

Nadzor kurjave s sprotno pripravo premogovega prahu z uporabo statistično obdelanih signalov elektrostatičnih merilnih sond

Boštjan Jurjevčič – Andrej Senegačnik – Igor Kuštrin*

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Namen raziskave je bil razviti učinkovito in robustno metodo za sprotno spremljanje karakteristik pnevmatskega transporta premogovega prahu od mlina do šob gorilnika v realnih obratovalnih pogojih. Med drugim naj bi omogočala pravočasno zaznavanje stanja preobremenjenosti mlina.

Zaradi nestanovitne proizvodnje električne energije s sončnimi in vetrnimi elektrarnami se zahteva vse bolj fleksibilna proizvodnja električne energije s termoelektarnami. Istočasno se zahteva, da so izpusti škodljivih snovi in učinkovitost proizvodnje s termoelektarnami znotraj dopustnih meja. Za kakovostno in stabilno zgorevanje je nujno, da se na vseh šobah gorilnikov stalno vzdržuje optimalno masno razmerje med premogovim prahom in zgorevalnim zrakom in da ne prihaja do občasnih preobremenitev mlinov za premog. Preobremenitve ventilatorskih mlinov, ki se uporabljajo za mletje lignita in rjavega premoga, so pogost pojav. Posledice prepozno zaznane preobremenitve mlina se odražajo v nedopustnem nihanju pretoka, temperature in tlaka pare, ki jo proizvaja kotel, še nekaj časa po razbremenitvi mlina. V najslabšem primeru lahko pride tudi do prekinitve proizvodnje pare. Trenutno se za zaznavanje preobremenitve mlinov uporablja merjenje temperature zmesi premogovega prahu in nosilnih plinov na izstopu iz mlina. Prehitro padanje temperature in prenizka temperatura prašne zmesi sta znak preobremenjenosti mlina. Izkušnje kažejo, da je ta metoda sicer uporabna, a običajno nekoliko prepozno sproži opozorilo.

V raziskavi so bile uporabljene elektrostatične merilne sonde in ustrezen elektronski sistem za zapisovanje in obdelavo njihovih signalov. Zaradi velikih presekov prahovodnih kanalov ni primerna uporaba toku nevsiljenih elektrostatičnih zaznaval, ki so vgrajena v stene kanalov in imajo zato omejeno zmožnost zaznavanja karakteristik toka oddaljenega od sten kanalov. Za reprezentativno merjenje je bilo potrebno uporabiti sonde, ki so potekale skozi kanal vzporedno ena z drugo v ravnini pravokotni na tok. Signali so bili merjeni s frekvenco 1000 Hz. Frekvenca je bila izbrana glede na predhodne preizkuse tako, da se je z zmerno količino izmerkov dovolj natančno posnel časovni potek signalov. Surove časovne vrste izmerkov so bile nato obdelane s statističnimi metodami za zmanjševanje avtokoreliranosti med sosednjimi izmerki. Zaporedno sta bili uporabljene dve metodi: tvorjenje neuteženih povprečij podskupin zaporednih izmerkov, kot metoda zmanjševanja avtokoreliranosti brez modeliranja in nato še metoda, ki sloni na ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) modelu. Odstopki med izmerki in modeliranimi vrednostmi ARIMA modela vstopajo v EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) kontrolni diagram, ki služi za statistični nadzor procesa.

Analiza je pokazala, da je predlagana metoda statistične obdelave surovih izmerkov elektrostatičnih zaznaval zelo primerna za zaznavanje nenadnih hitrih sprememb pnevmatskega transporta in zaradi tega tudi za zgodnjo detekcijo preobremenjenosti mlina. Opozorilni signali predlagane metode so zanesljivi in zgodnejši v primerjavi z opozorilnimi signali, ki se sprožijo na podlagi merjenja temperature prašne zmesi na izstopu iz mlina.

Predlagana metoda vključuje uporabo elektrostatičnih merilnih sond, ki so vrinjene v kanal in podvržene abraziji ter jih je zato potrebno redno menjavati. Časovni razmik med zamenjavami zaznaval je odvisen od odpornosti materiala sond in abrazivnosti premogovega prahu. Nastavitve ARIMA modela in EWMA kontrolnega diagrama niso univerzalne in jih je potrebno optimizirati za vsak objekt.

Uporaba ARIMA modela in EWMA kontrolnega diagrama je pogosto predstavljena v literaturi in je uporabna za nadzor mnogih procesov. V tej raziskavi sta prvič uporabljeni v povezavi z zaznavanjem motenj v pnevmatskem transportu premogovega prahu od ventilatorskega mlina do gorilnikov. Predlagana metoda omogoča pravočasno zaznavanje in posledično preprečevanje stanj preobremenjenosti mlinov za premog, kar omogoča stabilnejše obratovanje velikih parnih kotlov s sprotno pripravo premogovega prahu.

Gljučne besede: ARIMA model, elektrostatična merilna metoda, kontrolni diagram, ventilatorski mlin, pnevmatski transport, premogov prah, statistično modeliranje