба. Со тоа се прекинува струјниот круг на придушницата, што предизвикува напонски удар од 600-1000 V помеѓу електродите E_1 и E_2 на флуоросцентната цевка и таа се запалува (свети). Кога

флуоресцентната цевка е запалена, за нејзината работа е потребен работен напон од 57-110 V, значи помал напон од напонот на мрежата 230 V. Придушницата служи за намалување на напонот и за стабилизација на струјата низ FC. За да се запали starterот потребен е номинален напон, но кога цевката ќе се запали, на електродите на starterот е присутен работен напон од 57-110 V кој не е доволен starterот повторно да се активира.



Сл. 6.19. Подножје на starterот и грло за флуоресцентна цевка G-13;

Флуоресцентната цевка не смее директно да се приклучи на мрежниот напон (230 V), туку сервиски задолжително се приклучува придушница (претспоен уред, баласт). Придушниците се изработуваат од бакарна намотка и железно јадро, па во мрежата се однесуваат како индуктивен товар кој го расипува факторот на моќност $\cos\phi$ и изнесува околу 0,5. За да се отстрани овој недостаток, се употребуваат кондензатори за компензација на индуктивитетот на придушницата.



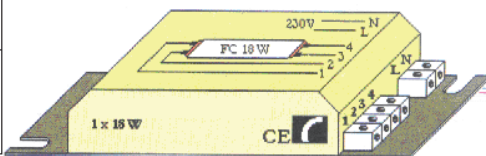
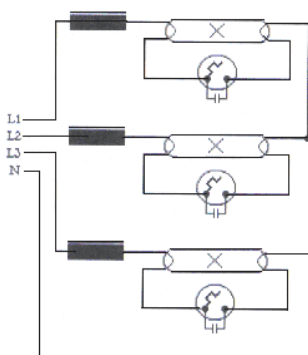
Сл. 6.20. Придушница како претспоен уред за FC 58W и FC 36W



Сл. 6.21. Кондензатор за компензација

Кај флуоресцентните светилки, како и кај сите светилки со празнење низ гас, можно е да се јави **стробоскопски ефект**. Појавата на овој ефект е последица на фактот дека кај овие светилки, светлината трепери во ритамот на фреквенцијата на мрежата (50 Hz). Светлинскиот флукс кои го емитуваат овие светилки се менува со промената на наизменична струја. Таа промена ќе биде 100 пати во секунда, при што на набљудувачот може да му се создаде впечаток на треперење и/или да му изгледа дека деловите што се движат во една насока стојат или се движат во спротивна насока. Ова може да биде причина за незгоди, особено ако се јави во индустриски, занаетчиски и слични погони. Намалувањето на стробоскопскиот ефект се постигнува со употреба на флуоресцентни светилки во дуо врска или со поврзување на соседните светилки на различни фази на трифазниот систем на наизменична струја.

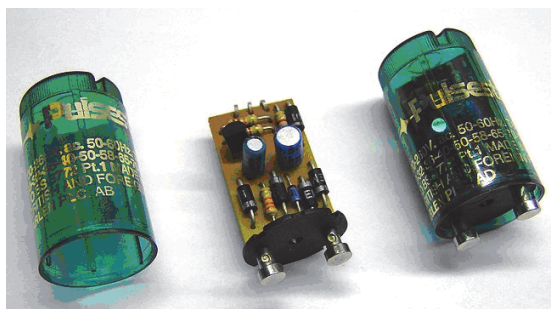
Кај дуо врската, фазното поместување на струјата на едниот или другиот извор на светлина е 90° . Ова се постигнува со сервиско спојување на кондензаторот со еден од изворите на светлина.



Сл. 6.22. Спој на FC на три различни фази

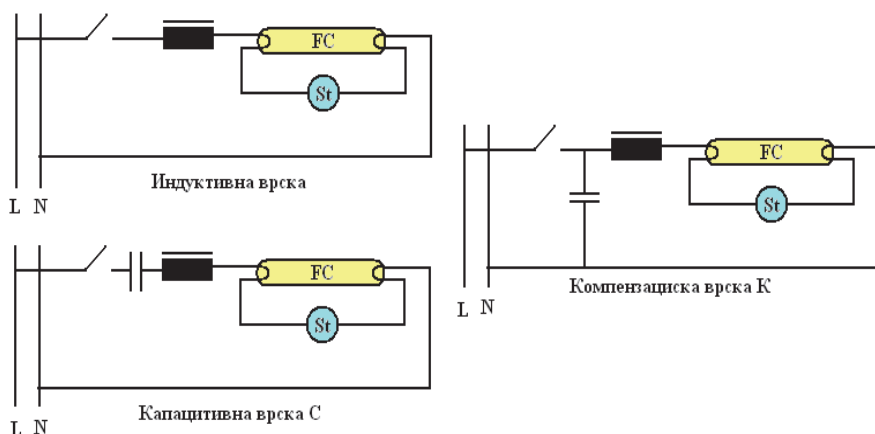
Сл. 6.23. Електронски претспоен уред за FC 18 и 36W

Во последно време производителите нудат и електронски стартери (сл. 6.24.). Предностите на електронските стартери се што ја запалуваат флуоресцентната светилка за покусо време, имаат поголема трајност и предвидени се да го исклучат струјното коло доколку флуоресцентната светилка е неисправна (и на тој начин да придонесат за штедење на електричната енергија).



Сл. 6.24. Електронски starter за флуоресцентни светилки

Во пракса се користат неколку врски на флуоресцентни светилки, и тоа: индуктивна врска, компензирана врска, капацитивна врска (слика 6.25.), дуо врска и тандем врска (слика 6.26.). Последната се користи само за светилките со моќности до 20 (односно 18)W.

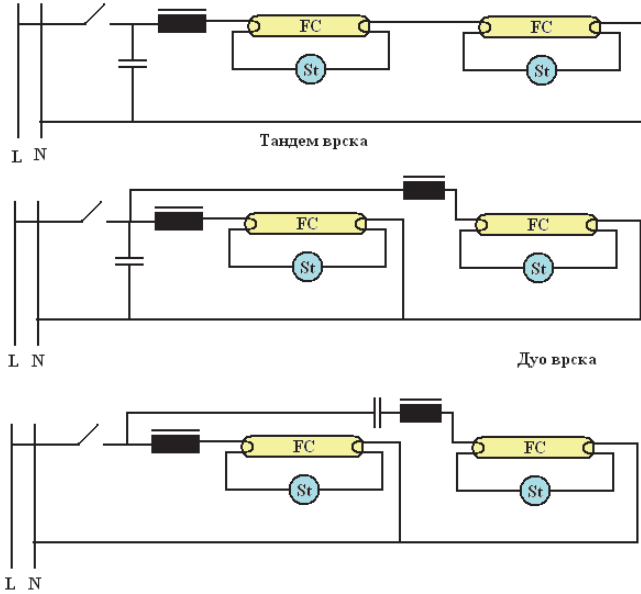


Сл. 6.25. Видови врски на една флуоресцентна цевка

За да се подобри факторот на моќност, може да се користи паралелно вклучен кондензатор со соодветни параметри, т.е. да се користи компензирана врска. На тој начин се постигнува фактор на моќност помеѓу 0,95 и 0,99 .

Паралелна врска на една светилка во индуктивна врска и една светилка во капацитивна врска се нарекува дуо врска (слика 6.26.). Кај оваа врска се постигнува фактор на моќност 0,99 и 0,98 за светилките со моќност 40 и 65 W.

Кај тандем врската, всушност, разликуваме два случаја: тандем индуктивен и тандем компензиран. Во првиот случај факторот на моќност е 0,57, а во вториот 0,98.



Сл. 6.26. Преглед на основните врски со две флуоросцентни цевки

Разни производители нудат различни типови на флуоресцентни светилки (сл. 6.27.). Глобално, можат да се разликуваат: флуоресцентни светилки за општа намена и флуоресцентни светилки за специјална намена.



Сл. 6.27. Компактни и класични флуоресцентни цевки

Во табелата 6.2. се дадени боите на светлината, соодветните ознаки и температурите на боите за флуоресцентните светилки за општа намена со дијаметар 26 mm.

Флуоресцентните светилки со температура на бојата од 2900°K (топло бела) даваат светлина што е слична на светлината од светилките со метално влакно – за општа намена. Таа светлина дава впечаток на топла атмосфера. Светилките со ознака ТВ се препорачуваат за осветлување на станбени и слични простории, каде што не се бара голема осветленост (на пример, 150 lx). Погодни се за комбинација со светилките со метално влакно.

Светлината од флуоресцентните светилки со температура на бојата од 3500 °K (светло бела) му дава на осветлуваниот простор впечаток на топлина. Овие светилки се препорачуваат за осветлување во трговијата, индустријата и на други места каде при релативно мала осветленост (200 lx и повеќе) се бара прифатливо распознавање на боите.

Табела 6.2 Некои податоци за флуоресцентните светилки за општа намена

Карактеристики на флуоресцентни цевки за општа намена					
Тип	Работен напон (V)	Работна струја(A)	БОЈА	Температура на бојата(K)	Светлински флукс(lm)
FCS20W	57	0,37	DS - дневно светло	6 500	850
			BB - бела боја	4 500	1 250
			BBX - луксузно бела боја	4 500	840
			SB - светло бела боја	3 500	1 250
			TB - топло бела боја	2 900	1 250
			TBX - луксузно топло бела боја	2 900	800
FCS40W	103	0,43	DS - дневно светло	6 500	1 900
			BB - бела боја	4 500	3 000
			BBX - луксузно бела боја	4 500	2 900
			SB - светло бела боја	3 500	3 000
			TB - топло бела боја	2 900	3 000
			TBX - луксузно топло бела боја	2 900	2 000
FCS 65W	110	0,67	DS - дневно светло	6 500	3 350
			BB - бела боја	4 500	4 800
			BBX - луксузно бела боја	4 500	3 200
			SB - светло бела боја	3 500	4 800
			TB - топло бела боја	2 900	4 800
			TBX - луксузно топло бела боја	2 900	3 200

*Вештачките извори на светлина не ги зрачат сите бои од видливиот спектар, па светлината има одреден тон, што се означува со температура на бојата. Кај флуоросцентните цевки на стаклото на цевката е втисната ознака која ја означува бојата и температурата на боја. Не може да се препорача која температура на боја треба да се користи во станот бидејќи зависи од човекот. Имено, луѓето со светол тен, ја сакаат топлата боја, додека луѓето со темен тен ја сакаат белата боја. Кај природните извори температурата на боја изнесува од 4000 °K до 25000 °K, а кај вештачките од 2000 °K до 6500 °K.

Флуоресцентните светилки со температура на бојата од 4300°K (студено бела) даваат светлина со бела боја, која се смета за универзална и најмногу се користи за осветлување на индустриски хали, трговски објекти, канцеларии и други простории, во кои се бара осветленост од најмалку 300 lx.

Светлината што ја даваат флуоресцентните светилки со температура на бојата од 6500 °K е слична на дневната светлина при средно облачен ден. Овие светилки се наменети за осветлување на простори кај кои е потребно разликување на бои како при дневна светлина. Меѓутоа, за да се постигне добро разликување на боите, со овие светилки треба да се постигне осветленост од најмалку 1000 lx. Нивната најчеста примена е во текстилната и графичката индустрија.

Од табелата 6.2. може да се заклучи дека сите флуоресцентни светилки немаат еднакво светлосно искористување. Тоа зависи како од спектралниот состав на светлината што ја зрачи светилката така и од нејзината моќност.

Загубите на активната моќност во придушницата изнесуваат 7, 8 и 11 W, за флуоресцентните светилки со моќност 20 (18), 40 (36) и 65 (58) W, соодветно. Уважувајќи ги и тие загуби, светлосното искористување на флуоресцентните светилки за општа намена зависи од бојата на нивната светлина и изнесува :

- 30-42 lm/W за светилките со моќност 18 W;
- 28-39 lm/W за светилките со моќност 20 W;
- 52-67 lm/W за светилките со моќност 36 W;
- 46-58 lm/W за светилките со моќност 40 W;
- 49-67 lm/W за светилките со моќност 58 W;
- 45-60 lm/W за светилките со моќност 65 W.

Технички податоци за стандардни флуоресцентни цевки со моќност од 20W, 40W и 65W и напречен пресек Ø 38mm и техничките податоци за новата генерација на флуоресцентни цевки со номинална моќност од 18W, 36W и 58W и напречен пресек од Ø26 mm се дадени во следната табела:

Табела: 6.3. Технички податоци за стандардни флуоросцентни цевки

Тип и номинал на моќност на стандардни цевки	Светлински флукс (lm)			димензии	
	Дневно светло DS (Daylight 6500K)	Бела боја BB (Cool white 4500K)	Светло бела SB (White 3500 K)	Ø mm	Должи на (mm)
FC 20W	850	1250	1250	38	590
FC 40W	1900	3000	3000	38	1200
FC 65W	3350	4800	4800	38	1500
FC 18W	1050	1450	1450	26	590
FC 36W	2500	3450	3450	26	1200
FC 58W	4000	5400	5400	26	1500

Како што е прикажано во табелата 6.4. напонот на краевите на флуоресцентната светилка за време на нејзината стационарна работа значително се разликува од мрежниот (погонски) напон и зависи од моќноста на светилката. Но, сјајноста на флуоресцентните светилки помалку зависи од моќноста, а повеќе од дијаметарот на светилката. Заслужува да се забележи дека, практично, кај сите флуоресцентни светилки почетната струја (додека контактите на стартерот се затворени) е за околу 50% поголема од струјата на стационарниот погон.

Табела 6.4. Некои податоци за флуоресцентните светилки за напон 220 V

Номинална моќност (W)	Напон на горење (V)	Сјајност (cd/m ²)	Однос на струите почетна/работна
18	57	7500	1,49
20	57	6000	1,49
36	103	8600	1,51
40	103	6500	1,51
58	110	11100	1,49
65	110	7500	1,49

Под "напон на горење" во табелата 6.4. е даден податокот за напонот на приклучоците на секоја од светилките, кога тие се во стационарен погон. Но, треба да се нагласи дека сите светилки од

табелата 6.3. се предвидени да бидат приклучени на напон 220 V, преку соодветни претспојни уреди (т.е. придушници).

Денес сè повеќе се употребуваат флуоресцентни “штедливи” светилки (сл. 6.28.) со подножје E 14, E 27 или G 13 и со топчест облик, U – облик или облик на спирала. Се изработуваат со моќност од 5W, 7W, 9W, 11W, 13W, 15W, 18W и 20W. Светлосното искористување на овие светилки е околу 5 пати поголема отколку стандардните светилки, а трајноста е околу 4 пати подолга.



Штедлива "U" светилка		Стандардна светилка
	5 W = 25 W	
	7 W = 40 W	
	11 W = 60 W	
	15 W = 75 W	
	20 W = 100 W	

Сл.6.28. “Штедливи” флуоресцентни светилки и споредба во потрошувачката со стандардните светилки

Во табела (6.5) се наведени најчестите погонски дефекти кај флуоресцентните цевки и упатството за нивно отстранување.

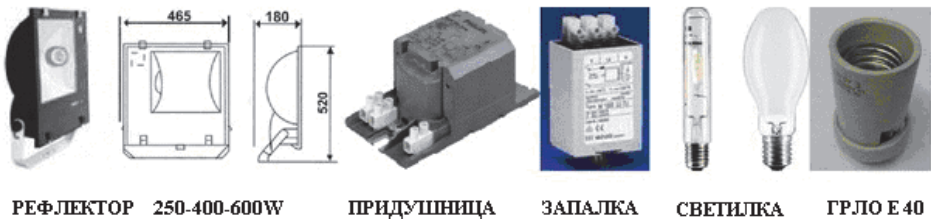
Табела 6.5 Најчести погонски дефекти кај флуоресцентните цевки и уреди

Вид на дефектот	Можни причини	Отстранување на дефектот
Цевката не свети (не се пали)	а) лош контакт, прекин во струјниот круг	а) да се исчистат контактите, да се пронајде местото на прекин
	б) цевката не лежи добро во грлото	б) да се поправи положбата на грлото и цевката добро да се намести
	в) пренизок напон	в) да се измери напонот (230V) а најнизок дозволен е 180 V
	г) цевката е неисправна	г) да се стави исправна (нова) цевка
Цевката свети силно, особено на краевите или при палење засветува и потоа се гаси	Преоптоварување на цевката и прегорување на електродите:	
	а) неисправна придушница	а) да се испита придушницата (да се замени)
	б) придушницата е со поголема моќност	б) да се погледнат податоците за придушницата
Цевката не се пали (стартерот се пали и гаси постојано)	в) неисправно споена придушница	в) да се проверат спојните поврзувања на придушницата
	а) погрешно поврзан стартер помеѓу цевката и придушницата	а) стартерот исправно да се поврзи
Цевката не се пали (катодата е постојано вжарена)	б) превисок напон на цевката (цевката е на крајот на векот на траење или е неисправна)	б) да се замени цевката со нова
	а) биметалот на стартерот е залепен	а) да се замени стартерот со нов
Цевката трепери	б) кондензаторот на стартерот е пробиев	б) да се замени стартерот со нов
	а) палењето е со мала струја за загревање	а) неисправен стартер или придушница
	б) цевката е нова и катодите не се доволно активирани	б) треперењето се губи после околу 20 часа работа

6.4. Металхалогени светилки со висок притисок –VTH (халогени светилки со метални пари)

Производството на овие светилки започнало во 1964 година од страна на германската фирма “OSRAM”. Овие светилки се посебен вид на живини светилки кај кои во живата се додадени халогениди. Од ваквите светилки се добива светлина со многу квалитетен спектар и многу добра репродукција на боја. Тоа се светилки со елипсовиден балон и флуоресцентен прав или цевчести просирни светилки. Важно е да се напомене дека не се дозволени сите положби на горење на светилката (треба да се придржуваме кон упатствата на произведувачот).

Металхалогените светилки со висок притисок се приклучуваат преку придушница, а се палат со помош на тиристорска запалка. Составните елементи на овие светилки се претставени на слика 6.29. Шемата на спојување на VTH светилката е иста како и за натриумовата високопритисна светилка (сл. 6.38.)



Сл 6.29. Составни елементи на метал-халогена светилка

VTH светилките се употребуваат за осветлување на спортски сали, стадиони, индустриски погони, театри, паркови, плоштади, аеродроми, споменици, паркиралишта и др.



Сл. 6.30. Металхалогени рефлектори : а) 150W б) 400W и в) преносен рефлектор од 500W

Табела 6.6. Фабрички карактеристики на металхалогени светилки произведени од OSRAM

Тип и номинална моќност (W)	Облик на балон	Напон (V)	Светлос флукс (lm)	Димензии		Компен зац. кондензатор (μF)	Подно жје
				Ø (mm)	L (mm)		
HQI TS 70/NDL	цевка	230	5500	20	114	12	R 7s
HQI TS 150/NDL	цевка	230	11250	23	132	20	R 7s
HQI E 250/D	елипсоид	230	17000	90	226	32	E-40
HQI E 400/D	елипсоид	230	31000	120	290	45	E-40
HQI E 400/DH	елипсоид	230	24000	120	290	35	E-40
HQI E 400/DV	елипсоид	230	26000	120	290	35	E-40
HQI T 250/D	цевка	230	19000	46	220	32	E-40
HQI T 400/D	цевка	230	33000	46	285	45	E-40
HQI T 1000/D	цевка	230	80000	76	340	85	E-40

6.5. Живини светилки (светилки со живина пареа)

Првите идеи и обиди помеѓу две електроди, со жива да се воспостави електричен лак се вршени на крајот на XIX век. Светилката со живина пареа прв ја конструирал Arons во 1892, а почнала да се произведува 1901 година, но поради неповолната боја на светлината не нашла широка примена. Поради тоа нејзиниот произведувач вовел и додатен флуоресцентен слој со кој еден дел од невидливите ултравиолетови зраци претвора во видливо зрачење и донекаде го надополнува дефицитарното црвено светло. Тоа воедно била и првата живина светилка со низок притисок која многу се употребувала.

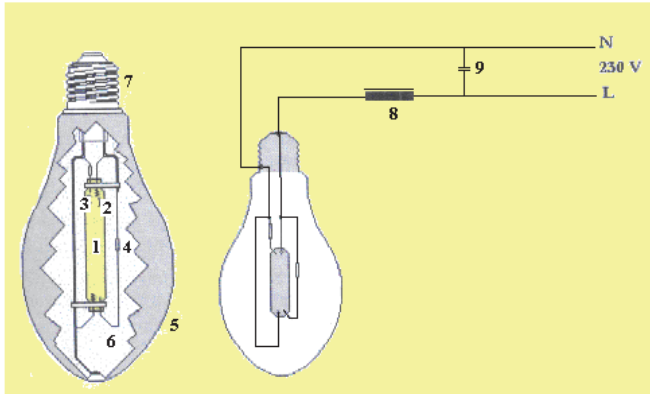
Понатамошниот развој на живината светилка се движи во правец на подобрување на спектарот на нивната светлина. Подобра корекција на бојата се постигнува со соодветен флуоресцентен прав со кој се премачкува балонот од внатрешната страна (Hewitt 1938). Со оглед на тоа дека со зголемување на работниот притисок, спектарот станува поповолен, се преминало на развивање на живини светилки со повисок притисок. Резултат на тие настојувања се денешните живини светилки со висок притисок и корекција на бојата со флуоресцентен слој (високопритисни флуоресцентни светилки – VTF).

Флуоресценција е појава која се јавува кога предметот осветлен со една светлина почнува сам да свети со друга светлина и свети сè додека трае примарниот извор на светлина.

Живината светилка со висок притисок (сл.6.32.) се состои од внатрешна кварцна цевка (1), наречена брениер, која е исполнета со аргон (основно полнење) и точно определена количина на жива во облик на капки (карактеристично полнење). Оваа мала кварцна цевка е сместена во внатрешноста на поголем стаклен балон (5) од кој е извлечен воздухот. Поголемиот стаклен балон е исполнет со аргон и азот под висок притисок, а неговата внатрешна страна е покриена со флуоресцентен слој (6) (итриум ванадат со додаток на европиум). Задача на надворешниот балон е за постигнување на правилна топлотна рамнотежа (да спречи прекумерно ладење и загревање на кварцната цевка) и да го штити брениерот од надворешни влијанија.

Кога живината светилка ќе се приклучи на мрежен напон од 230 V најпрво доаѓа до појава на електричен лак низ основното полнење (аргон), помеѓу главната (2) и помошната електрода (3). Низ овој електричен лак протекува струја, се развива висока

температура и доаѓа до зголемување на притисокот во внатрешноста на кварцната цевка (1).



Сл. 6.31. Живина флуоресцентна светилка со висок притисок

- | | |
|-------------------------|------------------------------|
| 1. Кварцна цевка-бронер | 6. Флуоресцентен слој |
| 2. Главна електрода | 7. Подножје |
| 3. Помошна електрода | 8. Придушница |
| 4. Високоомски отпорник | 9. Компензациски кондензатор |
| 5. Надворешен балон | |

Набрзо потоа, електричното празнење низ гасот се проширува на двете главни електроди и цевката се пали. Живата се повеќе испарува и притисокот во бронерот се повеќе расте. Испарената жива сега станува главен носител на празнењето, се создава лак помеѓу главните електроди и кварцната цевка почнува да свети интензивно. Зрачењето настанува поради судирање на електроните со атомите на живата. Од притисокот на живината пара и густината на струјата во цевката зависи брановата должина на електромагнетните бранови. При помали притисоци ова зрачење обично е невидливо, ултравиолетово, а при поголеми притисоци тоа е светлост од видливиот дел на спектарот.

Откако живината светилка ќе се приклучи на напон, прво протекува струјата за загревање низ основното полнење и тој процес трае 3-5 минути. За тоа време кварцната цевка се загрева преку $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, живата испарува и таа постепено станува главен носител на празнењето. Истовремено доаѓа до зголемување на притисокот и температурата во кварцната цевка ($600\text{ }^{\circ}\text{C}$) и дури тогаш доаѓа до интензивно зрачење на светлина.



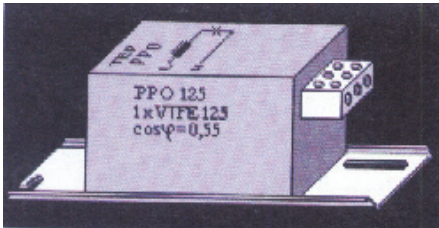
Сл. 6.32 Живини светилки од 250W и 125W

Табела 6.7. Податоци за живини светилки со висок притисок

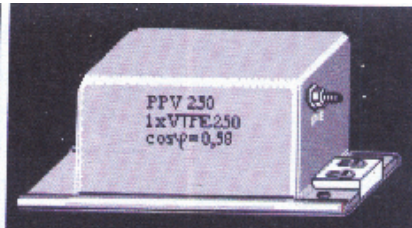
Тип на светилката и номинална моќност	Номинал напон (V)	Светлосен флукс (lm)	Компенсац. кондензатор (μF)	Подножје	Век на траење (час)
VTFE 80	230	3 700	8	E 27; B 22	20 000
VTFE 125	230	6 200	10	E 27; B 22	20 000
VTFE 250	230	12 700	18	E 40	20 000
VTFE 400	230	22 000	25	E 40	20 000
VTFE 700	230	38 500	45	E 40	20 000
VTFE 1000	230	58 500	60	E 40	20 000

Напонот на палење на светилката зависи од температурата на која се загреани главните електроди. Електродите се изработуваат од метални оксиди кај кои е голема термоелектронската емисија. Тие се загреваат преку помошна електрода која самата се исклучува по испарувањето на живата (поради вградениот високоомски отпорник (4)). Работниот напон (напонот на горење помеѓу двете главни електроди) на светилката е понизок од напонот на палење (номинален напон 230 V). Тоа се објаснува со тоа што напонот на јонизација на металните живини пари е понизок од напонот на јонизација на аргонот. За да се спречи ударна јонизација и

оштетување на електродите, на фазниот спроводник се приклучува индуктивен отпорник (придушница) која ја ограничува работната струја, така што го намалува напонот на краевите на цевката (напонот на горење се движи од 115 до 145 V). При монтажата треба да се внимава живината светилка да се приклучи преку соодветна придушница. Појака придушница ќе предизвика брзо прегорување на светилката, додека со послаба придушница, светилката послабо ќе свети, а придушницата повеќе ќе се загрева. Придушницата треба да се поврзе на фазниот спроводник, бидејќи во случај на земјоспој, светилката би прегорела (доаѓа до оштетување на електродите).



Сл. 6.33. Придушница за живина VTFE светилка за отворена изработка



Сл. 6.34. Придушница за живина VTFE сијалица за водоотпорна изработка

Поради вградувањето на придушницата, за напојната мрежа овие светилки се индуктивни потрошувачи. Затоа се вградуваат и кондензатори за поправка на факторот на моќност. По исклучувањето од работа, живината светилка не е можно веднаш повторно да се вклучи. Потребно е да се почека 2-5 минути за живата да се олади и кондензира. Недостаток на овие светилки е и тоа што се гасат во случај погонскиот напон да падне под 180 V.

Живините високопритисни светилки емитуваат светлина без црвена радијација (недостасува црвениот дел од спектарот) па предметите во просторот и човечките лица ја губат природната боја. Поради таа карактеристика, примената на овие светилки е ограничена на оние места каде не се бара препознавање на боите, но каде што е потребно на голема работна површина да се постигне големо осветлување.

