

Особливості структури плазмових каналів потужних електричних імпульсних розрядів в рідинах

П.Д.Старчик

Інститут ядерних досліджень НАН України

Визначальну роль у формуванні структури плазмових каналів імпульсних розрядів в рідинах відіграє нестійкість Релей-Тейлорівського типу [1,2], яка розвивається на поверхні цих каналів внаслідок її прискореного руху під дією тиску плазми. По мірі росту потужності розрядів прискорення рідини довколо каналів збільшується. В такому разі темп розвитку та амплітуда обумовлених нестійкістю збурень повинні також зростати, але в дійсності спостерігається пригнічення розвитку збурень поверхні каналів з ростом темпу енергокладу в розряди.

В даній роботі проведено аналіз причин, які здатні гальмувати розвиток згаданої нестійкості. Показано, що енергії електричних розрядів не вистачає для помітної стабілізації збурень поверхні розрядних каналів реактивним тиском випаровуємої з поверхні рідини. Не може пояснити комплекс спостерігаємих явищ і трансформація по довжині хвиль збурень. Порівняння характеру впливу на розвиток розглянутої нестійкості підвищення тиску і ступеня нагріву речовини в контактній зоні електричних розрядів з модельними дослідженнями залежності турбулентного перемішування на межі газ-рідина [3] при подібних розрядним прискоренням дозволило визначити основні чинники спостерігаємих явищ.

Відповідальними за пригнічення розвитку збурень поверхонь розрядних каналів виявилися зміни властивостей рідин під впливом тиску і нагріву [4]. В потужних розрядах при високих прискореннях рідин, які оточують розрядний канал, знижується поверхневий натяг останніх на контактній поверхні. Зростання тиску викликає також зниження вязкості рідин. Ці фактори обумовлюють поліпшення умов розвитку короткохвильових збурень та швидко переводить їх розвиток в уповільнену нелінійну стадію. Зниження поверхневого натягу і вязкості деструктивно впливають також на струменеві викиди рідини в бік плазми - вони швидко розділяються на окремі краплини. Таким чином по мірі зростання потужності розрядів структура плазмових каналів перетворюється з турбулентно збуреної в ламінарно однорідну з тонким поверхневим турбулізованим шаром. Наведений сценарій розвитку процесів підтверджується результатами спостережень розподілу яскравості оптичного випромінювання по поверхні розрядних каналів і впливом на провідність останніх внесення в них штучних збурень.

1. Lord Rayleigh // Proc. London Math. Soc. 1883. Vol. 14. P. 170.
2. Taylor G.I. The instability of liquid surfaces when accelerated in direction perpendicular to their planes // I. Proc. Roy. Soc. 1950. Vol. A201. P. 192.
3. Невмержицкий И.В., Близнецов М.В., Гирич В.А. и др. Развитие турбулентного перемешивания на границе газ-жидкость при ускорениях от $10^2 g_0$ до $10^5 g_0$ и при давлениях от 1 до 400 АТМ // ВАНТ, Серия теор. и прикл. физ. 2004. Вып 1-2. С. 54-60.
4. Кириллов П. Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы) М. Энергоатомиздат, 1984. С. 296.