

Ispitivanja pri gradnji

2

- Pri gradnji sinkronih strojeva, osobito onih velike snage, provode se mnogobrojna ispitivanja.
- Većina ovih provjera je definirana standardima, i proizvođač ih je dužan provesti.
- U ugovoru o izradi se specificiraju načini kontrole.
- Često kupac postavlja zahtjev da se određene provjere obavljaju uz prisustvo inspektora.

3

- Ispitivanja pri gradnji mogu se razvrstati u dvije osnovne grupe:
 - ulazna kontrola i
 - provjera tehnoloških postupaka.
- Ulazna kontrola obuhvaća ispitivanja kvalitete materijala koji se ugrađuju:
 - konstrukcijski materijali,
 - magnetski materijali,
 - bakar i
 - izolacijski materijali.

4

- Kod konstrukcijskih materijala se provjeravaju mehanička svojstva (čvrstoća) i struktura zbog velikih mehaničkih naprezanja.
- Kod magnetskih materijala se provjeravaju električna, magnetska i mehanička svojstva:
 - krivulja magnetiziranja,
 - specifični gubici,
 - površinska izolacija,
 - deformiranost limova i
 - čvrstoća (za rotor).

5

- Bakar za vodiče je u većini slučajeva standardiziran, pa nisu potrebne posebne provjere.
- Ipak, najčešće se provodi osnovna provjera električne vodljivosti vodiča.
- Ako se koriste posebne dimenzije bakra (po narudžbi), onda je potrebno provjeriti dimenzije i vodljivost čistog bakra i izolacije.

6

| SINKRONI STROJEVI | Ispitivanja pri gradnji |
|--|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Kod izolacije se provjeravaju: <ul style="list-style-type: none"> – mehanička svojstva, – električna svojstva, – kemijska svojstva i – dimenzije. Provjera kemijskih svojstava je jako važna, jer se često radi o sustavu izolacije, čija svojstva moraju biti uskladjeni. Kvaliteta ovisi o izolaciji na najslabijem mjestu. | 7 |

| SINKRONI STROJEVI | Ispitivanja pri gradnji |
|---|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Provjera tehnoloških postupaka obuhvaća: <ul style="list-style-type: none"> – provjeru varova, – provjeru paketa limova (statora), – provjeru kvalitete izolacije statorskog namota i – ispitivanje sklopova. Rotor se uvijek mora balansirati da se izbjegnu nesimetrične centrifugalne sile zbog nesimetrično raspodijeljenih masa. | 8 |

| SINKRONI STROJEVI | Ispitivanja pri gradnji |
|--|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Od ispitivanja sklopova su među najvažnijima provjera simetričnosti rotora i pokus vitlanja. Pokus vitlanja predstavlja provjeru mehaničke čvrstoće rotora pri povećanoj brzini vrtnje. To je vrtnja rotora generatora maksimalnom mogućom brzinom koju rotor može doseći u najnepovoljnijim uvjetima. | 9 |

| SINKRONI STROJEVI | Ispitivanja pri gradnji |
|--|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> U slučaju nestanka električnog opterećenja i zatajivanja svih regulacionih i sigurnosnih mehanizama, pogonski stroj će ubrzati cijeli agregat do brzine koja iznosi 1.3 – 3.5 nazivne brzine. Maksimalna brzina ovisi o vrsti pogonskog stroja (dizelski motor, parna ili plinska ili vodna turbina). Najnepovoljniji su u tom pogledu neki tipovi vodnih turbina ako turbina ostane bez opterećenja s potpuno otvorenim privodom i počne ubrzavati generator. | 10 |

| SINKRONI STROJEVI | Ispitivanja pri gradnji |
|---|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Pritom se uzimaju u obzir i najnepovoljniji uvjeti sa stanovišta pritiska vode, odnosno maksimalni mogući pad vode (puno akumulacijsko jezero). Ponekad trajanje ovakve vrtnje u pogonu može biti jako dugo - više sati (u elektranama bez posade). Ipak, uobičajeno je da se pokus provodi u trajanju od nekoliko minuta. Obodna brzina rotora tijekom takvih pokusa može prijeći i 200 m/s. | 11 |

| SINKRONI STROJEVI | Ispitivanja pri gradnji |
|---|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Za rotore koji se u cijelosti izrađuju u tvornici (na primjer turbogeneratori) se i pokus vitlanja provodi u tvornici. Kod velikih hidrogeneratora, koji mogu imati promjer rotora i veći od 10 m, pokus vitlanja se provodi na potpuno montiranom generatoru u elektrani. Pri pokusu vitlanja rotor mora izdržati mehanička naprezanja, a ležajevi generatora, koji su pri tome također dodatno opterećeni, se ne smiju pregrijavati. | 12 |