За да се ублажи овој недостаток, на внатрешната страна на болонот се нанесува флуоресцентен прав кој реагира на ултравиолетовите бранови, им ја променува брановата должина и ги претвара во дефицитната црвена радијација.

Втор начин за корекција на бојата на светлината е во стандардна VTF живина светилка да се вгради волфрамова спирала.

Тогаш таа постанува живина светилка за мешана светлина од типот VTFW 160W, 250W, 500W и 1000W. Волфрамовата спирала воедно служи и како отпорник (придушница) за ограничување на работната струја.

Табела. 6.8. Живини високопритисни светилки со мешана светлина

Светилки со мешана светлина VTFW (Fluosol)				
Номинална моќност (W)	VTFW 160	VTFW 250	VTFW 500	VTFW 1000
Светлосен флукс (lm)	3 100	5 600	14 000	32 500

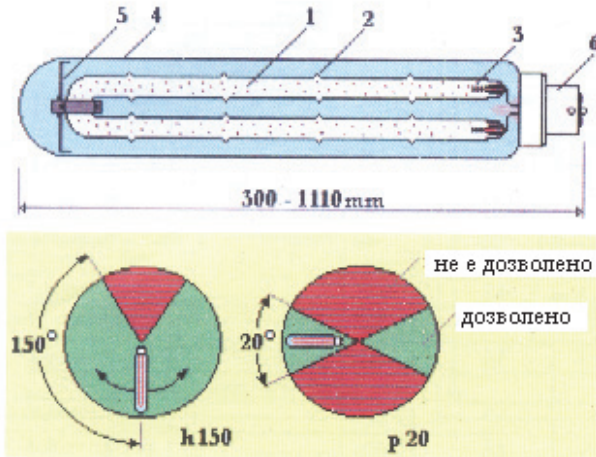
Светлосното искористување на живините светилки е високо и се движи од 45-60 lm/W и поради тоа, стандардната VTFE живина светилка особено е погодна за осветлување на отворени и затворени простори, како на пример, автопати, улици, паркови, индустриски хали, леарници и сл.

6.6. Натриумови светилки

Принципот на работа на натриумовите светилки се базира на електрично празнење во натриумова параа. Според висината на притисокот на натриумовата параа, разликуваме светилки со низок и висок притисок.

Натриумовите светилки со низок притисок се состојат од тенка цевка во облик на буквата “U”. Таа е изработена од специјално стакло отпорно на врелата параа на натриумот (BaO_3 - борат стакло). Во оваа цевка има попречно поставени жлебови, заради истекување на течниот натриум, а на краевите, жичаните електроди се потопени во течниот натриум. Најпрво започнува електрично празнење во инертниот гас (неон, хелиум, ксенон). Откако ќе се создаде доволна топлина, натриумот испарува и доаѓа до празнење во неговите пари, а тоа е проследено со интензивно жолто светло. По палењето на овие цевки им треба 8-15 минути да се “разгорат”, но можат веднаш повторно да се вклучат кога ќе се угасат, за разлика од живините светилки. За да се спречи оддавањето на топлина од “U”-цевката кон околниот воздух, таа е сместена во друга заштитна цевка во која има добар вакуум. Високото светлосно искористување е остварено така

што со специјална постапка на внатрешната страна на заштитната цевка е нанесен провиден слој од индиум оксид. Овој слој го рефлектира назад инфрацрвеното зрачење на “U” цевката, со што се одржува потребната температура на натриумовите пари, која е значајна за стабилна работа на светилката.



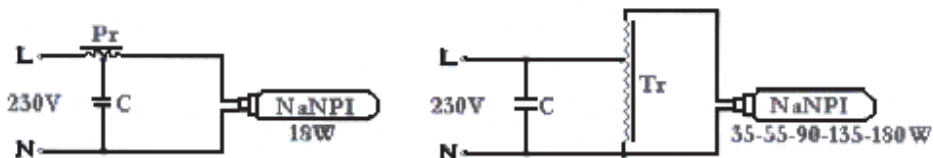
1. Внатрешна “U” цевка со натриумова пара
 2. Напречни жлебови
 3. Трикратно спирализирани катоди
 4. Заштитна цевка
 5. Носачи на внатрешната цевка
 6. ”Бајонет” подножје
- Работна положба (положба на горење)

Сл.6.35. Натриумова светилка со низок притисок

Натриумовата светилка со низок притисок дава светлина со претежно жолта боја, поради што не е можно да се препознаваат боите (се изобличуваат боите на предметите). Меѓутоа, постојат и значителни предности кај овие светилки: мал блесок, голема светлинска искористливост, добро продирање на жолтата светлина низ магла, прашина и пара.

Овие извори на светлина за палење и за работа имаат потреба од трансформатор со големо расипно поле. При употребата на трансформатор со расипно поле, потребна е и компензација на реактивната моќност со паралелен кондензатор поради лошиот фактор на моќност ($\cos\varphi = 0,2$).

Натриумовите светилки со низок притисок имаат специјално подножје од керамика од типот “бајонет”, што гарантира сигурен контакт на светилката во грлото и при евентуални вибрации (при осветлување на автопати).



Сл. 6.36. Шема на спојување на натриумова светилка со низок притисок

Табела 6.9. Карактеристики на натриумова светилка со низок притисок

Тип и номинална моќност	Напон на TR prim/sec (V)	Светли нски флукс (lm)	Светлинско искористув. (lm/W)	Димензии		Компенсац. конденз (μF)
				Ø	L(mm)	
NaNPI 18W	230	1800	100	50	300	5
NaNPI 35W	230/480	4800	137	50	300	20
NaNPI 55W	230/480	8000	145	50	415	20
NaNPI 90W	230/480	13500	150	65	518	26
NaNPI 135W	230/660	22500	166	65	765	45
NaNPI 180W	230/660	33000	183	65	1110	45

Се употребуваат најчесто за осветлување на автопати, крстопати, градилишта, бензински пумпи, брани, фабрики и други големи отворени простори.

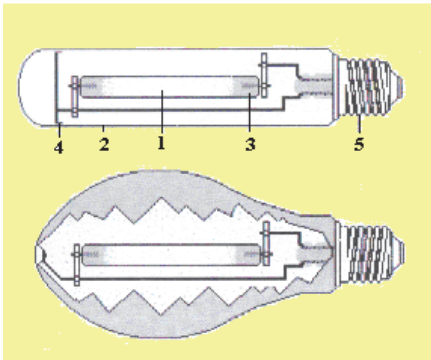
Натриумовите светилки со висок притисок работат на принципот на празнење низ натриумова пара на висок притисок на повисоки погонски температури. Според конструктивниот изглед, натриумовите светилки со висок притисок се слични на живините светилки под висок притисок и металхалогените светилки. И тука електричното празнење се изведува во релативно мала цевка (бренер) поставена во поголем стаклен балон. Освен натриумот, во внатрешноста на брениерот се наоѓа определено количество жива, која со натриумот создава амалгам и така го регулира притисокот во брениерот. За полесно стартување се додава ксенон. Внатрешната цевка, во која настанува празнењето и се создава лак, се изработува од алуминиум оксид. Овој материјал е потребен бидејќи ја издржува хемиската активност на натриумовите пари на повисоки температури и под висок притисок.

Овие светилки имаат најдолга трајност (до 28000 часа) и произведуваат златно-бела светлина чија температура на бојата е

околу 2100 К (сината и зелената се придушени, црвената и жолтата се засилени, така да сите бои сепак добро се разликуваат), а индексот на репродукција на бојата е $Ra = 30$.

Се произведуваат во три варијанти: во облик на цевка (просирни), во облик на елипсоид со флуоресцентен слој и просирен елипсоид.

Напонот на палење на овие светилки е многу повисок од мрежниот напон (min.1800V). За палење на овие светилки се употребува тиристорска запалка (освен кај светилките со помала моќност) кој мора да има импулс на врвен напон од 4,5-6 kV.



- 1- внатрешна цевка (бренер)
- 2-заштитна цевка
- 3-жичани електроди
- 4-носачи на електродите
- 5-подножје

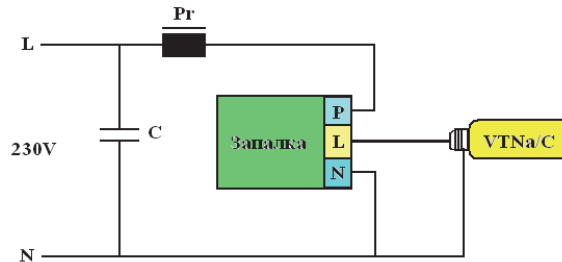
Сл. 6.37. Натриумови светилки со висок притисок

Табела 6.10. Карактеристики на натриумова светилка со висок притисок

Тип и номинална моќност	Работен напон (V)	Светлински флукс (lm)	Светлинско искористув. (lm/W)	Димензии		Компен. конденз (μF)
				Ø	L(mm)	
VTNa 70/E	90	5800	83	72	156	12
VTNa 70/C	90	6000	86	38	150	12
VTNa 150/E	100	14000	93	92	227	20
VTNa 150/C	100	14500	97	47	211	20
VTNa 250/E	100	25000	100	92	277	32
VTNa 250/C	100	26000	104	47	257	32
VTNa 500/E	105	47000	117	122	292	50
VTNa 500/C	105	48000	120	47	283	50

Времето на палење е околу 4 минути и за тоа време започнува празнењето помеѓу електродите поради високиот напон. Високонапонскиот импулс се губи во моментот кога меѓу електродите ќе се воспостави струја

Придушницата служи за стабилизација на струјата на горење. За сите типови на натриумовите светилки со висок притисок е дозволена произволна положба на горење. Се препорачува погонскиот напон да не биде повисок од номиналниот за повеќе од 5%, бидејќи при повисоките напони значително се намалува трајноста на светилката.



Сл. 6.38. Шема на врзување на натриумова светилка со висок притисок со запалка

Натриумовите светилки со висок притисок се употребуваат за осветлување на улици, автопати, паркиралишта, плоштади, пристаништа, аеродроми, железнички и автобуски станици, споменици, фасади, спортски објекти (за тренинг) и индустриски објекти во кои доброто распознавање на бои не е од големо значење за одвивање на работите и каде постојат услови светилките да бидат високо поставени.

РЕЗИМЕ

Според на начинот на настанувањето на светлината во нив, светилките може да се поделат во две основни групи:

- светилки во кои светлината се добива од усвитено метално влакно и
- светилки во кои светлината се добива по пат на електрично празнење низ гас или пареа.

Во првата група спаѓаат светилките со метално влакно и халогените светилки. Во втората група спаѓаат: флуоресцентните

светилки, живините светилки со висок притисок, металохалогените сиветилки, натриумовите светилки со висок притисок, натриумовите светилки со низок притисок, ксенонските светилки и други светилки со племенити гасови.

Светилки се сите извори на светлина кои создаваат светлина со загревање на метални спирали на висока температура кога низ нив минува електрична струја. Емисијата на светлина е предизвикана од топлината.

Светилките со вжарено влакно можеме да ги поделиме на:

а) светилки за општа употреба: стандардни светилки; со форма на печурка; со форма на свеќа; со форма на топка; рефлекторски светилки.

б) мали и специјални светилки за посебна намена: семафорски; за печки; за фрижидери; за проектори; инфрацрвени

в) халогени светилки.

Флуоресцентните светилки се живини светилки со низок притисок, најчесто изработени во облик на долги стаклени цевки на чии краеве се наоѓаат две електроди. Потребниот прибор за да се инсталира една флуоресцентна светилка се состои од флуоресцентна цевка, грло за цевката, придушница и starter.

Денес сè повеќе се употребуваат флуоресцентни “штедливи” светилки со подножје E 14, E 27 или G 13 и U облик, топчест облик или облик на спирала. Се изработуваат со моќност од 5W, 7W, 9W, 11W, 13W, 15W, 18W и 20W. Светлосната искористеност на овие светилки е околу 5 пати поголема отколку стандардните светилки, а трајноста е околу 4 пати подолга.

Живините и натриумовите светилки работат на принципот на електрично празнење низ гасови (на жива или натриум соодветно). Свое место на употреба го нашле во осветлувањето на отворени простори (улицы, паркови, игралишта, паркиралишта и сл.)

ПРАШАЊА:

6.1. Наброј ги електричните извори на светлина.

6.2. Кои се основните податоци за секоја светилка? Наброј ги карактеристиките на светилката!

6.3. Објасни го принципот на работа на светилка со вжарено влакно!

6.4. Кои се деловите на светилката со вжарено влакно?

6.5. Објасни ја поделбата на светилки со вжарено влакно!

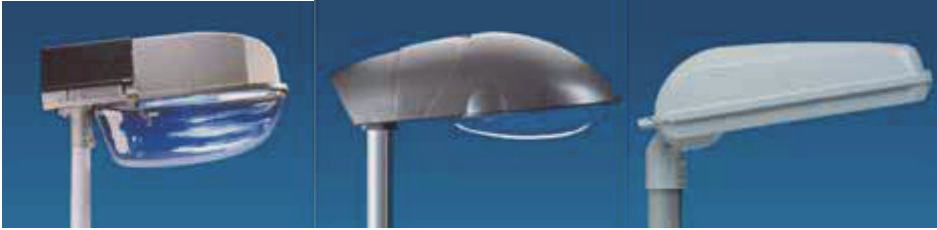
- 6.6.Објасни ги рефлекторските светилки!
- 6.7.Објасни ги инфрацрвените светилки!
- 6.8.Објасни ги проекционите и халогените светилки!
- 6.9.Објасни го принципот на работа на светилките со метални пари
- 6.10.Од кои елементи се состои живината светилка?
- 6.11.Како се вклучува живината светилка?
- 6.12.Каква светлина дава живината светилка?
- 6.13.Како се подобрува бојата на светлината на живината светилка?
- 6.14.Објасни го составот на флуоресцентните светилки!
- 6.15.Објасни го гасниот стартер!
- 6.16.Која е улогата на придушницата?
- 6.17.Нацртај и објасни ги основните начини на врзување на флуоресцентните светилки!

6.7. Светила и рефлектори

Светилките го зрачат својот светлосен флукс скоро во сите правци, имаат мала површина, така што нивниот блесок е голем и е непријатен за работа. Освен тоа, не се заштитени од механички оштетувања, прашина, атмосферски влијанија и сл. Затоа, светилките се поставуваат во светила кога служат за осветлување на отворени и затворени простори, а со рефлектори кога е потребно нивниот светлосен флукс да се насочи само во една насока.

Светилата и рефлекторите служат за следново:

- држење и приклучување на светилките на електричната мрежа;
- на соодветен начин ја менуваат светлосната карактеристика на изворот на светлина и светлосниот флукс го насочуваат на местото каде што е потребен;
- го намалуваат или целосно го поништуваат блесокот;
- ги штитат изворите на светлина од механички оштетувања и други влијанија;
- естетски ги разубавуваат просториите и просторот во кој се наоѓаат.



Сл. 6.39. Светила за осветлување на отворен простор

Основни делови на светилата се: тело со носач и подножје, рефлектор, заштитно стакло, растер (мрежа) и прибор за прицврстување. Обликот на куќиштата зависи од типот на светлосниот извор и од потребата за користење на претспојни уреди (придушници, кондензатори и сл.). Исто светило не може да се користи за сите светилки. Конструкциски се разликуваат светилата за светилки со вжарено влакно од светилата за флуоресцентни цевки.

Разликуваме светила за внатрешно осветлување, светила заштитени од влага, светила заштитени да не можат да предизвикаат експлозија, вградени светилки и сл.



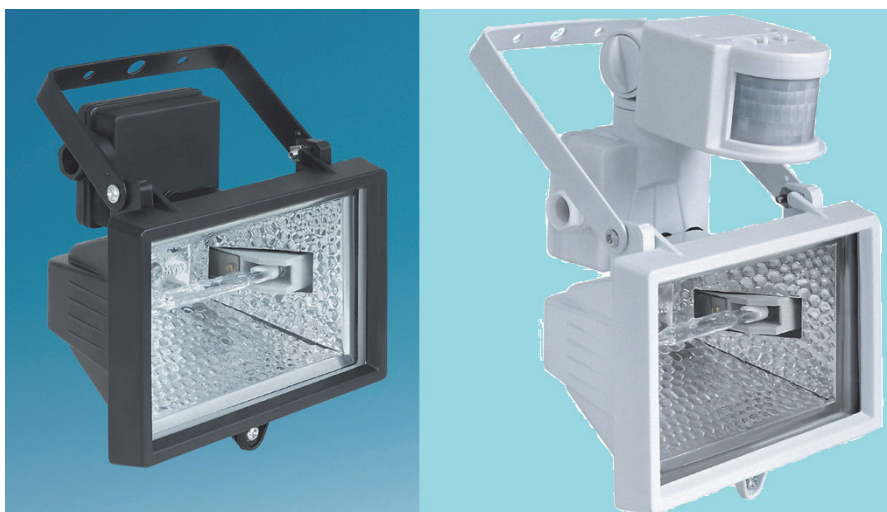
Сл. 6.40. Водоотпорна флуоресцентна светилка 2x36W IP 65

Оптичките својства на светилата се постигнуваат со обликот на рефлекторот и со него се насочува светлосниот флукс.

Светлосната карактеристика на светилата се обликува и со помош на просирни, опални или матирани стакла и растери (решетки) од пластични маси, полиран алуминиум или обоен лим кои се поставуваат под светилката.



Сл. 6.41. Светилки ONYX 2 за осветлување на патишта



Сл. 6.42. Халогени рефлектори од 150W



Сл. 6.43. Осветлување на спортски објект со рефлектори

За осветлување на отворени простори се користат посебни светила. На сликите се прикажани светила за јавно осветлување произведени од фирмата Minel-Schreder од типот Onyx, Terra, Safir и Radial.



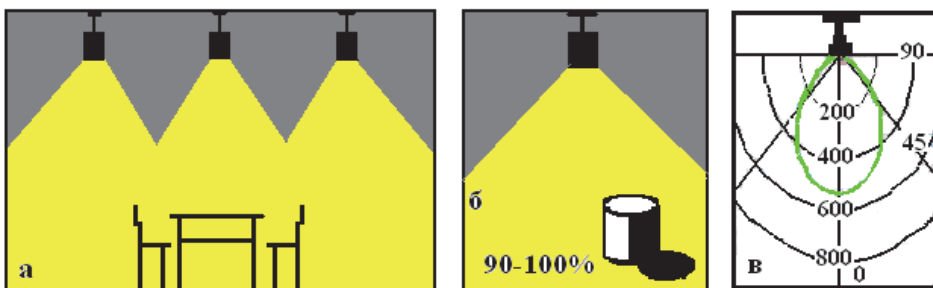
Сл. 6.44. Осветлување на кружен тек со комбинација на светила од типот ONYX и Safir произведени од фирмата Minel-Schreder.

6.8. Видови осветлување

Според начинот на упатување на светлосниот флукс од светилото кон работната површина, разликуваме пет системи на осветлување (видови осветлување):

- директно;
- полудиректно;
- мешано;
- полуиндиректно и
- индиректно осветлување.

Светилото за **директно осветлување** има облик на рефлектор. Кај директното осветлување, светилото 90-100% од светлосниот флукс го насочува директно према долу на работната површина. Затоа, директното осветлување е најекономично и потребното осветлување на работната површина се постигнува со користење на извор со значително помала моќност, но и нерамномерноста на осветлувањето е најголема (таванот е темен). Директното осветлување се користи таму каде што предметите треба јасно да се оцртаат, а сенките да бидат остри и впечатливи. За директното осветлување се употребуваат полудлабоки светила во високите работилници и полушироки светила во пониските работилници. Директното осветлување се користи за осветлување на високи работилници, фабрики, спортски терени, сообраќајници и сл.

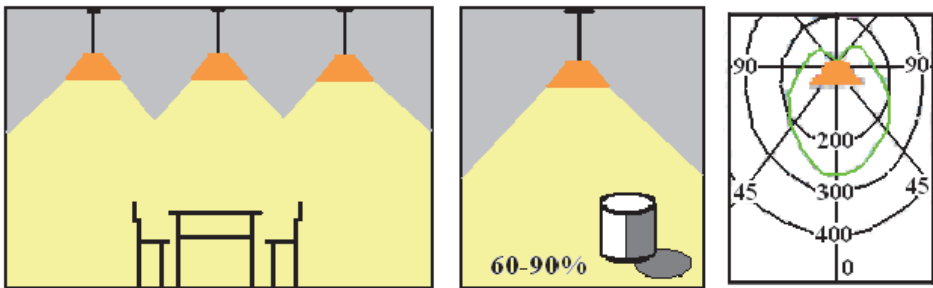


Сл. 6.45. Директно осветлување

Полудиректното осветлување се добива од светила од опално стакло со отвор према долу, кое 60-90% од светлосниот флуks го насочува надолу, а 40-10% кон горе (таванот). Главни карактеристики на овој систем се:

- поголема количина на светлосниот флуks е насочена кон таванот, па тој не е темен како кај директното осветлување на високи простории;
- сенките постојат, но не се толку изразени;
- рефлектираниот сјај од мазните површини помалку пречи и сл.

Полудиректното осветлување се користи во канцеларии, продавници, станбени и слични простории.

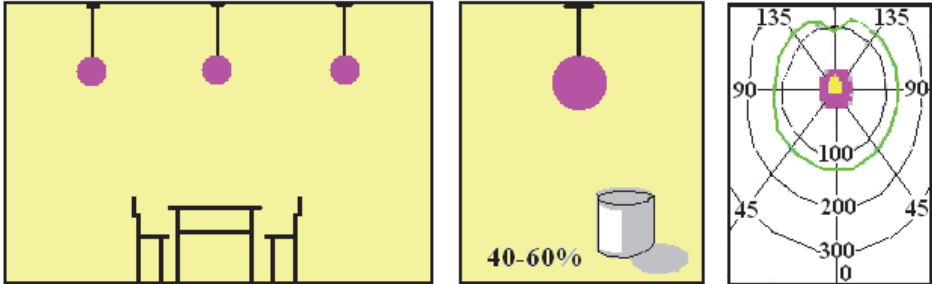


Сл. 6.46. Полудиректно осветлување

Мешаното осветлување е такво осветлување кај кое светилките имаат приближно рамномерна распределба на светлосниот флуks во сите насоки. Тоа се постигнува со светила во облик на топка од опално стакло кои 40-60% од светлосниот флуks го насочуваат кон подот, а исто толку, 60-40% кон таванот. Главни карактеристики на овој систем се:

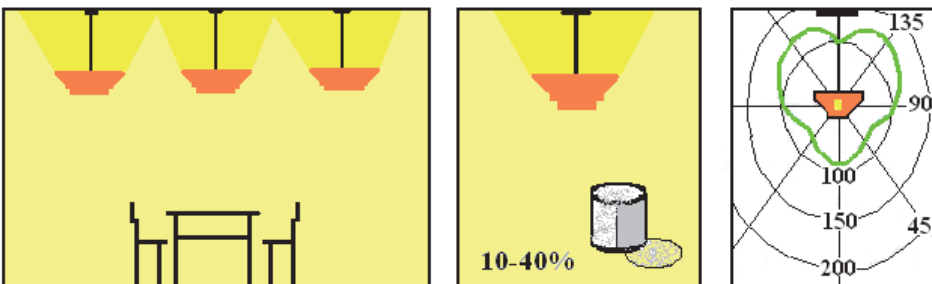
- предметите се осветлени со директна и индиректна светлина;
- предметите се добро видливи и со меки сенки;
- ѕидовите и таванот се добро осветлени, па целиот простор е добро видлив;
- опасноста од рефлектираното блескање е сведена на минимум;
- во просториите осветлени со мешано осветлување општиот впечаток е пријатен.

Ова осветлување е погодно за осветлување на станови, училници, лаборатории, канцеларии и слични простории во кои треба да се остварат не само потребите за осветленост, туку и комфорот и естетскиот впечаток.



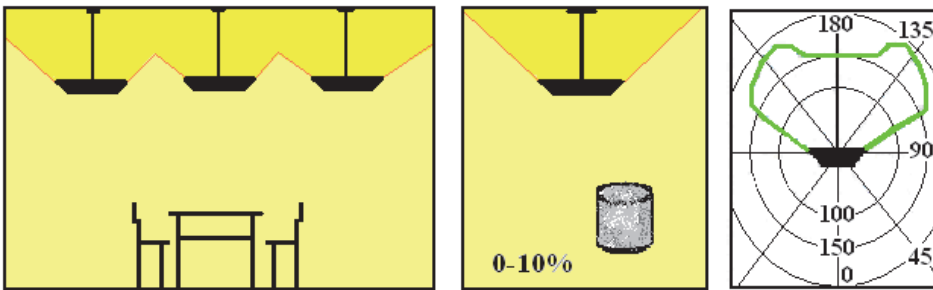
Сл. 6.47. Мешано осветлување

Полуиндиректното осветлување се остварува со светила кои 10-40% од светлосниот флукс го насочуваат надолу, а 90-60% кон таванот. За да не се губи светлосниот флукс на светилката, потребно е таванот да биде обоен со светла боја. Вака осветлената голема површина на таванот, го рефлектира светлосниот флукс на работната површина, сенките се меки и релјефноста не е воочлива. Полуиндиректното осветлување е погодно за простории каде што подолго се престојува, како што се дневната соба, библиотеки, канцеларии и сл. Бидејќи поголем дел од светлосниот флукс се насочува кон таванот, за добивање на потребното осветлување во високите фабрики и слични простории, потребно е да се вградат поголем број на светилки со голема моќност и затоа полуиндиректното осветлување на тие места не се употребува.



Сл. 6.48. Полуиндиректно осветлување

Инди­ректно осветлување е ко­га свети­лото 90-100% од свет­лосниот флу­кс го на­со­чу­ва кон та­ванот. Светил­ките за инди­ректно осветлување имаат отвор на­со­чен кон та­ванот, а та­ванот треба да е обоен со свет­ла боја. Од та­ванот, свет­лосниот флу­кс се ре­флек­тира на ра­бот­ната повр­шина, та­ка што сен­ките воопшто не се за­беле­жливи и нема ре­флек­ти­рано блес­ка­ње. Сепак, инди­ректното осветлување не е по­год­но за ра­бот­ни про­сто­рии бидејќи око­то по­сла­бо ги раз­ли­ку­ва пред­метите, бледи се и без ре­лјеф. Инди­ректното осветлување, по­ра­ди ма­лиот степен на ис­ко­ри­сту­вање на свет­ли­ната е мно­гу ска­по. Сте­пенот на ис­ко­ри­сту­вање до­пол­нително се на­ма­лу­ва со по­ја­ва­та на пра­шина на светил­ката и по­ра­ди тоа е по­тре­бно по­често да се чи­сти и вни­мателно да се одр­жу­ва (бри­шење на пра­шината од светил­ката). По­ра­ди не­до­ста­токот на сен­ки и ди­ректно осветлување, чо­веч­кото око не се за­мо­ру­ва и ова осветлување се упо­тре­бу­ва во свечени про­сто­рии ка­ко што се му­зеи, ки­но-са­ли, те­атри и сл.



Сл. 6.49. Инди­ректно осветлување

6.9. Основни услови за правилно и добро осветлување

При про­ек­ти­рање на осветлувањето во еден об­јект или на отворен простор по­тре­бно е да се за­до­во­лат од­ре­дени ба­рања кои се про­пи­шани и кон кои треба да се при­др­жу­ваме. Основните ус­ло­ви за из­вед­ба на пра­вилно осветлување се:

- ра­мно­мер­ност на осветлувањето;
- по­тре­бна вред­ност на освет­ле­ност на про­сто­рии и от­во­рени про­сто­ри;
- за­се­ну­вање;

- боја;
- сенки;
- економичност.

