

LÜHIKOKKUVÕTE

Pealkiri: Püsimagnetgeneraatori ekstsentrilisusest tingitud mehaaniliste vibratsioonide analüüs

Autor: Tauno Tiirats

Uurimustöö käsitleb aeglasekäigulise püsimagnetgeneraatori ekstsentrilisuse põhjustatud mehaanilisi vibratsioone. Uuriti siirdeid, mis on tekitatud kolme peamise rootori ekstsentrilisuse poolt: staatiline ekstsentrilisus, dünaamiline ekstsentrilisus ja ebaühtlane massijaotus. Vibratsioonide analüüsiks teostati katsed prototüüpgeneraatoril. Mõõtmisteks kasutati kontaktivaba optilist siirete mõõtmisüsteemi. Katse tulemusi kasutati ekstsentrilisuste mõju hindamiseks ja järelduste tegemiseks. Katsed teostati kõikide ekstsentrilisustega ja kolme erineva pöörlemiskiirusega. Eraldi käsitleti erinevatest ekstsentrilisustest tingitud teljesihilisi ja radiaalsihilisi siirdeid. Lisaks katsetele loodi arvutusmudel, millega ohuvabalt hinnata ekstsentrilisusest tingitud siirdeid võimendavaid faktoreid. Arvutused teostati terve masina, ebasümmeetrilise massijaotuse ja dünaamilise ekstsentrilisuse olukordadega. Töö eesmärk oli erinevatest ekstsentrilisustest tingitud siirete omavaheliste suhete kirjeldamine ning nende ohtlikkuse hindamine antud generaatorile.

Katse tulemustes kirjeldati ära siirete omavahelised suhted ning leiti, et vaid dünaamiline ekstsentrilisus kujutab ohtu masina struktuursele terviklikkusele. Normaalse tööolukorra teljesihilised siirded suurenevad kahekordselt ning radiaalselt on suur oht õhupilu sulgumisele. Staatiline ekstsentrilisus ja ebasümmeetriline massijaotus põhjustavad võnkeamplituudide suurenemise, aga mõju on piisavalt väike, et mitte avaldada otsest ohtu elektrimasina struktuurile. Teljesihilised siirded on mõjutatud ka generaatori pöörlemiskiirusest. Staatilise ja dünaamilise ekstsentrilisuse korral kiiruse suurenemisega kasvavad ka võnkeamplituudid. Vastupidiselt teistele, ebasümmeetrilise massijaotuse korral võnkeamplituudid kasvavad hoopis kiiruse vähenemisel. Radiaalsihis ei ole kiiruse mõju eristatav ehk võib pidada olematuks. Lõplike elementide meetodil teostatud arvutuste põhjal selgus, et peamiseks põhjuseks siirete suurenemisel võib pidada laagreid.

Uurimustöö annab hea aluse edasiseks põhjalikumaks püsimagnetgeneraatori ekstsentrilisuse tekitatud lisavibratsioonide uurimiseks. Generaatori struktuuri ohutuse vaatenurgast on soovitatav edasine uurimissuund tekkinud vibratsioonide mõju struktuuri ja laagrite elueale.

SUMMARY

Title: Analysis of Mechanical Vibrations Caused by Eccentricity in a Permanent Magnet Generator

Author: Tauno Tiirats

This research paper focuses on the analysis of mechanical vibrations caused by different eccentricities in the rotor of a slow-speed slotless permanent magnet generator. The analysis of different eccentricities and their influences was carried out on a full scale laboratory test machine. Three most common rotor mass center dislocation faults that can occur in the production phase of the machine were investigated: asymmetrical rotor weight distribution, none coaxiality of rotor and stator, dislocated rotor. The analysis was conducted to obtain information how different eccentricities influence vibrations and to evaluate the danger they exert to the mechanical integrity of the structure. Vibration measurements were carried out by non-contact optical measurement system. Tests were carried out with all eccentricity cases and with three different rotational speeds. Results were investigated separately for axial and radial transitions. In addition to the tests, finite element calculations were conducted to evaluate the mechanical properties of the generator carrier structure. Calculations were done with healthy machine, asymmetrical rotor weight distribution and with dislocated rotor.

The obtained results show that additional mechanical vibrations depend on the relation between eccentricity types. Dynamic eccentricity was found to be the most dangerous case compared to the others. It amplifies the normal vibration amplitudes by factor of two and poses a serious risk of air-gap closure. Uneven weight distribution and static eccentricity have an effect on the rotor but it can be considered small and they do not pose direct danger to the machine. Different rotational speeds affect the vibrations by amplitude increase in axial direction, except uneven mass distribution situation that has higher amplitudes with lower speeds. In radial direction rotational speed has no impact to vibration amplitudes. Based on the finite element calculations, main source for vibration amplifications can be designated to the bearings.

This research gives a good base for further investigations in the field of permanent magnet generator eccentricities. Based on the analysis, it is recommended in near future, to do a fatigue evaluation while taking into account vibration effects on the structure and bearings.