

Henryk Borecki
Energokonsulting, Lubliniec

NIESZCZELNOŚĆ PRZEWODÓW ELEMENTARNYCH GENERATORÓW 200 MW

Streszczenie: W naszej Energetyce nadal podstawową maszyną prądotwórczą jest generator 30 żłobkowy, produkowany w kraju, w drugiej połowie 20 wieku, na wymuszonej dokumentacji ZSRR. Od pierwszych lat eksploatacji maszyny te były modernizowane zwłaszcza przez firmę remontową /i produkcyjną też/. Nieszczelności stojana w układzie chłodzenia bezpośredniego były i są nadal. Z tą wszak różnicą, że dawniej przypadki postoju bloku były spowodowane nieszczelnością na połączeniach wodnych rozbiernych a dzisiaj coraz częściej mamy do czynienia z uszkodzeniami elementarnymi przewodów drażonych ze stali lub miedzi. W referacie będą omówione zagadnienia bezpośrednich i pośrednich przyczyn nieszczelności i propozycje z uzasadnieniem wykonania konstrukcji uzwojenia 60 żłobkowego we wszystkich tradycyjnych korpusach TWW – 200-2.

Uzwojenia stojana TWW-200-2 jest rozłożone w 30- tu żłobkach na obwodzie stojana. Poszczególne zespoły zwojów sprzężone są w każdej chwili z liniami głównego pola magnetycznego- tak w 30 jak i 60 żłobkowych generatorach. Pręt górnej GW i dolnej DW warstwy składa się z 2 półprętów odizolowanych od siebie. Każdy półpręt GW ma elektryczne i wodne [foto nr 1] połączenie z półprętem DW od strony napędowej N i przeciwnapędowej PN.

Podobnie jest w stojanach generatorów TWW-200-2A produkcji Elektrosiły, z tą jednak różnicą, że stojan ma 60 żłobków, a w żłobku jest jeden w/w półpręt GW, a nie dwa.

Konstrukcja generatorów 30 żłobkowych istniała w dawnym ZSRR tylko przez kilka lat. Elektrosiła wyprodukowała zaledwie kilkanaście sztuk i przekazała dokumentację do naszego kraju, jak tylko zorientowali się konstruktorzy radzieccy, że to bubel. Nie interesuje mnie już dzisiaj jakie były warunki gospodarczo- polityczne tego transferu technologii. Natomiast zadaję sobie pytanie: dlaczego Elektrosiła przeszła już dawno na produkcję 60- cio żłobkową, a my od kilkudziesięciu lat produkujemy uzwojenia 30- to żłobkowe.

W tym miejscu uwaga: uzwojenia 30- to żłobkowe były i są bardziej awaryjne od 60- cio żłobkowych; bez względu na to, kto je produkuje.

Absolutnie nie znaczy to, że firma produkcyjna czy remontowa źle wykonuje uzwojenia 30 żłobkowe, bowiem nieszczelności profilowanych rurek stalowych lub miedzianych z destylatem bardziej pojawiły się po przejściu z izolacji głównej bitumicznej na twardą. Otwarcie

należy również powiedzieć, że 60 żłobkowe rosyjskie maszyny wykonane w izolacji twardej są i były zawsze lepsze od 30-żłobkowych.

Zagadnienie, które analizujemy to próba dopowiedzi na pytanie: dlaczego pękają rurki z destylatem w 30- to żłobkowych maszynach [foto nr 2].

Zacznijmy od historii, poprzez technologię produkcji i montażu dawniej i dziś.

Od wyprodukowania w kraju pierwszej 30- tki /skrótkowo zwany stojan, ca 200MW z 30-to żłobkowym rdzeniem/ minęło 40 lat. Stosowana wówczas izolacja ciągła z taśmy mikowej o lepkości asfaltowej i nasycana kompaudem bitumicznym w autoklawie /na licencji ZSRR/ miała kilka zasadniczych wad:

- kompaud o względnie niskiej temperaturze mięknięcia zmuszał do ograniczenia dopuszczalnej temperatury uzwojeń podczas pracy generatora,
- pod wpływem różnicy temperatur z wielokrotnego nagrzewania i stygnięcia uzwojenia lepkości bitumiczne było wyciskane na zewnątrz, zwłaszcza w strefie czołowej widoczne były kilkucentymetrowe sople asfaltu,
- utrudniony proces nasycania, prasowania prętów w cewkarni, konieczność częstego czyszczenia rurociągów autoklawu itp.