6.9.1. Рамномерност на осветлувањето, број и распоред на светилките

Најголема нерамномерност на осветлувањето се јавува при директното осветлување на работната површина од една светилка во која се наоѓа извор на светлина со голема моќност. Таванот ќе има минимална осветленост E_{\min} (lx), додека под светилката осветленоста ќе е максимална E_{\max} (lx). Во целата просторија средната осветленост ќе биде $E_{\text{сред}}$ (lx).

Многу добра рамномерност имаме во случај кога односот е $E_{\min} : E_{\text{сред}} = 1:1,5$ (66%) или помалку. Доколку овој однос е помеѓу 1:3 и 1:6 (33% - 16%), тогаш во просторијата има голема нерамномерност на осветлувањето. Ако во просторијата се зголеми бројот на светилки, нерамномерноста на осветленоста се намалува.

Просторната рамномерност на осветлувањето може да се зголеми доколку во просторијата се користат повеќе светилки. Колку бројот на светилки е поголем, толку е подобра рамномерноста на осветлувањето, но тоа ја зголемува цената и затоа треба да се најде средно решение, не толку скапо, но со добри резултати.

Висината на работната површина h_r обично изнесува 0,85 m од подот. Растојанието на светилката од таванот зависи од видот на осветлувањето.

Светилките за директно осветлување треба да се постават што поблизу до таванот ($h_v = 0$) за осветлувањето на работната површина да биде што порамномерно. Од истите причини, светилките за индиректно осветлување се прицврстуваат нешто подалеку од таванот, а светлиот таван ја рефлектира светлината на работната површина.

6.9.2. Потребна вредност на осветленост на простории и отворени простори

Од осветленоста на просториите зависи сигурноста при работа и продуктивноста на работењето, а од осветленоста на сообраќајниците зависи сигурноста во сообраќајот. Затоа осветленоста со вештачко осветлување на простории во згради и сообраќајници е предмет на прописи и стандарди во сите индустриски развиени земји во светот.

Табела 6.11 Номинална осветленост (E) во внатрешни простории (според DIN 5035/1979)

Вид на просторијата односно дејноста	E (lx)	Барања и важност на задачите
складови, простории за одмор, соблекувални, ходници, степеништа, подруми	100	многу мали барања (многу мали по важност задачи)
гаражи, трпезарии, ковење и лиење на големи производи, сечење дрва, груби монтажни работи и сл.	200	мали барања (лесни задачи, големи детали со силни контрасти)
дневна соба, продавници, општи канцеларии, училници, ординации, пекари, месари, сервиси за возила, заварување, производство на хартија и кожа, средни монтажни работи и сл.	250-300	средни барања (нормални по важност задачи; големи детали со средно јаки контрасти)
канцеларии за книговодство, читални, кујни, лаборатории, продавници за прехранбени производи, фина обработка на метал, дрво, стакло, хартија, кожа, кроење, поправка на радио и ТВ приемници, фини монтажни и машински работи и сл.	500	големи барања (задачи со голема важност, мали детали и мали контрасти)
цртални, големи канцелариски простории, козметички салони, шиенење, мерење, управување, боење на кожа, пешатење, фини електро монтажни работи и сл.	750-1000	многу големи барања (задачи со голема важност со многу мали контрасти)
најфини електронски монтажни работи, златарски работи, гравирање, операциони сали и сл.	1500-2000	инзворедно големи барања (многу важни и тешки задачи, многу мали детали и контрасти)

Почнувајќи од средните барања па нагоре, покрај општото, се применува и локално осветлување на работните места (на пр. во дневната соба, општата осветленост може да биде за еден или два степени пониска од номиналната вредност од 300 lx (т.е. може да биде од 100 до 200 lx), а локалната осветленост, за читање, шиеење, учење може да биде за еден степен повисока: 500 lx). Фабричките производни простории се осветлуваат според тежината на задачите и прецизноста при обработка, а за секој вид на погон и производи мора посебно да се одредат вредностите за општа осветленост и за локална осветленост на работните места.

Во најразвиените земји се осветлени автопатите и современите патишта по целата должина, бидејќи се заклучило дека бројот на сообраќајни несреќи во текот на ноќта е намален за 30% на осветлени, отколку на неосветлени патишта. Потребната осветленост на отворените простори се гледа од табелата (6.12)

Табела 6.12. Препораки за осветленост на отворени простори

Отворен простор	Осветленост E (lx)	E_{min} / E
Улици во градовите и приградските населби според важноста и густината на сообраќајот	10-60	50% (1 : 2)
Плоштади : значајни	30-60	50%
помалку важни	15-30	30%
Автопати, современи патишта	60	50%
Магистрални патишта	40-50	50%
Регионални патишта	30	25% (1 : 4)
Локални патишта	10-20	25%
Локални патишта со мало оптоварување	3-7	25%
Спортски терени: тенис – тренинг	200	50%
тенис – натпревар	400	66% (1 : 1,5)
кошарка – тренинг	80	33% (1 : 3)
кошарка - натпревар	150	50%

Засенувањето е појава која е штетна за човечкото око и ја попречува работата на човекот. Засенувањето настанува кога до човечкото око допира светлински зрак од силен извор со голема сјајност. Засенувањето може да биде: директно, индиректно и контрастно. Проектантот на осветлувањето е должен да избере соодветни светила и да ги стави на одредена висина, така да човекот

при нормалното работење и движење во просторијата, не гледа директно во светилката.

Боја на светлината: Најпријатна боја на светлината е онаа која е слична на дневната светлина. Електричните извори на светлина емитираат ладна или топла боја. Ладна светлина емитираат флуоресцентните и живините светилки, а топла боја емитираат инкадесцентните светилки. Степенот на искористување на ладните извори на светлина е поголем, па тие се употребуваат секаде каде што условите на работа тоа го дозволуваат: фабрички хали, работилници и отворени простори. Топлата боја на светлината се користи во канцеларии, простории за одмор, кино сали, концертни сали и сл.

Сенките се одредени со изборот на видот на осветлувањето. Кај директното осветлување, сенките се остри, кај мешаното осветлување се послаби, а кај индиректното осветлување сенките не постојат. Во затворени простории во кои работата се одвива во текот на вечерта, најдобро е ако сенките се како при дневна светлина.

Економично осветлување е она осветлување кај кое инвестициските трошоци и трошоците за одржување се наоѓаат во дозволените граници. Во предвид треба да се земат и трошоците за потрошената електрична енергија при избирањето на одредени светлински извори.

РЕЗИМЕ

Светилките го зрачат својот светлосен флукс скоро во сите правци, имаат мала површина, така што нивниот блесок е голем и е непријатен за работа. Покрај тоа, не се заштитени од механички оштетувања, прашина, атмосферски влијанија и сл. Поради тоа, директното осветлување без светила не би било економично и не би одговарало на барањата за добро осветлување. Затоа, светилките се поставуваат во светила кога служат за осветлување на простории и отворени простори, а во рефлектори кога е потребно нивниот светлосен флукс да се насочи само во една насока.

Основни делови на светилката се: тело со носач и подножје, рефлектор, заштитно стакло, растер (мрежа) и прибор за прицврстување.

Според начинот на упатување на светлосниот флукс од светилото кон работната површина, разликуваме пет системи на осветлување (видови осветлување):

директно, полудиректно, мешано, полуиндиректно и индиректно осветлување.

Многу добра рамномерност на осветлување во просторијата имаме во случај кога односот е $E_{\min} : E_{\text{сред}} = 1:1,5$ (66%) или помалку. Доколку овој однос е помеѓу 1:3 и 1:6 (33% - 16%), тогаш во просторијата има голема нерамномерност на осветлувањето.

Просторната рамномерност на осветлување може да се зголеми доколку во просторијата се користат повеќе светилки. Колку е бројот на светилки поголем, толку е подобра рамномерноста на осветлувањето, но тоа ја зголемува цената и затоа треба да се најде средно решение, не толку скапо, но со добри резултати.

Од осветленоста на просториите зависи сигурноста при работа и продуктивноста на работењето, а од осветленоста на сообраќајниците зависи сигурноста во сообраќајот.

Во најразвиените земји се осветлени автопатите и современите патишта по целата должина, бидејќи се заклучило дека бројот на сообраќајни несреќи во текот на ноќта е намален за 30% на осветлени, отколку на неосветлени патишта.

ПРАШАЊА:

- 6.18. Објасни ја улогата на светилата!
- 6.19. Како е извршена поделбата на светилата?
- 6.20. Објасни ги светилата за директно, полудиректно, мешано, полуиндиректно и индиректно осветлување!
- 6.21. Објасни ја поделбата на светилата според оптичките својства.
- 6.22. Што се дифузори?
- 6.23. Кои се основните услови за правилно и добро осветлување?
- 6.24. Објасни ги потребните вредности на осветлувањето!
- 6.25. Објасни ја рамномерноста на осветлувањето!
- 6.26. Што е засенување?

СВЕТЛОСНИ МЕРЕЊА И ФОТОМЕТРИСКИ ПРЕСМЕТКИ НА ЕЛЕКТРИЧНОТО ОСВЕТЛУВАЊЕ

7.1 Општо

7.2. Мерење на светлинската јачина

7.3. Мерење на светлинскиот флукс

7.4. Мерење на осветленоста

7.5. Распределба на светлинската јачина

**7.6. Пресметка на електричното осветлување во
затворен простор**

**7.6.1. Определување на потребниот број на
светила и нивниот распоред**

7.7. Електрично осветлување на отворен простор

**7.7.1. Пресметка на електричното осветлување на
отворен простор по методата на точки**

**7.8. Софтверско пресметување на електричното
осветлување**

ПОГЛАВЈЕ 7

7. СВЕТЛОСНИ МЕРЕЊА И ФОТОМЕТРИСКИ ПРЕСМЕТКИ НА ЕЛЕКТРИЧНОТО ОСВЕТЛУВАЊЕ

7.1. Општо

За да се добијат меродавни податоци за квалитетот на одделни светлосни величини, потребно е да се извршат соодветни светлосни мерења. Под основни светлотехнички мерења се подразбираат :

- мерење на светлинскиот флукс,
- мерење на светлинската јачина,
- мерење на сјајноста и
- мерење на осветленоста.

Првите две мерења се изведуваат во лабораториски услови, а другите две на терен.

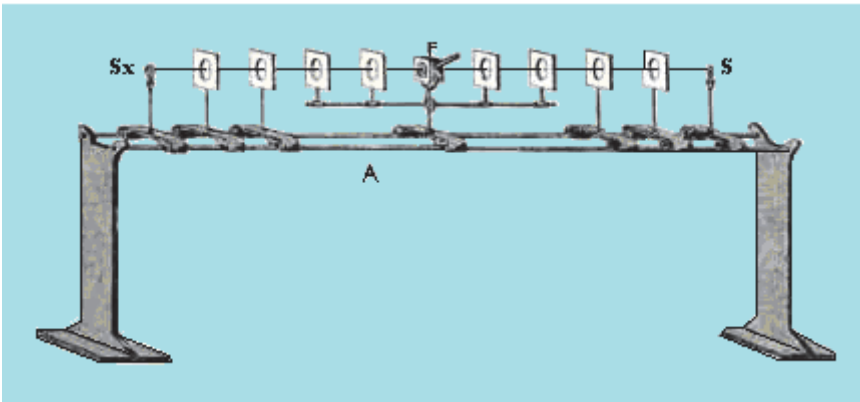
Мерните инструменти со кои се вршат светлосните мерења се поделени во две групи:

- визуелни, кај кои мерењата се вршат директно и човечкото око е дел од системот;
- физички, кај кои мерењата се вршат индиректно, односно светлината се претвара во друга физичка величина (најчесто електрична струја).

7.2. Мерење на светлинската јачина

Мерните инструменти со кои се врши мерење на светлинската јачина се викаат **фотометри**. Фотометрите спаѓаат во групата на визуелни инструменти и работат на принципот на споредување на осветлувањата на познати и непознати светлински извори. Најупотребувани фотометри се: **фотометриска клупа**, **Ритшиев фотометар** и **Лумер-Бродхунов фотометар**.

Човечкото око не може точно да ги цени односите, туку само еднаквостите и нееднаквостите. Затоа принципот на визуелниот фотометар се состои во споредување на светлинската јачина I_x од непознат светлински извор S_x и осветлувањето E_x , со кое тој осветлува дадена површина, а кое е изедначено со осветлувањето E на соседната површина што ја осветлува светлински извор S со позната светлинска јачина I_0 (сл.7.1).



Сл. 7.1. Фотометриска клупа

A – шини со изгравирани скала
F – фотометар
 S_x – светилка чија светлинска јачина се мери
S – светилка-еталон

Осветлувањата E и E_x на соседните површини според формулата се:

$$E_0 = \frac{I_0}{l^2} \quad \text{и} \quad E_x = \frac{I_x}{l_x^2} \quad (7.1.)$$

Кога осветлувањата, со поместување на едниот светлински извор по шината со изгавирана скала, се изедначат за окото, се добива:

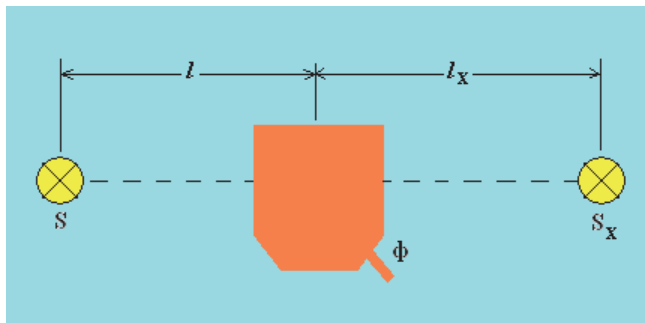
$$\frac{I_0}{l^2} = \frac{I_x}{l_x^2}$$

од каде што:

$$I_x = I_0 \left(\frac{l_x}{l} \right)^2 \quad (7.2.)$$

Има повеќе видови визуелни фотометри засновани врз изложениот принцип. Најчесто употребуван и најточен е Лумер-Бродхуновиот оптички фотометар со контраст, чија точност изнесува $\pm 0,25\%$.

Целиот уред на Лумер-Бродхуновиот фотометар се состои од хоризонтални ногалки долги 3-4 m, на кои на едниот крај се прицврстува носач со светлосен извор со позната јачина S, на другиот, носач со светлосен извор од непозната јачина S_x, а во средината носач со фотометриски систем Ф, и по потреба се преместува или фотометрискиот систем или непознатиот светлосен извор, се додека сликите А и В на окуларот не се изедначат (сл.7.2.) Тогаш се одредува светлинската јачина на непознатиот извор со изразот (формула 7.2.).



Сл.7.3. Мерење на светлинската јачина

Како извор со позната јачина служат електричните светилки еталони. Грешката на мерењето е $\pm 0,25\%$. При ова важно е напонот да остане постојан за сето време на мерењето, зашто промената на

напонот од 1% повлекува промена на струјата за 0,6 % и промена на светлосната јачина од 3-6 %.

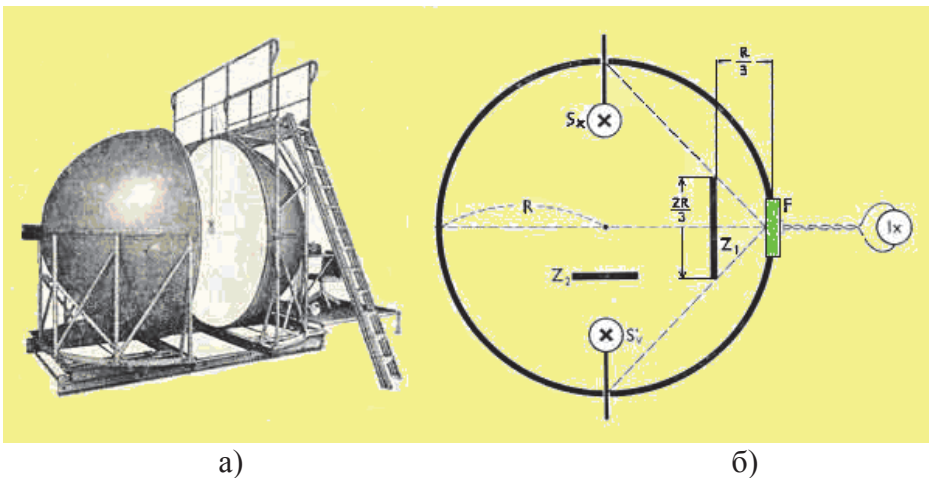
Фотометриските мерења се вршат во наполно затемнета соба со црни ѕидови за да се отстрани влијанието на секоја друга светлина и влијанието на секоја рефлексija.

Двете очи еднакво не ја оценуваат еднаквоста на осветлувањето и затоа осветленото поле во фотометарот треба да се набљудува со двете очи или само со едното, но секогаш со истото око.

7.3. Мерење на светлинскиот флукс

За мерење на светлосниот флукс, како и коефициентите на рефлексija, апсорција и трансмисија се користи **Улбрихтовата сфера** (сл 7.4.). Тоа е шуплива сфера со дијаметар од неколку сантиметри до неколку метри (1 до 3 метри). Нејзините ѕидови се тенки и премачкани или изработени од материјали со многу голем коефициент на рефлексija.

На сферата се наоѓа отвор F во кој се приклучува луксметар, а на растојание $R/3$ се наоѓа заклонот Z_1 кој има кружна форма со радиус $2R/3$.



Сл. 7.4. Улбрихтова сфера

- а) изглед на отворена Улбрихтова сфера
- б) меѓусебна положба на составните елементи

Постапката на мерење е следнава: Се вклучува светилката на која го мериме светлинскиот флуks и се одредува осветлувањето E_x . Светлинскиот флуks на непознатата светилка е:

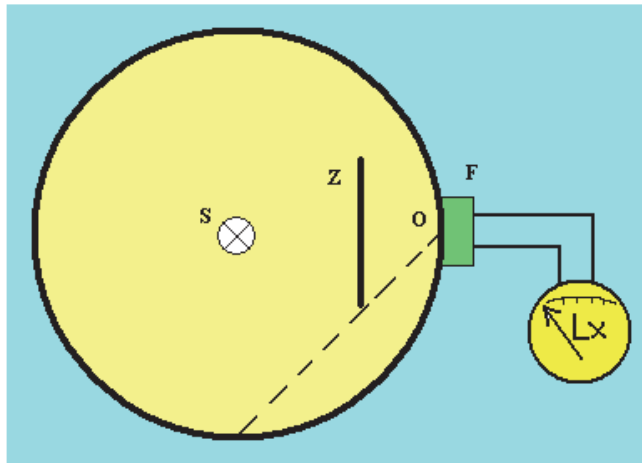
$$\Phi_x = k \cdot E_x \quad (7.3.)$$

Потоа непознатата светилка се исклучува, а се вклучува еталон-светилката и се мери нејзиното осветлување E_0 :

$$\Phi_0 = k \cdot E_0 \quad (7.4.)$$

од каде што добиваме:
$$\Phi_x = \Phi_0 \cdot \frac{E_x}{E_0} \quad (7.5.)$$

Денес повеќе се применува објективно мерење со фотоќелија F, што се поставува пред самиот отвор, и со луксметар Lx, со кој непосредно се мери вредноста на осветлувањето E (сл 7.5.). Светилката, чиј светлински флуks се мери, се поставува во средината на сферата, како што е прикажано на сликата 7.5. На едно место на сферата се мери осветленоста постигната само од одбиената светлина. За таа цел служи фотоелемент. Бидејќи е потребно да се измери осветленоста што ја создава одбиената светлина, помеѓу светлинскиот извор и фотоелементот е поставен соодветен заклон.



Сл. 7.5. Објективно мерење на светлинскиот флуks

Нека во Улбрихтовата сфера е поставен извор, чиј светлински флуks Φ треба да се измери. Ако се изостави флуksот што на сферата паѓа директно од изворот и ако се води сметка за повеќекратното одбивање, за флуksот што паѓа на сферата добиваме:

$$\Phi' = \rho \cdot \Phi + \rho^2 \cdot \Phi + \rho^3 \cdot \Phi + \dots = \frac{\rho \cdot \Phi}{1 - \rho} \quad (7.6.)$$

Во равенката (7.6.) со ρ е означен коефициентот на одбивањето од внатрешната површина на сферата.

Ако осветленоста, постигната со одбиениот флуks, се означи со E' и ако со S се означи плоштината на внатрешната површина на сферата, за одбиениот флуks, што паѓа на сферата, може да се напише:

$$\Phi' = E' \cdot S \quad (7.7.)$$

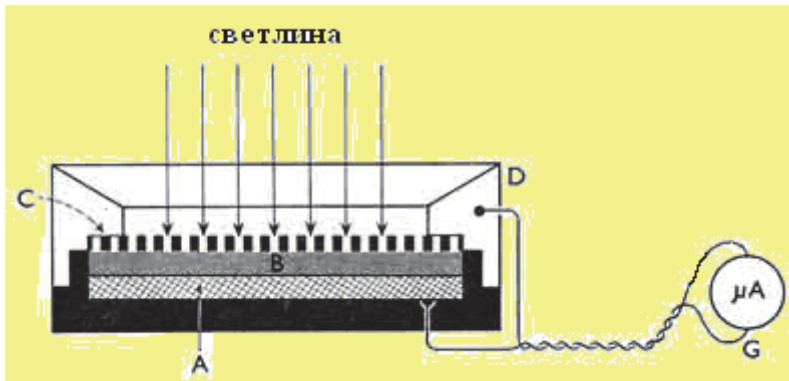
Израмнувајќи ги десните страни на равенките (7.6.) и (7.7.), за непознатиот светлински флуks на изворот добиваме:

$$\Phi = \frac{1 - \rho}{\rho} \cdot S \cdot E' = k \cdot E' \quad (7.8.)$$

Во равенката (7.8.) е воведена константата k , што зависи само од особините на сферата. Всушност, големината k може да се менува доколку се менуваат одбивните карактеристики на внатрешната страна на сферата. Тоа е можно поради промената на бојата на таа површина или натрупување на прав на неа. Поради тоа е потребно, по определен број мерења, повторно да се утврди вредноста на k . За практично определување на оваа константа е потребно да се располага со извор чиј светлински флуks Φ_0 е познат. Ако при поставување на тој извор во сферата се измери осветленост од одбиената светлина E'_0 , тогаш е $k = \Phi_0 / E'_0$ и таа вредност треба да се замени во равенката (7.3.).

7.4. Мерење на осветленоста

Во пракса најголемо значење има мерењето на осветленоста. Инструментот со кој се мери осветленоста се вика **луксметар** (сл.7.6.). Конструктивно гледано, луксметарот се состои од два одвоени дела, кои меѓу себе се поврзани со спроводници. Едниот дел е фотоелектричен елемент, а другиот е електричен мерен инструмент, директно баждарен во лукси. Имено, со тоа се спречува засенувањето на фотоелементот при отчитувањето на инструментот.



Сл. 7.6. Луксметар со фотогенераторска ќелија

- A – долна метална плочка од железо или бакар
- B – слој од селен или бакар оксид (Cu_2O)
- C – провиден тенок слој од сребро, злато или платина
- D – надворешен метален обрач
- G - галванометар

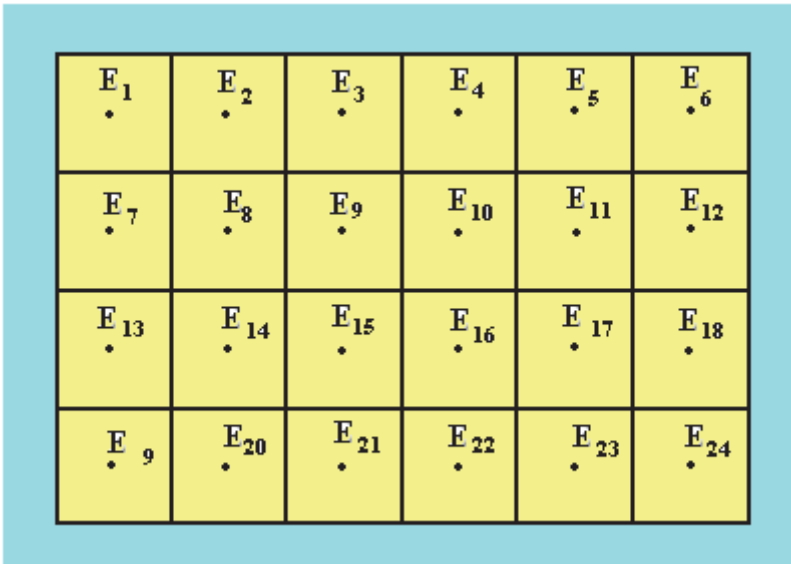
Мерењето на осветленоста се врши кај новоизградените инсталации пред пуштање во погон, но и кај инсталации кои веќе се во погон подолго време. И во двата случаи треба да се утврди колкава е средната осветленост и рамномерноста на осветленоста.

За да се добијат што е можно поточни податоци, мерењата се вршат на неколку места. (сл. 7.7)

По извршеното мерење на осветленоста во назначените точки, средната осветленост се пресметува со формулата:

$$E_{\text{сред.}} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (7.9.)$$

каде со n е означен бројот на точките во кои е мерена осветленоста (според слика 15.3.1). Така добиената средна осветленост не треба да биде помала од минималната средна вредност за односниот вид на просторија, односно за конкретните светлотехнички барања.



Слика 7.7. Шема на мерните места

Потоа, користејќи ги измерените вредности, се утврдуваат најмалата измерена осветленост, $E_{\text{најм.}}$ и најголемата измерена осветленост, $E_{\text{најг.}}$. Во таа смисла се пресметуваат два показателя:

$$\text{општа рамномерност на осветленоста} = \frac{E_{\text{најм.}}}{E_{\text{сред.}}} \quad (7.10.)$$

$$\text{рамномерност на осветленоста} = \frac{E_{\text{најм.}}}{E_{\text{најг.}}} \quad (7.11.)$$

Општата рамномерност на осветленоста не треба да има помала вредност од онаа што за односните услови е дадена во стандардот. За илустрација, во табелата (7.1.) се наведени вредностите на односот $E_{\text{најм}}/E_{\text{сред.}}$, определени со стандардот. Притоа треба да се напомене дека табелата 7.1. се однесува на општо осветлување.

Табела 7.1. Критериуми за општата рамномерност на осветленоста

Барања	$E_{\text{најм}}/E_{\text{сред.}}$
Многу мали	1:6 до 1:3
Мали	1:3
Средни и големи	1:2,5
Многу големи	1:1,5

Кога се во прашање училишта, се препорачува во училниците општата рамномерност на осветленоста да не биде помала од 0,8, односно 0,6 во просториите кои не се наменети за настава. Додека пак рамномерноста на осветленоста не би требало да биде помала од 0,5, односно 0,25 во останатите простории.

При мерење на осветленоста треба да се мери и напонот на кој се приклучени светлинските извори. Измерените вредности на погонскиот напон треба да се земат предвид при анализа на резултатите добиени со светлотехничките мерења.

