

تعیین کسر حباب در سیال دو فازی با استفاده از چگالی سنج گاما

امیر محمد بیگ زاده^۱، غلامرضا اطاعتی^۱، حسین آفریده^۱، اسکندر اسدی^۲، اسماعیل بیات^۳

۱- دانشگاه صنعتی امیر کبیر، دانشکده مهندسی هسته‌ای و فیزیک

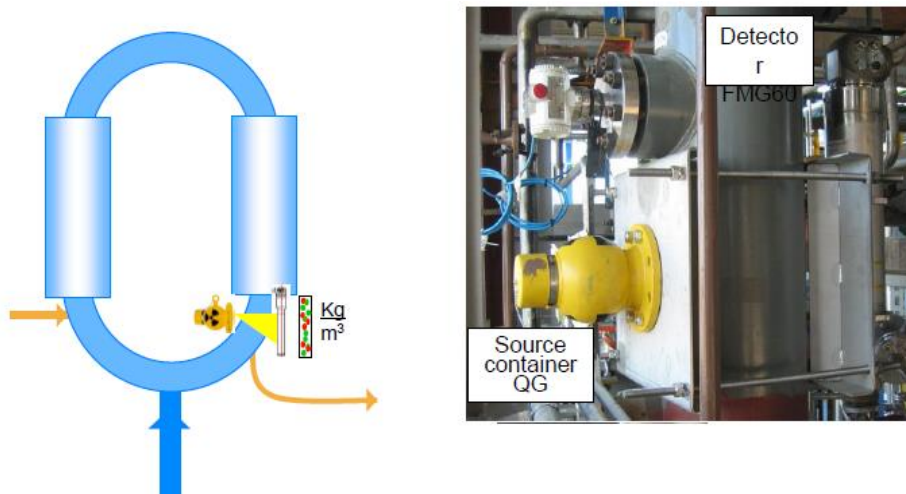
۲- دانشگاه پیام نور، واحد تهران مرکز - دانشکده علوم پایه - گروه فیزیک

چکیده

روش‌های مختلفی برای محاسبه کسر حباب که از پارامترهای اساسی در جریان‌های دوفازی سیال-گاز می‌باشد توسعه یافته است. روش‌هایی از قبیل حجم‌سنجی، الکتریکی، اپتیکی، التراسونیک و رادیومتری (هسته‌ای) از جمله آنها هستند در این مقاله کسر حباب یک سیال دو فازی با استفاده از چگالی سنج گاما اندازه‌گیری شده است.

۱- مقدمه

محاسبه کسر حباب یکی از پارامترهای اساسی در جریان‌های دوفازی سیال-گاز می‌باشد. تلاش‌های زیادی برای دستیابی به روش‌های دقیق اندازه‌گیری این پارامتر شده است. به صورت پیوسته در یک جریان سیال-حباب به روش‌های مختلفی از قبیل حجم‌سنجی، الکتریکی، اپتیکی، التراسونیک و رادیومتری (هسته‌ای) کسر حباب اندازه‌گیری شده است. از میان این روش‌ها روش هسته‌ای کاربرد گسترده‌ای به علت سادگی و غیر تماسی بودن این روش پیدا کرده است [۱]. روش‌های هسته‌ای شامل روش پراکندگی نوترون‌های سریع و روش تضعیف اشعه ایکس و گاما است. در مقایسه با سایر روش‌های هسته‌ای تکنیک اشعه گاما توسعه یافته تر و ماهرانه تر می‌باشد. و این بدین علت می‌باشد که انرژی‌های مختلف گاما با توجه به نوع سیستم قابل انتخاب می‌باشند. در شکل ۱ تصویری از حباب‌سنج نصب شده بر روی لوله گردش آب راکتور آمده است.



شکل ۱: نمایی از حباب سنج نصب شده بر لوپ راکتور

۲- روشهای تجربی

در این تحقیق که برای آب درون لوله آهنی به قطر ۴ اینچ انجام شد، دمای آب به طور پیوسته برای ایجاد حالت دو فازی، تا نقطه جوش بالا برده شد و شمارش کل به ازای تغییرات ۱۰ درجه سانتیگراد، ثبت شد. در جدول ۱ و ۲ مشخصات سیال آب و شمارش در سه حالت لوله خالی از سیال، و لوله حاوی سیال تک فاز و سیال دوفاز آمده است. در این آزمایش از $^1\text{NaI (TL)}$ اینچ به عنوان آشکارساز و چشمه ^{137}Cs با فعالیت ۰/۵ میلی کوری استفاده شده است و در شکل ۲ تصویری از حباب سنج طراحی شده آزمایشگاهی آمده است.