Miała też i zalety:

- po utwardzeniu się bitumu nie było w izolacji tak zwanego „mechanizmu mostkowego” bowiem w zasadzie nie było pęcherzy powietrza,
- izolację można było zmiękczyć przed wkładaniem prętów do żłobków, zwłaszcza kilku ostatnich z 30- tu DW czy GW,

- podczas pracy uzwojenia z narażeniami termomechanicznymi nie wyzwały się naprężenia własne i montażowe, bo ich po prostu nie było,
- w zasadzie transport takiego uzwojenia nie powodował mikropęknięć, bowiem izolacja cała czas była elastyczna.

W/w plusy nie przeważały minusów izolacji bitumicznej i rozpoczęto na początku lat 70-tych przezwanie stojanów na izolację mikową z nośnikiem szklanym i lepiszczu epoksydowym termoutwardzalnym. Już w 1972 roku ZPRE Lubliniec, dzisiaj Energoserwis, stosował do produkcji dużych maszyn epoksterm 4,5,8. Znacznie wcześniej, bo już w latach 50-tych firma Westinghouse w USA zastosowała izolację samikową o lepiszczu epoksydowym tzw. izolację thermalastic.

W generatorach z izolacją bitumiczną również powstawały przecieki, ale w miejscach rozłącznych, np. na uszczelnkach gumowych trójników czy węzłach przy kolektorach, na rurkach łączących komory wodne DW z GW, i czasem na kołnierzach rur wyprowadzenia destylatu. Były też sporadyczne przypadki zaślepienia elementarnych drażonych przewodów, które nasiliły się po przejściu na izolację twardą.

Zasadniczą bezpośrednią przyczyną występowania przecieków wodnych na rurkach miedzianych i stalowych, w prętach z izolacją twardą są wyzwolone naprężenia:

- własne przewodów,
- produkcyjne prętów,
- montażowe podczas uzwajania i
- eksploatacyjne od działania sił elektrodynamicznych oraz drgań.

Naprężenia własne – materiałowe powstają na etapie niewłaściwego wyżarzania miedzi. Natomiast w rurkach stalowych naprężenia własne są znacznie silniejsze, bo trudno sobie wyobrazić stal nierdzewną chromonikiel, aby była bardziej miękka od Cu.

Naprężenia produkcyjne powstają przy niezbyt dokładnym kształtowaniu strefy czołowej, jej niestabilności po prasowaniu bez zachowania właściwej temperatury itp.

Naprężenia montażowe, zwłaszcza ostatniej grupy cewek 3-5 szt., pojawiają się wówczas, gdy występują różne odległości w strefie czoł między poszczególnymi prętami uzwojenia. Rozwińmy to zagadnienie szerzej, bowiem jest najbardziej istotne jako pośrednia przyczyna nieszczelności.

Otóż już na etapie przeciągania przewodu miedzianego czy stalowego przez oczko profilowe, wystąpią różne wymiary mieszczące się w tolerancji norm producenta czy wymagań zamawiającego. Załóżmy, że wykonaliśmy bok półpręta z samych ujemnych tolerancji. Nałożyliśmy izolację /też w ujemnej dopuszczalnej tolerancji/, zaprasowana w prasie na gotowy wymiar, ale rdzeń przewodzący jest poza oś symetrii przekroju. Kolejne sumowanie się tolerancji to usztywnienie pręta w żłobku różnymi grubościami wypełniacza półprzewodzącego i w rezultacie połączenia elektryczne DW i GW są przesunięte o kilka mm. Nie ma wówczas innego wyjścia jak wywołanie naprężeń montażowych dla skrócenia po promieniu DW z GW w strefie połączeń wodnych. Dopiero podczas pracy kilkuletniej niektóre rurki stalowe lub miedziane pękają od wyzwolenia się właśnie tych naprężeń, wspomaganymi innymi narażeniami, np. eksploatacyjnymi.