7.5. Распределба на светлинската јачина

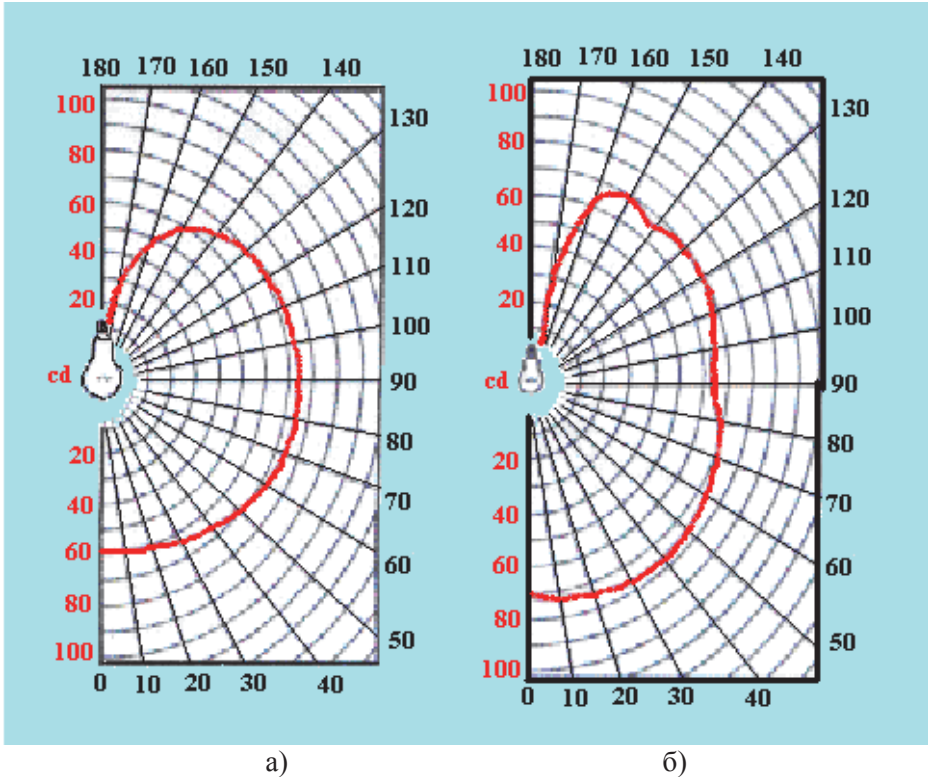
Ако за некој светлосен извор се познати светлинските јачини во сите правци, тогаш за тој светлосен извор се вели дека е позната **распределбата на светлинските јачина на изворот**. За практична примена на секој светлински извор потребно е да се знае неговата распределба на светлинската јачина.

Податоците за светлинските јачини во одделни правци можат да бидат прикажани на повеќе начини, но најчест и најпрактичен

начин на претставување на распределбата на светлинската јачина на еден извор е со светлинските карактеристики.

Светлинската карактеристика е поларен дијаграм за распределбата на светлинската јачина за одредена рамнина (најчесто вертикална) на оската на изворот.

На слика 7.8. се дадени карактеристики на стандардна светилка .



Сл.7.8. -Светлосна карактеристика на светилка
а) моќност 40-100 W б) моќност 300-1000 W

Дијаграмите на светлинската јачина редовно се даваат за светлински флуks од 1000 lm и се нарекуваат **нормирани дијаграми**. Бидејќи за секој извор постои директна пропорционалност помеѓу вкупниот флуks и светлинската јачина во одделни правци, познавањето на нормираниот дијаграм на распределба на светлинската јачина овозможува лесно определување на светлинската јачина за секоја вредност на светлинскиот флуks на изворот.

Така, на пример, ако флуksот на светилката е 1000 lm, од сликата 7.8.а) наоѓаме дека во правецот што со оската на светилката зафаќа агол од 50° светлинската јачина изнесува 60 cd. Но, ако флуksот на светилката не е 1000 lm, туку 1250 lm, светлинската јачина во наведениот правец ќе биде:

$$I_{50^\circ} = 60 \cdot \frac{1250}{1000} = 75cd$$

Да разгледаме уште еден пример на определување светлинска јачина на извор чиј дијаграм на распределба на светлинската јачина е прикажан на сликата 7.8 б). Нека е познато дека вкупниот светлински флуks на изворот изнесува 640 lm, а се бара светлинската јачина во правец што со оската на светилката зафаќа агол 80°. За добивање одговор на поставеното прашање најнапред од дијаграмот на сликата 7.8.б) наоѓаме дека, при флуks од 1000 lm, светлинската јачина во наведениот правец изнесува 70 cd. Светлинската јачина во правец што со оската на светилката зафаќа агол од 80°, за светилка со вкупен флуks 640 lm, може да се пресмета на следниов начин:

$$I_{75^\circ} = 70 \cdot \frac{640}{1000} = 44,8 \approx 45cd$$

РЕЗИМЕ

Под основни светлотехнички мерења обично се подразбира: мерење на светлинскиот флуks, мерење на светлинската јачина, мерење на сјајноста и мерење на осветленоста. Инструментите со кои се изведуваат наведените мерења со заедничко име се нарекуваат фотометри. Тука спаѓаат: гониофотометар, интегриран фотометар, луксметар и мерач на сјајноста.

Светлинската јачина се мери со апарати наречени фотометри. Работат на принципот на споредување на осветлувањата на познати и непознати светлински извори. Тоа се: фотометриска клупа, Ритшиев фотометар и Лумер-Бродхунов фотометар.

Најчесто користениот уред за мерење на светлинскиот флуks е Улбрихтовата сфера.

Вообичаено е инструментот за мерење на осветленоста да се нарекува луксметар. Главно, тој е составен од два дела. Едниот е

фотоелектричен елемент, а другиот е електричен мерен инструмент, баждарен во лукси.

Реалните светлински извори најчесто немаат еднакви светлински јачини во сите правци. Податоците за светлинските јачини во одделни правци можат да бидат прикажани на повеќе начини. Еден од нив се состои во тоа што од средиштето на изворот, како од полот на поларниот координатен систем, во одделни правци се повлекуваат соодветни светлински јачини (како вектор, во усвоен размер). Крајните точки на тие вектори образуваат една затворена површина, која се нарекува површина на фотометриско тело за набљудуваниот светлински извор. Фотометриското тело ја содржи комплетната информација за распределбата на светлинската јачина на соодветниот извор.

ПРАШАЊА:

7.1. Кои се основните светлосни мерења и кое е заедничкото име за сите инструменти со кои се вршат мерењата?

7.2. Со кои инструменти се мери светлинската јачина ? Објаснете ги!

7.3. Со кој инструмент се мери светлинскиот флукс, а со кој осветленоста? Објаснете го принципот на мерењето?

7.6. Пресметка на електричното осветлување во затворен простор

Пресметката на осветлувањето (проект на осветлување, фотометриска пресметка) на просторот се изработува по следните логички фази:

Најпрво се утврдува физичката карактеристика на просторијата, како што се должина, ширина, висина, боја на ѕидовите и таванот, распоред на машините, работни места итн. Па потоа намената на просторијата и потребата за само општо или за општо и дополнително локално осветлување на работните места. Врз основа на намената на просторијата, важноста на задачите и текот на работниот процес се утврдува според прописите и вредноста на осветленост која во просторијата треба да се оствари со вештачкото осветлување. Вредноста на осветленост не се пресметува, туку се отчитува од прописите (таб. 6.11)

Втората фаза при изработка на проектот е изборот на извор на светлина, видот на осветлување и светилки. Светилката е елемент кој е и дел од архитектурата на просторијата, па на изборот на типот и обликот на светилката треба да се посвети поголемо внимание (потребна е соработка на проектантот на осветлувањето и проектантот на внатрешната архитектура).

Во третата фаза на изработка на проектот се утврдува бројот и моќноста на светилките, бројот на светила во кои светилките ќе се поставуваат и просторната распределба на светилата. При тоа треба да се има предвид дека треба да се оствари оптимална рамномерност на осветлување или онаква распределба каква што побаруваат работните задачи на поедини работни места. Бројот и моќноста на светилата се одредува од пресметката на вкупниот светлосен флукс при што мора да се земе во предвид степенот на искористување на осветлувањето.

Пресметка на моќноста и потребниот светлосен флукс. Оваа пресметка може да се изврши на повеќе начини, но во пракса најчесто се користи **методата на степенот на искористување на осветлувањето.**

Оваа метода се заснова на фактот дека за остварување на потребната осветленост E според прописите на работната површина, во просторијата со димензии $a \times b$ потребен е светлосен флукс:

$$\Phi = E \cdot a \cdot b \quad (7.12.)$$

каде : a – должина на просторијата (m);
 b – ширина на просторијата (m);
 E – номинална осветленост според табела (lx).

Вкупниот светлосен флукс од сите светилки кои светат во една просторија нема да може да се искористи. Степенот на искористување на осветлувањето (η_p) е дефиниран како однос на светлосниот флукс кој паѓа на работната површина на некоја просторија (Φ) и вкупниот светлосен флукс на сите светилки што светат во таа просторија (Φ_{vk}).

$$\eta_p = \frac{\Phi}{\Phi_{vk}} \quad (7.13.)$$

Ако на осветлуваната површина треба да се постигне средна осветленост E_{sred} , на неа треба да падне светлински флуks определен со равенката 7.14.:

$$\Phi = a \cdot b \cdot E_{sred} \quad (7.14.)$$

Ако се познава коефициентот на искористување на осветлувањето, вкупниот светлосен флуks на сите инсталирани светилки со кои се осветлува површината треба да биде:

$$\Phi_{vk} = \frac{a \cdot b \cdot E_{sred}}{\eta_p} \quad (7.15)$$

Со оглед на фактот дека со текот на времето светилката старее (f_1), се намалува нејзиниот светлосен флуks, рефлекторот потемнува, а на светилото се нафаќа прашина (f_2). Поради тоа се воведуваат коефициентите f_1 и f_2 преку кои се води сметка за нечистотијата. Производот на факторите f_1 и f_2 се означува со δ и се нарекува фактор на стареење и нечистотија.

$$\delta = f_1 \cdot f_2 \quad (7.16)$$

па равенката за пресметка на потребниот вкупен светлосен флуks на работната површина го има следниот облик:

$$\Phi_{vk} = \frac{a \cdot b \cdot E_{sred}}{\delta \cdot \eta_p} \quad (7.17.)$$

каде: η_p – просторниот степен на искористување на целото осветлување, а зависи од системот на осветлување, степенот на искористување на избраната светилка, коефициентот на рефлексија на таванот и ѕидовите и индексот на просторијата (изнесува 0,15-0,80);

δ – фактор на стареење и нечистотија

Просторниот степен на искористување на осветлувањето η_p претставен е табеларно во каталозите на производителите на светилки. За да се користи табелата, прво треба да се пресмета индексот на просторијата k кој зависи од димензиите на просторијата и оддалеченоста на работната површина од светилките. Индексот на просторијата зависи од димензиите на просторијата, висината на поставувањето на светилките и од нивниот тип. Ако употребените светилки се за директно, полудиректно или мешано осветлување, индексот на просторијата се одредува со формулата:

$$k = \frac{a \cdot b}{h_k \cdot (a + b)} \quad (7.18.)$$

каде : h_k – корисна висина и изнесува $h_k = H - h_r - h_v$
 H – висина на просторијата

а ако употребените светилки се за полуиндиректно или индиректно осветлување, индексот на просторија се пресметува според формулата:

$$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot h \cdot (a + b)} \quad (7.19.)$$

Во формулите (7.18.) и (7.19.) се употребени ознаките чии значења се следниве:

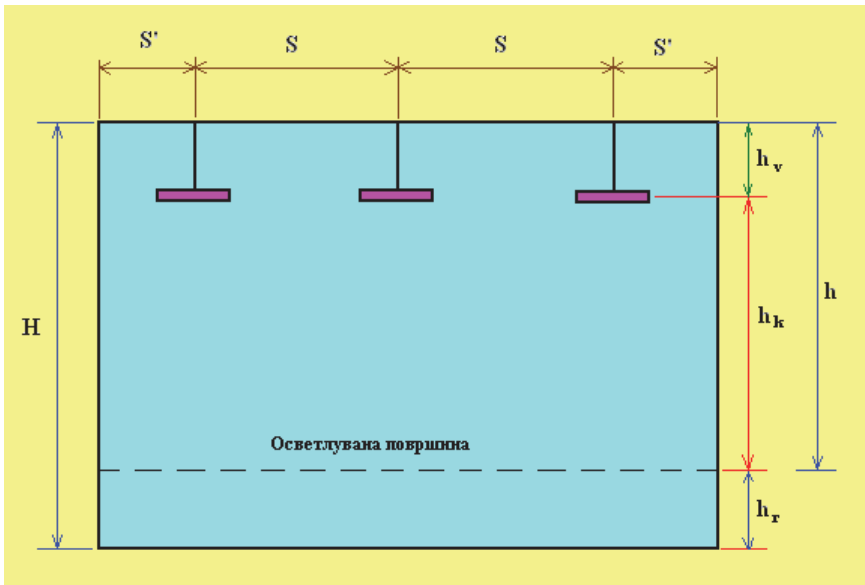
a – должина на просторијата;
 b – ширина на просторијата;
 h_k – висина на светилката над осветлуваната површина (сл.7.9.)
 h_v – растојание на светилката од таванот (сл.7.9.)
 h_r – висина на работната површина од подот (сл.7.9.)
 h – растојание од осветлуваната површина до таванот (сл.7.9.)

Вредноста на индексот на просторијата се заокружува на првата помала вредност за која одговара ознаката со букви дадени во табела 7.2. :

Табела 7.2. Вредности на индексот на просторијата

Ознака на индексот на просторијата	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Бројна вредност	5	4	3	2,5	2	1,5	1,25	1	0,8	0,6

Со помош на индексот на просторијата за соодветниот систем на осветлување од следнава табела (таб.7.3.) се одредува коефициентот на стареење и нечистотија (δ) и степенот на искористување на осветлувањето (η_p) .



Сл. 7.9. Пресек на просторија со назначени карактеристични големини

Табела 7.3. Степен на искористување на осветлувањето (η_p) и коефициент на стареење и нечистотија (δ) за нормално осветлување за внатрешни простории

Индекс на просторија		Инкадесцентни светилки									Флуоросцентни светилки								
		$\rho_{\text{таван}}$ 0.70			0.50			0.30			0.70			0.50			0.30		
		$\rho_{\text{зид}}$ 0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1		
Директно осветлување (коефициент на слабење) $\delta = 1.25...2$									Директно осветлување $\delta = 1.5...2$										
J		32	28	25	32	28	25	25	25	34	29	25	33	29	25	28	25		
I		40	36	34	39	35	33	35	33	42	38	35	41	37	34	37	34		
H		43	39	37	42	39	37	39	37	46	42	39	44	42	39	41	39		
G		46	43	41	45	43	41	43	41	55	52	50	54	52	49	50	48		
F		48	45	43	47	45	43	45	43	53	49	46	51	47	44	47	44		
E		52	50	48	51	49	47	49	47	57	54	51	56	52	50	52	50		
D		56	54	52	55	53	51	53	51	66	63	60	64	62	60	61	59		
C		57	55	53	56	54	52	54	52	63	60	57	61	58	56	58	56		
B		60	58	56	59	57	55	57	55	66	64	61	64	60	59	60	59		
A		61	59	57	60	58	57	58	56	67	65	62	66	62	61	62	60		
Полудиректно осветлување $\delta = 1.25...2$									Полудиректно осветл. $\delta = 1.5...2$										
J		29	25	21	28	24	21	23	21	32	27	23	32	26	23	25	23		
I		36	32	29	35	31	28	31	28	42	38	35	41	37	34	37	34		
H		39	36	33	38	35	33	34	32	44	39	36	43	39	35	36	35		
G		42	39	36	41	38	36	37	35	48	43	40	46	42	39	41	39		
F		45	42	39	43	40	38	39	38	42	47	43	50	46	42	45	42		
E		49	46	43	48	45	43	44	42	57	52	48	55	51	47	50	46		
D		53	50	47	51	49	47	47	46	62	56	52	59	55	51	54	51		
C		54	52	49	52	50	49	49	47	65	59	54	62	57	54	56	53		
B		57	55	53	55	53	51	51	50	69	63	59	65	61	58	60	58		
A		58	56	54	56	54	53	52	51	71	66	62	67	63	60	61	60		

Индекс на просторија		Инкадесцентни светилки									Флуоросцентни светилки										
		ρ_r -таван		0.70			0.50			0.30			0.70			0.50			0.30		
		ρ_z -сид		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1		
Мешано осветлување $\delta = 1.25...1.3$											Мешано осветлување $\delta = 1.5...2$										
J		22	17	14	20	16	13	14	12	24	20	17	23	19	16	18	16				
I		27	22	19	25	21	18	19	17	30	26	23	28	24	22	24	21				
H		31	26	23	28	24	21	22	19	33	29	27	31	28	26	27	25				
G		35	30	26	31	27	24	25	22	36	31	29	34	31	28	29	27				
F		38	33	29	34	30	27	27	24	39	35	32	36	33	31	31	30				
E		42	38	33	38	34	31	31	28	42	39	36	40	37	35	35	33				
D		46	41	37	41	37	34	34	31	46	43	40	43	40	38	38	37				
C		49	45	40	43	39	36	36	33	48	45	42	44	42	40	40	38				
B		53	58	44	47	43	40	38	36	51	48	45	47	45	43	42	41				
A		55	51	47	49	45	42	40	38	52	50	47	49	46	45	43	42				
Полуиндиректно осветлување $\delta = 1.5...1.7$											Полуиндиректно освет. $\delta = 1.75...2$										
J		16	12	10	13	10	8	8	7	24	21	19	21	19	18	18	17				
I		20	16	14	17	14	11	11	9	30	27	26	26	24	23	22	21				
H		23	19	17	19	16	14	13	11	32	30	29	29	27	35	25	24				
G		26	22	19	22	18	16	14	13	35	33	31	31	29	28	26	26				
F		29	25	21	24	20	19	16	14	38	35	33	32	31	29	28	27				
E		32	28	25	27	23	21	18	17	40	38	36	35	34	32	31	29				
D		35	31	28	29	26	24	20	19	43	40	39	37	36	34	32	31				
C		38	34	31	31	28	26	22	21	45	42	40	39	37	35	33	32				
B		41	38	35	34	31	29	24	23	47	44	43	40	38	37	34	33				
A		43	39	37	36	33	31	26	24	48	46	44	41	39	38	35	34				
Индиректно осветлување $\delta = 1.5...1.7$											Индиректно осветлен. $\delta = 1.75...2$										
J		15	12	10	11	9	7	5	4	15	11	10	9	8	6	4	3				
I		18	15	13	13	11	9	7	6	19	15	13	13	12	9	6	4				
H		22	19	16	15	13	11	8	7	22	19	16	14	12	10	7	5				
G		25	22	19	18	15	13	9	8	26	22	19	17	14	13	8	7				
F		27	24	21	20	17	15	10	9	28	24	21	19	16	14	9	8				
E		30	27	25	22	19	17	11	10	32	28	25	21	18	17	11	10				
D		34	31	28	24	22	20	13	12	35	31	29	23	21	19	12	11				
C		36	33	30	26	24	22	14	13	38	34	31	25	22	21	13	12				
B		40	37	34	28	26	24	15	14	42	39	36	27	25	24	15	14				
A		42	39	37	30	28	26	17	15	43	41	38	29	27	25	16	15				

7.6.1. Определување на потребниот број светилки и на нивниот распоред

За да се одреди потребниот број на светилки во една просторија, потребно е да се знае:

- намената на просторијата;
- димензиите на просторијата (должина, ширина и висина);
- коефициентите на рефлексија на таванот, ѕидовите и работната рамнина.

Со користење на овие влезни податоци треба да се одредат:

- видот на светилката и типот на светилото;
- потребната средна осветленост
- висината на поставување на светилата;
- распоредот и меѓусебните растојанија меѓу светилките.

Потребниот број на светилки (n) кои на работната површина ќе го создадат потребниот светлосен флуks Φ_{vk} (со Φ_0 е означен светлосниот флуks на една светилка) е претставен со формулите:

$$n \cdot \Phi_0 = \frac{a \cdot b \cdot E}{\delta \cdot \eta_p} \quad \text{од каде што} \quad n = \frac{a \cdot b \cdot E}{\Phi_0 \cdot \delta \cdot \eta_p} \quad (7.16.)$$

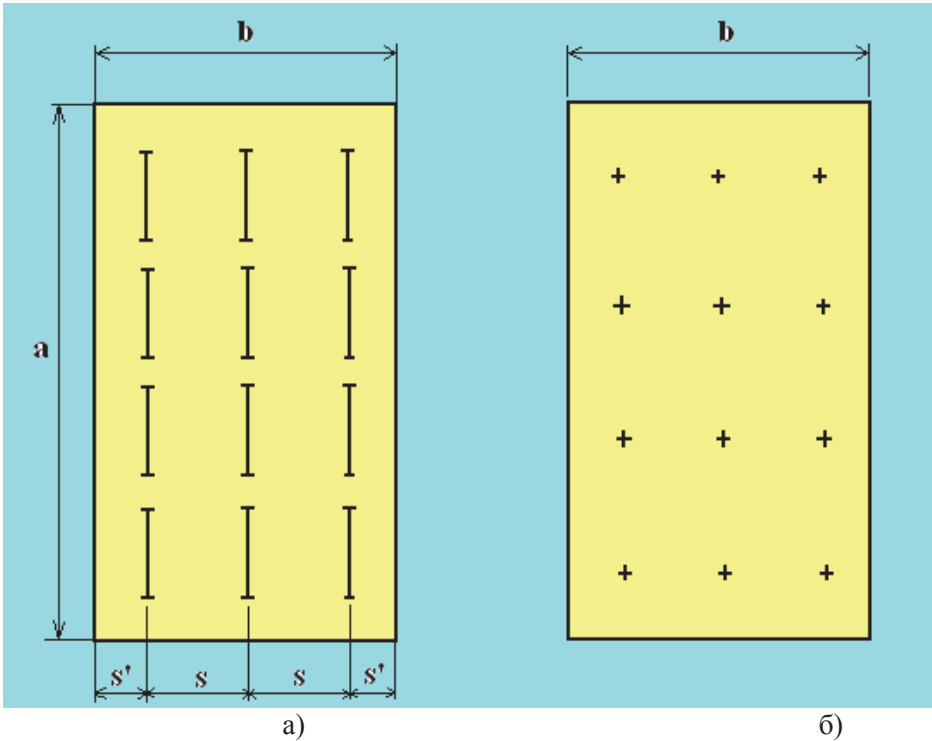
Со E е означена пропишаната вредност на осветленоста која треба да се добие на работната рамнина.

Добиениот број на светилки пресметан со равенката (7.16) најчесто не е цел број. Затоа се пристапува кон негово заокружување кон првиот поголем цел број. Ако усвоениот број не е соодветен за симетрично поставување, повторно се врши заокружување на соодветен цел број. Со ова заокружување се добива поголема средна осветленост која се пресметува преку следнава равенка:

$$E_{sred.} = \frac{n_{svet.} \cdot \Phi_0 \cdot \delta \cdot \eta_p}{a \cdot b} \quad (7.17.)$$

Светилките, чиј број го пресметавме n_{svet} , треба да се распределат во просторијата така да се добие што е можно подобра рамномерност на осветленоста. Најдобра рамномерност на осветленоста би се постигнала кога секое светило ќе осветлува квадратна површина.

Светилките во една просторија можат да се постават на два начина: во низа или поединечно.



Сл. 7.10. Светилки поставени во: а) низа и б) одделно

Ако светилките се постават во низа како на сл.7.10.а) растојанието помеѓу низите (s), се одредува како количник помеѓу ширината на просторијата и бројот на низите. При тоа растојанието помеѓу крајните светилки и ѕидовите (s') обично се зема да биде еднакво на:

$$s' = \frac{s}{2} \quad (7.18.)$$

Ако покрај сидовите се бара осветленост што не е помала од средната осветленост на осветлуваната површина, може да се земе

$$s' = \frac{s}{3} \quad (7.19.)$$

Во некои случаи покрај сидовите може да се бара и поголема осветленост. Во таквите случаи растојанието s' може да биде помало од $s/3$, па дури светилки да се постават и на самиот сид.

Ако, пак, светилките се поставени поединечно (како на сл.7.10.б), средното растојание помеѓу светилките се пресметува со формулата:

$$s = \sqrt{\frac{a \cdot b}{n_{\text{svet.}}}} \quad (7.20.)$$

За проверка на избраните растојанија може да ни послужи односот s/h_k . Вредноста на односот s/h_k не треба да биде поголема од најголемата вредност што за усвоениот тип на светилка ја дава нејзиниот производител. Кај светилата со флуоресцентни светилки, најголемата вредност на односот s/h_k е во интервалот од 1,0 до 1,5. Кај индустриските светилки се сугерира вредноста на односот s/h_k да е во интервалот од 0,5 до 1,0. Во недостиг на конкретни информации од производителите, се препорачува тој однос да не биде поголем од 1,25.

Кај големите простории, таваните содржат надолжни или напречни греди. Поради тоа не е можно светилките да се постават на точно пресметаните растојанија. Затоа при распоредувањето на светилата покрај пресметаните растојанија, треба да се земе во предвид и архитектурата на таванот.

ЗАДАЧИ:

Пример 7.1.: Да се направи фотометриска пресметка за машинска хала со димензии: должина $a = 10\text{m}$, ширина $b = 9\text{m}$, висина $H=7,5\text{m}$.

Решение: Од табела бираме $E = 150\text{ lx}$ (средно барање). Во прашање е индустриски објект, висината е голема, па избираме директно осветлување со флуоресцентни светилки поставени во светила во форма на метален рефлектор. Индексот на просторијата k го одредуваме:

$$k = \frac{a \cdot b}{h_k(a+b)} = \frac{10 \cdot 9}{(7,5-0,85)(10+9)} = 0,71$$

Усвојуваме $k = 0,6$ за кој одговара буквата J од табелата 7.3. Коефициентот на слабење (1,5-2) го усвојуваме да биде $\delta = 1,5$, бидејќи машинската хала е без прашина. Таванот е бел, па коефициентот на рефлексија е $\rho_{\text{tav}} = 0,50$. Сидовите се бели, па коефициентот на рефлексија на сидовите е $\rho_{\text{zid}} = 0,30$. Од табела 7.3. за дадените податоци го отчитуваме степенот на искористување и во овој случај изнесува $\eta_p = 0,29$. Потоа го определуваме вкупниот светлински флукс:

$$\Phi_{vk} = \frac{a \cdot b \cdot E_{\text{сред}}}{\delta \cdot \eta_p} = \frac{10 \cdot 9 \cdot 150}{1,5 \cdot 0,29} = 31034,48 \text{ lm}$$

Од табела избираме флуоросцентна цевка FC 40W BB со светлински флукс $\Phi_0 = 3000 \text{ lm}$. Потребниот број на светилки е:

$$n = \frac{\Phi_{vk}}{\Phi_0} = \frac{31034,48}{3000} = 10,34$$

Поради симетрија и парен број на цевки, усвојуваме 12 цевки вградени во шест светилки со по две цевки. Вистинското осветлување во просторијата ќе биде:

$$E_{\text{сред.}} = \frac{n_{\text{svet.}} \cdot \Phi_0 \cdot \delta \cdot \eta_p}{a \cdot b} = \frac{12 \cdot 3000 \cdot 1,5 \cdot 0,29}{10 \cdot 9} = 174 \text{ lx}$$

Шестте светилки ќе бидат поставени на меѓусебно осно растојание:

$$s = \sqrt{\frac{a \cdot b}{n_{\text{svet.}}}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 9}{6}} = 3,9 \text{ m}$$

Пример 7.2.: Да се осветли канцеларија за книговодство, со должина 10 m, ширина 6 m и висина 4 m. Во канцеларијата е предвиден спуштен гипсен таван во кој ќе бидат вградени светилата за директно осветлување, така да вистинската висина на канцеларијата е 3,2 m. Бојата на таванот и сидовите е светло бела.

