

SADRŽAJ

VODIČI SVJETLA

1.	Što je svjetlovodno vlakno (engl. optical fiber)?	3
2.	Koliko vrsta svjetlovodnih vlakana postoji?	3
3.	Od čega je napravljeno svjetlovodno vlakno?	3
4.	Postoje li svjetlovodna vlakna različite kvalitete?	3
5.	Što je svjetlovod (engl. light guide)?	4
6.	Što su neizolirana svjetlovodna vlakna (engl. bare fibers)?	4
7.	Što su izolirana svjetlovodna vlakna (engl. sheathed fibers)?	4
8.	Je li važna boja izolacije kod vlakna odn. svjetlovoda?	4
9.	Što je svjetlovodni snop (engl. harness)?	4
10.	Da li postoji gubitak u svjetlovodnom vlaknu?	4
11.	Zašto neka svjetlovodna vlakna mijenjaju boju svjetla?	4
12.	Je li malo prigušenje znak kvalitetnog svjetlovoda?	5
13.	Koje su prednosti staklenih svjetlovodnih vlakana?	5
14.	Koji su nedostaci staklenih svjetlovodnih vlakana?	5
15.	Koje su prednosti polimernih svjetlovodnih vlakana?	6
16.	Koji su nedostaci polimernih svjetlovoda?	6
17.	Možemo li osvijetliti kuću svjetlovodom?	6
18.	Je li svjetlovod efikasan medij za prijenos svjetla?	6
19.	Što može opravdati korištenje svjetlovodne rasvjete?	7
20.	Jesu li svjetlovodna vlakna sigurna?	7
21.	Tko proizvodi svjetlovodna vlakna?	7
22.	Kako se proizvode svjetlovodna vlakna?	7
23.	Jesu li optička vlakna lomljiva?	7
24.	Mogu li se svjetlovodi savijati pod pravim kutem?	8
25.	Mogu li se svjetlovodi razrezivati i nastavljati?	8
26.	Hoće li svjetlo proći kroz svjetlovod bilo koje duljine?	8
27.	Koliko veličina svjetlovodnih vlakana i svjetlovoda postoji?	8
28.	Možemo li svjetlovodom provesti bilo koju količinu svjetla?	8
29.	Da li svjetlovod provodi zračenje?	9
30.	Stakleni ili PMMA svjetlovod?	9
31.	Mogu li svjetlovodi biti bilo kojeg promjera?	9
32.	Koliko dugo će trajati svjetlovod?	9
33.	Može li nekoliko svjetlovoda jednako svjetliti na kraju?	9
34.	Što su svjetlovodne trake (engl. side-emitting fibers)?	10
35.	Postoji li više vrsta svjetlovodnih traka?	10
36.	Što su monovlaknasti svjetlovodi?	10
37.	Što su multivlaknasti svjetlovodi?	10
38.	Što su multivlaknasti upleteni svjetlovodi?	10
39.	Monovlaknasti ili multivlaknasti svjetlovod?	10
40.	Može li svjetlovodna traka biti sjajnija od neona?	11
41.	Koja je primjena svjetlovodnih traka uz sva ograničenja?	11
42.	Koja su oblikovna ograničenja svjetlovodnih traka?	11
43.	Može li svjetlost duž optičke trake biti totalno homogena?	11
44.	Hoće li se uvijek vidjeti razlika u intenzitetu duž svjetlovoda?	12
45.	Može li svjetlo "trčati" duž svjetlovoda?	12
46.	Može li svjetlovod biti četvrtastog presjeka?	12
47.	Postoji li mogućnost poboljšanja intenziteta svjetlovodnih traka?	12

PROJEKTORI

48.	Što je svjetlovodni projektor?	13
49.	Što određuje kvalitetu projektora?	13
50.	Je li jači projektor ujedno i bolji?	13
51.	Koliko ima vrsta projektora?	13

52.	Halogeni ili metalhalogeni projektor?.....	14
53.	Moraju li svi projektori imati prisilnu ventilaciju?	14
54.	Koliko je bučan projektor u radu?.....	14
55.	Gdje se može postaviti projektor svjetlovodnog sustava?	14
56.	Kako ćemo prepoznati kvalitetan projektor?.....	15
57.	A što je s certifikatom ISO 9000?	15
58.	Kakav je to animacijski projektor?	15
59.	Kako se postiže promjena boje?	15
60.	Što je dikroički filter?	16
61.	Jesu li potrebni termički osigurači kod projektora?	16
62.	Može li nekoliko projektora simultano mijenjati boju?	16
63.	Mogu li projektori biti kompjuterizirani?	16
64.	Što je DMX ?.....	16

OPREMA SVJETLOVODNOG RASVJETNOG SUSTAVA

65.	Što su svjetlovodni završeci (engl. terminations)?	17
66.	Što je svjetleći kraj?	17
67.	Postoji li više vrsta svjetlećih krajeva?.....	17
68.	Koliko je važan svjetlovodni završetak?	17
69.	Kako završavaju staklena svjetlovodna vlakna?.....	17
70.	Kako završavaju polimerna svjetlovodna vlakna i multivlaknasti svjetlovodi?.....	17
71.	Kako završavaju monovlaknasti svjetlovodi?.....	18
72.	Kako završavaju upleteni multivlaknasti svjetlovodi?.....	18
73.	Što je zajednički kraj?	18
74.	Koliko je važan zajednički kraj?.....	18
75.	Što određuje kvalitetu zajedničkog kraja?	19
76.	Koliko postoji tipova zajedničkog kraja?	19
77.	Što je ujednačen zajednički kraj (engl. randomized common end)?	19
78.	Što su završni svjetleći elementi?	19
79.	Koliko vrsta završnih svjetlećih elemenata postoji?	19
80.	Može li se intenzitet svjetla svjetlećeg kraja povećati?	19
81.	Tko proizvodi završne svjetleće elemente?	19
82.	Jesu li standardizirani završni svjetleći elementi?.....	20
83.	Što je optički priključak (engl. optical port)?.....	20
84.	Postoji li više tipova optičkih priključaka ?	20
85.	Tko proizvodi optički priključak?	20
86.	Jesu li optički priključci međusobno kompatibilni?	20

SVJETLOVODNI SUSTAVI

87.	Što je svjetlovodni sustav?	21
88.	Tko je integrator svjetlovodnih sustava?.....	21
89.	Koja je razlika između proizvođača svjetlovoda i proizvođača svjetlovodnog sustava?.....	21
90.	Koji su najbolji proizvođači svjetlovoda?.....	21
91.	Tko su najbolji integratori svjetlovodnih sustava?	21
92.	Jesu li svjetlovodne instalacije skupe?	22
93.	Što je najskuplje u svjetlovodnoj rasvjetnoj instalaciji?	22
94.	Hoće li svjetlovodna rasvjeta s vremenom pojeftiniti?.....	22
95.	Je li komplicirana instalacija svjetlovodnih sustava?	22
96.	Što je zvjezdano nebo?	23
97.	Što je rotacioni disk?	23
98.	Što je animacijski svjetlovodni snop?	23
99.	Što su svemirski efekti?	23
100.	Kako bismo jednom riječju opisali svjetlovodnu rasvjetu?	23

VODIČI SVJETLA

1. Što je svjetlovodno vlakno (engl. optical fiber)?

Pojednostavljeno rečeno svjetlovodno vlakno je dugačka leća. Odnosno, cilindrično oblikovan transparentni materijal, koji čini jezgra obložena vanjskim plaštem od neznatno drugačijeg materijala. Svjetlo se ulaskom u svjetlovod odbija od unutarnje strane stijenke prema jezgri na stijenku na drugoj strani. Obzirom da je kut upada svjetla u odnosu na stijenku različit od 90° svjetlo putuje duž svjetlovnog vlakna uzastopno se odbijajući od stijenke dok ne izađe na drugom kraju van. Taj fenomen je u optici inače poznat kao unutarnja totalna refleksija.

2. Koliko vrsta svjetlovnih vlakana postoji?

U stvari postoji samo jedna vrsta svjetlovnih vlakana. Svi optički elementi kao leće, prizme i sl. koriste unutarnju totalnu refleksiju kao princip prenošenja svjetla. U elementu opisanom kao svjetlovodno vlakno svjetlo putuje uz pomoć istog efekta, ali na mnogo načina: monomodno, multimodno, sa step-indeksom, s gradient-indeksom.

Za funkciju osvjetljavanja, ili točnije, prenošenja vidljive svjetlosti, standardni tip svjetlovnog vlakna je tzv. multimodno vlakno sa step-indeksom.

