

PROJEKTNI ZADATAK 2

Električne instalacije na železničkom putničkom vagonu

Predmet projekta su električne instalacije na železničkom putničkom vagonu predviđenom za potrebe bivše jugoslovenske železnice bivše SFRJ, na čijim se prugama koristi napon u prolaznom vodu vagona 1500 V, 50 Hz. Potrebno je izraditi električne instalacije za jedan od dva tipa vagona:

- Vagon tipa AB: vagon sa odeljcima, u kome se nalaze 4 odeljka I klase i 6 odeljaka II klase, sa po 6 mesta u svakom,
- Vagon tipa Bt: vagon bez odeljaka (on se izrađuje u dve varijante, kao turistički ili II klase).

Vagoni mogu imati punu klimatizaciju, što znači i hlađenje, ali se njihov najveći deo izrađuje samo sa grejanjem i provetravanjem. Kombinacija ove dve varijante, sa navedena dva tipa vagona, daje ukupno četiri različita projektna zadatka za projektovanje instalacije (ABH, ABG, BtH i BtG; primera radi, BtG znači Bt vagon bez hlađenja, odnosno samo sa provetravanjem i grejanjem).

Grejanje i hlađenje vagona se tako što se vazduh, koji služi za provetravanje (ubacivanje određene količine svežeg spoljašnjeg vazduha), prethodno zagreje, ili ohladi, pa se zatim distribuira u prostore vagona. Vazduh se zagreva i hladi u "sanduku za pripremu vazduha", koji se nalazi ispod vagona. U njemu se nalazi jedan centrifugalni ventilator za potiskivanje vazduha. U zavisnosti od režima rada, vazduh se preko filtra usisava iz vagona, spolja ili u određenoj proporciji i iz vagona i spolja. Količina vazduha u toku zagrevanja je 2000 m³/h, a u toku hlađenja 2500 m³/h.

Ovaj ventilator se pokreće jednofaznim asinhronim motorom sa kratkospojenim rotorom, snage $P_n = 1500 \text{ W}$ ($\eta = 0.78$, $\cos \varphi = 0.81$), $n_n = 1420 \text{ min}^{-1}$. On mora biti u pogonu i kada u prolaznom vodu vagona nestane napona, jer je on jedini snabdevač vagona svežim vazduhom, obzirom da se kod vagona prozori ne otvaraju. Zbog toga se ventilator napaja preko DC/AC pretvarača sa baterije električnih akumulatora. Propisima je predviđeno da ventilator treba da radi oko 3 sata posle nestanka napona u prolaznom vodu. Posle ova tri sata, ventilator radi još izvesno vreme, dok napona na bateriji nominalnog napona 24 V ne opadne na 19 V.

Kod ABG vagona, zagrejani vazduh se distribuira pomoću dva kanala, "osnovnog" i "toplog", dok se kod BtG vagona vazduh distribuira samo pomoću jednog kanala. U oba slučaja vazduh se zagreva u sanduku za pripremu vazduha, u kome se nalaze sledeći elektrootporni izvori toplote:

- kod ABG vagona za "osnovni" kanal snage 2 x 13300 W, a za "topli" 1 x 13300 W, a
- kod BtG vagona snage 3 x 13300 W.

Nazivna vrednost napona tih grejača je $U_n = 1500 \text{ V}$.

Kod ABH vagona sa odeljcima, odnosno kod AB vagona sa punom klimatizacijom, "topli" vazdušni kanal je zamenjen "električnim" kanalom, što znači da je na svakom izlaznom otvoru iz ovog kanala prema odeljcima ugrađen elektrootporni izvor toplote snage 1300 W, napona 230 V. Kod BtH vagona rešenje je nepromenjeno, odnosno postoji samo jedan kanal, kroz koji se vazduh distribuira direktno u odeljke.

Kod oba tipa vagona kod kojih se vrši i hlađenje, u sanduk za pripremu vazduha, postavljen je isparivač kompresorskog sistema za hlađenje, koji hladi vazduh u "osnovnom" kanalu.