SINKRONI STROJEVI

Ispitivanja pri gradnji

- Osim ispitivanja tijekom izrade i montaže provode se i nakon montaže mnogobrojna ispitivanja.
- Pri tome se nekim ispitivanjima provjeravaju osnovne funkcije stroja, a druga imaju svrhu provjeriti pouzdanost i sigurnost rada stroja.
- Od neelektričnih ispitivanja se ponekad provodi i detaljno ispitivanje sistema hlađenja.
- Obavezno se ispituje i zagrijavanje stroja.

13

SINKRONI STROJEVI

Ispitivanja pri gradnji

- Na gotovom stroju se obavljaju i naponski pokusi za ispitivanje izolacije između namota i mase.
- Visina ispitnog napona je određena propisima, a ovisi o nazivnom naponu generatora.
- Mjerenje gubitaka u stroju je također uobičajeno i provodi se na zahtjev kupca. Preveliki gubici ne moraju nužno značiti i preveliko zagrijavanje stroja, ali predstavljaju gubitak energije koji u životnom vijeku stroja može biti vrlo značajan.

14

SINKRONI STROJEVI

Karakteristika praznog hoda

15

SINKRONI STROJEVI

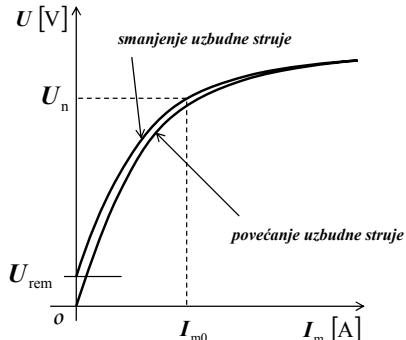
Karakteristika praznog hoda

- Karakteristika praznog hoda predstavlja ovisnost napona na stezalkama o uzbudnoj struci generatora u praznom hodu, uz održavanje konstantnog broja okretaja.
- Za generator kažemo da je u praznom hodu ako se vrati konstantnom brzinom (obično nazivnom), uz neki iznos uzbudne struje i bez opterećenja na statoru (otvorene stezaljke).
- Snimanje se provodi tako da se mijenja uzbudna struja i mjeri napon na stezalkama stroja.

16

SINKRONI STROJEVI

Karakteristika praznog hoda



Mjerena karakteristika praznog hoda

17

SINKRONI STROJEVI

Karakteristika praznog hoda

- Mjerena karakteristika praznog hoda slijedi osnovnu ovisnost karakteristike magnetskog kruga.
- Karakteristika praznog hoda nije jednoznačna, jer na nju utječe remanentni magnetizam rotora.
- Pri prvom snimanju karakteristike uz povećanje uzbudne struje od nule do neke vrijednosti koja daje napon veći od nazivnog dobijemo donju krivulju.
- Pri snimanju uz smanjenje uzbudne struje do nule dobijemo gornju krivulju.

18

SINKRONI STROJEVI

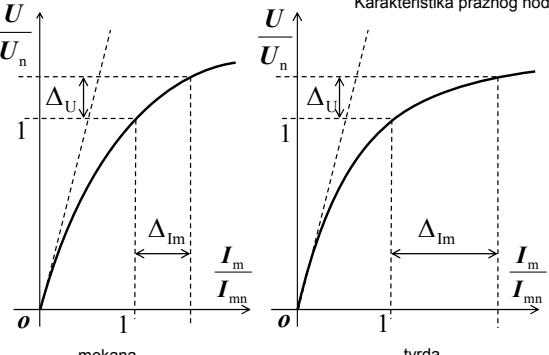
Karakteristika praznog hoda

- Pri sniženju uzbudne struje na nulu i dalje imamo neki mali napon na stezaljkama statorskog namota.
- Taj se napon naziva napon remanencije ili remanentni napon.
- On je posljedica histereze magnetskog materijala od kojeg je napravljen rotor.
- Remanentni napon iznosi obično nekoliko postotaka nazivnog napona, ali u apsolutnoj vrijednosti može ipak biti dosta visok (nekoliko stotina volta).

