

# МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ УДАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КРАПЕЛЬ З ПОВЕРХНЕЮ РІДИНИ ПРИ МАЛИХ ШВИДКОСТЯХ

І.Ю. Зимак, К.Ю. Наталуха, А.М. Хмаренко, Л.М. Черняк

Робота присвячена експериментальному дослідженню фізичних процесів при співударі крапель рідини з поверхнею рідини.

Процеси співударяння крапель з поверхнями відбуваються за короткий час. Це значно ускладнює їх спостереження та реєстрацію, і складає основні труднощі в їх експериментальних дослідженнях. Основними методами фіксації окремих фаз взаємодії при співударі крапель є методи фотозйомки та високошвидкісної кінозйомки.

Спеціалізовані високошвидкісні кінокамери для реєстрації таких короткочасних процесів повинні знімати з частотою до 20000 кадрів за секунду і навіть більше. Це досить унікальне наукове обладнання. Крім того, для високошвидкісної кінозйомки необхідна високочутлива кіноплівка з світлочутливістю до 4000 одиниць ГОСТ і спеціальні методи хімічної обробки. Цей спосіб реєстрації співударяння крапель з поверхнею доцільний при дослідженні удару крапель, які рухаються з великими швидкостями.

При багаторазовому повторенні процесу з однаковими початковими умовами усі фази взаємодії під час падіння однакових крапель кожен раз проходять майже однаково. Тому фотографування окремих дискретних фаз взаємодії краплі з поверхнею дає можливість нагромадити матеріал і відтворити неперервний процес співудару краплі з поверхнею.

У випадку малих швидкостей високошвидкісну кінозйомку можна замінити фотографуванням окремих фаз співударяння звичайним фотоапаратом, якщо він може

сприймати витримку освітлення до 1/2000с. Такими фотоапаратами є цифрові фотоапарати. Крім всього іншого, застосування цифрового фотоапарата дає можливість швидкого отримання зображення на екрані монітора комп'ютера, його аналіз, а також створення псевдоанімації процесу.

Для чіткого фотографування певних фаз співудару необхідно забезпечити спрацьовування імпульсної лампи у відповідні моменти часу. Своєчасний спалах імпульсної лампи створювався завдяки спеціально розробленій системі синхронізації. Ця система складається з датчика прольоту краплі, системи затримки синхроімпульсу і системи підпалювання спалаху імпульсної лампи.

Крапля, що створюється генератором монодисперсних крапель, падає вертикально в захищеному від руху повітря каналі і, перетинаючи пучок світла, викликає імпульсну зміну струму в колі фотодіода. Цей імпульс після підсилення подається на генератор гострих електричних імпульсів. Створені генератором синхроімпульси подаються на систему підпалювання спалаху у високовольтному блоці живлення імпульсної лампи-фотоспалаху. Регулюючи час затримки синхроімпульсу по відношенню до моменту перетину краплею світлового потоку в датчику прольоту краплі можна отримати спалахи імпульсної лампи в певні фази співудару краплі з поверхнею рідини.

Розміри крапель визначались об'ємно-лічильним методом. Для цього імпульси з датчика прольоту крапель подавались на електронний лічильник імпульсів і після встановлення певного стабілізованого режиму відриву крапель з крапельниці, підраховувалась кількість крапель та їх відповідний об'єм.

Для зміни величини розміру крапель підбирався відповідний діаметр вихідного капіляра.

Визначення швидкості краплі у момент співудару з поверхнею проводилось двома методами: розрахунковим



верхнею проводилось двома методами: розрахунковим та експериментальним. Експериментально швидкість краплі визначали за часом прольоту між двома датчиками прольоту краплі. При розрахунковому визначенні швидкості краплі враховувалась сила опору повітря, її залежність від швидкості, а також залежність коефіцієнта лобового опору від критерію Рейнольдса.

Збільшуючи поступово час затримки спалаху імпульсної лампи після проходження краплі через датчик прольоту можна фіксувати послідовні фази взаємодії і визначати проміжок часу між цими фазами.

За описаною методикою отримано кілька сотень фотознімків різних фаз співударів крапель різних діаметрів і різних швидкостей в момент удару.

Отримані фотознімки співударів крапель з поверхнею рідини дозволяють прослідити послідовність стадій (фаз) взаємодії і зафіксувати особливості процесу, які неможливо побачити при візуальному спостереженні.

На рисунку 1 показані деякі з одержаних фотознімків співудару крапель води з поверхнею води, в якій розчинено невелика кількість гліцерину. На фотознімках чітко видно розвиток явищ, які супроводжують співудар крапель. Справа на кадрі швидкість краплі води складає величину 4,1 м/с.



Рисунок 1. Фази взаємодії краплі з поверхнею рідини