Korištenje ostalih vrsta svjetlovnih vlakana je predodređeno za prijenos podataka ili signala. Ovo pitanje se ne odnosi na vrstu prema materijalu izrade.

3. Od čega je napravljeno svjetlovodno vlakno?

Za namjenu osvjetljavanja ili prijenosa vidljivog spektra koristi se nekoliko vrsta materijala. Staklena vlakna u mikronskim promjerima spajaju se u snopove, svjetlovođe, promjera najčešće 1 do 10mm. Vlakna od polimetilmetakrilata (PMMA) i polikarbonata rade se u debljinama 0,25 do 3mm. Specijalni polimeri u teflonskom omotaču izrađuju se u debljinama 3 do 25mm. Ostali tipovi, kao svjetlovođi s tekućom jezgrom, fluorescentni i luminiscentni, vrlo malo se koriste i prije svega za specijalne namjene.

4. Postoje li svjetlovodna vlakna različite kvalitete?

Definitivno da. Sirovina iz koje se proizvodi svjetlovodno vlakno može biti vrlo slična kod različitih proizvođača, ali ne i tehnološki proces proizvodnje. Najveće razlike nastaju u nivou čistoće i rafiniranosti s kojom se sirovina prerađuje, postotku nečistoće i kontaminiranosti sirovine nečistoćom i samoj tehnologiji proizvodnje.

Optičke karakteristike kao numerička površina presjeka, prigušenje i selektivna spektralna apsorpcija se znatno razlikuju od vlakna do vlakna. To znači da je određeni svjetlovod pogodan za određenu namjenu, dok je za neku drugu namjenu potpuno beskoristan.

5. Što je svjetlovod (engl. light guide)?

Kad se nekoliko svjetlovodnih vlakana grupira zajedno kako bi se dobio vodič svjetla veće površine presjeka, odn. većeg promjera, dobili smo svjetlovod. Kod svjetlovodnih vlakana većeg promjera također govorimo o svjetlovodima s monolitnom jezgrom (engl. solid core fibers). Svjetlovodi dolaze u mnogo oblika, izvedbi i obrada: u omotačima od različitih polimera, metalnim fleksibilnim omotačima, cijevastim profilima, termoskupljajućim izolacionim cijevima...

6. Što su neizolirana svjetlovodna vlakna (engl. bare fibers)?

Ovaj izraz se koristi za PMMA vlakna i odnosi se na vlakna koja nemaju vanjskog zaštitnog omotača.

7. Što su izolirana svjetlovodna vlakna (engl. sheathed fibers)?

To su ona svjetlovodna vlakna koja imaju vanjski zaštitni omotač od prozirnog ili neprozirnog materijala da bi omogućio mehaničku zaštitu vodiča svjetla. Zbog svoje osjetljivosti svjetlovodi od staklenih svjetlovodnih vlakana su uvijek izolirani.

8. Je li važna boja izolacije kod vlakna odn. svjetlovoda?

Ovo je vrlo delikatno pitanje za funkcioniranje svjetlovoda. Neki znanstvenici tvrde da bijela ili obojena izolacija poboljšava svjetlovodljivost. Drugi kažu da je to glupost. U svakom slučaju, ako postoji razlika, sigurno je minimalna.

9. Što je svjetlovodni snop (engl. harness)?

Izraz koji se koristi u industriji, a opisuje grupu svjetlovoda ili svjetlovodnih vlakana, koji su određene duljine primjereno grupirani u zajednički presjek za optički priključak na projektor. Svaki snop mora imati u pravilu svoj vlastiti projektor, iako postoje na tržištu izvedbe projektor za više svjetlovodnih snopova odjednom pomoću optičkih prizmi.

10. Da li postoji gubitak u svjetlovodnom vlaknu?

Ništa na svijetu nije idealno. To znači ako mjerljiva količina nečega ulazi u sustav, na izlazu svakako mjerimo manju količinu od ulazne. Svjetlovodna vlakna nisu izuzetak. Svjetlo koje uđe s jedne strane nailazi na mnogobrojne prepreke i rezultat je gubitak koji se kreće između 2% i 10% po metru dužine.

11. Zašto neka svjetlovodna vlakna mijenjaju boju svjetla?

U stvari sva svjetlovodna vlakna mijenjaju boju svjetla na jedan ili drugi način. Zbog fizikalnih osobina vodiča neke frekvencije putuju s manje otpora nego neke druge i

nemoguće je proizvesti vlakno koji bi imalo isto prigušenje u cijelom vidljivom spektru. Očekivati od svjetlovoda da prenosi milione različitih frekvencija s potpuno istim prigušenjem za svaku od njih je nerazumno. Neka vlakna apsorbiraju malo više plavog nego crvenog, a manje zelenog nego žutog, dok je kod drugih obrnuto. Posljedica toga je da od metra do metra varira u nekim slučajevima vrlo očigledno ton i intenzitet svjetla. Taj fenomen se zove selektivna spektralna apsorpcija.

12. Je li malo prigušenje znak kvalitetnog svjetlovoda?

Općenito uzevši da, ali podaci o prigušenju proizvođača svjetlovodnih vlakana su često bezvrijedni. Iako su to jedini smisleni podaci koje proizvođači mogu dati.

Prigušenje se mjeri pomoću lasera, svjetleće diode ili kalibriranog svjetlosnog izvora. U sva tri slučaja je svjetlo koje se koristi monokromatsko. To znači da se koristi samo jedna valna duljina ili vrlo uski skup valnih duljina.

Podaci proizvođača primjerice pokazuju: prigušenje od 150 dB/km se odnosi na jediničnu valnu duljinu i odgovarajuću boju koja može biti žuta ili žutozelena. Isto svjetlovodno vlakno može imati prigušenje od 750 dB/km u plavom dijelu spektra i 400 dB/km u crvenom dijelu.

Da bismo izračunali srednju vrijednost prigušenja bijele svjetlosti potrebno je analizirati svjetlost izvora u projektoru kako bi se utvrdio njezin sastav, koji može varirati značajno i kod dvije istovrsne žarulje. Nakon toga bismo morali izmjeriti prigušenje svake pojedine valne duljine uzimajući u obzir količinu svake prisutnu u emisiji žarulje. I konačan rezultat bi bio relevantan samo za tu kombinaciju vlakna i žarulje.

Ako uzmemo utjecaj promjene boje zbog starenja žarulje, prašine u sustavu i sl. doći ćemo do zaključka da su podaci o prigušenju, iako prosječni, vrlo upitni, pa čak i bezvrijedni.

13. Koje su prednosti staklenih svjetlovodnih vlakana?

Staklena vlakna su idealna za korištenje na mjestima visoke temperature i/ili radijacije. Otporna su na većinu otapala i ulja i spektralna transmisija je vrlo dobra.

14. Koji su nedostaci staklenih svjetlovodnih vlakana?

Potrebno je, prije svega, imati na umu da sastav vodiča u cijelom svjetlovodnom sustavu predstavlja samo jedan od elemenata odgovornih za učinkovitost sustava. Stakleni svjetlovodi su uvijek zaštićeni polimernim izolacijama, a snop na kraju izveden pomoću epoksidnih ljepila. Stvarni materijal u kontaktu s okolinom je polimerna izolacija. Mnogi omalovažavaju polimerna svjetlovodna vlakna jer sadržavaju plastiku. Ako usporedimo stakleni svjetlovod s polimernom izolacijom i polimerni svjetlovod jednakog optičkog promjera, vidjet ćemo da prvi sadrži više plastike nego drugi. U zajedničkom završetku snopa epoksidno ljepilo čini 17% optičke površine presjeka. Općepoznato je da takva ljepila djeluju razarajuće na okolinu pri visokoj temperaturi u fokusu žarulje projektor. Epoksi stari vrlo ubrzano u takvim uvjetima te tamni i apsorbira veću količinu topline. Tako utječe na nejednako zagrijavanje optičkog presjeka i razaranje strukture svjetlovoda. S druge strane staklena vlakna su mehanički vrlo osjetljiva. Već pri proizvodnji, manipulaciji i instalaciji ovakvih svjetlovoda prekinut je određeni postotak vlakana.