Решение: Избираме осветлување со флуоресцентни цевки за светила за вградување во таван со две или четири цевки и моќност на цевките од 20, 40 или 65W. Овие светила се наменети за суви простории, особено во оние во кои се сака да се спречи сјаење на изворот и добра декорација. Светилото е вградено во спуштениот таван поединечно или во линија. Потребната номинална осветленост за канцеларијата ја отчитуваме од табела 6.11 и изнесува $E = 1000 \text{ lx}$.

За канцеларијата $10 \times 6 \text{ m}$ и оддалеченост на работната површина од светилката $h_k = H - h_r = 2,35 \text{ m}$, индексот на просторијата е:

$$k = \frac{a \cdot b}{h_k(a+b)} = \frac{10 \cdot 6}{(3,2 - 0,85)(10 + 6)} = 1,59$$

За оваа канцеларија можеме да избереме светила за вградување во таван од типот $4 \times 65 \text{ W}$ и димензии на светилката $1548 \times 594 \times 95 \text{ mm}$. Од фабричкиот каталог за светилата за вградување (табела.7.4.) бараме соодветен степен на искористување водејќи сметка за бојата на ѕидовите. (коефициентот на рефлексија на таванот е $\rho_{\text{tav}} = 0,70$; коефициентот на рефлексија на ѕидовите е $\rho_{\text{zid}} = 0,50$). Отчитуваме дека просторниот степен на искористување на осветлувањето со овие светила со четири цевки изнесува $\eta_p = 0,41$. Од истата табела го избираме и факторот на стареење $f_1 = 0,82$ (светлинскиот флукс на цевката се намалува за 18% после 4000 работни часа) и факторот на нечистотија $f_2 = 0,93$ (канцеларијата е без прашина, па и нечистотијата е мала и периодот на чистење на цевките е 12 месеци).

Табела 7.4. Фабрички податоци за флуоресцентни светила за вградување во таван $4 \times 65 \text{ W}$

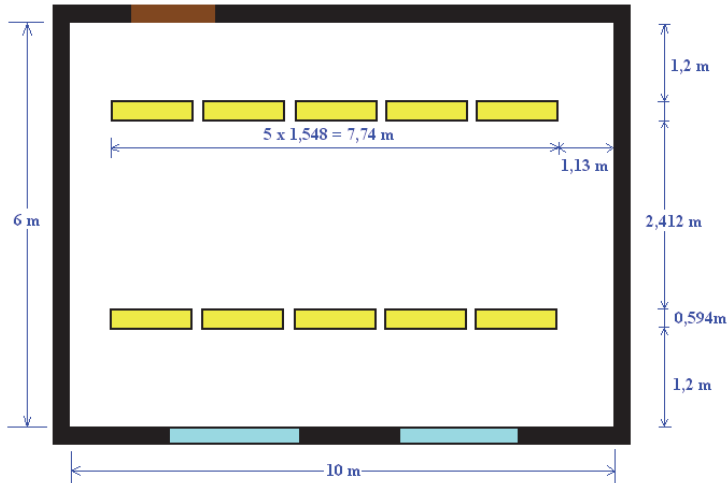
Светилка за вградување во гипсен таван									
		степен на искористување на осветлувањето η_p							
ρ	таван	0,7			0,5			0,3	
	ѕид	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1
	под	0,1			0,1			0,1	
k	0,6	0,27	0,24	0,22	0,26	0,24	0,22	0,24	0,22
	1,0	0,35	0,33	0,30	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30
	1,5	0,41	0,37	0,35	0,40	0,37	0,35	0,36	0,35
	2,0	0,44	0,42	0,40	0,43	0,41	0,40	0,40	0,38
	2,5	0,46	0,44	0,42	0,45	0,43	0,42	0,43	0,41
	3,0	0,47	0,46	0,44	0,46	0,45	0,43	0,44	0,43
	4,0	0,49	0,47	0,46	0,48	0,46	0,45	0,46	0,45
	5,0	0,51	0,48	0,47	0,49	0,48	0,47	0,47	0,46

Фактор на стареење f_1			Фактор на нечистотија f_2			Растојание меѓу светилките			
			Нечистотија	Период на чистење			$E_{\min}:E_{\text{сред}}$	линиски	поединечно
				1 год.	2 год.	3 год.			
2000 часа	4000 часа	6000 часа	Мала	0,93	0,89	0,86	1:1,15	1,4 h	1,4 h
0,87	0,82	0,80	Нормална	0,83	0,83	0,74	1:1,5	1,7 h	1,7 h
			Голема	0,72	0,72	0,60	1:2,0	2,1 h	2,1 h

Потребниот број на флуоресцентни цевки FC 65W BB (бела боја со светлински флукс $\Phi_0=4800 \text{ lm}$), за да се постигне осветленост на површината од $E=1000 \text{ lx}$ е:

$$n = \frac{a \cdot b \cdot E}{\Phi_0 \cdot \eta_p \cdot f_1 \cdot f_2} = \frac{10 \cdot 6 \cdot 1000}{4800 \cdot 0,41 \cdot 0,82 \cdot 0,93} = 39,9 \text{ цевки}$$

Потребни се 10 светила со по четири цевки. Осветлувањето на канцеларијата се изведува со десет светила за вградување. Овие десет светила може да се распоредат линиски во два реда (2x5 светилки)



Средната осветленост во канцеларијата ќе биде:

$$E_{\text{сред}} = \frac{n \cdot \Phi_0 \cdot \eta_p \cdot f_1 \cdot f_2}{a \cdot b} = \frac{40 \cdot 4800 \cdot 0,41 \cdot 0,82 \cdot 0,93}{10 \cdot 6} = 1000,53 \text{lx}$$

Од примерот гледаме дека производителите на светила, во своите каталози, даваат табели со потребните параметри за пресметка на средното осветлување. Меѓутоа, понекогаш пресметката треба да се направи и кога не се знае точно кој тип на светила ќе биде употребен. Тогаш за пресметка на осветлувањето се користи табела 7.3. од која се отчитува степенот на искористување на осветлувањето η_p за избраниот вид на осветлување и коефициентите на слабеење на светилото.

7.7. Електрично осветлување на отворен простор

За отворени простори ги сметаме улиците, плоштадите, парковите, автопатите, мостовите, спортските терени, отворени складишта, фасади на згради и сл. Како извори на светлина најмногу се користат живините и натриумовите светилки. Светилките се ставаат во светила кои ја насочуваат светлината кон површината која се осветлува и ја штитат светилката од влага. Светилките најчесто се монтираат на столбови или со помош на конзоли се монтираат на фасадите на објектите.

Осветлување на улици и плоштади: Задача на ова осветлување е да се намали бројот на сообраќајни несреќи, да овозможи безбедно движење на луѓето во вечерните часови, да го намали бројот на крајби и сл. Добро проектираното осветлување на улицата, ја има потребната осветленост за одредениот вид на улица, рамномерноста на осветлувањето е во пропишаните граници, а светилата се така поставени да не засенуваат. Бојата на светлината не е од посебно значење при осветлување на улиците. Затоа, најчесто се користат живините светилки. За осветлување на крстопати, бензински пумпи, мостови и во населбите каде има многу магловити денови, се користат натриумови светилки чија светлина добро продира низ маглата. Потребната осветленост на одредени видови на улици се дадени во следнава табела:

Табела 7.4. Потребна осветленост на одредени видови на улици

Потребна осветленост и рамномерност				
Вид на улицата	Средна хоризонтална осветленост E_{sred} (lx) на улицата		Рамномерност на осветлувањето	
	површина на улицата		Минимални вредности	
	светла боја	темна боја	E_{min}/E_{sred}	E_{min}/E_{max}
Главни улици со промет од 1000 возила на час	8	16	1:3	1:6
Улици са промет од 500 возила на час	6	12	1:3	1:6
Приградски улици кои ги спојуваат градовите со автопат	4	8	1:4	1:8
Улици во пешачки зони со деловни објекти	3	6	1:4	1:8
Улици со среден промет	2	4	1:4	1:8
Улици со мал промет	0.5	1		

Од табелата се гледа дека рамномерноста на осветлувањето треба да биде од 1:3 до 1:4.

Светилата може да бидат распоредени во еден или повеќе редови (Сл.7.11.).

Висината на поставување на светилата се одредува според формулата добиена по експирементален пат:

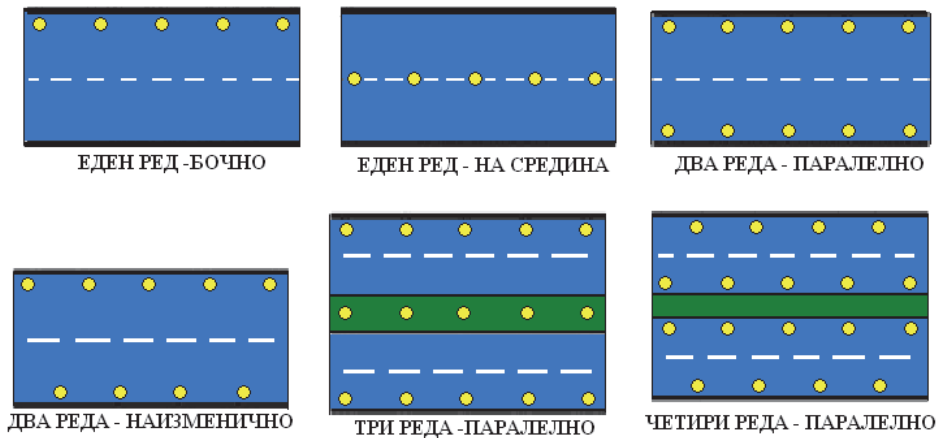
$$h = 3,5 + \frac{\sqrt{\Phi_{vk}}}{30} \quad (7.21.)$$

каде што: Φ_{vk} е вкупниот светлосен флукс на светилката на столбот. Растојанието помеѓу две светила може да биде од 20-60 m. Откако ќе се одреди висината, се одредува растојанието помеѓу светилките според изразот:

$$a = \frac{\Phi_{vk} \cdot \eta}{E_{sred} \cdot b} \quad (7.22.)$$

каде: b - ширина на улицата

η – степен на искористување на светилото кој го дава производителот на светилото. $\eta = f(b, h)$



Сл.7.11. Распоред на светилата во еден и повеќе редови

Осветлувањето на фасади и споменици претставува декоративно осветлување. Најчесто се изведува со светила со емајлиран рефлектор и светилки со вжарено влакно. Ако е потребно да се осветли цела фасада на поголема зграда, тогаш се употребуваат повеќе рефлектори поставени на одредено растојание од зградата. Вкупниот светлосен флукс се пресметува според изразот:

$$\Phi_{vk} = \frac{E \cdot S}{\eta} \quad (7.23.)$$

$$\eta = \eta_r \cdot \tau \cdot \rho \cdot \delta \quad (7.24.)$$

каде што: E – потребна осветленост (се одредува од табела 7.5).
Зависи од видот на објектот, материјалот на фасадата и осветлувањето од околината.

S – површина на фасадата

η_r – степен на искористување на рефлекторот (0,6 . . . 0,8);

τ – коефициент на трансмисија на заштитното стакло на рефлекторот (0,85 . . . 0,90);

ρ – коефициент на рефлексија на рефлекторот (0,75 . . . 0,90);

δ – коефициент на слабеење (0,75 . . . 0,85).

Табела 7.5. Вредност на осветленост на фасадата зависно од осветлувањето на околината

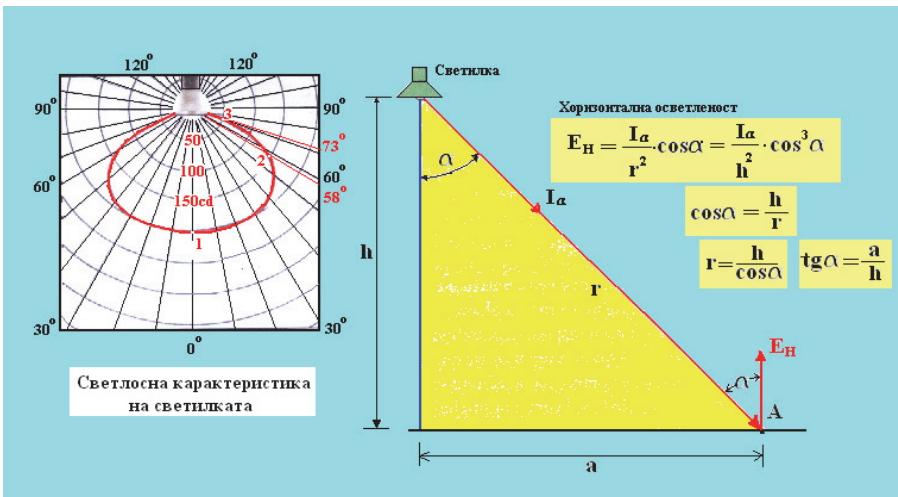
Вредност на осветленост на фасадата (lx)					
Материјал од кој е направена фасадата	Парк неосветлен	2 lx	5-6 lx	10-15 lx	Добро осветлена улица
Бел мермер и светол мермер	10	20	30	40	50
Светла боја	20	35	50	56	85
Обоен објект	30	50	70	95	120
Натур-бетон					
Темна боја, цигла	40	65	95	130	160
Црн камен	50	85	120	160	200

7.7.1. Пресметка на електричното осветлување на отворен простор по методата на точки

Пресметката на потребниот број на светилки, нивната моќност и типот на светилки за отворен простор, значително се разликува од пресметката на осветление за затворен простор. Во отворениот простор нема таван и ѕидови од кои би се рефлектирале светлосните зраци. Работната површина на отворен простор е улицата, тротоарот, спортскиот терен и сл. На неа доаѓа светлосниот флукс директно од светилката. Поради тоа, изворите на светлина мора да бидат доволно моќни за во хоризонталната рамнина да ја

достигнат потребната и пропишана вредност на осветленост. Кај пресметката на осветленост на отворен простор исклучиво се набљудува јачината на светлина на светилката и осветленоста која таа ја создава. Значи, математички мора да се пресмета влијанието на светилката во карактеристични точки на теренот. Изразите за пресметка на осветлувањето со методата на осветленост во поедини точки е дадена на сл. 7.12.

Значи за да се одреди осветленоста во дадена точка А на отворениот простор, потребно е да се познава светлосната карактеристика на светилката и положбата на светилката во однос на точката А. Од светлосната карактеристика на светилката се одредува I_{α} – светлосна јачина на изворот кон точката А. Вредноста на аголот α се добива така што за дадената точка се пресметува $\text{tg}\alpha = a/h$, а потоа $\alpha = \text{inv}(\text{tg}a/h)$.



Сл. 7.12. Пресметка на хоризонталната осветленост во точки

При пресметката се земаат поголем број точки, доволно е од 12 до 18 точки. При пресметката со оваа метода, прво е потребно на цртежот, теренот да се подели на мали четириаголници (2 x 2 m , 2 x 4 m и сл.), да се одредат нивните центри како точки во кои треба да се пресмета осветленоста. За секоја точка се мери растојанието од подножјето на светилката (a) , се пресметува $\text{tg}\alpha = a/h$, $\cos^3 \alpha$, а потоа со примена на формулата се одредува хоризонталната осветленост E_H .

Ако некоја точка е осветлена од повеќе извори, вкупната осветленост е збир од осветленостите на сите извори посебно.

Пример 7.3.: На средината на улица широка 8 m се поставени светила со светилки VTFE 250W и светлосен флуks од 13000 lm. Светилките се поставени на висина $h=10m$, на меѓусебно растојание од 32 m, а светлосната карактеристика на светилката е симетрична и е дадена на сл.7.12. Да се пресмета осветленоста на улицата :

- а) под самата светилка;
- б) на растојание од 16 m од средината на улицата;
- в) на растојание од 32 m од средината на улицата.

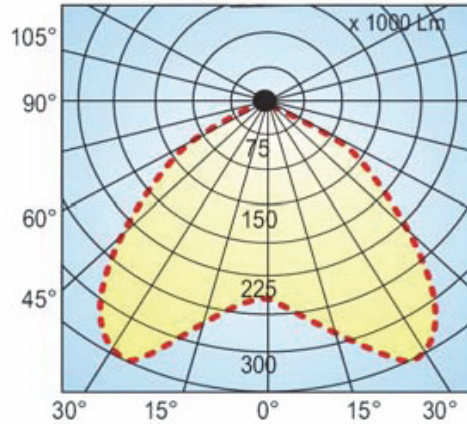
Решение: Формулите за пресметка и резултатите се дадени табеларно:

Табела 7.6.: Осветленост на карактеристичните точки од страна на една или две светилки од примерот на сл.7.12.

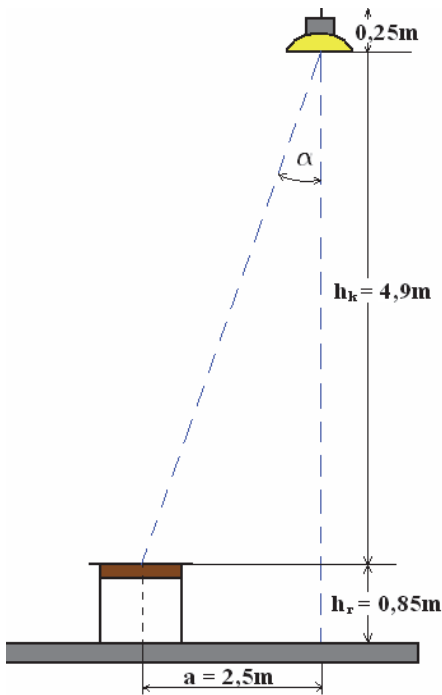
Точка	h m	a m	tg α tg $\alpha=a/h$	Агол α $\alpha=inv\text{tg}(a/h)$	Светлосна јачина I_α (cd)	$\cos^3 \alpha$	Осветленост $E= (I_\alpha / h^2) \cos^3 \alpha$ (lx)	
							од една светил.	од две светил.
1	10	0	0/10=0	$inv\text{tg}0=0^0$	$200 \times 13=2600$	1	26	26,17
2	10	16	16/10=1,6	$inv\text{tg}1,6=58^0$	$150 \times 13=1950$	0,148	2,9	5,8
3	10	32	32/10=3,2	$inv\text{tg}3,2=73^0$	$50 \times 13=650$	0,026	0,17	26,17

*Забелешка : Вкупната осветленост на секоја точка симетрично се зголемува поради влијанието на соседната светилка оддалечена 32 m.

Пример 7.4.: На таванот на машинска хала е поставена светило со рефлектор HQI E 250/D (таб. 6.6.). Висината на халата е $H= 6m$. Светлосната карактеристика на светилото е дадена на сл.7.13. Според слика 7.14. да се одреди осветленоста на средината на масата.



Сл.7.13. Светлосна карактеристика на светликата HQI E 250/D



Сл. 7.14.

Решение: Најпрво го определуваме аголот α :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{h_k} = \frac{2,5}{4,9} = 0,51 \quad \text{потоа:}$$

$$\alpha = \operatorname{inv} \operatorname{tg} \alpha = 27^{\circ}$$

$$\cos^3 \alpha = 0,71$$

Од кривата за светлосна јачина за $\alpha=27^{\circ}$ отчитуваме дека $I=300 \text{ cd}$.

Овој податок се однесува за светлински флукс $\Phi=1000 \text{ lm}$.

Флуксот на светилото од примерот го отчитуваме од табела 6.6 и изнесува $\Phi' = 17000 \text{ lm}$.

Според формулата ја определуваме осветленоста на средината на масата:

$$E = \frac{I}{h_k^2} \cos^3 \alpha = \frac{300}{4,9^2} \cdot 0,71 = 8,87 \text{ lx}$$

Оваа осветленост се однесува за светлински флуks $\Phi=1000 \text{ lm}$. Потребно е да направиме сведување на вистинскиот светлински флуks $\Phi' = 17000 \text{ lm}$.

$$E' = E \frac{\Phi'}{\Phi} = 8,87 \cdot \frac{17000}{1000} = 150,79 \text{ lx}$$

Значи вистинското осветлување на средината на масата е $E=150,79 \text{ lx}$.

7.8. Софтверско пресметување на електричното осветлување

За осветлување на отворени простори ретко се користат светила со симетрична светлосна карактеристика како што е дадена во примерот. Кај светилката со асиметрична светлосна карактеристика, фотометриската пресметка е многу тешка и задолжително се врши со помош на компјутер и соодветна програма (на пр. програмите ALUX, EXLUX, SiSTRA 2.0, SiSPORT 1.4, Elektro Cad. ULYSSE) и тоа за пресметка на хоризонталната, вертикалната осветленост и луменцијата. Значи старите и бавни пресметки со помош на формули се заменуваат со брзи пресметки на компјутер со соодветни програми.

Во продолжение накратко ќе го претставиме програмскиот пакет на компанијата Minel-Schreder кој се користи за проектирање на јавното осветлување.

ULYSSE е програмски пакет за персонални компјутери кој се одликува, како со флексибилен пристап (едноставно задавање и измени на влезните параметри), така и со брзина и сеопфатни пресметки неопходни при проектирањето на јавното осветлување.

Програмскиот пакет ULYSSE се состои од три модули:

1. Solution Finder CIE Batch
2. Quick Light CIE
3. Super Light

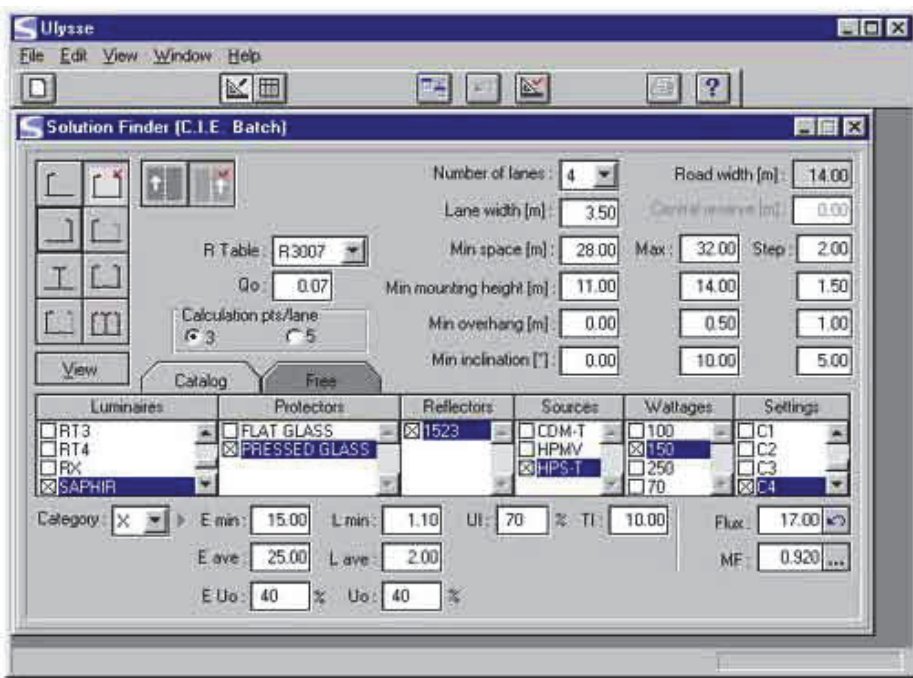


Сл.7.13. Основен прозор на програмскиот пакет Ulysse

Треба да се нагласи дека покрај независната работа и користењето на секои од овие модули, постои можност и за нивно поврзување и заедничко работење.

Првиот модул ги нуди на корисникот сите можни решенија со помош на кои се постигнуваат зададените светлотехнички барања. Влезните параметри може да се внесуваат во посакуваните подрачја, со тоа што зголемувањето на ширината на подрачјето, го зголемува бројот на решенија и времето на пресметување. При тоа се внесуваат вредности за висина на светилата, растојание помеѓу соседните светила, типови на светила и сл. На почетокот се појавува прозорец прикажан на следнава слика. (7.14.)

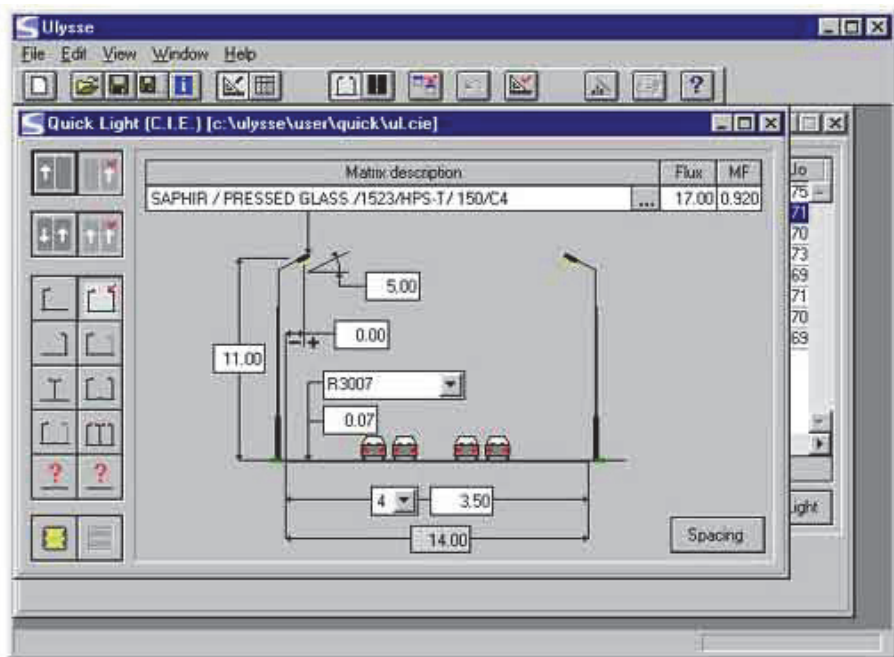
Корисникот избира само едно од понудените решенија, кое може да го копира во преостанатите два модула и да продолжи со работа во нив.



