

기체-액체2상류체흐름에서 분산조건이 류체흐름속도에 주는 영향

최창호, 최은화, 최강운

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《자연과학부문 교원, 연구사들은 수학, 물리학, 생물학을 비롯한 기초과학에 대한 연구를 심화시키고 사회주의경제건설과 인민생활향상에서 나서는 과학기술적문제들을 풀기 위한 연구사업을 적극 벌리며 여러 분야의 첨단과학기술을 연구도입하는데 힘을 넣어야 합니다.》(《김정일선집》 중보판 제18권 457페이지)

오존에 의한 음료수살균에서 중요한 문제는 오존기체로부터 물에로의 질량흐름량을 늘이는것이다.[1, 3] 이것은 오존기포의 크기를 보다 작게 하여 오존기포와 물과의 접촉면적을 최대로 증가시킴으로써 해결할수 있다.

물속에서 오존기포의 크기는 오존의 분산방법과 오존기포의 주입속도의 영향을 받는다. 류체흐름이 란류의 특성을 가지면 이때 오존기포의 크기는 수십~수백 μm 정도로서 오존으로부터 물에로의 질량수송이 제일 최대로 된다는데 대해서는 고찰[2]되었으나 란류특성에 미치는 분사구구조의 영향에 대하여서는 거의 언급되지 않았다.

우리는 기체-액체흐름에서 분산조건이 류체흐름속도에 주는 영향을 FLUENT를 리용하여 계산하고 합리적인 분산조건을 결정하였다.

일반적으로 흐름속도를 변화시키는 노즐로는 벤츨리관을 많이 리용한다.

우리는 그림 1에서와 같은 구조를 가진 벤츨리관을 분사구로 리용하여 발산각 β 가 기체-액체흐름에 주는 영향과 함께 일정한 발산각에 대하여 주입속도가 류체흐름에 주는 영향을 발산각과 주입속도를 변화시키면서 모의하였다.

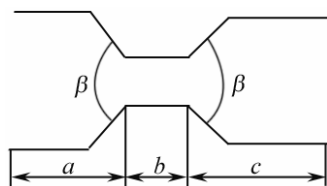


그림 1. 분사구의 구조
입구구역 $a = 78\text{mm}$, 조임구역
 $b = 10\text{mm}$, 분산구역
 $c = 32\text{mm}$

모의도구로는 FLUENT 6.2를, 류체흐름은 공기-물2상류체흐름으로, 초기에 주입되는 기포의 직경을 2mm 로 보고 오일레르-라그랑쥬근사를 리용하였다.

입구에서 물과 공기는 처음에 개별적으로 주입되며 중력의 영향을 고려하지 않았다.

분산부에서 대기압이 작용한다고 보았으며 란류모형으로는 $k-\epsilon$ 모형을 리용하였다. 오존기체와 물의 체적비는 각각 2 : 98이다.

주입속도가 $v = 60\text{m/s}$ 일 때 분사구의 발산각에 따르는 분산구역에서의 류체속도변화는 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 발산각이 클수록 란류특성이 뚜렷하게 나타난다.

일반적으로 란류에서 오존기체의 질량이동속도가 빠른것은 층류의 경우와 달리 오존기포들의 충돌로 인한 μm 크기의 기포형성이 가속화되기때문이다. 하지만 란류속도가 한

계값을 넘어서는 경우에는 기포의 합침이 일어나면서 중간크기인 μm 크기의 기포수가 줄어든다. 따라서 분사구의 발산각이 클수록 유리한것이 아니며 합리적인 각이 설정되어야 한다. 이 값은 분사구를 통과하는 기체의 종류와 액체의 특성에 관계되며 우리의 경우에는 17° 가 가장 합리적이었다.

