

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПСЕВДОВІЛЬНИХ ПОТОКІВ КРІЗЬ ПОРУВАТЕ СЕРЕДОВИЩЕ

О. С. Савельєва, М. Л. Герганов, Д. О. Малахова

Останнім часом набули поширення роботи, в яких потоки рідини або газів розглядаються з точки зору інформаційних технологій [1]. Яскравим прикладом прикладення такого підходу є гідродинамічні процеси, які протікають в порах піщаної ливарної форми [2].

Фільтрація газу в ливарній формі обумовлена тепловим впливом на неї гарячого металу з боку межі розділу метал-форма. Цей вплив призводить до появи градієнтів температури і тиску по товщині стінки форми і ряду інших процесів, які одночасно протікають.

Тут розглядаються тільки ті процеси, які пов'язані безпосередньо з фільтрацією газу в формі. Перерахуємо ці процеси:

* конвективна фільтрація; може бути викликана перепадом температури по товщині стінки форми;

* фільтрація газу, обумовлена збільшенням тиску в шарі, що примикає до межі розділу метал-форма; збільшення тиску викликається неможливістю збільшення об'єму газу за рахунок його розширення;

* фільтрація газу, викликана додатковим збільшенням об'єму газу через термодеструкційних фізико-хімічних перетворень деяких компонентів формувальних сумішей (зв'язуючих, стабілізаторів, окислювачів, розчинників і т.п.) з утворенням газоподібних продуктів, а також внаслідок випаровування вологи в шарі форми, що примикає до відливання.

В міру прогріву глибинних шарів форми до температури термодеструкції цей процес буде розвиватися і далі [2].

Перший з перерахованих вище процесів пов'язаний з нерівномірним нагріванням газу по товщині стінки форми і, цілком ймовірно, із мінімальним впливом на загальну фільтрацію газу, так як може здійснюватися, якщо є умови для безперешкодного об'ємного розширення газу і вільного переміщення його частинок в просторі.

У формі ці умови не виконуються. Справді, об'єм, який газ займає в формі, обмежений певною скінченною величиною, практично не змінною в часі. А вільному переміщенню частинок газу в формі перешкоджає газонепроникна межа з боку металу і, обмежений контуром форми або стрижня, об'єм вільного простору для руху газу, що становить приблизно до 35 % загального об'єму форми. Об'єм цей статистично порівняно рівномірно розподілений в формі. Процес природної теплової конвенції стає помітним, коли процес газоутворення в формі підходить до кінця, і триває, поки температура форми не стане дорівнювати температурі навколишнього середовища, тобто після повного охолодження вилівка.

Другий з вище зазначених процесів. Внаслідок розігріву газу (спочатку - в обсязі прикордонного з відливанням шару форми) і неможливості його вільного і необмеженого розширення, відбудеться підвищення тиску газу в цій частині

форми і стрижня. Градієнт тиску має напрямок по нормалі до поверхні контакту форми з металом, тобто в бік збільшення тиску, а рух газового потоку відбувається в зворотному напрямку, тобто в сторону мінімального тиску газу в формі.

В будь-якому випадку, розповсюдження рідини або газу в порах форми відбувається за законами руху цієї субстанції в жорстких «стінках» границь пор, а також руху вільних струменів, оскільки пори в ливарній формі є безкінцевими кластерами [3 – 5].

Вільна струмінь – це струмінь рідини (газу), що впливає в навколишнє середовище і не має обмежуючих її твердих поверхонь. Коли склад рідини (газу) в струмені і в навколишньому для неї нерухомому середовищі ідентичний, вона називається затопленою [6 – 8].

Вільна струмінь буває кругла, плоска, квадратна, віялова, закручена. По відношенню до напрямку руху навколишнього середовища мають місце попутні вільні струмені. і зустрічні, що поширюються під кутом. В аерології розрізняють вільні струмені першого роду – звичайна вільна струмінь – і другого роду, коли струмінь першого роду, досягнувши твердої межі, змінює рух на протилежний.

Статичний тиск у вільному струмені дорівнює тиску в навколишньому середовищі. Якщо температура в будь-якій точці вільної струмені одна і та ж, то вона називається ізотермічною, якщо різна – неізотермічною. В міру віддалення від початкового перетину вільної струмені швидкість в ній зменшується; так само вона змінюється від осі струменя до меж. Інтенсивність турбулентності вільної струмені максимальна на її осі.

Межа вільної струмені є поверхнею, утворююча якої – пряма лінія. При цьому кут, що утворюється між утворюючою та віссю струменя, – це кут її розкриття. Його величина залежить від інтенсивності турбулентності вільної струмені, при крученій турбулентності у повної вільної струмені кут розкриття становить 15° .

Поеднуючи ці два закони, отримали рівняння руху псевдовільних струменів в поруватому середовищі та розробили інформаційну технологію їхньої візуалізації.

Література:

1. Арсирий В. А. Метод и информационная технология визуализации структур гидродинамических потоков / В. А. Арсирий, Е. А. Арсирий, В. А. Власенко // Труды Одесского политехнического университета. – 1997. – Вып. 2.
2. Бондарев О.А. Зависимость качества литых заготовок деталей текстильных машин от физико-химических и тепловых процессов, протекающих в литейной форме // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <file:///C:/Users/user/Downloads/zavisimost-kachestva-lityh-zagotovok-detaley-tekstilnyh-mashin-ot-fiziko-himicheskikh-i-teplovyh-protsessov-protsekayuschih-v-liteynoy.pdf>, 2019.
3. Становский А.Л. Моделирование процессов массопереноса через порис-

тые материалы / А.Л. Становский, М.Л. Герганов, А.Г. Онищенко // Вісник наукових праць. – Алчевськ: Науково-виробничий концерн «ППП». – 2002. – Том 1. – С. 64 – 68.

4. Становський О.Л. Моделювання кластероутворення в гетерогенних середовищах / О.Л. Становський, М.Л. Герганов, О.Г. Оніщенко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – Донецьк. – 2002. – Вип. 47. – С. 148 – 154.

5. Становский А.Л. Информационная модель процессов протекания через трехкомпонентные гетерогенные среды с переменной структурой / А.Л. Становский, Т.В. Лысенко, М.Л. Герганов // Труды Одесского политехнического университета. – 2003. – Вып. 2(20). – С. 134 – 137.

6. Абрамович Г. Н., Теория турбулентных струй, М., 1960;

7. Ушаков К. З., Михайлов В. А., Аэрология карьеров, 2 изд., М., 1985.

8. Свободная струя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geolog/4535/