15. Koje su prednosti polimernih svjetlovodnih vlakana?

Spektralnu transmisiju PMMA je teško poboljšati, dok je kvaliteta svjetla na udaljenosti većoj od četiri do pet metara značajno bolja nego kod staklenih svjetlovoda. Cijena je slijedeći čimbenik; polimerna vlakna imaju manju cijenu po jedinici optičke površine presjeka nego staklena zbog jednostavnije tehnologije proizvodnje. Visokokvalitetni PMMA svjetlovodni sistemi su bazirani na procesu fuzije u proizvodnji svjetlovodnog snopa. Tako je izbjegnuta negativan učinak epoksi ljepila na trajnost zajedničkog završetka. Polimerna vlakna ne moraju imati zaštitnu izolaciju. Staklena vlakna su višestruko teža od polimernih. Manipulacija i obrada je mnogo jednostavnija s polimernim vlaknima i svjetlovodima.

16. Koji su nedostaci polimernih svjetlovoda?

Završeci polimernih svjetlovoda ne podnose visoku temperaturu. Iako neki polimeri podnose 100°C uglavnom radna temperatura projektor ne bi smjela preći 60°C. Viša temperatura uzrokuje promjene u polimernom molekularnom lancu, što rezultira u promjeni svojstva materijala. Jaki i vrući projektori se izbjegavaju u polimernim svjetlovodnim sustavima. Iako postoje vrlo šturi podaci o starenju polimera neki proizvođači daju 20-godišnju garanciju, što je u većini slučajeva zadovoljavajuće. Polumjer zakrivljenosti je vrlo delikatan kod polimera većeg promjera. Tome treba posvetiti posebnu pažnju kako bi se izbjegli nepotrebni gubici i trajna oštećenja strukture. Tanka svjetlovodna vlakna bez izolacije su mehanički vrlo osjetljiva.

17. Možemo li osvijetliti kuću svjetlovodom?

Kuću možemo osvijetliti bilo čime, od svijeća i plinskih svjetiljki do svjetlovoda. Pitanje je efikasnosti sustava, pa time i cijene. Ne smijemo zaboraviti da izvor svjetla, kao električna žarulja, daje najviše svjetla slobodno viseći u prostoru. Istina da nam radijalno rasprostiranje svjetla ponekad nije dovoljno dobro i radije bismo imali usmjereno svjetlo. Svjetlovod nam daje takvo usmjereno svjetlo s prostornim kutom rasprostiranja od 60°. Osnovna zablude u primjeni svjetlovodne rasvjete jest da ako imamo izvor svjetla od 100 lumena na jednom mjestu i sprovodimo svjetlovođe u deset različitih prostora u kojima ćemo isto tako imati 100 lumena. To nije moguće postići ni danas ni u budućnosti.

18. Je li svjetlovod efikasan medij za prijenos svjetla?

Direktan odgovor je ne. Ako uzmemo bilo koje drugo sredstvo za preusmjeravanje ili distribuciju svjetla otkrit ćemo da je učinkovitije. Općenito govoreći, ako imamo priliku koristiti bilo koji drugi način ili sustav osvijetljavanja, nemojmo koristiti svjetlovodni sustav. Svjetlovodni sustav ima određene oblikovne, funkcionalne, pa i ekonomske prednosti pred ostalim vidovima rasvjete, ali treba ih maksimalno iskoristiti da bismo opravdali primjenu.

19. Što može opravdati korištenje svjetlovodne rasvjete?

U velikoj većini slučajeva tradicionalnih načina osvjetljenja količina korištene energije premašuje uvelike stvarno potrebnu energiju i količinu svjetla. Većina svjetla osvjetljava prostor u kojem uopće ne trebamo svjetlo. Sa svjetlovodom možemo distribuirati točnu količinu svjetla na točno određeno mjesto. Tradicionalni izvori svjetla takvih karakteristika su pre glomazni. U nekim primjerima treba osvjetliti minijaturne prostore koji su manji i od tradicionalne žarulje. Svjetlovodom osvjetljavamo teško dostupne ili nedostupne prostore, podvodne prostore, prostore koji traže sigurno svjetlo (bez topline i uv zračenja). Dakle, primjenu svjetlovodne rasvjete može opravdati sigurnost, kontrola, minijaturizacija, cijena i jednostavnost održavanja.

20. Jesu li svjetlovodna vlakna sigurna?

Svjetlovodna vlakna i svjetlovodi su pasivni elementi, pa ne koriste energiju za proizvodnju svjetla kao žarulje. Kao vodiči svjetla samo vode svjetlo s jednog mjesta na drugo, nikad elektricitet.

Svjetlovod možemo staviti u direktan kontakt s vodom ili pod vodu. Možemo ga rezati, prenositi, savijati, lomiti, i uvijek će biti apsolutno siguran vodič svjetla.

Obzirom da standardna svjetlovodna vlakna imaju vrlo specifičnu propusnost većina opasnih zračenja neće proći kroz svjetlovod. Količina infracrvenog i ultraljubičastog zračenja koja prođe kroz svjetlovod je zanemariva. Stoga je to idealan medij za osvjetljavanje osjetljivih izložaka u muzejima.

21. Tko proizvodi svjetlovodna vlakna?

Proizvođači stakla uglavnom rade staklena svjetlovodna vlakna i staklene svjetlovode. Kemijska industrija proizvodi PMMA vlakna i svjetlovode. Javne i privatne kompanije proizvode ostale tipove svjetlovoda vlastitom tehnologijom.

22. Kako se proizvode svjetlovodna vlakna?

Stvarni tehnološki proces se razlikuje od proizvođača do proizvođača. U osnovi, proizvodi se velika cilindrična jezgra materijala visoke čistoće strukture. U daljnjem proizvodnom procesu se ta praforma zagrijava i tretira te razvlači u filament koji se presvlači tankim slojem materijala drugog indeksa loma.

Ostali sistemi uključuju koekstruziju, kontinuirano lijevanje, direktnu kopolimerizaciju, brizganje, mokro vučenje i sl.

Ove tehnike obrade, i neke druge u razvoju, pokušavaju postići bolji raspored polimernih lanaca u molekularnoj strukturi materijala kako bi se povećala provodljivost i smanjilo prigušenje. Mnogi od postupaka u tom cilju su poslovna tajna proizvođača.

23. Jesu li optička vlakna lomljiva?

Staklena svjetlovodna vlakna su ekstremno osjetljiva. U takvom svjetlovodu je određeni postotak vlakana polomljen već u proizvodnji, a i dalje kod manipulacije.

Neizolirana PMMA vlakna su vrlo osjetljiva tokom proizvodnje i manipulacije i traže pažljivo rukovanje.

Ostala vlakna i svjetlo vodi su vrlo otporni jer su zaštićeni teflonskom izolacijom. Jedina je poteškoća što s vremenom monovlaknasti svjetlo vodi očvrstnu i postaju kruti, lomljivi, nesavijljivi.

24. Mogu li se svjetlo vodi savijati pod pravim kutem?

Ne. Sva svjetlovodna vlakna i svjetlo vodi se mogu savijati u radijusu koji neće utjecati na unutarnju strukturu materijala. Najčešće je on jednak osmerostrukom promjeru svjetlovoda. Svaki tip i veličina vlakna i svjetlovoda ima propisan minimalni radijus savijanja. Savijanje pod pravim kutem bi prouzročilo pucanje vlakana kod staklenog svjetlovoda i trajno promjenjenu strukturu materijala kod ostalih polimernih tipova.

25. Mogu li se svjetlo vodi razrezivati i nastavljati?

Sva vlakna se mogu razrezivati s manje ili više uspjeha i poteškoća. Problem je gubitak koji se javlja u takvom postupku.

To je česti postupak u telekomunikacijama gdje se izvodi vrlo sofisticiranom opremom i uz značajnu dozu vještine. Danas postoje sustavi za spajanje polimernih svjetlovoda korištenjem specijalnih elemenata i gela za izjednačavanje indeksa refrakcije. To nije riješeno kod staklenih svjetlovoda.

Svjetlo vodi sa čvrstom jezgrom mogu se spajati većom lakoćom uz gubitke do 25%.

26. Hoće li svjetlo proći kroz svjetlovod bilo koje duljine?

Svi vodiči imaju gubitke, a kod svjetlovoda oni su značajni.

Općenito prosječni gubici iznose 3% do 10% po metru duljine. U prosjeku, ako započnemo sa 100 jedinica na ulazu izgubit ćemo 25 jedinica nakon pet metara, a preko 40 nakon deset metara.

27. Koliko veličina svjetlovodnih vlakana i svjetlovoda postoji?

Doslovno stotine, od nekoliko mikrona do preko 25mm u promjeru. Najčešće uporabne veličine promjera vlakana ili svjetlovoda su: 0,25mm ; 0,50mm ; 0,75mm ; 1,00mm ; 1,20mm ; 1,50mm ; 2,40mm ; 2,50mm ; 3,00mm ; 4,20mm ; 5,00mm ; 6,00mm ; 7,00mm ; 10,00mm ; 12,00mm ; 14,00mm ; 20,00mm . Dakako, oblici su različiti. Najčešće okruglog presjeka, ali i kvadratnog, trakastog i pločastog .