19

SINKRONI STROJEVI

Karakteristika praznog hoda



Mjerene karakteristike praznog hoda

20

SINKRONI STROJEVI

Karakteristika praznog hoda

- Karakteristika praznog hoda se uglavnom prikazuje u relativnim vrijednostima radi usporedbe različitih strojeva.
- To ne znači ništa drugo nego da se vrijednosti izmjerjenih napona i struje podijele s vrijednostima nazivnog napona i uzbudne struje za nazivni napon.
- S obzirom na oblik karakteristike uobičajeno je da se karakteristika naziva tvrdom ili mekanom.

21

SINKRONI STROJEVI

Karakteristika praznog hoda

- Tvrda karakteristika zahtijeva velike promjene uzbudne struje za određenu promjenu napona.
- Mekana karakteristika zahtijeva male promjene uzbudne struje za jednaku promjenu napona.
- Tvrda karakteristika je povoljnija sa stanovišta pogona, jer pri iznenadnom rasterećenju generatora ne dolazi do velikog porasta napona.
- Često se postavlja zahtjev da pri rasterećenju generatora porast napona ne smije biti velik, npr. veći od 30% nazivnog napona.

22

SINKRONI STROJEVI

Karakteristika kratkog spoja

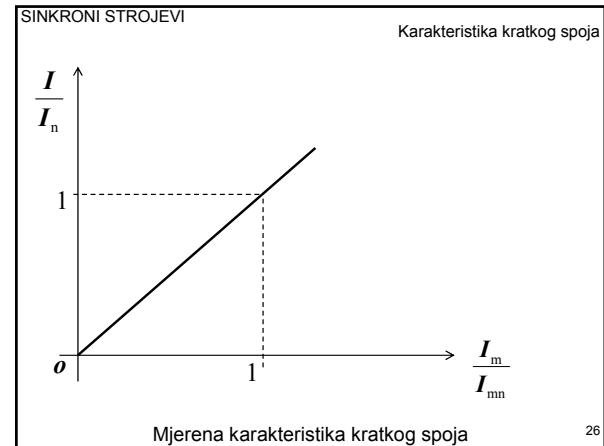
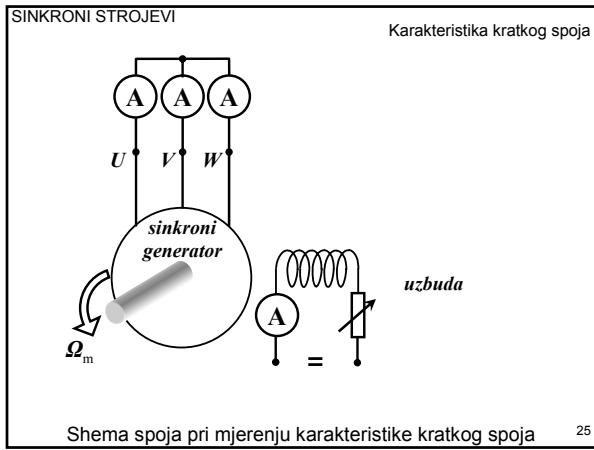
23

SINKRONI STROJEVI

Karakteristika kratkog spoja

- Za generator kažemo da je u kratkom spaju ako se vrati konstantnom brzinom (obično nazivnom), uz neki iznos uzbudne struje i uz kratko spojene stezaljke statorskog namota.
- Karakteristika kratkog spoja predstavlja ovisnost struje kroz kratko spojene stezaljke generatora o uzbudnoj struci, uz održavanje konstantnog broja okretaja rotora.

24



- SINKRONI STROJEVI
- Karakteristika kratkog spoja
- Već smo iz teoretskih razmatranja zaključili da je karakteristika kratkog spoja pravac.
 - Pri mjerenu se rotor stroja vrti, a uzbudna struja se povećava sve dok kroz statorski namot ne poteče nizivna struja.
 - Budući da su u krakom spoju protjecanja rotora i statora u ravnoteži, a ona ne ovise o brzini, karakteristika je praktički neovisna o brzini vrtnje.
 - Mjerene se zbog zagrijavanja vrši od najveće struje prema nuli, smanjenjem uzbudne struje.
- 27

- SINKRONI STROJEVI
- Karakteristika kratkog spoja
- Karakteristika kratkog spoja se često prikazuje u relativnim vrijednostima radi usporedbe različitih strojeva.
 - To znači da se izmjerene vrijednosti armaturne struje podijele s vrijednošću nizivne struje, a izmjerene vrijednosti uzbudne struje se podijele s vrijednošću uzbudne struje za nizivni rad.
- 28