Kompresorski sistem za hlađenje, smešten u sanduku za pripremu vazduha, i kod AB i kod Bt tipa vagona sadrži isparivač, na kome se vrši hlađenje vazduha. Osnovni električni prijemnici kompresorskog sistema su:

- dva klipna kompresora pokretana asinhronim motorima sa kratkospojenim rotorom, snage 7.5 kW, nazivnog napona 3 x 380 V ($\eta = 0.83$, $\cos \varphi = 0.87$) i
- dva aksijalna ventilatora za hlađenje kondenzatora pokretana asinhronim motorima sa kratkospojenim rotorom, snage 1.5 kW, nazivnog napona 3 x 380 V ($\eta = 0.78$, $\cos \varphi = 0.81$).

Ovi motori su preko pretvarača učestanosti vezani na deo električnih instalacija u vagonu napona 2 x 230 V, čija je snaga 20 kVA. Opseg regulacije učestanosti na frekventnom pretvaraču je (25 - 60) Hz.

Kod vagona tipa AB, vazduh iz odeljaka izlazi u hodnik (kroz otvore na vratima), a iz njega u ulazišta, odakle izlazi napolje kroz otvor na krovu. Navedeni tok strujanja vazduha se ima u najčešćem radnom režimu zagrevanja. Kod vagona tipa Bt, vazduh u ulazišta dolazi kroz otvore na pregradnim vratima, a iz njih se izbacuje napolje kroz otvore na krovu, u kome postoji i aksijalni ventilator, pokretan jednofaznim asinhronim motorom snage 500 W, napona 230 V. U slučaju vagona oba tipa, u svakom ulazištu je ugrađen i po jedan elektrootporni izvor toplote 1500 W, napona 230 V.

Kod svih vagona se na ulazištima nalazi po jedan toalet, koji se zagreva jednim elektrootpornim izvorom toplote snage 1000 W, napona 230 V. U svakom od toaleta se nalazi i po jedan električni bojler, snage elektrootpornog izvora 750 W, napona 230 V.

Električno osvetljenje u vagonu se napaja jednosmernim naponom i svaka svetiljka sadrži svoj DC/AC pretvarač. Instalirana snaga osvetljenja iznosi 1500 W. Kada nestane napon u prolaznom vodu, automatski se gasi 2/3 izvora svetlosti, dok se za preostalu 1/3 predviđa tročasovni rad. Isključenje napajanja ove 1/3 osvetljenje se vrši u istom trenutku kao isključenje motora ventilatora.

Na jednosmerni napon su vezane i razne signalizacije i drugi prijemnici važni za sigurnost. Njihova instalirana snaga je oko 150 W i oni se ne isključuju ni po padu napona na bateriji ispod 19 V.

Razvod električne energije na naponu od 1500 V se nalazi u jednom sanduku, koji se postavlja ispod vagona. Otvaranjem poklopca na njemu, prvo se prekida struja upravljačkog kola svih kontaktora, da bi se noževi rastavljača rasteretili strujno, pa se potom i oni rastavljaju. čitava instalacija tada ostaje bez napona. Po punom otvaranju, noževi se spajaju sa masom vagona, odnosno sa šinama.

U ovom sanduku se nalaze zaštitne i prekidačke komponente visokonaponskih strujnih kola. Za formiranje ovih kola koristiti visokonaponske topljive osigurače nazivnih struja 6, 12 i 50 A i jednopolne kontaktore snage 16 i 50 kW, sa naponom magneta 24 V.

Pored ovog sanduka postavljen je sanduk za smeštaj transformatora 1500 / 2 x 230 / 33 V, a pored njega sanduk sa ispravljačem. Sanduci za baterije električnih akumulatora slede posle sanduka sa ispravljačem. Ovakav raspored je omogućava skraćanje provodnih veza.

Prostor u koga se smešta električni razvodni orman, za razvod 230 V i 24 V se kod svih vagona nalazi pored toaleta u jednom od ulazišta. Iz njega polaze sva strujna kola tih naponskih nivoa. Za njihovo formiranje se koriste standardne električne komponente, pri čemu je upravljački napon kontaktora 24 V.