28. Možemo li svjetlovodom provesti bilo koju količinu svjetla?

Sistem koji će provesti određenu količinu svjetla kroz svjetlovod je jednostavan: uzmimo žarulju, možda leću ili reflektor koji će usmjeriti svjetlo duž svjetlovoda. Logično bi bilo što je veći izvor svjetla imamo veću količinu svjetla na drugom kraju svjetlovoda. Međutim, sa dvostruko jačim izvorom nećemo dobiti dvostruko više svjetla na kraju. Problem je u ograničenju količine energije koja može prolaziti medijem bez obzira koja koncentracija energije se plasira u njega.

29. Da li svjetlovod provodi zračenje?

Svjetlost je zračenje, pa je odgovor da. Neka vlakna, ovisno o sastavu materijala od kojeg su izrađena, provode određeni pojas radijacije. Općenito, svjetlovodna vlakna koja se koriste za rasvjetu provode vrlo malo ili ništa UV zraka, malu količinu IC zraka i promjenljivu količinu vidljivih zraka.

Toplina je zračenje u IC području i standardna vlakna je ne provode. Za primjer: PMMA vlakno promjera 5mm i duljine 1m prosvjetljeno s 150W HQI projektorom će u jednom prostornom metru zraka za 24 sata promijeniti temperaturu za 1°C.

30. Stakleni ili PMMA svjetlovod?

Vrlo je teško odgovoriti općenito jer uvijek ovisi o krajnjoj namjeni i uvjetima rada sustava svjetlovodne rasvjete.

Stakleni svjetlo vodi su bolji tamo gdje su konstantno visoke temperature i gdje se prenose podaci. Staklena vlakna su vrlo tanki vodiči od nekoliko mikrona u promjeru. Zato je potrebno staviti stotine pa i tisuće vlakana zajedno i zaštititi ih izolacijom da bismo dobili svjetlovod koji je moguće koristiti. Radijusi savijanja su vrlo mali, a svjetlo vodi usporedivih spektralnih karakteristika od PMMA su skuplji.

U zadnje vrijeme se polako napušta tehnologija staklenih svjetlovoda u svjetlotehnici i prednost daje polimernim svjetlovodima zbog cijene, jednostavnijeg rukovanja, primjene fuzije u obradi...

31. Mogu li svjetlo vodi biti bilo kojeg promjera?

Teoretski da, praktično vrlo teško. Postoje fizikalne karakteristike materijala koje rastom dimenzije prelaze mogućnosti proizvodnje, korištenja, manipulacije, obrade i granice ekonomičnosti. Međutim, u dijelu koji se zove daljinsko vođenje svjetla (engl. remote source lighting) proizvode se optičke cijevi promjera 25cm, koje vode svjetlo na 50-tak metara po istom principu totalne refleksije. Kao medij se koristi mikroprizmastična folija s unutarnje strane cijevi. Ovaj proizvod je na neki način derivacija svjetlovoda o kojem mi ovdje pričamo.

32. Koliko dugo će trajati svjetlovod?

U slučaju stakla praktički vječno zbog inertnih karakteristika materijala. To se odnosi na svjetlovod, a ne na završetak svjetlovoda koji zbog korištenja epoksi ljepila kod obrade s vremenom mijenja strukturu ovisno o količini i trajanju topline kojoj je izložen u projektoru. Što se tiče polimera standardna garancija je 20 godina. Isto tako se odnosi na svjetlovod, a ne na njegov početak koji, ovisno o načinu obrade i uvjetima korištenja, može, ali ne mora, trajati kraće.

33. Može li nekoliko svjetlovoda jednako svjetliti na kraju?

Ne, pod uvjetom da su istog presjeka i duljine i zajedno čine snop. Fizikalno je nemoguće da svi svjetlo vodi dobiju jednaku količinu svjetla iz iste žarulje, jer područje fokusa žarulje ne dobiva homogeno raspoređeno svjetlo. To se izbjegava miješanjem svjetlovodnih

vlakana iz različitih svjetlovoda na različita mjesta po površini optičkog presjeka snopa. Osim toga se koristi optička predleća koja ravnomjerno raspoređuje svjetlo. Međutim, ni jedan od ovih postupaka ne daje totalno jednakomjeran raspored svjetla po cijeloj optičkoj površini.

34. Što su svjetlovodne trake (engl. side-emitting fibers)?

Ne postoje svjetlovodne trake. Svi svjetlovodi primaju svjetlo na jednom kraju i emitiraju ga na drugom kraju. Kad svjetlost uđe u svjetlovod nailazi na mnogobrojne prepreke, pukotine, nečistoće materijala i zbog toga izlazi dio svjetla obodno kroz vanjski omotač. Svi svjetlovodi gube nešto svjetla kroz omotač jer nema idealnih svjetlovoda. Ovaj fenomen se koristi za proizvodnju svjetlovodnih traka koje su normalni svjetlovodi samo transparentnu izolaciju koriste za izlaz svjetla duž svjetlovoda. Neki proizvođači upliću svjetlovodna vlakna međusobno ne bi li poremetili totalnu refleksiju i omogućili više svjetla obodno nego uzduž svjetlovoda.

35. Postoji li više vrsta svjetlovodnih traka?

Danas poznajemo na tržištu više vrsta svjetlovodnih traka. Najčešće se koriste:

Monovlaknasti svjetlovodi

Multivlaknasti svjetlovodi

Multivlaknasti upleteni svjetlovodi

36. Što su monovlaknasti svjetlovodi?

Ovi svjetlovodi imaju samo jedno svjetlovodno vlakno zaštićeno transparentnom izolacijom najčešće ukupnog promjera 3 – 25mm.

37. Što su multivlaknasti svjetlovodi?

Ovi svjetlovodi sadrže desetak do nekoliko stotina svjetlovodnih vlakana, najčešće promjera 0,75 i 1,00mm, grupiranih i obloženih zajedničkom transparentnom izolacijom.

38. Što su multivlaknasti upleteni svjetlovodi?

U proizvodnom procesu se svjetlovodna vlakna upliću u pletenice i nekoliko pletenica se opet upliće u veću pletenicu, da bi se sve zajedno stavilo u transparentnu izolaciju. Na taj način svjetlo duž svjetlovodnog vlakna više ne putuje unutar ravnog medija pa se dosta svjetla gubi obodno. Takvi svjetlovodi imaju veći gubitak po jedinici duljine i daju više svjetla svojom duljinom, a manje na kraju.

39. Monovlaknasti ili multivlaknasti svjetlovod?

To će ovisiti o namjeni za koju je predviđen svjetlovod i uvjetima instalacije.

Monovlaknasti svjetlovod ima veći radijus savijanja i daje manje svjetla duž svoje duljine.

Multivlaknasti svjetlovod ima fleksibilniju strukturu, posebno kod većih promjera. Zbog smanjene transparentnosti svjetlovoda osvijetljenost izgleda veća. Monovlaknasti svjetlovod može raditi kod veće temperature i može se priključiti na jači projektor.

40. Može li svjetlovodna traka biti sjajnija od neona?

Svjetlovod može biti sjajniji od neona, ali na kraćim udaljenostima. Ograničenje količine svjetla koje putuje svjetlovodom je proizašlo iz fizike: stvarnog materijala od kojeg je načinjen svjetlovod i kvalitete svjetla. Postoji granica gustoće energije za svaki materijal. U nekim sustavima, posebno s projektorima nove generacije, može se postići nivo osvijetljenosti veći od neona do duljine od nekoliko metara. Međutim, ekonomski gledano, takvo rješenje je u usporedbi s neonom nepraktično.

41. Koja je primjena svjetlovodnih traka uz sva ograničenja?

Postoji općeniti nesporazum oko količine svjetla potrebne za dati zadatak: više svjetla nije uvijek i bolje, a često je gore nego prava količina svjetla korektnih osobina. U mnogo slučajeva mala količina svjetla za naznaku, dekoraciju ili naglasak mnogo je bolja od blještanja visokonaponskog neona.

Dobar primjer je primjena u kazalištima, javnim zgradama, kinima za označavanje komunikacija i nužnih izlaza: tu je neon jednostavno neprihvatljiv. Uz primjenu efekta promjene boje ovaj proizvod postaje važan alat u rukama dizajnera i arhitekta u označavanju zgrada, bazena, prolaza, staza, mostova, vrtova, i svih vrsta arhitektonskih detalja u interijeru i eksterijeru.

