

Warszawa, dn. 10.06.2021 r.

Mgr inż. Aleksandra Dzido
Zakład Maszyn i Urządzeń Energetycznych
ITC PW

Streszczenie rozprawy doktorskiej nt.:

„Research on dry ice blasting technology”

Głównym celem pracy było dostosowanie istniejącej technologii czyszczenia suchym lodem do czyszczenia urządzeń pod średnim napięciem. W celu realizacji tego zadania należało rozwiązać szereg problemów operacyjnych i konstrukcyjnych, takich jak szronienie dysz, zapewnienie bezpieczeństwa operatorom lub opracowanie konstrukcji umożliwiającej czyszczenie z zachowaniem określonej odległości od czyszczonego urządzenia.

Dokonano szerokiego przeglądu literatury w zakresie obecnie stosowanych metod czyszczenia zabrudzeń przemysłowych, ze szczególnym uwzględnieniem metod z wykorzystaniem suchego lodu. Przedstawiono główne komponenty i konfiguracje stosowanych systemów, koncentrując się na dyszach jako kluczowym elemencie układu. Opisano dostępne w literaturze mechanizmy czyszczenia suchym lodem.

Ponieważ w rozważanych źródłach nie znaleziono metodologii umożliwiających ocenę dysz przeznaczonych do czyszczenia suchym lodem, autorka starała się wypełnić tę lukę proponując i wdrażając taką metodę. Testy stanowiskowe obejmowały dwie typowe geometrie dysz (dla układu jednoprzewodowego, dysza płaska, zbieżno-rozbieżna), różne ciśnienia robocze powietrza, natężenie przepływu masowego suchego lodu, kąt czyszczenia, odległość dyszy od powierzchni, rodzaj powierzchni i zabrudzenia. Zaproponowana metodologia miała na celu określenie skuteczności czyszczenia i transportu cząstek suchego lodu, uznanych jako kluczowe parametry z punktu widzenia funkcjonalności dysz.

Następnie zbudowano model matematyczny naddźwiękowego przepływu dwufazowego, zwalidowano go i zaimplementowano w środowisku numerycznym Ansys CFX. Analiza wyników obejmowała szeroki zakres parametrów eksploatacyjnych, uwzględnionych podczas testów na stanowisku. Przedstawiono i przeanalizowano wyniki, szczególnie w zakresie efektywności transportu cząstek dla każdej grupy cząstek (według średnicy) oraz ich prędkości.

Uzyskane wyniki umożliwiły zaprojektowanie i wykonanie prototypu dyszy dedykowanej do czyszczenia urządzeń pozostających pod średnim napięciem, który został przebadany zgodnie z zaproponowaną metodologią. Uzyskane wyniki potwierdziły jego zdolność czyszczącą na poziomie porównywalnym do rozwiązań konwencjonalnych. Opracowany prototyp poddano następnie testom elektrycznym, które przeszedł pozytywnie. Główny cel pracy został osiągnięty, nowe rozwiązanie zostało opracowane i z powodzeniem wdrożone.

Słowa kluczowe: czyszczenie z użyciem suchego lodu, modelowanie matematyczne, numeryczna mechanika płynów, przepływ dwufazowy, przepływ naddźwiękowy

.....*Aleksandra Dzido*.....

Podpis Doktoranta

Warsaw, 10.06.2021

M. Sc. Aleksandra Dzido
Division of Power Engineering
Institute of Heat Engineering
Warsaw University of Technology

Abstract of the PhD thesis:

„Research on dry ice blasting technology”

Although dry ice blasting seems to be very popular method of industrial dirt cleaning, so far a few scientists addressed their research to this method. The main thesis objective was to adjust existing technology of dry-ice blasting to under medium voltage cleaning. Aimed at that, operational and constructional challenges were faced, like nozzle frosting problem, electric safety challenge or from distance operation.

First wide literature research is presented in the field of industrial pollution methods, with the special attention paid for the blasting methods with solid carbon dioxide. Main system components and configurations are presented, focusing on the blasting nozzles as a crucial component of the system. Available in the literature dry-ice cleaning mechanisms are also described.

As in the considered sources methods of dry ice nozzles assessment have not been found, author tried to fulfil this gap by proposing and implementing such a method. Bench tests described in this thesis cover two typical nozzles geometries (one hose, flat, convergent-divergent), various operating air pressure, dry-ice mass flow rate, cleaning angle, nozzle-surface distance, surface and dirt types. Proposed methodology focuses on cleaning efficiency determination and dry-ice particles transport efficiency, identified as crucial from the nozzle functionality point of view. Bench tests covers also heat flux through the nozzle determination, as the initial conditions for the anti-frosting system design.

Then mathematical model of the supersonic, two-phase flow was described and implemented in the Ansys CFX numerical environment. CFD helps to asses pre-selected nozzles for the further device development. Presented model was validated against experimental data, so can be treated as an useful tool for the further development of dry-ice blasting systems. Results analysis covered wide range of operational parameters considered during bench tests. Particles transport efficiency for each particles group (by diameter) as well as their velocities were presented and analysed.

Obtained results analysis allowed prototype of the under medium voltage dry-ice nozzle designing and construction. Various types of the anti-frosting systems were considered, finally oil heating was implemented. Then nozzle prototype was check via the described methodology, to check its functionality in the field of particles transport and cleaning speed. Obtained results confirmed its cleaning ability in comparable level to the conventional solutions. Developed nozzle was then checked against procedures required for under medium voltage operation, all examinations results were positive. The main thesis goal was fulfilled, the new solution was developed and successfully operated.

Key words: dry ice blasting, mathematical modelling, CFD, two phase flow, supersonic flow

.....*Aleksandra Dzido*.....

PhD candidate signature