جدول ۱: مشخصات آب درون لوله

حجم سیال آب درون لوله آهنی	۲/۳۶ لیتر = ۷۱
دما	۹۵/۴ سانتیگراد
وزن سیال	۲۲۸۰ گرم
چگالی سیال	۰/۹۶۵۳۱



حباب سنج
آزمایشگاهی

شکل ۲: نمایی از
طراحی شده

۳- نتایج و بحث

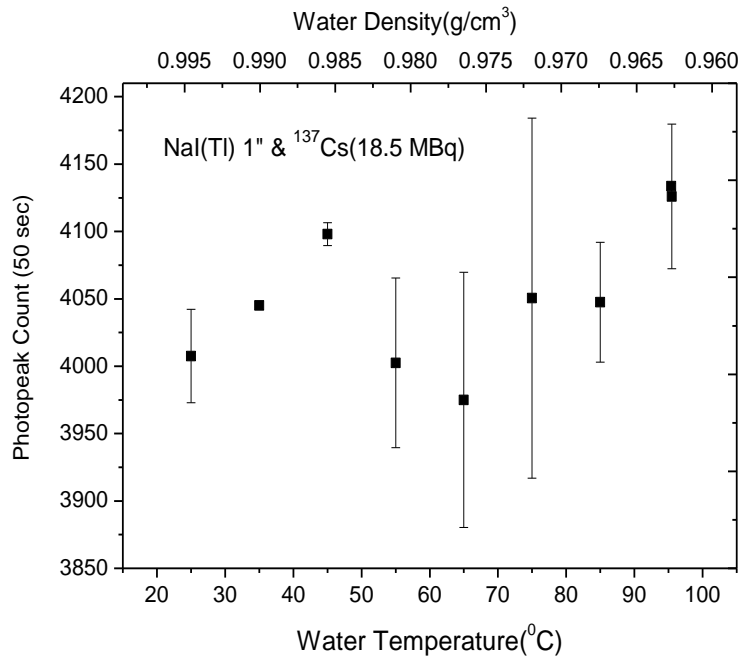
. در جدول ۲ شمارش در سه حالت لوله خالی از سیال، و لوله حاوی سیال تک فاز و سیال دوفاز

آمده است.

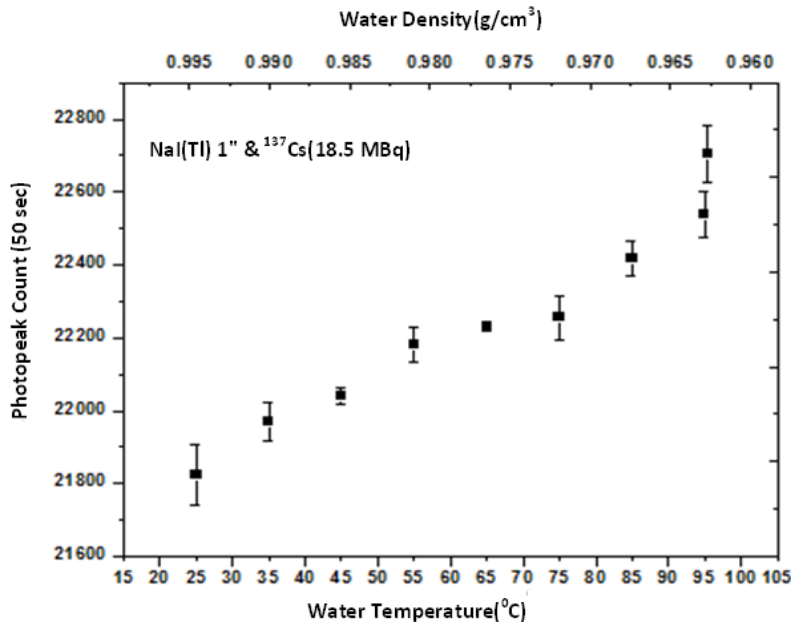
جدول ۲: نتایج مربوط به شمارش

خطای شمارش	میانگین شمارش در ۵۰ ثانیه	حالت ها
۰/۱۹	۶۳۴۹۷	چشمه و اشکارساز بدون ماده تضعیف کننده
۰/۰۲۹	۴۸۰۲۰	لوله آهنی خالی
۰/۲۸	۲۲۹۱۷/۵	لوله آهنی حاوی آب ۹۵/۴ سانتیگراد
۰/۷۶	۲۳۰۸۴/۲۵	لوله آهنی حاوی آب در حال جوش ۹۵/۴ سانتیگراد (حالت دو فازی)
۰/۵	۳۷۹/۵	شمارش زمینه

نتایج حاصل از شمارش سطح زیر فوتو پیک به ازای افزایش دما و ایجاد حباب به ازای افزایش دما در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به نمودار شکل ۳ روند مشخصی در شمارش سطح زیر فوتو پیک به ازای افزایش دما مشاهده نمی گردد. در حالت دوم شمارش کل به ازای افزایش دما اندازه گیری شد. نتایج حاصل از این اندازه گیری در شکل ۴ آورده شده است.