Drugi važan moment je apsolutna sigurnost i postojanost svjetlovoda u odnosu na neon. U njemu nema elektriciteta, pa je u nekim situacijama praktički nezamijenjivo rješenje.

42. Koja su oblikovna ograničenja svjetlovodnih traka?

Stvarna osvijetljenost od optičkih traka je vrlo niska, iako je vrlo prihvatljiva u mnogim slučajevima. To znači da ako su pravilno primjenjene vrijednosti za kontrast, vidljivost će biti vrlo dobra. Potrebno je pažljivo izbalansirati stvarnu osvijetljenost ambijenta, boju pozadine, udaljenost i smjer pogleda da bismo dobili najbolje rezultate. Kod promjene boje je potrebno uzeti u obzir da svaka boja nema istu vidljivost kod istog projektora.

43. Može li svjetlost duž optičke trake biti totalno homogena?

Unatoč uvjerenjima pojedinih proizvođača to je apsolutno nemoguće jer bi se kosilo sa zakonima fizike. Svjetlovod bi morao biti idealan vodič bez gubitaka. Već na ulazu u svjetlovod je intenzitet svjetla manji nego u žarulji.

Slično kao što metak gubi brzinu po izlazu iz cijevi da bi se na kraju negdje zaustavio ne pogodivši cilj.

44. Hoće li se uvijek vidjeti razlika u intenzitetu duž svjetlovoda?

Ljudski sustav zapažanja registrira stupnjeve osvijetljenosti na bazi logaritamskog niza i ako prelazi intenziteta nisu oštri teško će se zamjetiti razlika.

Ako promatramo svjetlovodnu traku duljine 15m od jednog kraja prema drugom, bez obzira na kojem kraju je projektor, opazit ćemo jednakomjerno osvijetljen svjetlovod, iako znamo da je to nemoguće. No, ako promatramo sa strane isti svjetlovod od početka do kraja opazit ćemo razliku jer možemo pogledom usporediti oba kraja.

Da bismo uspješno primjenili svjetlovodnu traku potrebno je pažljivo odabrati projektor, odrediti konfiguraciju i duljinu svjetlovoda i kontrolirati kontrast i smjer gledanja. Moguće je izvesti petlju tako da svjetlovod izađe i uđe u isti ili slijedeći projektor pa u svjetlovodu projektori "svijetle jedan prema drugom".

45. Može li svjetlo "trčati" duž svjetlovoda?

Uz primjenu multivlaknastog upletenog svjetlovoda i posebnog procesa proizvodnje zajedničkog kraja i optičkog priključka u projektoru s dodacima promjene boje moguće je postići efekt da svjetlo "trči" u oba smjera i mijenja boje.

46. Može li svjetlovod biti četvrtastog presjeka?

Proizvođači na tržište daju svjetlovođe koji su okruglog optičkog presjeka, ali izolacija je izvedena kao kvadratni presjek. To se posebno odnosi na svjetlovodne trake, dakle transparentnu izolaciju. Primjena je takvih svjetlovoda u slučajevima upuštanja u utore obloge gdje tako ne ostavlja prostor nečistoći i pojednostavljuje detalje izvedbe i montažu.

47. Postoji li mogućnost poboljšanja intenziteta svjetlovodnih traka?

Optimalni intenzitet se postiže odabirom kontrastne pozadine svjetlovodne trake. Na taj način je intenzitet povećan bez obzira na jačinu projektora.

PROJEKTORI

48. Što je svjetlovodni projektor?

Svjetlovodni projektor je uglavnom kutija sa žaruljom čije svjetlo je usmjereno prema otvoru na kutiji u koji se učvršćuju počeci svjetlovoda. To je pojednostavljena definicija iako većina projektor na tržištu izgleda baš tako.

49. Što određuje kvalitetu projektor?

Projektori moraju učinkovito ispunjavati tri osnovne zadaće. Prvo moraju omogućiti korektan i siguran smještaj žarulje i njezinih pomoćnih elemenata: transformatora, propaljivača, ožičenja...

Zatim moraju usmjeriti svjetlost žarulje na najefikasniji način kako bi osigurali maksimalnu iskoristivost svjetlosnog izvora. Treće, moraju osigurati pogodnu okolinu koja će garantirati propisani vijek trajanja žarulje i svjetlosnog snopa u njezinom žarištu. Ovaj posljednji zadatak pretpostavlja smanjenje termalnog opterećenja unutar projektor na bilo koji poznati način: filterima, prisilnom ventilacijom, ventilacionim cijevima, deflektorima...

50. Je li jači projektor ujedno i bolji?

Vrlo je iznenađujuće da proizvođači daju veliko značenje snazi projektor od primjerice 50W, 100W ili 400W, a ustvari taj podatak ima malo značenje u sveukupnoj efikasnosti projektor.

U industriji rasvjete efikasnost žarulje se mjeri na nekoliko načina, ovisno o usporednim standardima. Prihvaćeni podaci za žarulju su najčešće svjetlosna iskoristivost i svjetlosni tok.

Svjetlosna iskoristivost (lumen/vat) daje svjetlosni tok koji daje žarulja za svaku jedinicu iskorištene energije. Vrlo je mala za obične žarulje sa žarnom niti gdje se većina energije pretvara u toplinu. Iskoristivost je vrlo velika kod fluorescentnih žarulja i nekih žarulja na pražnjenje kao kod niskotlačne natrijeve žarulje. Na žalost ni jedna od ovih vrsta žarulja ne koristi se u svjetlovodnim projektorima.

Kod projektor je jedino mjerilo efikasnosti stvarna količina i usmjerenost svjetlosti koja pada na ekran i malo ima zajedničkog sa snagom projektor.

Mnoge žarulje, posebno novije generacije, imaju posebno poboljšano emitiranje svjetlosti, bolju kontrolu usmjerenosti i preciznost. Primjerice zadnja generacija 50-vatnih halogenih žarulja s dikro reflektorom daje više usmjerenog svjetla nego starija generacija istovrsnih žarulja snage 75W.

51. Koliko ima vrsta projektor?

Budući da ne postoje standardi u proizvodnji svjetlovodnih projektor pitanje je zbunjujuće.

Uzmemo li snagu žarulje projektori mogu biti od 5W do 1000W pa i više.

Uzmemo li u obzir tip žarulje imamo dva osnovna tipa projektor: sa halogenom žaruljom i s metalhalogenom žaruljom.

Projektore možemo podijeliti i prema namjeni na one koji se koriste za osvjetljavanje i one koji omogućuju efekte animacije, promjene boje, svjetlucanja, ...

52. Halogeni ili metalhalogeni projektor?

Opet ovisi o primjeni svjetlovodnog sustava. Žarulje s pražnjenjem u plinu su idealne za primjenu sa optičkim sustavima kao što su leće i reflektori. Stoga je količina svjetlosti usmjerena u pravom smjeru mnogo veća nego kod halogene žarulje. Regulacija jakosti takvog svjetla nije moguća konvencionalnim načinom. Ako je potrebna regulacija ona se postiže mehaničkim iris-blendama ili kompliciranim visokofrekventnim oscilatorima.

Halogene žarulje su manje, jeftinije, i traže jednostavnije napajanje, ali daju manje svjetla. Za osvjetljavanje svjetlovodom i za svjetlovodne trake koriste se uglavnom najčešće metalhalogene žarulje, a za slabije svjetlosne efekte i animacije, dakle dekorativnu rasvjetu, koristimo halogene žarulje.

53. Moraju li svi projektori imati prisilnu ventilaciju?

Općenito da. Budući da žarulja u skućenom prostoru kućišta projektora razvija veliku temperaturu, koja šteti samoj žarulji i njezinom vijeku trajanja, ostalim komponentama u projektoru i svjetlovodnom snopu, u koji je upućeno svjetlo, potrebno je osigurati dovoljan protok svježeg zraka kroz kućište.

Kod projektora sa slabom žaruljom to nije potrebno jer se kućište izvodi od perforiranog lima i broj komponenti u njemu je minimaliziran.

Vodonepropusni projektori za podvodnu montažu ne mogu imati ventilaciju već se za rashlađivanje sustava koristi okolina u kojoj je projektor.

54. Koliko je bučan projektor u radu?

Vrlo bučan, bučan ili potpuno tih, što ovisi o izvoru svjetlosti i konstrukciji kućišta.

Odvođenje topline je proces koji se mora osigurati na jedan od dva načina: radijacijom ili ventilacijom.