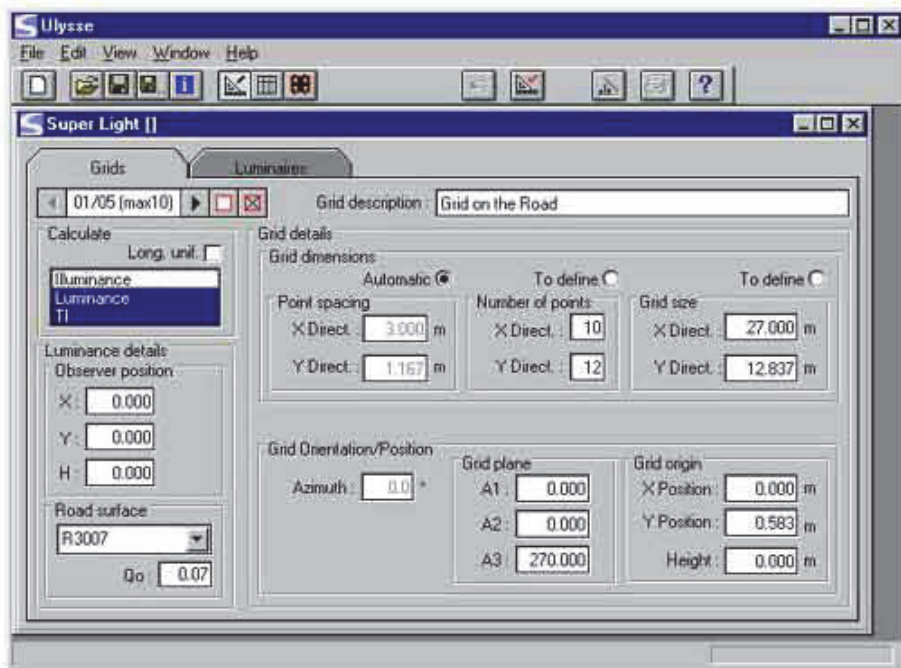
Сл.7.14. Основен прозор на модулот Solution Finder CIE Batch

Вториот модул е наменет за пресметка на осветлувањето на патишта кога се познати вредностите на сите неопходни влезни параметри. Овој модул нуди одличен преглед на графичките и пресметаните резултати. Овозможува брза пресметка и детален преглед на сите негови резултати. На слика (7.15.) е прикажан основниот прозор кој се појавува по селектирањето на овој модул од главното мени.

Третиот модул е предвиден за пресметка на осветлувањето на јавен простор кај кој се јавува неправилен распоред на светилките. Примери на вакви јавни простори се парковите, паркиралиштата, крстопатите, спортските терени и сл. Стартувањето на овој модул може да се изврши од главното мени или преку модулот Quick Light CIE со помош на опцијата Copy to Super Light. Тогаш автоматски се отвора прозорот прикажан на слика 7.16.



Сл. 7.15. Основен прозор на модулот Quick Light CIE



Сл.7.16. Основен прозор на модулот Super Light

РЕЗИМЕ:

Пресметката на осветлувањето на просторот се изработува во три фази. Во првата фаза се утврдува карактеристиката на просторијата, како што се физичките елементи (должина, ширина, висина, боја на ѕидовите и таванот, распоред на машините, работни места итн.), намената на просторијата, потребата за само општо или за општо и дополнително локално осветлување на работните места. Втората фаза при изработка на проектот е изборот на извор на светлина, типот на осветлување и светила кои најдобро ќе одговараат на природата на работните задачи што се изведуваат, материјалите кои се обработуваат и боите кои се искористени во просторијата. Во третата фаза на изработка на проектот се утврдува бројот и моќноста на светилките, бројот на светила во кои светилките се поставуваат и просторната распределба на светилата (имајќи во предвид дека треба да се оствари оптимална рамномерност на осветлување или онаква распределба каква што побаруваат работните задачи на поедини работни места).

Осветлувањето на улици и плоштади има задача да го намали бројот на сообраќајни несреќи, да овозможи безбедно движење на луѓето во вечерните часови, да го намали бројот на кражби и сл.

Како извори на светлина најмногу се користат живините и натриумовите светилки.

Пресметката на потребниот број на светилки, нивната моќност и типот на светила за отворен простор, значително се разликува од пресметката на осветление за затворен простор. Во отворениот простор нема таван и ѕидови од кои би се рефлектирале светлосните зраци. Работната површина на отворен простор е улицата, тротоарот, спортскиот терен и сл.

Ако некоја точка е осветлена од повеќе извори, вкупната осветленост е збир од осветленостите на сите извори посебно.

За осветлување на отворени простори ретко се користат светила со симетрична светлосна карактеристика како што е дадена во примерот. Кај светилките со асиметрична светлосна карактеристика, фотометриската пресметка е многу тешка и задолжително се врши со помош на компјутер и соодветна програма

Значи старите и бавни пресметки со помош на формули се заменуваат со брзи пресметки на компјутер со соодветни програми.

ПРАШАЊА :

- 7.4. Објасни со кои светилки се осветлуваат отворените простори?
- 7.5. Објасни го осветлувањето на улиците и плоштадите!
- 7.6. Како се осветлуваат фасадите и спомениците?
- 7.7. Објасни ја постапката на пресметка на осветлувањето со методата на точки!
- 7.8. Набројте ги програмските пакети што се користат за пресметка на електричното осветлување!

МАЛОНАПОНСКИ ИНСТАЛАЦИИ

8.1. Телекомуникациски инсталации

8.2. Телефонска инсталација

8.3. Куќен телефон (интерфон)

8.4. Антенски системи и инсталации

8.4.1. Пасивни антенски системи

8.4.2. Активен антенски систем

8.4.3. Антенски приклучоци и вовлекувачи

8.5. Сигнални инсталации

8.5.1. Инсталација на електрично звоно

8.5.2. Системи за заштита од пожар

8.5.3. Системи за заштита од кражба

8. МАЛОНАПОНСКИ ИНСТАЛАЦИИ

8.1. Телекомуникациски инсталации

Телекомуникациските инсталации служат за размена на информации на далечина. Во станбените објекти се инсталираат следните телекомуникациски инсталации:

- телефонски инсталации;
- куќен телефон (интерфон);
- антенски системи и инсталации.

8.2. Телефонска инсталација

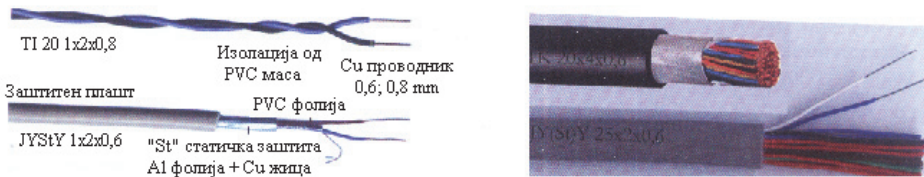
Телефонската инсталација на една зграда се состои од два дела: надворешен и внатрешен дел. Надворешен дел на инсталацијата претставува местото каде што кабелот или спроводникот влегува во самата зграда, со соодветната опрема. Внатрешен дел е комплетната инсталација, а неа ја сочинуваат : разводните кутии и табли, слободно поставените кабли и спроводници, приклучните места итн. Телефонските апарати не се дел од куќната телефонска мрежа.

Водовите за телефонски инсталации се поставуваат во инсталациски цевки или канали. При димензионирањето на пресекот на цевките, потребно е да се остави резерва за дополнително проширување. Според препораките на Германската сојузна пошта, за телефонските инсталации во објектите, потребно е да се поставуваат инсталациски цевки со следниот дијаметар:

- за вертикални водови (помеѓу катовите), се употребуваат инсталациски цевки со $\text{Ø } 29 \text{ mm}$;
- за развод и за главните правци на поединечните катови, се употребуваат инсталациски цевки со $\text{Ø } 23 \text{ mm}$;
- за развод до поединечни апарати, се употребуваат инсталациски цевки со $\text{Ø } 16 \text{ mm}$;

Во станбените блокови и деловните објекти зависно од големината на телекомуникациската инсталација, можат да се употребат и инсталациски цевки со поголем напречен пресек. Можат да се користат подни и сидни канали.

Како спроводници за телефонски инсталации во зградите, порано, а и денес се употребуваат спроводниците со ознака TI 20 впредени во двојки (парови) (TI 20 1x2x0,6 mm или TI 20 1x2x0,8mm). Една двојка (пар) се употребува за приклучок на еден телефонски апарат. Овој телефонски спроводник, денес сè помалку се употребува за телефонски инсталации, но се употребува за сигнална инсталација на мал напон, на пример, инсталација на електрично своно.



Сл. 8.1. Телефонски инсталациски спроводник TI 20 впреден во двојка; телефонски вод JYStY впреден во двојка; телефонски кабли и водови со повеќе двојки

Денес повеќе се употребуваат телефонски водови според германскиот VDE стандард, според кој за телефонска и интерфонска инсталација на поединечни апарати и инсталации се употребуваат:

- JYY 1x2x0,6 и JYY 2x2x0,6, инсталациски телефонски вод, со изолација од PVC маса, заштитна обвивка од PVC маса и со една или две двојки (вкупно две или четири жили со пречник 0,6mm направени од бакар).

- JYStY 1x2x0,6 и JYStY 2x2x0,6, инсталациски телефонски вод кој има и статичка заштита (St), изолација од PVC маса, заштитна обвивка од PVC маса и со една или две двојки (вкупно две или четири жили со пречник 0,6mm направени од бакар).

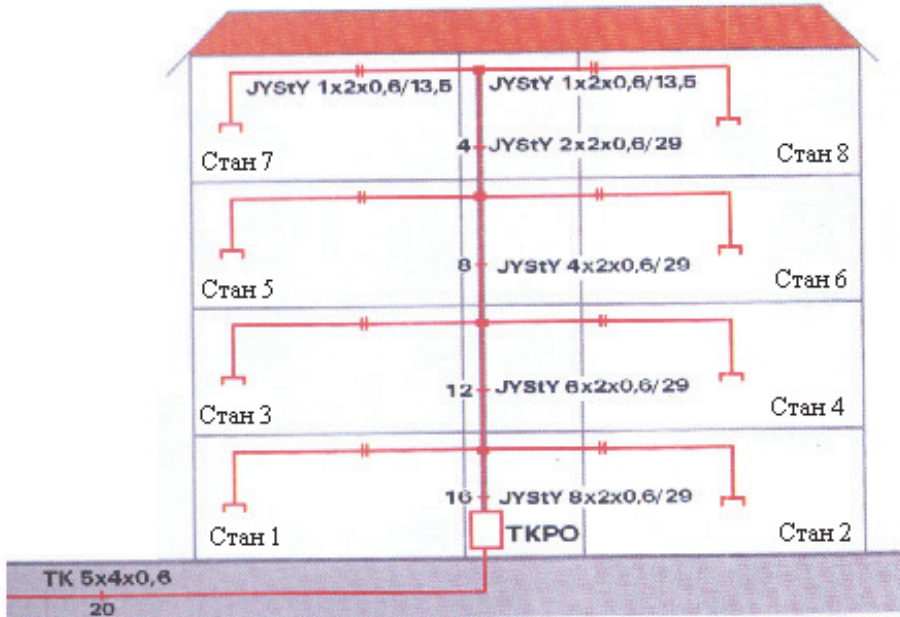
Телефонските кабли за локалните градски мрежи, се со изолација од полиетилен, обвивка од полиетилен и обвивка од две алуминиумски ленти. На пример, телефонскиот кабел со десет четворки (ТК 10x4x0,6 mm), може да се искористи за приклучување на 20 телефонски апарати во зградата. Спроводниците на поголемите телефонски кабли (ТК) се впредуваат во четворки, една четворка се состои од четири жили и служи за приклучување на два телефонски апарати. Телефонските инсталации се воведуваат во зградите исклучиво со подземни телефонски кабли, од најблиската телефонска централа во поштата. На влезот на зградата се поставува телефонски шкаф, во кој се доведува телефонскиот кабел од поштата и на кој се спојуваат сите вертикални водови од телефонската инсталација во зградата.



Сл. 8.2. Оптички кабел

Новина во областа на телекомуникациите се **оптичките кабли** (сл.8.2.). Една жила од оптичкиот кабел е направена од силициум диоксид и е покриена со акрилен слој. Вака направениот тенок спроводник ги пропушта светлосните зраци. При користењето на оптичките кабли потребни се посебни модули поставени на краевите на кабелот кои служат за трансформација на телекомуникацискиот сигнал во сигнал погоден за пренос преку оптичкиот кабел.

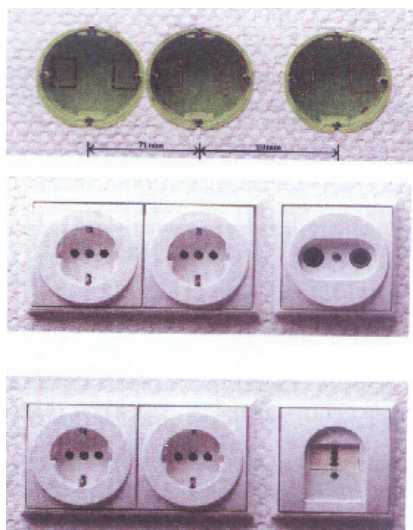
На сликата 8.3. е дадена еднополна електрична шема на телефонски развод во зграда со 8 станови. На сликата 8.4. е прикажан начинот на разведување на електроенергетската и телекомуникациска (телефонска и антенска) инсталација во една половина на дневната соба.



Сл.8.3. План за телефонска инсталација во зграда со осум станови

Телекомуникациските водови се поставуваат 20 cm над електроенергетските водови. Таму каде што водовите се вкрстуваат под агол од 90^0 , потребно е помеѓу електроенергетскиот вод и телекомуникацискиот вод да постои растојание од 5 cm.

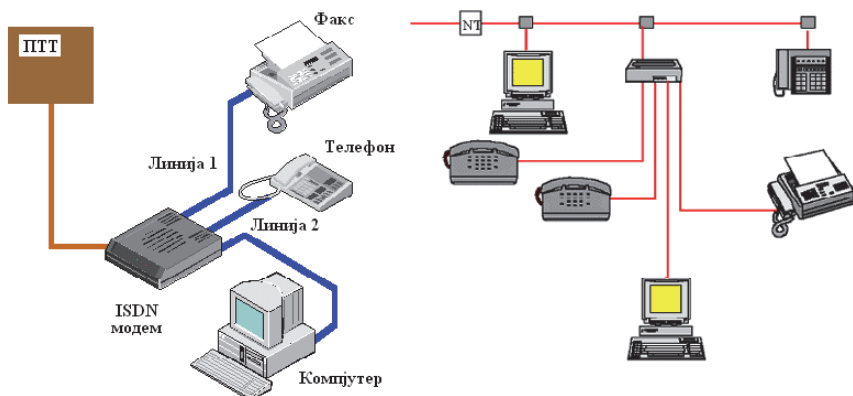
Во современите инсталации сè повеќе се во употреба повеќекратни комбинации од енергетски и антенски приклучници. Во двократната, трикратната и повеќекратната рамка (хоризонтална или вертикална), може да се постават енергетски и антенски приклучници.



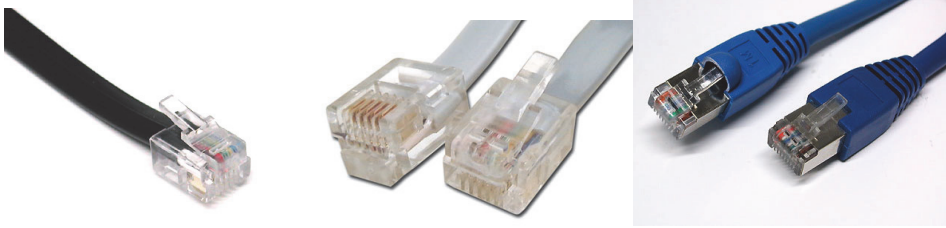
Сл.8.5. При поставување на нижечки инсталациски кутии за повеќекратни приклучници, основото растојание е 71mm,.

Приклучокот на телефонскиот апарат, се врши преку телефонска приклучница и телефонски вовлекувач. Постојат повеќе видови приклучници и вовлекувачи. Најмногу во употреба се NTA/TAЕ (Network Termination Analog) приклучници и вовлекувачи, и MODO (модулски систем на врска) телефонски приклучници и вовлекувачи (сл. 8.6.)

Кај нас најмногу се употребуваат модуларните системи на приклучници и вовлекувачи RJ 11, RJ 12, RJ 45, ISDN со 4, 6 или 8 контакти (сл.8.7.)



Сл.8.6. Телефонски уреди приклучени на ISDN модем



Сл. 8.7. Вовлекувачи RJ 11, RJ 12, RJ 45

8.3. Куќен телефон (интерфон)

Во современите станбени згради и деловни објекти сè повеќе се користи интерфонска инсталација. Интерфонот ни овозможува разговор меѓу две места, честопати многу оддалечени во внатрешноста на ист објект. Ваквата телефонска интерна врска има голема предност, бидејќи можеме многу работи да завршиме побрзо, со минимално трошење време. Интерфонот може да се примени почнувајќи од едностанбени куќи, па сè до повеќекатни згради со неколку стотици станови, во болници, трговски куќи и други установи. Посебно внимание ќе обрратиме на употребата во станбени згради, кои секојдневно ги среќаваме.

Во станбените згради, интерфонот редовно се комбинира со своното и со електричната брава на влезната врата на зградата (8.9.). На тој начин, на посетителот му е овозможено со притискање на определен тастер пред влезната врата на зградата, да го активира звучниот сигнал во станот, да му го привлече вниманието на корисникот на станот и со него да воспостави говорна врска. Корисникот на станот, со помош на посебен тастер ја активира електричната брава на влезната врата и го пушта посетителот да влезе (корисникот на станот не слегува до влезната врата да му отвори).

Се произведуваат и интерфони кои овозможуваат говорна комуникација помеѓу станарите на поединечни станови во зградата, препознавајќи го тонот на повикување (дали е од влезната врата на зградата или од некој стан во самата зграда). Во поново време се користи и изведба со видео-телефон кој има доградено дел со видеокамера на влезната врата, монитори за сите станови и коаксијален кабел потребен за пренос на видеосигнал.(сл. 8.8.б))

Стандардниот интерфон се состои од следниве елементи:

- влезен панел (микрофон-звучник и тастери за сите станови)
- телефонски уред во станот (телефонска слушалка и тастер „клуч“)
- засилувач за напојната единица
- електрична брава

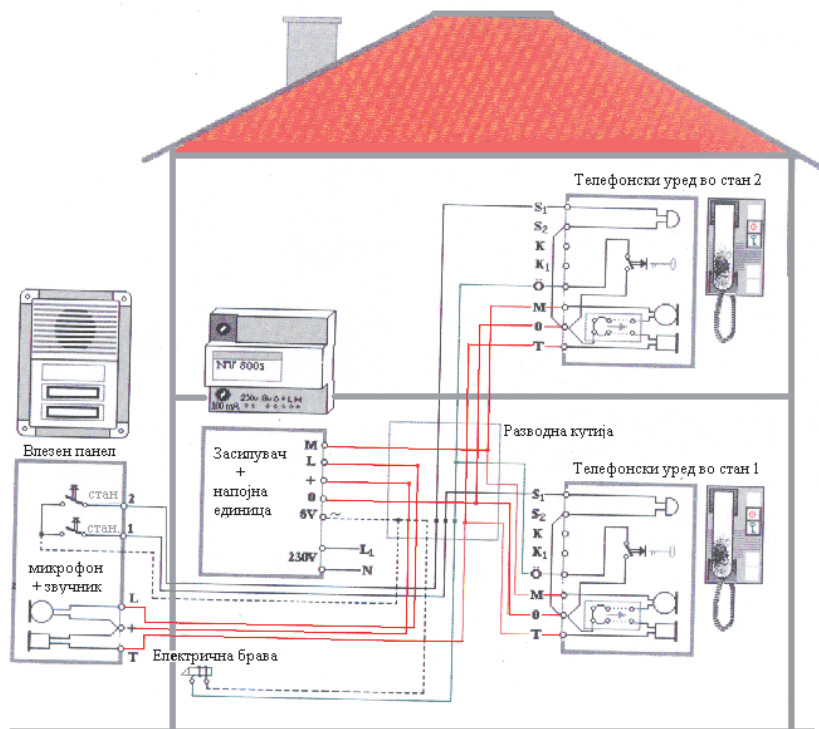


Сл.8.8. Интерфон со влезен панел и телефонски уред

- а) Стандарден интерфон
- б) Видео-интерфон поврзан со камера на влезната врата

Најмногу употребуван е стандардниот систем NV 800S. Се употребува за воспоставување говорна комуникација на лицата пред влезната врата на зградата и лицата во станот и е димензиониран за помали објекти до 15 станови.

*Посетителот со притискање на тастерот за повикување на станот 1 (или станот 2) го активира звучниот сигнал на телефонскиот уред во станот. Корисникот на станот воспоставува говорен контакт со подигнување на телефонската слушалка и го извршува разговорот. Ако е потребно да се пушти посетителот да влезе во станот, корисникот со помош на тастер со клуч ја ослободува електричната брава на влезната врата.



сл.8.9. Стандарден куќен говорен уред од типот NV 800S произведен од “ЕТИ-Izlake” од Словенија употребен во објект со два стана (може да се употреби во згради до 15 станови)

8.4. Антенски системи и инсталации

Ако погледнеме на покривите и балконите на зградите, можеме да забележиме многу поединечни или заеднички (групни) антени. Разликуваме ТВ-антени, УКБ антени (улта кратки бранови) и ДСК антени (долги, средни и кратки бранови). Во современата радио и ТВ-техника, антените за долги, средни и кратки бранови (ДСК), а во последно време и УКБ (FM) антените, го губат значењето и ретко се поставуваат на покривот на објектот. Кај радио приемот, особено денес кога радиостаниците се моќни, а приемниците осетливи, скоро не се ни поставува проблемот за антена и прием на сигналот. И обично парче жица, поставено на местото каде што се приклучува антената, овозможува радиоприем и од оддалечените радиостаници.

При вообичаена употреба, во станбениот објект т.е. она што секојдневно го среќаваме, се класичните ТВ-антени (VHF, UHF)* и сателитските антени.

ТВ-антените се резонантни антени, т.е. прилагодени се за прием на тесно фреквентно подрачје. Најдобри се едноканалните антени наменети за прием на само еден канал (останатите ги примаат многу лошо). Но, вообичаено се применуваат антени кои примаат повеќе канали, па дури и едно цело подрачје (VHF или UHF), меѓутоа, не постои антена која може подеднакво добро да прими две фреквентни подрачја (на пр. VHF и UHF), освен ако не се составени две посебни антени од кои секоја е конструирана за едно подрачје.



Сл.8.10. Класична и сателитска антена

Табела.8.4.1. Поделба на радио и ТВ каналите и фреквентното подрачје

Назив на подрачјето	Бранова должина (m)	Фреквенција (MHz)	Канал**
Радио: Долги бранови	2000-1050	0,15-0,285	-
Средни бранови (ДСК)	590-187	0,51-1,605	-
Кратки бранови	76-11,5	3,95-21,6	-
УКБ (подрачје F2)	3,4-2,9	87,5-108	-
TV: VHF (Фреквентно подрачје F1)	6,39-4,41	47-68	2-4
VHF (Фреквентно подрачје F3)	1,72-1,3	174-280	5-12
UHF (Фреквентно подрачје F4/F5)	0,64-0,38	470-582/582-862	21-34/35-69
SAT	u...nm	950-2150	стотици канали

*VHF – многу висока фреквенција (Very High Frequency);
UHF – ултра висока фреквенција (Ultra High Frequency)

** Секое фреквентно подрачје е поделено на поголем број канали. Телевизиските станици поради природата на преносот, мора да работат на пошироко подрачје кое опфаќа 7MHz. Фреквентното подрачје кое го користи една ТВ-станција се нарекува канал. На пример, станицата која работи на канал 11 (VHF), емитува електромагнетни бранови кои ќе имаат фреквенција помеѓу 216 и 223 Mhz или канал 21 (470 – 478 MHz); канал 22 (478-486MHz); . . . канал 69 (854 – 862 MHz).

За да може да се врши споредба помеѓу поединечни антени во поглед да примаат електромагнетни бранови и да ги трансформираат во соодветни напони на краевите на антената, воведен е поимот „засилување на антената“ (најчесто се дава во децибели и изнесува 5-15 dB).

Аntenите (сл. 8.12.) се монтираат на цевка со употреба на посебен прибор. Приемниот сигнал од антената, преку антенскиот вод се пренесува до ТВ-приемникот. Бидејќи не постои една антена за сите подрачја, потребно е на покривот да се монтираат повеќе антени (најмалку две VHF и UHF), и тогаш мора да се користат уреди за соединување на сите антени на еден антенски вод, кој низ инсталациска цевка се спушта до станот и на крајот завршува на антенскиот приклучок.

Аntenскиот вод е многу важен, бидејќи го пренесува примениот сигнал до ТВ-приемникот. Не постои идеален антенски вод што може тој сигнал да го пренесе без загуби (ослабнување на сигналот). За антенскиот вод се користи коаксијален кабел*. Тој се состои од централен полн спроводник и концентрично распореден надворешен спроводник од вплетена жица(сл.8.11.).

Помеѓу централниот и надворешниот спроводник се наоѓа изолациски материјал, а преку надворешниот спроводник се наоѓа изолациска обвивка. Ослабувањето на сигналот низ коаксијалниот кабел е помало од 3 dB на 100 m должина, кај сигналите со фреквенција од 50 MHz.

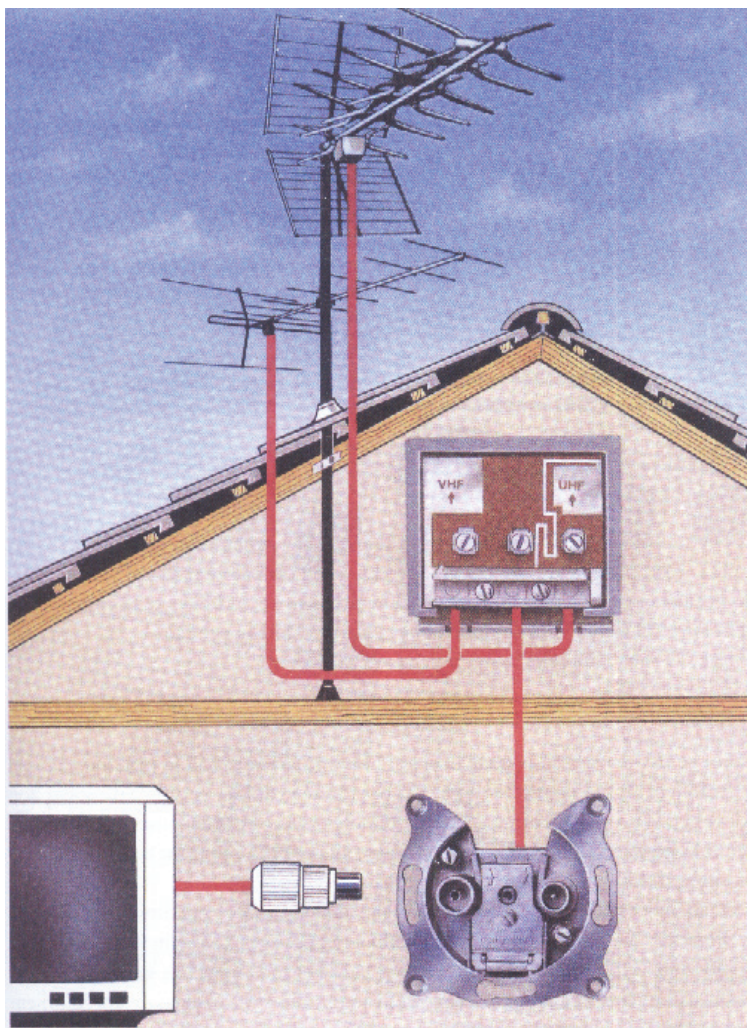


Сл. 8.11. Коаксијален кабел и различни конектори

*Коаксијалниот кабел има карактеристична импеданса од 20 до 150 Ω . Поради тоа што надворешниот спроводник им е заземјен, не примаат никакви надворешни сигнали и пречки.

