



RiUPTC

Repositorio Institucional
UPTC

repositorio.uptc@uptc.edu.co

XIII ENCUENTRO FACULTAD DE CIENCIAS -UPTC I ENCUENTRO INTERNACIONAL

"La Investigación Básica en el Posconflicto"

3, 4 y 5 de octubre 2018 - Tunja, Colombia

XXII Jornada de la Investigación

1 al 5 de Octubre de 2018

Aplicación de la dinámica de fluidos computacional (CFD) al estudio de geometrías tipo Venturi para la producción de cavitación hidrodinámica

Sergio David Torres Piraquive¹, Diego Figueredo Amaya², Carlos Ramírez Martín^{3*}

¹Grupo de Investigación en instrumentación, modelamiento, automatización y control, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental, Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia. sdorres@uniboyaca.edu.co

²Grupo de Investigación en instrumentación, modelamiento, automatización y control, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Departamento de Física, Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia. dfigueredo@uniboyaca.edu.co

³Grupo de Investigación en instrumentación, modelamiento, automatización y control, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Departamento de Física, Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia. cramirez@uniboyaca.edu.co

El presente trabajo de investigación se enmarca dentro de una de las fases previas al diseño de un dispositivo depurador de aguas residuales, vía plasma; por tal motivo se propone un diseño para llevar a cabo el proceso de conversión de una monofase líquida en una bifase líquido gas, teniendo en cuenta los principios hidrodinámicos de la cavitación, con el fin de maximizar la eficiencia del contacto entre el líquido y las partículas de plasma. Durante el estudio se tuvieron en cuenta principalmente los parámetros geométricos y operacionales de la cámara, además del mecanismo físico a través del cual se producirá la cavitación. Como resultado de la investigación, se simuló el fenómeno de cavitación en el software FLUENT 19.0 y con base en estos resultados se diseñó el accesorio en AutoCAD. Como se mencionó anteriormente, esta investigación sirve como base para la implementación de un reactor depurador de aguas residuales a base de plasma, el cual permitirá proponer una solución para mitigar el impacto causado por los vertimientos en los cuerpos de agua superficial.

La cavitación es un fenómeno hidrodinámico, el cual ha sido descrito de diferentes formas y por diversos autores a lo largo de varias décadas de estudio, en donde cada uno ha complementado la definición original mediante sus investigaciones, sin embargo, el principio y la consecuencia física sigue siendo la misma; de esta forma se establece como una definición general de cavitación: El fenómeno hidrodinámico que se presenta cuando las regiones de los fluidos experimentan una caída de presión, hasta el punto de alcanzar la presión de vapor local [1], provocando la formación de cavidades de vapor (burbujas) al interior del líquido[2], las cuales a su vez experimentan tres fases consecutivas:

formación, crecimiento y colapso adiabático [3].

La cavitación hidrodinámica se produce cuando la energía cinética del fluido aumenta de forma tal que para conservar el balance energético y cumplir con la primera ley de la termodinámica, es necesario que la energía proveniente de la presión disminuya. Como consecuencia de esto, la presión local cae de manera abrupta, hasta el punto de superar la presión de vapor local del fluido [4]. De acuerdo a la investigación realizada por Gogate[5], lo anterior puede ser logrado bajo dos técnicas diferentes de flujo: a través de orificios y a través del paso por una constricción (vena contracta o tubo Venturi).

Este fenómeno, ha sido objeto de múltiples estudios que han conllevado al establecimiento de modelos matemáticos, en los cuales se tienen en cuenta diversos factores como: las fases involucradas, el comportamiento de las cavidades y el volumen del fluido cavitante [6]; sin embargo, debido a su complejidad se ha optado por la implementación de la dinámica de fluidos computacional, para llevar a cabo una aproximación ideal. Durante el presente estudio se hizo uso de la herramienta computacional FLUENT 19.0, debido a su flexibilidad y validez teórica con los resultados obtenidos.

Considerando lo mencionado previamente en el presente estudio se llevó a cabo el diseño de doce reactores de cavitación diferentes, en donde se evaluaron algunas condiciones geométricas, especialmente en la zona de la constricción o garganta donde se estableció un diámetro de la boquilla de 3 mm variando la longitud de la misma en los rangos de 0 mm,

XIII ENCUENTRO FACULTAD DE CIENCIAS -UPTC I ENCUENTRO INTERNACIONAL

“La Investigación Básica en el Posconflicto”

3, 4 y 5 de octubre 2018 - Tunja, Colombia

XXII Jornada de la Investigación

1 al 5 de Octubre de 2018

Referencias

1 mm, 3 mm y 6 mm . En la zona divergente se varió el ángulo de divergencia en valores de $5,5^\circ$, $6,5^\circ$ y $7,5^\circ$ las cuales posteriormente se sometieron a presiones de 3 atm, 5 atm, 7 atm, 10 atm y 13 atm, con el objetivo de establecer las condiciones óptimas para la consecución de la cavitación. La simulación fue llevada a cabo en el software comercial CFD (ANSYS Fluent 19.0), en donde se utilizó un sistema multifásico y se desarrolló teniendo en cuenta el modelo de cavitación completo propuesto por Singhal, et. al. [7].

Como resultado de la investigación mediante las simulaciones se obtuvo que el reactor apropiado para la consecución del fenómeno de cavitación es aquel que cumple con las siguientes dimensiones:

Diámetro de entrada: 50,8 mm

Diámetro de la boquilla: 3 mm

Longitud de la boquilla: 1 mm

Ángulo de divergencia: $5,5^\circ$

Los anteriores parámetros en las simulaciones realizadas permiten un mejor desarrollo de la fase de vapor, lo cual favorece al fenómeno de la cavitación.

1. C. Brennen, in: *Cavitation and bubble dynamics*. Oxford University Press, New York, 1995, p.15
2. Kuldeep, V.K. Saharan, *Journal of Hydrodynamics* **2016**, 28(2), 293–305,
[https://doi.org/10.1016/S10016058\(16\)60631-5](https://doi.org/10.1016/S10016058(16)60631-5)
3. C. Yi, Q. Lu, Y. Wang, B. Yang, *Ultrasonics Sonochemistry* **2018**, 43, 156–165,
<https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2018.01.013>
4. T.A. Bashir, A.G. Soni, A.V. Mahulkar, A.B. Pandit, *Canadian Journal of Chemical Engineering* **2011**, 89(6), 1366–1375,
<https://doi.org/10.1002/cjce.20500>
5. P.R. Gogate, A.B. Pandit, *Reviews in Chemical Engineering* **2001**, 17(1), 1–85,
<https://doi.org/10.1515/REVCE.2001.17.1.1>
6. G. Palau-Salvador, P. González-Altozano, J. Arviza-Valverde, *Spanish Journal of Agricultural Research* **2007**, 5(4), 460–469,
<https://doi.org/10.5424/sjar/2007054-269>
7. A K. Singhal, M. M. Athavale, H. Li, Y. Jiang, *Journal of Fluids Engineering* **2002**, 124(3), 617-624
<https://doi.org/10.1115/1.1486223>