

Simulation numérique de l'écoulement du gaz chaud dans la chambre d'expansion d'un disjoncteur Self-Blast et son interaction avec une huile injectée sous forme d'un spray

1. But de l'étude :

Dans les réseaux actuels de transport de courant alternatif, les technologies d'interruption du courant sont essentiellement basées sur le gaz SF₆ (hexafluorure de soufre). Cependant, ce gaz possède un potentiel de réchauffement global particulièrement élevé et SuperGrid Institute étudie des solutions alternatives aux technologies de disjoncteur à base de SF₆. Substituer au SF₆ des gaz plus vertueux d'un point de vue environnemental, comme le CO₂, se paie d'une performance d'interruption de courant dégradée. Les propriétés physiques de ces gaz alternatifs sont en effet insuffisantes pour fournir le niveau de performance du SF₆. Une voie possible pour surmonter cette limitation est d'améliorer les propriétés d'un gaz tel que le CO₂ en lui ajoutant des espèces chimiques bien choisies. Dans le cadre du programme de recherche mené à SuperGrid Institute sur l'équipement des sous-stations haute tension, il a été proposé d'introduire ces espèces par le biais d'un spray liquide au niveau de la chambre d'expansion du disjoncteur du type Self-Blast. L'interaction entre les gouttelettes injectées et le mélange de gaz chauds admis dans la chambre puis refoulé vers la zone d'arc lors de la séparation mécanique entre les contacts électriques doit permettre de vaporiser le spray puis d'évacuer vers la zone d'arc le mélange gazeux modifié.

Ces travaux de thèse viennent en appui d'études expérimentales menées par SuperGrid Institute sur l'évaluation de cette stratégie d'injection d'un spray liquide. Il s'agit de développer et de mettre en œuvre une méthodologie de simulation du dispositif qui permette de quantifier la vapeur produite et de guider les choix de conception d'une chambre avec spray.

L'outil de simulation développé s'appuie sur une description Euler-Lagrange pour l'interaction mélange gazeux / spray. Le classique modèle d'Abramzon et Sirignano disponible dans le code CFD utilisé est mis en œuvre pour décrire le spray évaporant après validation sur un cas de référence de la littérature. Les propriétés thermo-physiques du mélange gazeux sont décrites par des jeux de valeurs tabulées. Une stratégie d'interpolation consistante est développée pour garantir l'obtention d'états satisfaisant le second principe de la thermodynamique.

La simulation URANS de l'écoulement instationnaire dans la chambre d'expansion est validée par comparaison avec une mesure de pression réalisée sur une maquette. Le couplage avec le modèle de spray permet de quantifier la quantité de vapeur d'huile créée et transportée en dehors de la chambre d'expansion. La chaîne de calcul est appliquée à l'évaluation des impacts de quelques choix de conception (instant et durée de déclenchement du spray, position de l'injecteur, caractéristiques des gouttelettes).

2. Description des livrables du dossier technique :

- Manuscrit de thèse : Liquid spray injection in the expansion volume of a CO₂ high voltage circuit breaker
 - 1. REVIEW OF CFD-BASED DESIGN OF HVCBs AND PROPOSED METHODOLOGY
 - 1.1. Context of the study
 - 1.2. Objectives of the present work
 - 1.3. State of the art on CFD simulation of HVCBs
 - 1.4. Proposed methodology
 - 2. SIMULATION OF AN EVAPORATIVE SPRAY
 - 2.1. Spray modelling approaches
 - 2.2. Euler-Lagrange spray
 - 2.3. Evaporating spray simulation
 - 3. THERMODYNAMIC CONSISTENCY AND STABILITY
 - 3.1. Preamble studies addressing to thermodynamic consistency problems
 - 3.2. Thermodynamic consistency
 - 3.3. Thermodynamic stability
 - 3.4. CFD test
 - 3.5. Modified Peng-Robinson EoS
 - 4. FLOW SIMULATION INSIDE THE HVCB EXPANSION VOLUME
 - 4.1. General strategy of simulation
 - 4.2. Flow simulation without spray
 - 4.3. Baseline flow simulation with liquid spray injection
 - 4.4. Conclusions of reference case study
 - 5. SENSITIVITY STUDY
 - 5.1. Configurations studied and results
 - 5.2. Results summary and conclusion

- Fichiers pour calculs Fluent

Simulation numérique de l'écoulement du gaz chaud dans la chambre d'expansion d'un disjoncteur Self-Blast et son interaction avec une huile injectée sous forme d'un spray	GIRODET Alain	Page :2/2
	Autres mentions	