Ako se koristi princip radijacije kućište mora imati masu i površinu da bi omogućilo odvođenje topline. Kod ventilacije je zrak medij za odvođenje topline i potrebno ga je odvoditi i obnavljati. Problem je da su neke žarulje toliko vruće da bi kućište bilo preveliko da bi odvodilo toplinu.

Tihi projektori koriste obično male halogene i metalhalogene žarulje i koriste radijaciju da bi ohladili kućište. To djeluje samo u slučajevima kad je projektor u vanjskom prostoru gdje je temperatura okoline mnogo niža od one u projektoru. Moguća je i primjena mehanički vrlo preciznih tih ventilatora u projektorima za unutrašnje prostore.

Prisilna ventilacija se koristi kod snažnih projektora i buka proizvedena od ventilatora može doseći od 20dB do 80dB. Kod toga je od presudne važnosti konstrukcija projektora budući da buka ovisi o brzini zraka, veličini zračnika, brzini i konstrukciji ventilatora, načinu montaže, vibraciji u radu ...

55. Gdje se može postaviti projektor svjetlovodnog sustava?

Što bliže samom mjestu na kojem je svjetlovod apliciran, ali dovoljno daleko da njegova pozicija ne smeta oblikovanju i funkciji prostora. Naime, svjetlovod ne smije biti predugačak kako bi se smanjili gubici koji se u njemu javljaju. S druge strane projektor treba

nesmetano funkcionirati. Dakle treba imati dovoljno prostora da bi se zračio. Osim toga treba uvijek biti pristupačan radi održavanja. Pošto je to ipak tehnički element koji ne treba biti izložen direktnom pogledu i može smetati u oblikovanju interijera ili eksterijera, treba predvidjeti određene revizije otvore u stropu, zidnoj oblozi i sl.

56. Kako ćemo prepoznati kvalitetan projektor?

Ima mnogo načina. Ime i status proizvođača su važni. Neke su države poznate po proizvodnji kvalitetnih proizvoda, a druge nisu. Međutim, to nije osnovni pokazatelj. Važan je i znak međunarodne organizacije da je proizvod atestiran i proizveden prema visokim profesionalnim standardima. Takve organizacije imaju i sustav praćenja kontrole proizvodnje proizvoda za koji su izdale garanciju kvalitete. Uređaj koji ima nekoliko takvih oznaka je sigurno vrlo kvalitetan i profesionalan proizvod.

57. A što je s certifikatom ISO 9000?

Izgleda da postoji zabluda oko ISO standarda. ISO nije u osnovi garancija dobre kvalitete i ne daje se proizvodu nego proizvođaču.

ISO 9000 je sustav mjerila koja onemogućuju anarhiju u poslovanju tvrtke od upravljanja do proizvodnje i potvrđuju da je sve uvijek isto organizirano i praćeno i iste kvalitete. To ne garantira da je proizvod dobar nego da je konstantne kvalitete, bilo dobre ili loše. Kombinacija certifikata ISO 9000 i laboratorijskih atesta proizvoda daju garanciju da je projektor kvalitetan i ostat će takav.

58. Kakav je to animacijski projektor?

Karakteristična konfiguracija elemenata u kućištu daje mu takvo ime. Princip je takav da se koristi element od prozirnog materijala u obliku cilindrične posude s dnom okrenutim prema gore. U centru te posude je smješten motor koji ju okreće oko osi i žarulja koja iznutra prosvjetljava njezinu cilindričnu stijenku na koju je učvršćena folija sa pažljivo razmještenim poljima providnog i neprovidnog. U radu se, znači, animacijski bubanj okreće i omogućuje da dio svjetlosti žarulje u određenom trenutku obasjava određeno svjetlovodno vlakno iz snopa, a drugo ne. svjetlovodni snop je kod toga također izveden na specifičan način, četvrtastog oblika i podsjeća na napolitanku. Dakako da određeni završetak svjetlovodnog vlakna mora biti na sasvim određenom mjestu u motivu koji se animira. Zbog tromosti ljudskog oka brze promjene osvijetljenih i neosvijetljenih točkica u motivu daju rezultat kretanja motiva po podlozi.

Ova primjena daje nebrojene mogućnosti i očaravajuće rezultate u oblikovanju prostora.

59. Kako se postiže promjena boje?

Opet se koristi mali motor kao pokretač. U ovom slučaju na njega je pričvršćen disk od stakla ili polimernog materijala u boji. Filteri različite boje mogu biti kao kružni isječki montirani na disk ili obojene folije u istom obliku stavljene između dva staklena kruga.

Motor okreće disk ispred žarulje koja svjetli kroz obojene filtere i rezultira obojenim svjetlom u svjetlovodnim vlaknima. Ovisno o primjeni koriste se skupi dikroički filteri ili ekonomični želatinski filteri.

60. Što je dikroički filter?

Tanak i ravan komad stakla s tankim slojem metala nanešenim s jedne strane u vakuumu. Metalni sloj, debljine od nekoliko atoma, uzrokuje interferenciju propuštenog svjetla, odnosno propušta neke valne duljine spektra, a druge ne. Ova separacija valnih duljina daje rezultat vrlo različitih boja.

Ovisno o tipu nanosa vidljivo svjetlo će proći kroz filter, a IC i UV neće. U stvari postoji dikroički filter za gotovo sve frekvencije spektra.

61. Jesu li potrebni termički osigurači kod projektora?

Kritična je radna temperatura svjetlovodnog snopa i primjenjene žarulje. Prevelika temperatura može značajno skratiti vijek trajanja svjetlovodnih vlakana u snopu i žarulje. Termički prekidač se mora instalirati da bi isključio žarulju ukoliko se pojavi pre velika toplina u projektoru. Najčešće se koristi termostat 50°C.

Neželjena toplina se može akumulirati u projektoru zbog mnogo razloga: pokvareni ventilator, neprohodni ventilacioni otvori, pre slaba ventilacija zbog nakupine prašine...

Treba znati da ambijentalna temperatura okoline u kojoj projektori mogu raditi ne smije preći 25°C, a to je vrlo niska temperatura koju treba održavati.

62. Može li nekoliko projektora simultano mijenjati boju?

Da, standardni motori su sinhronog tipa, vrlo pouzdani, i kontrolirane promjenljive brzine. Problem je u tome da, iako individualno ti motori rade vrlo precizno, teško je postići perfektu sinhronizaciju dva ili više motora bez dodatnih mehaničkih ili elektroničkih uređaja.

Jednostavan mikroprekidač i adekvatno ožičenje može osigurati bilo koji broj sinhroniziranih motora da rade u isto vrijeme u istom koraku.

63. Mogu li projektori biti kompjuterizirani?

Praktički sve može biti kompjuterizirano pa projektori nisu iznimka. Kolor-diskovi, napon napajanja žarulje i mehaničke blende u slučaju metalhalogenih žarulja, mogu biti programirani i računarski kontrolirani.

64. Što je DMX ?

To je komunikacijski protokol između elektroničkih strujnih krugova i posebnih motora i aktivatora. Neka vrsta jezika među elementima tako da različiti proizvođači mogu koristiti kompatibilne komponente koje će međusobno "razumjeti" iste podatke.

OPREMA SVJETLOVODNOG RASVJETNOG SUSTAVA

65. Što su svjetlovodni završeci (engl. terminations)?

Neki američki proizvođači su pokušali postaviti standarde korektne terminologije koja se koristi u svjetlovodnoj rasvjeti. Problem je da nije svaki proizvođač Amerikanac pa je na različitom jeziku teško odrediti terminološke standarde. Tako za projektor neki kažu svjetlosni izvor, svjetlosna mašina, iluminator generator, itd. Slično je i sa svjetlovodnim završecima.

Hrvatski jezik nije uvijek praktičan za prijevod engleskih tehničkih izraza, ali u cilju daljnje komunikacije u ovom području usvojiti ćemo dva izraza: svjetleći kraj i zajednički kraj. Završeci su dakle krajevi jednog ili više svjetlovodnih vlakana ili svjetlovoda.

66. Što je svjetleći kraj?

Vrh završetka svjetlovodnog vlakna ili svjetlovoda najudaljnijeg od projektor. Završetak koji emitira svjetlost.

67. Postoji li više vrsta svjetlećih krajeva?

Svjetleći kraj može biti jednostavno presječeno svjetlovodno vlakno pa do sofisticiranog poliranog svjetlovodnog završetka. Tehnika izvedbe ovisi o tipu i namjeni svjetlovoda.