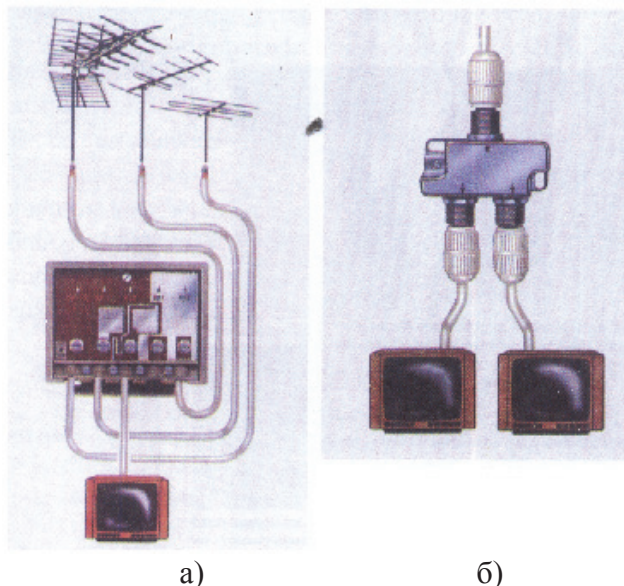
8.4.1. Пасивни антенски системи

Во едностанбените објекти и помалите згради, обично секој станар се обидува да добие добар ТВ-прием, со поставување сопствена антена и поставување свој антенски кабел. За прием од повеќе емитери, потребно е да се употребат повеќе антени. Доколку за ТВ-прием се користат две антени, една за прием на VHF подрачјето и каналите 5-12, а другата за прием на UHF подрачјето и каналите 21-69, тогаш во поткровјето на објектот може да се постави уред за обединување на сигналите, на кој се спојуваат двете антени, а во станот антенскиот приклучок.



Сл. 8.12. Антенска инсталација во објект без засилување на сигналот

Пасивниот антенски систем (сл.8.13а)) се употребува за приклучок на еден или повеќе ТВ-приемници. Кај приклучокот за повеќе телевизори, само се дели сигналот добиен од антената на повеќе телевизори, не дозволувајќи телевизорите да си пречат еден на друг. Овој систем на антенско разведување се употребува само во близина на предавателот т.е. само таму каде телевизискиот сигнал е многу јак.



Сл.8.13 а) Пасивен филетрски уред за 4 подрачја:
 UKB; VHF 5-12; UHF 21-34; UHF 35-69

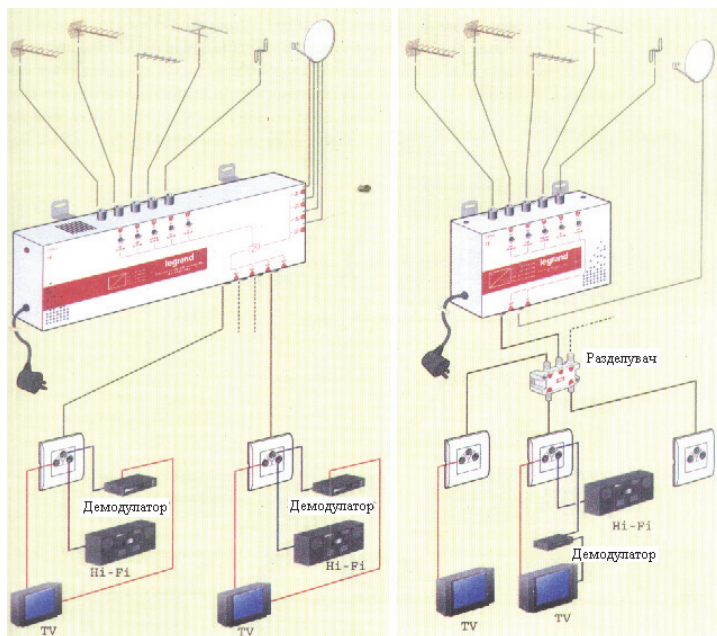
б) Разделувач на сигнал- овозможува приклучок на два ТВ-приемника (1 влез и 2 излеза)

8.4.2. Активен антенски систем

Активниот антенски систем се состои од пасивен систем и засилувач кој е вметнат веднаш после антената. Бидејќи примениот сигнал од антената се засилува во засилувачот, се добива многу јак сигнал, кој сега може да се разведува до голем број на ТВ-приемници (преку 100 телевизори). Активниот антенски систем се употребува во згради во кои има голем број на ТВ-приемници, но може да се примени и во помали згради каде што е слаб приемот на сигналот од антената.

Во помалите објекти најчесто се употребуваат уреди за обединување на сигналот со засилувач (сл.8.12.). Се користи широкопојасен засилувач кој подеднакво ги засилува сите приемни сигнали. Широкопојасните засилувачи имаат засилување кое се движи од 10-50 dB. Активниот антенски систем е составен од повеќе антени: една за прием на радиоподрачјето (FM); втора за прием на

VHF III подрачјето и каналите 5-12; трета за прием на UHF подрачјето и каналите 21-34 итн (сл.8.14)



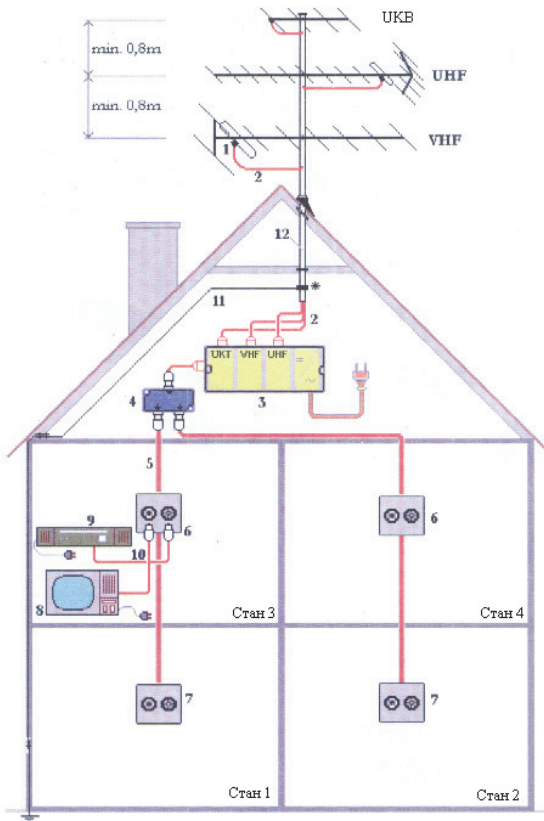
Сл.8.14 ТВ-управувачки единици во производство на “Le Grand” - Франција

* Управувачката единица е предвидена за приклучување на:

- 5 класични и 4 сателитски антени (лево)
- 5 класични и една сателитска антена (десно)

На сл. 8.15 е прикажана комплетна антенска инсталација (активен антенски ситем) за објект кој се состои од четири стана. За поставување на антената се употребува носечки столб со должина од 4 m, кој мора да биде прицврстен на најмалку две места на конструкцијата на кровот (кај рамните покриви се користат три челични јажиња за засидрување). Антенскиот носечки столб задолжително мора да се заземји на темелниот заземјувач на зградата. Коаксијалните водови од антената може да се стават во носечкиот столб и да се спојат со засилувачите. Становите во зградата се симетрично распоредени, еден над друг и ако во влезот се наоѓаат два стана на еден спрат, најдобро решение е со

разделувач, сигналот да се раздели на две вертикали кои од поткровјето се спуштаат до сите станови.



Антиена за UKB подрачје
(87,5-108 MHz)

Антиена за UHF подрачје
(канал 21-69)

Антиена за VHF подрачје
(канал 5-12)

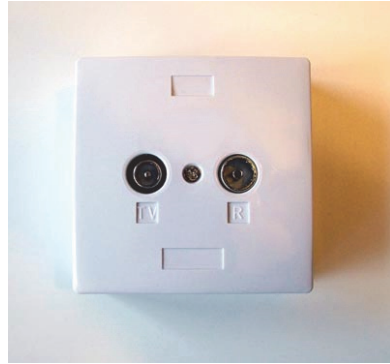
1. Трансформатор на импедансата
2. Коаксијален кабел
3. Филтерски уред со три широкопојасни засилувачи
4. Разделувач
5. Коаксијален кабел во инсталациска цевка
6. Антенски приклучок со влез и излез за ТВ и FM
7. Краен (завршен) антенски приклучок за ТВ и FM
8. ТВ-приемник
9. Радио приемник
10. Приклучен коаксијален вод за ТВ и FM со антенски вовлекувач
11. Заштитен спроводник PE 10 mm² од бакар
12. Антенски столб

Сл. 8.15. Антенска инсталација во објект со четири стана

Современ тренд во светот и кај нас е користење на кабелска телевизија. Кај кабелската телевизија не постои антенски систем преку кој би се примал сигналот. Сигналот од едно централно место патува преку коаксијален кабел до секој стан, со засилување на одредени места.

8.4.3. Антенски приклучоци и вовлекувачи

Антенските приклучоци може да бидат **преодни** (има влез и излез за коаксијален вод) и **завршни** (крајни). Преодните антенски приклучоци всушност се разделувачи кои приемниот сигнал го делат на два дела: еден за ТВ и радио, а другиот продолжува кон следниот антенски приклучок. Последниот приклучок задолжително е завршен (краен), а се разликува од преодниот по тоа што има само влез за коаксијален вод (излезот не е комплетиран или е затворен со краен отпорник).



1. Трикратен приклучок TV-FM-SAT 2. Двократен приклучок TV-FM

Сл. 8.16. Телевизиски приклучници 2400MHz
(TV: 5-68 / 120-862MHz; FM: 87,5-108MHz; SAT: 950-2400 MHz)



а)

б)

в)

- а) завршен (краен) отпорник 75Ω за антенски приклучок
б) разделувач: 1 влез “F” и 4 излези “F”
в) разделувач $\varnothing 9,52 \text{ mm}$ (1 влез и 2 излеза)



г)

д)

ѓ)

г) антенски разделувач

д) стандарден вовлекувач $\varnothing 9,52 \text{ mm}$

ѓ) “F” конектор

Сл. 8.17. Антенски разделувачи и вовлекувачи

8.5. Сигнални инсталации

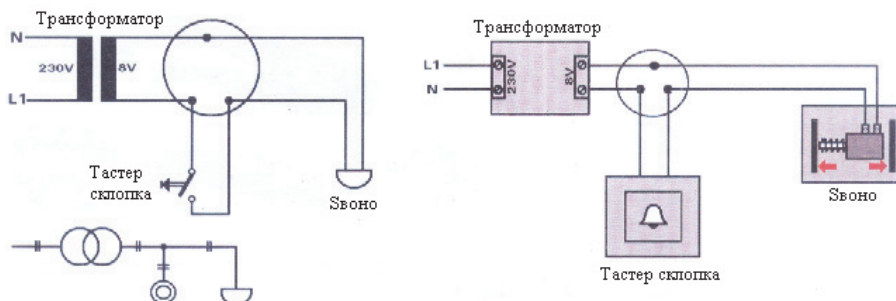
Сигналните инсталации служат за пренесување на звучен или светлосен сигнал, за дојавување на посетител, дефект, предупредување и сл. Освен системите за сигнализација, во овие инсталации спаѓаат и системите за заштита (на пр. автоматска заштита од пожар, од грабеж и др.).

На почетокот ќе се запознаеме со куќната сигнална инсталација бидејќи неа постојано ја среќаваме. Во куќната сигнална инсталација спаѓа инсталацијата на електричното своно и инсталацијата на куќниот телефон (интерфон). Можеме да кажеме дека во куќна инсталација спаѓаат сигнално-говорните уреди т.е. интерфонот, но во прв ред тоа е интерната телекомуникациска инсталација. Освен тоа ќе се запознаеме и со системите за заштита од пожар и кражба кои се произведуваат индустриски и се вградуваат по упатството на производителот.

8.5.1. Инсталација на електрично своно

Сигналната инсталација на електричното своно служи за звучна најава на посетители пред влезната врата на станот или зградата. Составни елементи на оваа сигнална инсталација се: тастер прекинувач, електрично своно, напоен трансформатор, електрична брава и спроводници (сл.8.18.)

За едностанбени и помали објекти не е потребна електрична брава. Освен тоа, може да се употребат свона со напоен напон од 8V или 230 V. За своното со напоен напон од 230 V не е потребен ниту напоен трансформатор.



Сл. 8.18. Шеми на спојување на електрично звоно

Своното може да се вгради и директно во разводната табла заедно со автоматските осигурувачи. Ако е потребен трансформатор за звоно, и тој може да се монтира во разводната табла (сл 8.19.).



а)

б)

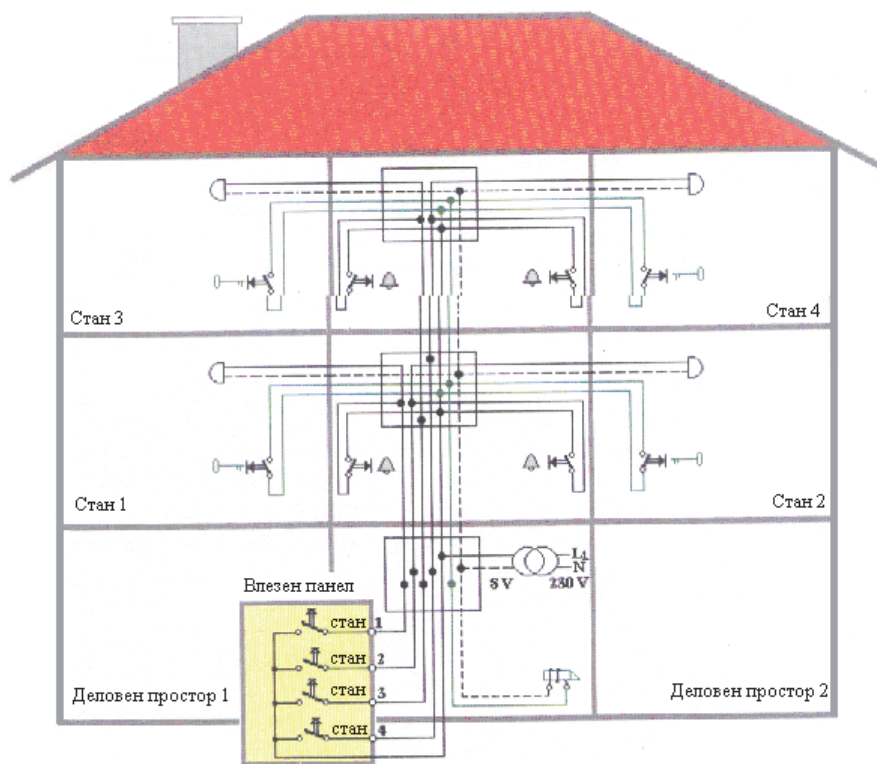
в)

Сл.8.19. Електрично звоно и сигнален трансформатор

- а) електрично звоно за напон од 220 V за вградување во разводна табла
- б) електрично звоно за напон од 8 V за вградување во разводна табла
- в) трансформатор за погон на своното со напоен напон од 8 V за вградување во разводна табла

Кај помалите згради со неколку станови ќе сретнеме куќни сигнални инсталации со тастери за повикување на секој стан посебно поставени пред главниот влез на зградата, тастери за

повикување пред влезот на секој стан, електрична брава на влезната врата на зградата и тастер склопка за отварање на влезната врата на зградата од секој стан (сл. 8.20.). Електричната брава се напојува со напон од 8 V и струја од 1 A.



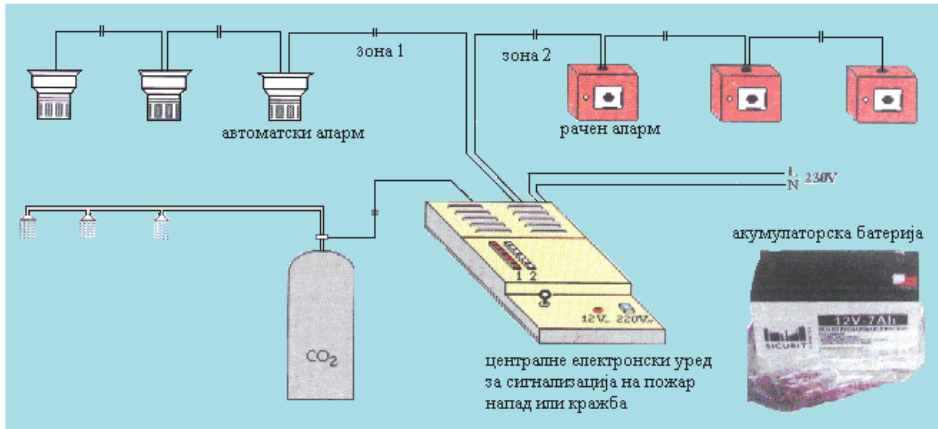
Сл. 8.20. Шема на спојување на куќна инсталација со електрична брава за двокатен објект (во приземјето се сместени деловни простории)

8.5.2. Системи за заштита од пожар

Во банките, галериите, музеите, поштите, продавниците и слични објекти, потребно е да се инсталира и посебен систем за сигнализација од грабеж, напад, пожар, опасни технолошки гранични вредности и слично. Со системот, особено ноќе, се обезбедува заштита на внатрешниот простор, заштита од присуство на непожелни луѓе, заштита од механичко разбивање на врати и прозорци, појава на пожар, па и надворешна заштита на објекти.

Оваа заштита се изведува со централен електронски уред за сигнализација на пожар или напад, во комбинација со рачен или автоматски аларм. На сл. 8.21. е прикажан систем за заштита од

пожар со рачен аларм и автоматски димен аларм. Истиот централен електронски уред може да се употреби и за заштита од напад и кражба (банки, пошта . . .), но тогаш се употребуваат специјални скриени рачни и ножни аларми.



Сл. 8.21. Шема на противпожарна заштита со централен електронски уред

Основниот принцип на работа се состои во тоа што повеќе аларми за пожар, рачни или автоматски, се поставени на ѕидовите и таванот, во просториите што ги штитиме (распоредени се во повеќе зони). Поврзувањето на алармите меѓусебно и со централниот уред се врши со спроводник 2 x 0,8 mm.

Во случај на пожар, алармите (јавувачи) го праќаат сигналот (кај рачните аларми, потребно е да се скрши стаклото и да се притисне копчето) на сигналната линија на алармниот систем. Светлосниот индикатор ја покажува и зоната во која се појавил пожарот. Звучниот индикатор е завивачки тон со фреквенција од 300-800 Hz. Во многу земји, алармниот уред може да се поврзи со дежурните служби на најблиската полициска станица и противпожарна единица. Ако е потребно, централниот уред може да биде споен така, автоматски да го испрати сигналот на електровентилите за отварање на боците и после тоа, голема количина на јаглерод диоксид или вода низ многубројни млазници се насочува на објектот што гори. Подобрено решение е во системот на заштита да биде вклучен и човекот како контролор на испратениот сигнал, бидејќи не е ретка појавата на “лажен аларм”.

Бидејќи од овие инсталации се бара доверлива работа, централните уреди имаат вградено и резервен извор на напојување (на пр. акумулаторска батерија 12V; 0.45 Ah . . . 10 Ah.

8.5.3. Системи за заштита од кражба

Денес се употребуваат индустриски произведени алармни системи наменети за заштита на станови, автомобили, банки, пошти, галерии, истражувачки центри и други простори (8.20.). Составни елементи на системот за заштита од кражби се: централна електронска единица, тастатурата, сензор (детектор) на движење, магнетни контакти, контакти за стакло, сирени и светлосни индикатори.

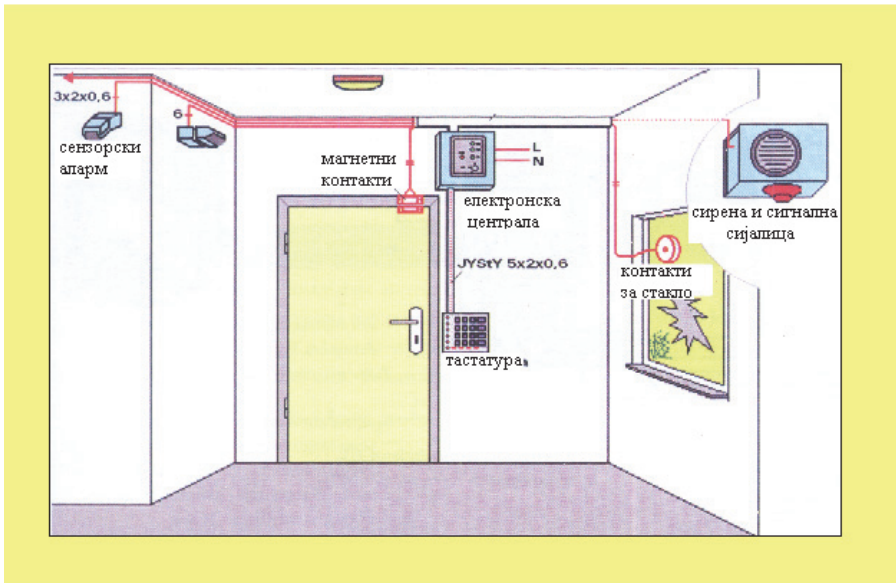
Централната електронска единица се монтира на лесно достапно место и се напојува директно од нисконапонската мрежа. Во случај крадецот претходно да ја исклучи струјата пред влегувањето во објектот, алармот ќе проработи благодареејќи на вградената акумулаторска батерија. Бидејќи модерната централа на алармниот систем е еден вид компјутер, на крајот на спојувањето, таа се програмира со помош на преносен компјутер.

Тастатурата е поставена кај влезната врата и содржи тастери со бројки 0, 1, 2 . . . 9, ON, OFF, ENTER и светлосни диоди. Системот се активира со шифра (PIN-COD со 4 или 5 броеви) и копчето ON, а потоа има околу 10-30 секунди да се напушти просторијата и да се затвори вратата. Исто толку време е потребно и при влегувањето, а за тоа време е потребно да се впише PIN-COD-от и да се притисне копчето OFF.

Сензорите на движење (детектори) имаат емитирачки и приемни дел. Емитирачкиот дел во штитениот простор испраќаат ултразвучни сигнали (за да не се слушат) кои се одбиваат од предметите во просторијата (сидовите, мебелот и сл.) и еден дел се враќа назад во приемниот дел на сензорот. Емитираните и рефлектирани сигнали се со иста фреквенција (нивната разлика е нула) и сензорот нема да го активира алармот. Ако се појави движење во просторијата (на пр. крадец), сигналот што ќе се одбие од телото што се движи, не е со иста фреквенција како емитираниот сигнал и таа разлика во фреквенциите го активира алармот. Алармот би можел и “лажно да се активира” во случај кога нема крадец, но има движење на завесите, удар на гром во близина, свонење на телефон, своно и сл. За да се избегнат овие појави, освен

ултразвучниот емитер, во сензорот е вграден и инфрацрвен емитер што ги забележува промените на температура (на пр. доаѓање на човек во просторијата). Значи, само ако двата сензори се активирани во исто време, се вклучува алармот (алармот нема да проработи без вистинска причина). Овие сензори се поставуваат во секоја просторија високо под таванот.

Како “јавувачи” на движење може да се користат и магнетните контакти за врати, прозорци и рамки за слики. (Сл.8.22) Контактите се состојат од два дела кои се монтираат еден спроти друг на вратата, прозорецот или рамката. Секое прекинување на нивниот контакт, на пр. отворање на вратата, го прекинува водот што ги поврзува и го активира алармот. Тоа значи дека овие контакти се затворени кога двата дела се еден покрај друг.



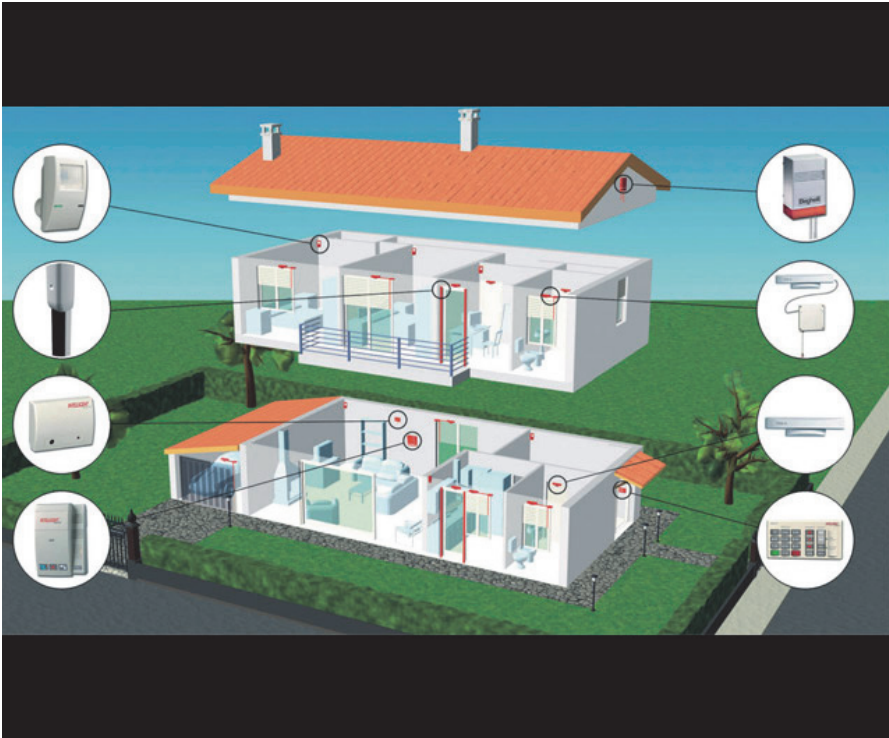
Сл. 8.22. Монтажа на индустриски уред за заштита од кражба

Ако има повеќе контакти на вратите и прозорците, тие можат посебно сериски да се поврзат со една сензорска единица (сите контакти се затворени и меѓусебно се сериски поврзани и со отворање на кој било контакт алармот се активира) (сл. 8.23.)

Сирената и светлосниот индикатор треба да се постават на фасадата на објектот што повисоко (3 m). Се вклучуваат со активирање на алармот, а сирената постигнува многу јак звук и до 120 dB. Наместо сирената или заедно со неа, алармот може да се

пренесе како светлосен и звучен сигнал, во најблиската полициска станица или во службата што го обезбедува тој објект.

Денес сé повеќе, сензорите за движење се употребуваат и како автоматски склопки за вклучување на осветлувањето пред објектот, во гаражата, скалите и сл. Тие се осетливи и го детектираат движењето во зоната од 110^0 до 270^0 и на оддалеченост од 2 до 16 m, а се монтираат на висина од 2 до 3 m. Осветлувањето останува вклучено од неколку секунди до десетина минути и тоа време може да се регулира на сензорот.



Сл. 8.23. Систем за заштита од кражба во целиот објект

РЕЗИМЕ

Телекомуникациските инсталации служат за размена на информации на далечина. Во станбените објекти се инсталираат следните телекомуникациски инсталации: телефонски инсталации; куќен телефон (интерфон); антенски системи и инсталации.

Телефонската инсталација на една зграда може да се подели на два дела: надворешен и внатрешен дел. Како телефонски инсталациски спроводници во зградите, порано, а и денес се употребуваат спроводниците со ознака Т1 20 впредени во двојки (парови). Една двојка (пар) се употребува за приклучок на еден телефонски апарат. Новина во областа на телекомуникациите се оптичките кабли. Приклучокот на телефонскиот апарат, се врши преку телефонска приклучница и телефонски вовлекувач. Кај нас најмногу се употребуваат модуларните системи на приклучници и вовлекувачи RJ 11, RJ 12, RJ 45, ISDN со 4, 6 или 8 контакти

Интерфонот овозможува комуникација помеѓу влезната врата на зградата и становите, помеѓу поединечни станови, помеѓу стан и деловни простории итн. Во станбените згради, интерфонот редовно се комбинира со своето и со електричната брава на влезната врата на зградата .