شکل ۳: تغییرات شمارش پیک به ازای افزایش دما و ایجاد حالت دو فازی



شکل ۴: تغییرات شمارش کل به ازای افزایش دما و ایجاد حالت دو فازی

با توجه به شکل ۴. با تغییر دمای آب شمارش کل افزایش یافته و به ازای هر ۱۰ درجه سانتیگراد تغییرات دما از دمای ۲۵ سانتیگراد تا دمای ۹۵ سانتیگراد شمارش کل با میانگین ۱۰۱ (ثانیه/شمارش) افزایش می یابد اما در

دمای ۹۵ سانتیگراد به ازای تغییرات دما به اندازه ۰/۴ سانتیگراد شمارش به مقدار ۱۷۷ (ثانیه/شمارش) افزایش می‌یابد که این نماینده ایجاد حالت دوفازی سیال است، که با ایجاد حباب درون آب و تضعیف کمتر هوای ناشی از تشکیل حباب سهم گاماهای عبوری ساطع شده از چشمه سزیم -۱۳۷ از سیال در حالت دوفازی نسبت به حالت تک فاز بیشتر می‌شود و شمارش بیشتری در آشکار ساز ثبت می‌شود. در ادامه برای محاسبه کسر حباب از فرمول های ارائه شده استفاده شده است.

دو فرمول های ارائه شده برای محاسبه کسر حباب [۱-۲].

۱- برای حالتی که پرتوی گاما عمود بر مسیر حرکت جریان حباب باشد.

$$\alpha = \frac{\ln(CR_0 / CR_\alpha)}{\ln(CR_0 / CR_1)} \quad (1)$$

۲- برای حالتی که پرتوی گاما موازی با مسیر حرکت جریان حباب باشد.

$$\alpha = \frac{(CR_0 - CR_\alpha)}{(CR_0 - CR_1)} \quad (2)$$

که در رابطه (۱) و (۲) CR_α, CR_1, CR_0 شمارش به ترتیب برای حالتی است، که درون لوله سیال تک فاز، خالی و، سیال دوفازی باشد.

و با توجه به جدول ۲ و رابطه (۱) کسر حباب به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$\alpha = \frac{\ln(CR_0 / CR_\alpha)}{\ln(CR_0 / CR_1)} = \frac{\ln(22917.5 / 23084.25)}{\ln(22917.5 / 48020)} = 0.0098 \quad (3)$$

از طرفی حباب های ایجاد شده درون سیال آب، حاوی گاز هوا می‌باشد و با توجه به اینکه یک لیتر آب ۹۵/۴ سانتیگراد معادل با ۰/۹۶۱ کیلوگرم است، در اینصورت می‌توان با تقریب خوب مقدار حباب ایجاد شده درون آب دوفازی را محاسبه نمود. پس داریم :

$$0.004110 \left(\frac{\text{void}}{\text{liter}} \right) = 0.004110 \left(\frac{\text{Air}}{\text{kg(water)}} \right)$$

چگالی هوا را در دمای ۹۵ درجه با تقریب خوب برابر 0.000973 g/cm^3 است.

که در این صورت:

$$0.004110 \left(\frac{\text{Air}}{1\text{kg}(\text{water})} \right) \equiv \frac{3.99 \mu\text{kg}(\text{Air})}{1\text{kg}(\text{water})} (50 \text{sec})$$

$$(\text{Void} - \text{Rate}) = 0.82 \left(\frac{\text{cm}^3}{\text{sec}} \right)$$

در نتیجه آهنگ تشکیل حباب در واحد لیتر آب ، ۰/۸۲ سانتی متر مکعب بر ثانیه بدست می‌آید.

نتیجه گیری:

محاسبه کسر حباب یکی از پارامترهای اساسی در جریان های دوفازی سیال-گاز می باشد. در این مقاله کسر حباب یک سیال دو فازی با استفاده از چگالی سنج گاما برای اولین بار در داخل کشور اندازه گیری شد.

مراجع

- [۱] A.M.C. Chan and D. Bzovey ,Ontario Hydro, Mechanical Research Department, Ontario Hydro Research Division, 800 Kipling Avenue, Toronto, Ontario, Canada.
- [۲] S. Banerjee and R.T. Lahey, Advances in two-phase flow instrumentation, Adv. in Nucl. Sci. and Technol. 13 (1981)227-414.