68. Koliko je važan svjetlovodni završetak?

Vrlo je važno kako je izveden svjetlovodni završetak. Nepravilnosti, ogrebotine, napuknuća i slična oštećenja strukture i površine rezultirat će smanjenim protokom svjetlosti. Vrlo je bitan i mehanički spoj svjetlećeg kraja i završne svjetleće armature.

69. Kako završavaju staklena svjetlovodna vlakna?

Staklena svjetlovodna vlakna se učvršćuju u profilirane cijevčice pomoću epoksidnih ljepila. Tako pripremljen svjetleći kraj je čvrsti element pogodan za rezanje i poliranje bez opasnosti oštećenja vlakna. Cijevčice su najčešće mjedene i služe i za točno namještanje i učvršćenje svjetlećeg kraja.

Staklena svjetlovodna vlakna dozvoljavaju izvedbu sofisticiranih svjetlećih krajeva koji podnose vrlo visoke radne temperature. Posebna ljepila se koriste za takvu primjenu i podnose temperature od 400°C u kontrolnim jedinicama plamenika.

70. Kako završavaju polimerna svjetlovodna vlakna i multivlaknasti svjetlovodi?

PMMA vlakna mogu završavati na nekoliko načina ovisno o tipu i namjeni. Jednostavno presječena vlakna pomoću oštrog skalpela ili britvice je standardni tip završetka za

dekorativnu rasvjetu, displeje i natpise. Ista vrsta izvedbe kao za staklena vlakna se koristi kod multivlaknastih svjetlovoda uz ograničenje toplinskog opterećenja. Za većinu dekorativnih i svjetlosnih primjena polimerna vlakna i svjetlovodi su u velikoj prednosti pred staklenim. Dovoljan je jednostavan alat i malo vještine za postizanje prekrasnih efekata na samom gradilištu bez skupe tvorničke pripreme i izrade po mjeri. PMMA vlakna se također mogu fuzionirati u snopove i polirati do vrhunske kvalitete na licu mjesta.

71. Kako završavaju monovlaknasti svjetlovodi?

Sastav monovlaknastog svjetlovoda onemogućava preciznu izvedbu svjetlećeg kraja jer je značajno mekše strukture od PMMA ili staklenih vlakna, a tvrdoća materijala je preduvjet za uspješno poliranje. Ako se pokuša polirati rezultat je nepolirani presjek i dio polirne prašine uđe između vlakna i teflonskog omotača te narušava svjetlovodna svojstva. Svjetleći završetak se najčešće izvodi alatom s vrlo oštrim sječivom. O oštirini rezača ovisi glatkost površine presjeka koja se dalje može termički polirati jedino tvornički.

U ispitivanju su mogućnosti poliranja pod niskom temperaturom vodenim mlazom visokog pritiska ili laserom.

72. Kako završavaju upleteni multivlaknasti svjetlovodi?

Koristi se ista tehnika kao kod multivlaknastih svjetlovoda jer se sastoje od mnogo PMMA vlakana.

Oba kraja je potrebno fuzijom stopiti u snop i polirati.

73. Što je zajednički kraj?

Svjetlovodna vlakna ili svjetlovodi se moraju spojiti s projektorom. Posebno u slučaju mnogo vlakana potrebno ih je skupiti zajedno i osigurati u takvom položaju usmjerena prema izvoru svjetla. Zajednički kraj je svjetlovodni snop sljepljen ili fuzijom stopljen kompaktan presjek, koji se nakon poliranja površine optičkog presjeka stavlja u projektor.

74. Koliko je važan zajednički kraj?

Iako proizvođači veće značenje daju projektoru i svjetlovodu, zajednički kraj je vitalni dio za funkcioniranje svjetlovnog sustava. Dobro izveden zajednički kraj mora skupiti svjetlovode zajedno u fiksnu kompaktnu cjelinu bez ljepljenja i omogućiti precizno poliranje.

Mnogi loši primjeri svjetlovodnih instalacija su uzrok loše konstruiranog i izvedenog zajedničkog kraja. Korištenje ljepila u izvedbi zajedničkog kraja kod staklenih i polimernih svjetlovoda bi trebalo pod svaku cijenu izbjegavati jer smanjuju vijek trajanja svjetlovodne instalacije.

75. Što određuje kvalitetu zajedničkog kraja?

Sposobnost zadržavanja svih svjetlovodnih vlakana u kompaktnom, čvrstom položaju spram žarulje, precizno poliranog presjeka bez primjene ljepila.

76. Koliko postoji tipova zajedničkog kraja?

Osnovna su dva tipa određena tipom svjetlovoda: sljepljeni (za staklena svjetlovodna vlakna) i fuzijom stopljeni (za polimerna svjetlovodna vlakna). Neki proizvođači koriste i tehniku jednostavnog učvršćenja svjetlovodnog snopa obodnim stezanjem.

77. Što je ujednačen zajednički kraj (engl. randomized common end)?

Kad se nekoliko svjetlovoda stopi u zajednički kraj postaje fizikalno nemoguće postići jednakomjeran nivo svjetla za sva svjetlovodna vlakna po površini optičkog presjeka jer žarulja ne daje apsolutno jednaki intenzitet svjetla po čitavoj površini ekrana. Da bi se smanjile razlike u intenzitetu kod sastavljanja zajedničkog kraja svjetlovodna vlakna svjetlovoda se ispremišavaju po optičkom presjeku tako da svaki svjetlovod dobije svjetlo sa različitih točaka unutar ekrana. Konačni intenzitet svjetla svjetlovoda je mnogo ujednačeniji, ali još uvijek nije kod svih jednak.

Moguća je i primjena optičkog predloška ispred zajedničkog kraja koji ujednačuje intenzitet svjetla po čitavom optičkom presjeku.

78. Što su završni svjetleći elementi?

U nekim slučajevima to su jedini elementi svjetlovodnog sustava koji su vidljivi. To su rasvjetni elementi koji učvršćuju, drže, usmjeravaju i završavaju svjetleći kraj svjetlovoda.

79. Koliko vrsta završnih svjetlećih elemenata postoji?

Doslovno tisuće vrsta, za svaku zamišljenu instalaciju poseban tip. Od malih lećastih završetaka, staklenih kristala koji daju posebne efekte, do velikih svjetlećih bazenskih svjetiljki. Slično kao što u svijetu rasvjete postoji tisuće različitih zidnih, podnih, stropnih i drugih svjetiljaka.

80. Može li se intenzitet svjetla svjetlećeg kraja povećati?

Postoje na tržištu optički koncentratori koji sustavom leća sužuju svjetlosni snop i tako povećavaju intenzitet svjetla na manjoj površini.

81. Tko proizvodi završne svjetleće elemente?

Svaki proizvođač svjetlovodnog sustava proizvodi i veliki izbor završnih elemenata predviđenih za korištenje u instalacijama s njegovim sustavom.

82. Jesu li standardizirani završni svjetleći elementi?

Nisu. Svaki proizvođač svjetlovodnog sustava daje prednost svojem rješenju svjetlećeg elementa, njegovom promjeru, veličini, načinu pričvršćenja, završnoj obradi. Zbog nestandardiziranosti najčešće nije moguće koristiti elemente jednog proizvođača u sustavu drugog proizvođača.

83. Što je optički priključak (engl. optical port)?

U svjetlovodnoj industriji optički priključak je element koji fizički omogućuje spoj zajedničkog kraja i projektora. U najjednostavnijoj formi izveden je kao muška i ženska prirubnica koje se učvršćuju jedna u drugoj. Sofisticiranije izvedbe uključuju mogućnost učvršćenja filtera, fokusiranja, hlađenja...

84. Postoji li više tipova optičkih priključaka ?

Osnovna su dva tipa. Kod prvog se zajednički kraj stavlja u cilindrični element prethodno proračunatog otvora u koji se pomoću ljepila učvršćuje i kasnije zajedno s njim polira (engl. potting optical port). Ovakva izvedba se najčešće koristi za staklena svjetlovodna vlakna.

Kod drugog tipa se fuzijom stopljeni i polirani zajednički kraj učvršćuje s brtvom u cilindrični element gdje se pomoću navoja i sistema pločica obodno steže u kompaktnu cjelinu (engl. pressure optical port). Ovaj je način mnogo sofisticiraniji i primjenjuje se za monovlasknaste polimerne svjetlovođe. Za PMMA vlakna se koriste oba tipa.

85. Tko proizvodi optički priključak?

Svi proizvođači svjetlovodnih instalacija proizvode posebne tipove optičkih priključaka za spajanje s projektorima iz njihove ponude.