I znowu nasuwa się kolejne pytanie: jak temu zapobiegać.

Właśnie poprzez zastosowanie rdzeni z 60-ciomą żłobkami Rosjanie uniknęli masowego występowania awarii generatorów 200 MW z przeciekami na przewodach z destylatem. Po prostu, jest połowę tylko przekroju do formowania, naciągania na właściwe miejsce przy montażu; jest więc łatwiej wyprodukować i uzwajać stojany 60- tki.

Aby uniknąć w przyszłości problemów nieszczelności prętów wystarczy zmienić rdzeń i uzwojenie stojana, przy zachowaniu tego samego korpusu generatora, a co za tym idzie bez wymiany fundamentów, wirnika, zesprzęglenia z turbiną. Zatem można stopniowo pozbyć się niepewności eksploatacyjnej naszej Energetyki z powodu przecieków destylatu na stojanach 30- to żłobkowych.

Dwie znakomite firmy w kraju: Alstom we Wrocławiu i Energoserwis w Lublińcu nie ponoszą winy za istniejący stan rzeczy z pojawiającymi się nieszczelnościami stojanów 30-to żłobkowych w izolacji twardej. Krótko mówiąc: te typy generatorów nie są stworzone dla wymiany izolacji bitumicznej na twardą.

Dlaczego zatem wymieniało się izolację ryzykując przecieki. No bo cóż, ciągle chcemy oszczędzać na kosztach remontów i modernizacji. Energetyka za 30, 40% wartości nowej maszyny żąda, aby w starych 40- to letnich generatorach przedłużyć czas życia o kolejne 20, 30 lat. Dodaje się czasami jeszcze warunek: okres pre-

glądów co 8 lat. Zatem, jeżeli oszczędzać chcemy na modernizacjach, to musimy się liczyć z przeciekami destylatu. Powtarzam: dotyczy to każdej firmy, która zamieni bitum na izolację twardą z zachowaniem 30- tu żłobków w stojanie.

Wnioski

1. Bezpośrednią przyczyną nieszczelności przewodów profilowanych drażonych stalowych lub miedzianych stojanów 30- to żłobkowych są wywołujące się naprężenia w uzwojeniach w strefie czołowej po wymianie izolacji bitumicznej na twardą epoksydową.
2. Dla zapewnienia ciągłości ruchowej podstawowych jednostek prądotwórczych 200 MW należy stopniowo prowadzić zaplanowaną wymianę rdzeni i uzwojenia z 30-żłobkowych na 60-cio żłobkowe stojany.
3. W generatorach TWW-200-2A w izolacji twardej zagadnienie nieszczelności występuje sporadycznie, bowiem jest 60 żłobków, a co za tym idzie są znacznie mniejsze naprężenia lokalne w połączeniach prętów GW z DW.



Foto 1. Konstrukcja pręta GW w strefie połączenia wodnego z DW

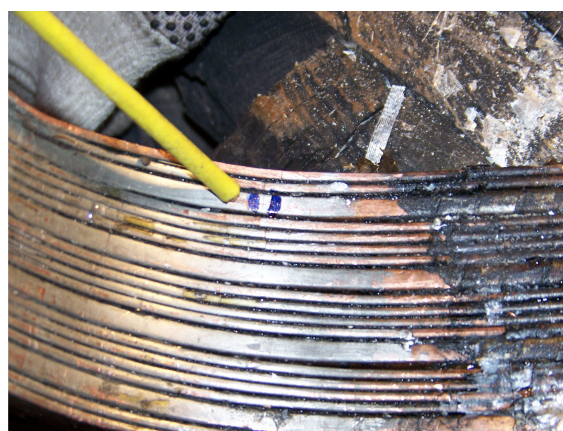


Foto 2. Miejsce pęknięcia przewodu drażonego w strefie połączenia elektrycznego prętów GW z DW