Ако погледнеме на покривите и балконите на зградите, можеме да забележиме многу поединечни или заеднички (групни) антени. При вообичаена употреба, во станбениот објект т.е. она што секојдневно го среќаваме, се класични ТВ-антени (VHF, UHF) и сателитски антени. Пасивниот антенски систем се употребува кај приклучокот за еден ТВ-приемник или кај приклучокот на поголем број на ТВ приемници. Активниот антенски систем се состои од пасивен систем и засилувач кој е вметнат веднаш после антената. Антенските приклучоци може да бидат преодни (има влез и излез за коаксијален вод) и завршни (крајни).

Сигналната инсталација на електричното своно служи за звучна најава на посетители пред влезната врата на станот или зградата. Составни елементи на оваа сигнална инсталација се: тастер склопка, електрично своно, напоен трансформатор, електрична брава и спроводници.

Во банките, галериите, музеите, поштите, продавниците и слични објекти, постои соодветна механичка заштита. Покрај неа, потребно е да се инсталира и посебен систем за сигнализација од грабеж, напад, пожар, опасни технолошки гранични вредности и

слично. Денес се употребуваат индустриски произведени алармни системи наменети за заштита на станови, автомобили, банки, пошти, галерии, истражувачки центри и други простори. Составни елементи на системот за заштита од кражби се: централна електронска единица, тастатурата, сензор (детектор) на движење, магнетни контакти, контакти за стакло, сирени и светлосни индикатори.

ПРАШАЊА:

1. За што служат телекомуникациските инсталации и како се поделени?
2. Кои елементи се потребни за изведба на телефонска инсталација во еден објект?
3. Што претставува оптичкиот кабел и каде се користи?
4. Што претставува интерфонот и за што употребува?
5. Која е улогата на различните антенски системи?
6. Што е пасивен, а што активен антенски систем?
7. Што е преоден, а што краен антенски приклучок?
8. Која е улогата на сигналната инсталација и кои се нејзините составни елементи?
9. Каде се употребуваат алармните системи и од кои елементи се состои еден таков систем?

ПРОЕКТИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ

9.1. Делови на проектот на електрична инсталација

9.1.1 Проектна задача

9.1.2 Технички опис

9.1.3 Технички услови

9.1.4 Пресметки

9.1.5 Предмер и пресметка

9.1.6 Спецификација на материјалот

9.1.7 Графички дел

9.2. Пример за проект на електрична инсталација

9. ПРОЕКТИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ

Пред да се започне со изградба или реконструкција на еден објект, потребно е да се изработи техничка документација за истиот. Техничката документација на еден објект е составена од повеќе проекти, како на пример: проект за архитектура, проект за статика, проект за електрични инсталации, проект за громобранска инсталација, проект за водовод и канализација и др. Сите делови од техничката документација се усогласуваат помеѓу себе и се работат според важечките технички прописи и стандарди. Овде ние ќе се задржиме само на проектот за електрични инсталации.

Проектот на електрична инсталација е пишан документ со кој се одредуваат сите податоци потребни за изведба и одржување на електричната инсталација на тој објект. Тоа значи дека целокупната електрична инсталација за термички потрошувачи, осветлување, громобран, телефон, и др. треба да се изведува според приложените упатства, планови и шеми.

9.1 Делови на проектот на електрична инсталација

Проектот на електрична инсталација содржи два дела:

Текстуален дел кој содржи:

- проектна задача;
- технички опис;
- технички услови;
- пресметка;
- предмер и пресметка и
- спецификација на материјалот.

Графички дел во кој се дадени сите потребни електрични шеми.

9.1.1 Проектна задача

Во овој дел инвеститорите на објектот даваат краток опис на објектот, неговата локација, неговата намена, етапи на градење на објектот, инсталирана моќност на сите електрични потрошувачи кои ќе бидат вградени во објектот и др. Истовремено инвеститорот ги искажува и своите желби во поглед на изборот на опремата, како на пример осветлувањето да биде со флуоресцентни светилки, да има две приклучници во бањата, трифазна приклучница во подрумот и др. Проектантот треба да ги земе во обзир изнесените желби на инвеститорот, но при тоа да бидат запазени технички прописи и стандарди.

9.1.2 Технички опис

Во овој дел од проектот, проектантот му дава упатства на изведувачот како треба да се изработи, односно изведе електричната инсталација. Се дава опис на работите кои не можат лесно да се воочат од приложените цртежи. Посебно се објаснува начинот на приклучување на објектот на нисконапонската мрежа, начинот на поставување на спроводниците, типот на спроводници, вид на осветлување, висина на поставување на елементите, тип на склопки и други потребни податоци.

Техничкиот опис треба да биде јасен и недвосмислен, како не би предизвикал забуна кај изведувачот на електричната инсталација.

9.1.3 Технички услови

Тоа е избор од најважните технички прописи и стандарди кои се значајни за правилна изведбата на објектот. Проектантот мора да цитира дел од техничките прописи и стандарди, за да се обврзи изведувачот на инсталацијата да ја изведе стручно во склад со постоечкиот закон.

Во техничките услови се споменува и барањето изведувачот на работите да биде стручно лице (организација), вградениот материјал да биде нов и со соодветни карактеристики, а надзорот врз работите да им се довери на стручни и овластени лица. Во техничките услови се нагласува дека измената на проектот не е дозволена без одобрение од проектантот или надзорниот орган. Овие, на изглед ситни забелешки треба да ја олесната работата и да

ги спречат потенцијалните спорови помеѓу инвеститорот и изведувачот.

9.1.4 Пресметки

Во склоп на проектот на електричната инсталација влегуваат следниве пресметки:

- одредување на моќноста на потрошувачите, врвното оптоварување на поединечни делови и на целата електрична инсталација;
- пресметка на осветленост во поедини простории;
- пресметка на пресекот на проводниците и ефикасноста од индиректен допир на деловите под напон;
- пресметка на отпорот на заземјувачот.

9.1.5 Предмер и пресметка

Предмерот ги опфаќа сите количества материјал за вградување, како и потребната работна сила за изведување на работите. Предмерот се работи врз основа на изработениот проект и мора да ги опфаќа сите работи, од почетокот на изработката на електричната инсталација, па до пуштање на инсталацијата во работа.

Кога предмерот ќе се компетира се прави и пресметка за чинењето на електричната инсталација. За да се изработи точна пресметка, а со тоа и да се добие вредност на чинење на електричната инсталација, потребно е проектантот добро да ги познава цените на електроинсталацискиот материјал и цената на работната рака. Направената пресметка е квалитетна ако на лицитацијата за изработка на електричната инсталација е постигната приближно иста цена како и таа дадена со пресметката.

9.1.6 Спецификација на материјалот

Треба да му ја олесни набавката на потребниот материјал на изведувачот. Тоа е список на целокупниот потребен електроинсталациски материјал кој е веќе опфатен со предмерот, само проширен со потребните технички карактеристики, точните димензии и количините.

9.1.7 Графички дел

Тоа се нацрти и електрични шеми кои се изработуваат во размер 1:50, 1:100 или 1:200. За нивно цртање се употребуваат ознаки и графички симболи со чија помош се означуваат одделните делови на опремата и електричната инсталација. Добро направените планови за електрична инсталација треба да содржат: ознаката и намената на секоја просторија, ознака и положба на разводните табли, напојниот вод на разводните табли, водовите на поедините струјни кругови и др. Секој струен круг посебно се цртува на планот, така за да може се види каде поминува, број и пресек на жилите, положбата на: разводните кутии, прекинувачи, приклучници, светилки како и нивните инсталирани моќности. Многу се важни и мораат јасно да се внесат податоци за тоа како е изведена заштитата од превисок напон на допир, номиналниот напон и фреквенција, видот на струјата (еднонасочна или наизменична) и сл.

Во еден проект може да има повеќе цртежи. Така на еден цртеж може да биде претставено електричното осветлување, на друг, план на приклучници, на трет, план на електромоторен погон, итн.

Не е потребно посебно да се дават шеми на поврзување на прекинувачи, приклучници и светилки. Но затоа задолжително треба да се даде шема на поврзување на броилото или некој друг сложен уред.

Детален опис на начинот на напојување на објектот се постигнува со **еднополните шеми на разводните табли**. За секоја разводна табла се изработува одвоена еднополна шема на која точно е даден: видот и бројот на уредите кои ќе бидат монтирани во неа (осигурувачи, склопки, собирници), распределба на оптоварувањето по фази, вкупната инсталирана моќност, коефициентот на едновременост, максималното едновремено оптоварување и др. Секој струен круг одделно се зацртува со ознака за вредноста и бројот на осигурувачот, ознака за типот на потрошувачот кој се напојува, видот, пресекот и бројот на жилите на спроводникот и инсталираната моќност на потрошувачот.

Покрај еднополните шеми на разводните табли се изработува и **еднополна шема на главниот мерен шкаф**. Во неа се прикажуваат начинот на поврзување на броилото, односно броилата, осигурувачите, собирниците, струјни кругови кои директно се

напојуват од мерниот шкаф, напојните водови за поединечните разводни табли и другата опрема вградена во него.

РЕЗИМЕ

За секој објект потребно е да се изработи техничка документација. Проект на електрична инсталација е пишан документ со кој се одредуваат сите податоци потребни за изведба и одржување на електричната инсталација на тој објект. Проектот на електрична инсталација содржи два дела: текстуален дел и графички дел. Текстуалниот дел содржи: проектна задача, технички опис, технички услови, пресметка, предмер и пресметка и спецификација на материјалот.

Во графичкиот дел се дадени сите потребни електрични шеми и цртежи

ПРАШАЊА:

- 9.1. Кои се составни делови на техничката документација на еден објект?
- 9.2. Што е проект на електрична инсталација?
- 9.3. Кои се составни делови на проектот на електрична инсталација?
- 9.4. Објасни го техничкиот опис на проектот на електрична инсталација!
- 9.5. Кои пресметки се составен дел на проектот на електрична инсталација?
- 9.6. Објасни го графичкиот дел на проектот на електрична инсталација!

Пример за проект на електрична инсталација

Проектна задача

Да се изработи проект за електрична инсталација за куќа со еден кат со број и распоред на приклучници и светилки според техничките услови. Во станот да се постават и една телефонска и антенска приклучница до кои ќе се постави соодветен кабел вовлечен во флексибилно (ребрасто) црево. Објектот ќе се напојува од блиската трафостаница оддалечена 50 m според добиената енергетска согласност од електродистрибутивното претпријатие.

Технички опис

1. Напојување на објектот со електрична енергија

Приклучокот на објектот на нисконапонската мрежа ќе се изведе како подземен со кабел PP 00-AS 4x16 0,6/1 kV (изборот на кабелот е објаснет во примерот 3 поглавје 3 од овој учебник). Кабелот ќе биде поставен во стандарден кабелски ров со длабочина од 0,5 m. На дното на кабелскиот ров ќе се постави постилка од ситен песок со дебелина од 0,1 m, а врз кабелот ќе се постават пластични ГАЛ штитници. На 0,1 m од површината задолжително ќе се постави предупредувачка лента на која пишува ВНИМАНИЕ ЕНЕРГЕТСКИ КАБЕЛ. Кабелот ќе се поврзе на куќниот приклучен шкаф КПШ. Во КПШ ќе бидат поставени нисконапонски високоефикасни осигурувачи NVO. Куќниот приклучен шкаф ќе се постави на фасадата на објектот на висина од 0,6 m.

2. Мерење на потрошената енергија

Мерењето на потрошената електрична енергија ќе се врши со трифазно двотарифно броило сместено во мерниот шкаф МШ. Мерниот шкаф ќе се изработи како дводелен од двапати декапиран лим, офарбан и со брава за заклучување. Ќе се постави во сид на влезот од објектот, на висина од 1,6 m од котата на теренот. Во долниот дел ќе биде поставено броилото, а во горниот дел главните осигурувачи за станската разводна табла СРТ. Сите метални делови кои нормално не се под напон, со спроводник ќе се поврзат со заштитната собирница РЕ. Мерниот шкаф во целост ќе се изработи според приложената еднополна шема.

3. Развод на електрична енергија

Разводот на електричната енергија ќе се врши преку станска разводна табла, која ќе биде поставена во ходникот на висина од 1,7 m од котата на подот. Станската разводна табла ќе биде изработена од пластични маси за монтажа во сид.

Целокупната инсталација ќе се изработи со изолирани спроводници со изолација од PP, поставени под малтер. Гранењето и продолжувањето на спроводниците ќе се врши само во разводни кутии.

4. Термички потрошувачи

За приклучување на преносните монофазни и трифазни електрични потрошувачи, во објектот се предвидени потребниот број приклучници. Тие ќе се постават на висина од 0,5 m освен две приклучници во кујната и во бањата кои ќе бидат поставени на висина од 1,2 m. Приклучниците ќе се поврзат со спроводници PP-Y 3x2,5 380V или PP-Y 5x2,5 380V.

Со проектот е предвидено и поставување и на една телефонска и две антенски приклучници кои исто така ќе бидат поставени на висина од 0,5 m. Коаксијалниот и ПТТ кабелот ќе бидат вовлечени во пластично флексибилно (ребрасто) црево Ø16 поставено под малтер.

5. Електрично осветлување

Вештачкото осветлување во објектот ќе се изведе со поставување на светилки со вжарено влакно поставени во светила по желба на инвеститорот.

Управувањето на струјните кругови за осветлување ќе се врши со прекинувачи поставени на висина од 1,2 m од котата на подот.

6. Заштита од превисок напон на допир

За заштита од превисок напон на допир на деловите кои нормално не се под напон е предвиден ТТ систем. За таа цел во темелите на објектот ќе се постави темелен заземјувач кој ќе биде изработен од цинкувана челична лента FeZn 25x4 mm. Наставувањето и гранењето на траката ќе се изврши со громобрански спојки.

Мерниот спој ќе се изведе на фасадата на објектот на висина од 0,5 m и поставен во мерна кутија. Мерниот спој преку спроводник P/F 1x16 ќе се поврзе со заштитната собирница за изедначување на потенцијали која се наоѓа во мерниот шкаф.

Технички услови

Општи технички услови

1. Овие технички услови се составен дел на проектот. Изведувачот на работите е обврзан во целост да се придружува кон нив.

2. Инсталациите мора да се изведат според приложениот текстуален графички дел на овој проект, како и важечките прописи за изведување на електричните инсталации.

3. Изведувачот е должен пред почетокот на работите да го проучи проектот и доколку утврди дека постојат извесни отстапувања помеѓу приложениот проект и постоечката состојба на објектот да предложи усогласување.

4. За сите помали измени и отстапувања од проектот како во поглед на техничките решенија така во поглед и на изборот на материјалот, мора да се добие писмена согласност од надзорниот орган - стручно лице.

5. Сите предвидени работи треба да се изведат со стручна работна рака: чисто, солидно и квалитетно.

6. При изведувањето на работите да се води сметка да не се оштетат веќе изведените работи на други изведувачи.

7. Изведувачот е должен фазите на изведувањето на своите работи да ги усогласи со изведувачите на останатите инсталации.

8. Дупчењето на дупки или длабењето на армирана бетонска конструкција смее да се врши само со писмена согласност на надзорниот орган на градежните работи.

9. Материјалот и опремата кои се предвидени со проектот мора да бидат квалитетни и да одговараат на постоечките стандарди. Материјалот кој не ги исполнува овие услови не смее да се употреби.

10. Целокупната штета која ќе му ја причини на инвеститорот или на другите изведувачи поради недоволна стручност или невнимателност при работата, изведувачот е должен да ја надомести или на свој трошок да ги изврши поправките.

11. Дефектите на инсталациите кои се предизвикани со неправилна работа или употреба на несоодветен материјал изведувачот е должен да ги отстрани.

12. Доколку дефектите се создадат на инсталацијата заради нестручно ракување од страна на инвеститорот, изведувачот не е

должен да ги отстрани. Причините за дефектите на инсталацијата ќе се утврдат со комисија.

13. Изведувачот е должен на инвеститорот да му ги предаде проектите на изведената состојба, заради употреба при тековно инвестициско одржување за договорениот надомест, ако тоа со проектот не е предвидено.

Услови за изработка на електрични инсталации

1. Овие технички услови се составен дел на приложените општи услови.

2. Сите овие услови се дел од проектот за изработка на инсталацијата и како такви задолжителни за изведувачот.

3. Инсталацијата ќе се изведе според прописите кои се однесуваат на овој вид работа, според планот, пресметките и овие услови.

4. Ако електричната инсталација се изведува по сидовите, тогаш најмалото допуштеното растојание помеѓу елементите на електричниот развод и сидот е 5 mm.

5. Во инсталациска цевка или канал можат да се постават водови само од еден струен круг, освен водови од управувачки и помошни струјни кругови.

6. Низ ист повеќежилен кабел не смеат да се водат повеќе струјни кругови, освен водовите од управувачките и помошните кругови.

7. Електричниот развод мора да биде предвиден на таков начин во случај на дефект да не ја загрози околината.

8. Полагање кабел на сид е дозволено ако кабелот има изолација и плашт од термопластичен материјал. Ако висината на поставување е помала од 2 m, потребно е тој да биде додатно заштитен од механички оштетувања. Разводните кутии и другиот прибор кои се поставуваат на сидот мораат да имаат уводници и соодветен степен на заштита најмалку утврден за таа просторија.

9. Светилките мора да се поставени на таванот на просторијата така што да не можат да се вртат околу своите оски. Светилките не смеат да се обесуваат на водот за напојување. Закачалките на светилките мора да бидат од незапалив материјал и мора да издржат најмалку петкратна тежина на светилката.

10. Изолираните водови (кабли) мораат да се положат и означат така што да лесно можат да се распознаат при испитувањето, поправката и заземјувањето.

11. Шемите, дијаграмите или таблиците на електричната инсталација за низок напон мора да се постават на места каде што има повеќе струјни кругови, така за да ја означуваат природата и составот на струјниот круг (напојни точки, број и пресек на изолираните водови кабли) и карактеристиките за распознавање на заштитниот уред, вклучувањето и исклучувањето и нивното место на поставување на изолацијата.

12. Секоја инсталација мора во текот на изведувањето или кога е завршена, но пред предавањето на корсникот, да биде прегледана и испитана според одредбите на правилникот за технички нормативи за електрични инсталации за низок напон.

13. При проверката и испитувањето на електричната инсталација мора да се преземат мерки за сигурност и заштита.

14. Енергетските водовите се полагаат на 30cm под таванот, а најмалку 2m над подот.

15. Ако водовите се полагаат на помала висина од 2 m од подот, тогаш мора да бидат механички заштитени.

16. Водовите кои проаѓаат низ сид мора да бидат механички заштитени.

17. Ако водовите се полагаат по сидот паралелно со цевките на други инсталации (за плин-гас, пареа, топла и ладна вода), растојанието помеѓу водовите треба да изнесува 5 cm. При вкрстување на водовите со наведените цевки, растојанието помеѓу водовите и цевките треба да изнесува 3 cm.

Пресметка

За конкретниов проект потребно е да се направат следниве пресметки: фотометриска пресметка, пресметка на пресекот на напојниот спроводник и пресметка на падот на напон. Овие пресметки веќе се прикажани и објаснети во соодветните теми од оваа книга. Овде нема потреба од нивно повторување.

Предмер

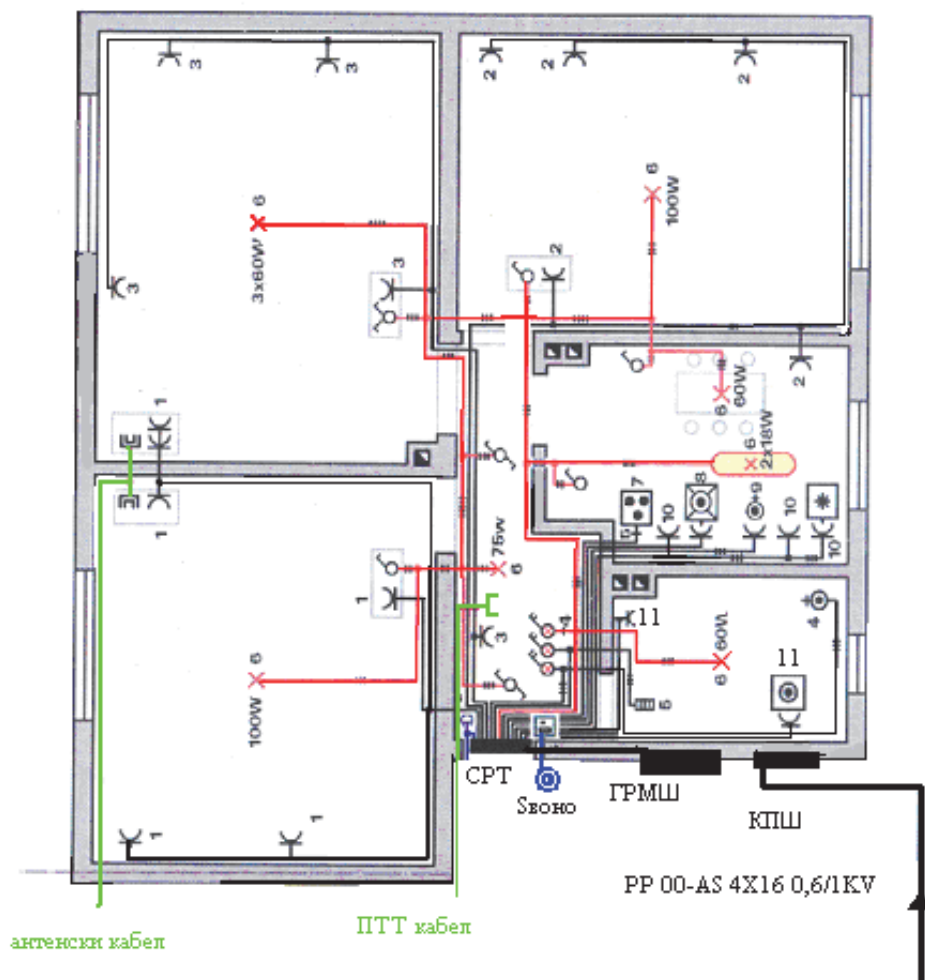
Реден број	Опис	Ед. мера	Коли.
1.	Монтажа на куќен приклучен шкаф КПШ за во сид со NV осигурувачи и целокупната потребна опрема според приложената еднополна шема	бр.	1
2.	Монтажа на главна разводна табла за во сид со трифазно броило и со целокупната потребна опрема според приложената еднополна шема	бр.	1
3.	Монтажа на станска разводна табла за во сид со автоматски осигурувачи со целокупната потребна опрема според приложената еднополна шема	бр.	1
4.	Поставување на изолирани спроводници под малтер со потребните инсталациски кутии: PP 2x1,5 380V	m	60
	PP-Y 3X1,5 380V	m	30
	PP-Y 4X1,5 380V	m	10
	PP-Y 3X2,5 380V	m	80
	PP-Y 5X2,5 380V	m	20
	PP-Y 5X6 380V	m	10
5.	Поставување на монофазна приклучница во сид	бр.	23
6.	Поставување на трифазна приклучница во сид	бр.	1
7.	Поставување на обичен прекинувач во сид	бр.	3
8.	Поставување на сериски прекинувач во сид	бр.	1
9.	Поставување на наизменичен прекинувач во сид	бр.	2
10.	Поставување на тастер прекинувач за своно во сид	бр.	1
11.	Поставување на индикатор	бр.	1

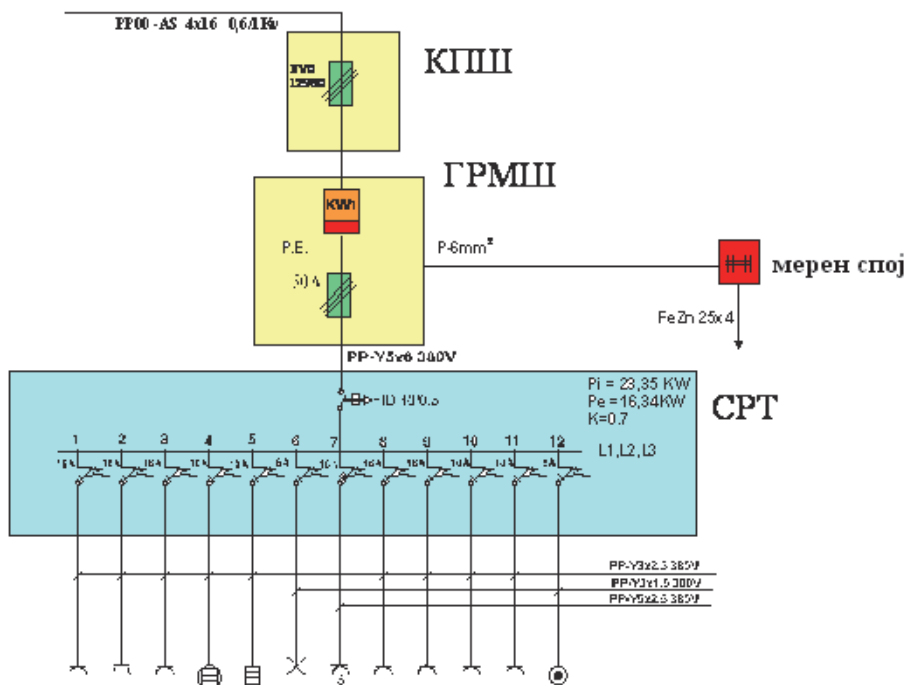
	прекинувач во сид пред вратата на бањата		
12.	Поставување антенска приклучница во сид	бр.	2
13.	Поставување телефонска приклучница во сид	бр.	1
14.	Поставување звоно	бр.	1
15.	Поставување пластично флексибилно црево Ф16	m	20

Спецификација на материјал

За полесен преглед спецификацијата на потребниот материјал за изработка на електричната инсталација се дава табеларно. Електроинсталацискиот материјал е веќе опфатен со предмерот, па затоа нема потреба да се повторува. Само се дополнува со потребните технички карактеристики, точните димензии, количините и единечната цена.

Графички дел





Еднополна шема на КPIII ГPMIII и CPT

ЛИТЕРАТУРА

- 1) Драгослав А. Рајичиќ, *Електрично осветление*, Електротехнички факултет-Скопје, Скопје 1993.
- 2) Milo Miskovic, *Elektricne instalacije i osvetljenje*, “Gradjevinska knjiga” , Beograd 2005.
- 3) Живко Миловановиќ, *Електрично осветление*, учебник за занимањата од електротехничката струка, “Просветно дело”, Скопје 1992.
- 4) Милорад Јустинијановиќ, *Електрични инсталации*, учебник за занимањата од електротехничката струка, “Просветно дело”, Скопје 1992.
- 5) Milorad Justinijanovic, *Elektricne instalacije*, Beograd 1996
- 6) Каталогзи на производителите на електротехнички материјали:
 - ETI – Izlake
 - ELEKTROKONTAKT- Zagreb
 - LEGRAND – Франција
 - ISKRA – Kranj
 - SIEMENS - Германија
 - KONCAR – Zagreb
 - Minel Schreder – Beograd
 - ELEKTROKOVINA -Maribor
 - ELVOD – Крагуевац
 - TEZ – TESLA