86. Jesu li optički priključci međusobno kompatibilni?

Najčešće nisu. Proizvođači projektora koriste posebne tipove koji pristaju njihovim proizvodima tako da najčešće bez dodatnih prilagodbi nije moguće kombinirati elemente sustava više proizvođača.

SVJETLOVODNI SUSTAVI

87. Što je svjetlovodni sustav?

Izraz označava sve potrebne elemente koji omogućuju funkcioniranje instalacije svjetlovodne rasvjete.

Osnovni elementi su projektor i svjetlovod. Međusobnom kombinacijom i multiplikacijom uz dodatak ostalih elemenata opreme i pribora dobivamo najrazličitije mogućnosti primjene u oblikovanju interijera i eksterijera.

88. Tko je integrator svjetlovodnih sustava?

Integrator svjetlovodnih sustava nabavlja svjetlovod od proizvođača i reže, polira, sastavlja, prodaje i eventualno montira konačni proizvod.

89. Koja je razlika između proizvođača svjetlovoda i proizvođača svjetlovodnog sustava?

To pitanje bi zvučalo glupo u nekoj drugoj grani industrije. Mnoge tvrtke objavljuju u svojim brošurama i katalozima da su proizvođači svjetlovoda, što jednostavno nije istina. Tvrtka koja proizvodi svjetlovod ili svjetlovodna vlakna pretvara polimere, monomere ili sirovo staklo u profile ili filamente, zaštićuje ih vanjskom izolacijom stvarajući svjetlovodno vlakno ili svjetlovod.

Za usporedbu odmah uočavamo razliku između proizvođača stakla, staklara i trgovca staklom.

Mnoge tvrtke koje se bave svjetlovodnom rasvjetom su ustvari integratori svjetlovodnih sustava.

90. Koji su najbolji proizvođači svjetlovoda?

Isticanje jednog ili drugog proizvođača bilo bi nepravedno i neprofesionalno. Sasvim je jasno da se svjetlovod ne može proizvesti u maloj radionici, već zahtjeva ogromne komplicirane pogone i postrojenja i profesionalni ljudski potencijal koji opslužuje tu opremu.

Općenita kvaliteta svjetlovoda na tržištu je vrlo visoka, a greške i nepravilnosti koje su se događale nemaju veze s kvalitetom materijala već s rukovanjem i primjenom sustava.

91. Tko su najbolji integratori svjetlovodnih sustava?

Obratno od proizvođača svjetlovoda, proizvođači sustava su većinom male tvrtke. U ovom slučaju veličina tvrtke ima suprotan efekt na konačan proizvod jer svjetlovodni sustav traži određeni nivo angažmana, talenta i tehničke profesionalnosti čak i kod manjih instalacija. Brzi odgovori na zahtjeve tržišta u obliku crteža, tehničkih razrada, studija, prezentacija i ponuda su nemogući u slučaju velikih korporacija.

S druge strane mnogi integratori sustava imaju vrlo malo tehničkog znanja i ubrzo zapadaju u poteškoće u rješavanju svjetlotehničkih zadataka sa svjetlovodnim sustavom.

Atesti proizvoda, dokumentacija, informacije i reference su najlakši način da se prepozna profesionalnost proizvođača.

Ako u ovoj grani industrije ne prethode detaljne i precizne informacije o proizvodu, već je sve obavijeno velom tajni, najčešće znači da su rješenja misterija i za proizvođača odnosno ponuđača.

92. Jesu li svjetlovodne instalacije skupe?

Da bi se odredilo da li je svjetlovodna instalacija skupa trebalo bi je usporediti s adekvatnom zamjenskom instalacijom i vidjeti ostale prednosti i nedostatke jedne i druge. Pošto adekvatne zamjene u većini slučajeva nema, cijena često nije u pitanju.

Nepravедno bi bilo uspoređivati običnu rasvjetnu instalaciju u nekom izložbenom ormaru sa svjetlovodnom instalacijom jer je ona jedinstvena.

Svjetlovod može određenu malu ili čak veliku količinu svjetla dovesti na praktično bilo koje mjesto s preciznošću, bez topline i elektriciteta, s udaljenim izvorom svjetla.

Osnovni princip primjene svjetlovodne rasvjete je da se ne koristi ako postoji drugačije rješenje jer je to drugo rješenje u pravilu jeftinije.

Kad bismo usporedili jedan konvencionalni izvor svjetla s jednim svjetlećim krajem svjetlovodnog sustava, u prednosti je klasično rješenje. Kad bismo usporedili nekoliko klasičnih izvora svjetla i svjetlovodni sustav s isto toliko svjetlećih krajeva sličnih svjetlotehničkih osobina, uzevši u obzir prednosti uštede energije i troškova održavanja svjetlovodna rasvjeta je jeftina.

93. Što je najskuplje u svjetlovodnoj rasvjetnoj instalaciji?

Strukturu troškova jedne svjetlovodne instalacije teško je generalizirati, jer ovisi o namjeni i projektnim zahtjevima. Općenito gledano moguće je da su elementi sustava skuplji od konačnog proizvoda koji sadrži još neke materijale i rad na izvedbi. S druge strane opet kod nekog animacijskog sustava ili "zvjezdanog neba" primjerice učešće materijala je manji dio troška od vremena potrošenog od razrade preko pripreme do izvedbe instalacije na licu mjesta.

94. Hoće li svjetlovodna rasvjeta s vremenom pojeftiniti?

Svjetlovodna rasvjeta nije proizvod za široku potrošnju i vjerojatno nikad neće ni biti. Čak i danas je većina sustava ili njihovi dijelovi ručne izvedbe i proizvodi se u malim serijama od najviše stotinjak komada. Mali broj dijelova sustava se izrađuje u tisućama komada osim brizganih plastičnih dijelova koji imaju malu cijenu.

Grupe svjetlovoda i snopovi se mogu vrlo jednostavno serijsko proizvoditi i smanjiti troškove. Problem je da se rijetko događa da se u više slučajeva radi o istovrsnim instalacijama s istom konfiguracijom svjetlovoda pa se moraju ručno kompletirati po mjeri. Drugi razlog skupoće sustava je tehnička podrška koja mora dnevno biti na raspolaganju za studije i razrade pojedinih instalacija budući da nema standardne rasprostranjene profesionalne tehničke podrške .

95. Je li komplicirana instalacija svjetlovodnih sustava?

Opet treba pravedno usporediti ovaj tip rasvjete s konvencionalnim. Svjetlovodni sustav u cijelosti je jednostavnije montirati nego klasičnu rasvjetu. Ponekad displeji, stropovi,

paneli, efekti i projekti sadrže tisuće pa i stotine tisuća svjetlovodnih završetaka čija instalacija je izazov.

Problem kod toga je u količini, veličini i kompleksnosti. U svakom slučaju instalacija točkastog svjetlovodnog izvora je jednostavnija od električnog svjetlosnog izvora.

96. Što je zvjezdano nebo?

To je jedan od vjerojatno najljepših svjetlosnih efekata koji se mogu proizvesti upotrebom svjetlovodne rasvjete, koji može biti vrlo jednostavan, ali i dosta sofisticiran.

U najjednostavnijoj formi to je efekt načinjen upotrebom niza vlakana malog promjera spojenih u svjetlovodni snop osvijetljen projektorom. Rezultat je niz statičkih sitnih točkastih izvora svjetla istog promjera.

Vjerniji sustav sadrži svjetlovodna vlakna različitog promjera od 0,25mm do 3,00mm, koja pravilnim izborom i pravilno određenom gustoćom po jedinici površine mnogo bolje imitiraju zvjezdano nebo. U slučaju instalacije projektora s rotirajućim prizmatičnim diskom postiže se i svjetlucaje što daje posebnu čar instalaciji.

97. Što je rotacioni disk?

To je kružni pločasti metalni ili polikarbonatni element koji se okreće oko svog centra između žarulje i optičkog priključka. Na sebi ima izvedene perforacije, proreze, obojane segmente, uzorke i slično, što daje u kombinaciji s okretanjem različite svjetlosne efekte.

98. Što je animacijski svjetlovodni snop?

Grupa svjetlovodnih vlakana izvedenih u određenom označenom nizu. Vlakna se instaliraju u istom redosljedu i osvijetle posebnim projektorom koji daje efekt linijskog kretanja svjetla.

99. Što su svemirski efekti?

Simulacija i prezentacija kometa, meteora, kiše meteora, supernovih zvijezda, spiralnih galaksija, polarne svjetlosti koje su izvedene pomoću tisuća svjetlovodnih vlakana i animacijskog projektora.

100. Kako bismo jednom riječju opisali svjetlovodnu rasvjetu?

Čarolija.

