

## РУХ БУЛЬБАШОК В ЕРЛІФТІ

Устименко О.С., студент,  
Малєєв В.Б., докт. техн. наук, проф., Скоринін М.Й., канд.  
техн. наук, проф., Кудрявцев О.О., асистент  
Донецький національний технічний університет

*Проаналізовано рух газорідинної суміші в підйомній трубі ерліфта*

При порівняно простому пристрої ерліфту властивий дуже складний робочий процес підйому рідини. Рух газорідинної суміші в підйомній трубі ерліфта відбувається за рахунок штучної зміни густини суміші, що здійснюється при подачі стиснутого повітря в змішувальний пристрій ерліфта і наступного розширення бульбашок повітря в процесі спільного руху з рідиною нагору по підйомній трубі. У процесі підйому бульбашок повітря відбувається поступова передача енергії від повітря до рідини за рахунок зниження тиску стовпа рідини на бульбашки повітря. При цьому стиснене повітря не розчиняється в рідині, а рухається у виді бульбашок різного об'єму у висхідному напрямку.

Дослідженнями ряду авторів [1,2] встановлено, що на бульбашку газу чи пари, що спливає в об'ємі рідини значного поперечного перерізу діє підйомна сила, викликана градієнтом тиску в напрямку руху бульбашки, сила опору оточуючої бульбашку маси рідини і сила поверхневого натягу. Остання прагне додати бульбашці кулясту форму.

Дослідження, спрямовані на вивчення руху бульбашок повітря в стовпі рідини при різних діаметрах бульбашок, одержуваних при різній швидкості надходження повітря, дали численні дані, аналізуючи які можна встановити наступне: у випадку круглого отвору діаметром до 0,4 мм пухирці мають практично сферичну форму і після початкового прискорення в момент відриву піднімаються нагору з постійною швидкістю; при діаметрі отвору до 4 мм утворюються також сферичні бульбашки, однак, при відриві швидко приймають еліпсоподібну форму, причому більша вісь орієнтована в горизонтальному напрямку, при цьому бульбашки піднімаються нагору, роблячи зигзагоподібний рух; коли діаметр отвору перевищує 4 мм, процес утворення бульбашок стає нестабільним при цьому вони іноді приймають блюдцевидну форму, а частіше виявляються несиметричними; коли відношення діаметра

бульбашки до діаметра стовпа рідини перевищує 0,75, бульбашки приймають циліндричну форму з обтічною головною частиною і плоским зрізом позаду.

При роботі ерліфта подача стиснутого повітря здійснюється через отвори, діаметр яких як правило перевищує 4 мм. Тому при русі бульбашок буде спостерігатися їхній зигзагоподібний рух. Унаслідок впливу тисків різної величини по окружності бульбашки остання деформується. При цьому, чим більше об'єм бульбашки, тим більше його форма відрізняється від кульової, так як знижується вплив сили поверхневого натягу. Вона стає малою в порівнянні з іншими двома діючими на бульбашку силами з боку рідкої фази. Так як підйомна сила і сила опору руху бульбашки діють у протилежних напрямках, то вона починає сплющуватися. Причому бульбашка сплющується в площині, нормальній напрямку її руху, збільшуючи силу опору. Це приводить до уповільнення спливання бульбашки і, при досягненні якогось мінімального значення швидкості її руху, зміні напрямку її руху на  $90^0$ , при якому зменшується площа її перетину, нормального новому напрямку руху. У новому напрямку через зниження сили опору знову зростає вплив сили поверхневого натягу, і бульбашка знову прагне прийняти кулясту форму, що надалі, через відзначені вище причини, знову починає переходити в сплющену. У такий спосіб бульбашка увесь час рухається з перемінною швидкістю, змінюючи свою траєкторію. У роботі [3] відзначено, що при застосуванні обмеженого круглого перетину підйомної труби і груповому русі повітряних бульбашок така зміна їхніх швидкостей і траєкторій приведе до коливального процесу і виникнення обертального руху газорідної суміші на окремих ділянках підйомної труби ерліфта. При цьому спостерігається відкидання до стінок труби рідкої фази суміші й об'єднання пухирців повітря уздовж осі підйомної труби, що знижує ККД ерліфта.

Список джерел.

1. Кутателадзе С.С. Гидродинамика газожидкостных систем. -М.:Энергия, 1976.
2. Соу С. Гидродинамика многофазных систем. -М.: Мир, 1971.
3. Малыгин С.С., Малеев В.Б. К вопросу обоснования рациональной формы сечения подъёмной трубы короткого ерліфта. / В кн. "Наукові праці Донецького державного технічного університету". Випуск 16.Серія: Гірничо-електромеханічна. Донецьк, 2000,С.198-204.