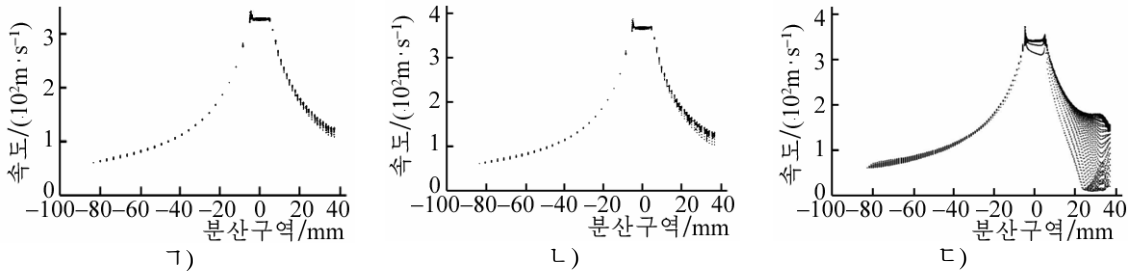


그림 2. 분사구의 발산각에 따르는 분산구역에서의 류체 속도변화

㉠) - ㉡)는 β 가 각각 $13, 15, 17^\circ$ 인 경우

다음 분사구의 발산각이 17° 인 경우 주입속도에 따르는 류체 속도변화는 그림 3과 같다.

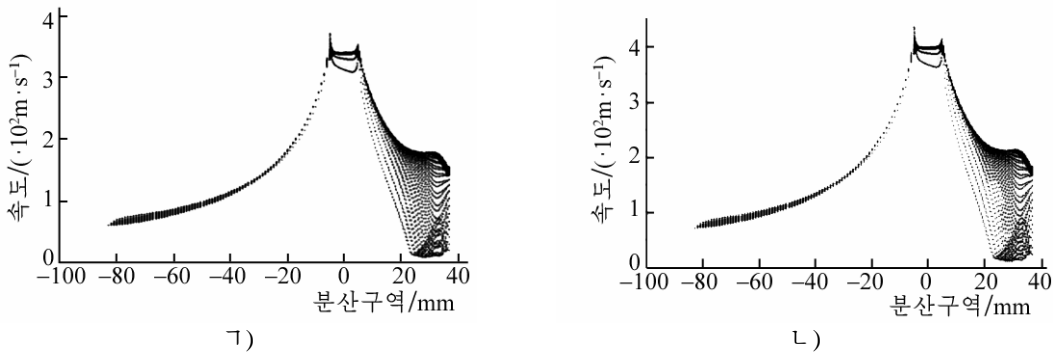


그림 3. 주입속도에 따르는 류체 속도변화

㉠), ㉡)는 주입속도가 각각 $60, 70\text{m/s}$ 인 경우

그림 3에서 보는바와 같이 주입속도가 증가함에 따라 조임구역에서 혼합류체의 흐름 속도는 약 1.2배 정도로 빨라지며 확산구역에서는 난류특성이 더 강해진다. 그러나 난류의 속도구간이 넓어지면서 중간크기의 기포비율은 작아지고 최대크기의 기포의 몫이 커진다. 이것은 물을 오존처리하는데서 보다 많은 오존기체들이 물과 호상작용하는것을 방해하는 역할을 한다는것을 보여준다.

맺는 말

기체-액체2상류체의 흐름에서 기체로부터 액체으로의 질량흐름을 크게 하자면 기포의 크기를 μm 정도로 작게 하여야 한다.

이것은 분사구의 구조와 주입속도에 관계된다. 공기-물의 경우에 중간크기의 미소기포의 몫이 제일 많아지는 발산각은 17° 정도이다.

참 고 문 헌

- [1] Y. Hsu et al.; Ind. Eng. Chem. Res., 41, 120, 2002.
- [2] M. Ponasse; Wat. Res., 32, 8, 2498, 1998.
- [3] Feng Zhang et al.; Separation and Purification Technology, 114, 126, 2013.

주체107(2018)년 9월 5일 원고접수

Influence of Dispersion Condition on Fluid Velocity in Gas-Liquid Two-Phase Fluid Flow

Choe Chang Ho, Choe Un Hwa and Choe Kang Un

In gas-liquid two-phase fluid flow, in order to increase mass flux from gas to liquid gas bubble must diminish in size to the extent of micrometer. This is related to type and injection velocity of nozzle. For air-water, 17° is the diffusion angle in which the fraction of middle-sized bubble is the most.

Key words: gas-liquid, two-phase flow