$$\varepsilon = \sqrt{\left(\frac{df}{d\bar{x}_1}\right)^2 \cdot \varepsilon_1^{\,2} + \left(\frac{df}{d\bar{x}_2}\right)^2 \cdot \varepsilon_2^{\,2} + \ldots + \left(\frac{df}{d\bar{x}_m}\right)^2 \cdot \varepsilon_m^{\,2}}, \quad (5)$$

где $f(\overline{x_1}, \overline{x_2}, \ldots, \overline{x_m})$ -результаты косвенного измерения, $\overline{x}_m$ -средние арифметические значения прямых измерений с одинаковым числом отдельных наблюдений.

Относительная погрешность результата серии косвенных измерений находилась:

$$\delta_f = \frac{\varepsilon_f}{f} \cdot 100\%, \quad (6)$$

Список использованной литературы:

1. Мисбахов Р.Ш., Мизонов В.Е. Моделирование теплопроводности в составной области с фазовыми переходами. // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. - 2015. - № 4. - С. 39-43.

2. Москаленко Н.И., Мисбахов Р.Ш., Ермаков А.М., Гуреев В.М. Моделирование процесов теплообмена и гидродинамики в кожухотрубном теплообменном аппарате. // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. - 2014. - № 11-12. - С. 75-80.

3. Гуреев В.М., Ермаков А.М., Гельманов Р.Р., Калимуллин Р.Р. Разработка перспективных отопительных приборов из неметаллических материалов. // Энергетика Татарстана. - 2010. - № 3. - С. 59-62.

4. Логачёва А.Г., Вафин Ш.И., Мисбахов Р.Ш., Гуреев В.М. Влияние количества фаз статора на нагрев электродвигателя.// Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. 2014. - № 3. - С. 28-32.

5. Гуреев В.М., Мац Э.Б., Чиннов А.В. Численное моделирование термогазодинамических процессов в цилиндрах газопоршневых двс с искровым зажиганием.// Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. - 2014. - № 4. - С. 30-39.

© Кувшинов Н.Е., Багаутдинов И.З., 2016

УДК 621.432.3

Н.Е. Кувшинов
инженер научно-исслед. лаборатории «ФХПЭ»
И.З. Багаутдинов
младший научный сотрудник научно-исслед. лаборатории госбюджетных НИР
Казанский государственный энергетический университет
г. Казань, Российская Федерация

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ОСУЩЕСТВЛЕННАЯ В FLUENT ПАКЕТЕ

Аннотация

В этой статье представлена математическая модель, осуществленная в FLUENT пакете, в котором растворенный газ является принятым механизмом, для производства пара. Статья обеспечивает информацию о модели, используемой в FLUENT пакете, которая включает эффекты кавитация в двух фазных потоков, использующих одна жидкая модель.

Ключевые слова

FLUENT пакет, эффекты кавитация, двух фазные потоки, растворенный газ, неконденсируемый газ

Жидкость при постоянной температуре может быть подвергнута уменьшающемуся давлению, которое может падать ниже насыщаемого давления пара. Процесс разрывания жидкости уменьшением давления в постоянной температуре называется кавитация. Жидкость также содержит микропузыри неконденсируемых (растворенный или глотала) газы, или зародыш, которые под уменьшающимся давлением могут разрастаться и формировать каверны. В таких процессах, очень большие и укручение изменения плотности случаются в низком давлением областях.

Кавитационая Модель, осуществленная здесь основана на так называемом "полная кавитационая модель", развитая Singhal et al. Это модель учитывает все эффекты первого порядка (то есть, фазовые переходы, динамику пузыря, турбулентные колебания давления, и неконденсируемые газы).

Однако, в отличие от первоначального подхода единственная фаза предположения, переменные жидкие плотности, модель кавитационая в FLUENT находится в рамках многофазных потоков, и это имеет способность объяснить эффекты скольжения между жидкими и газообразными фазами. Кавитационая модель может использоваться с моделью двухфазных смеси (с или без скольжения).

Следующие ограничения обращаются к кавитационой модели в FLUENT:

- кавитационая модель не может использоваться с моделью VOF, потому что поверхность, отслеживающая схемы модели VOF несовместима с глубоким проникновением continua предположение о кавитационая модели.
- кавитационая модель не может использоваться с VOF (жидкой Объем модели)
- кавитационая модель может использоваться только для моделирований многофазных потоков, которые используют одна жидкая модель, моделируют и вовлекают только две фаза. Всегда предпочтительно использовать модель без скольжения; скольжения могут быть включены на том, если проблема предлагает, что есть существенный скольжения между стадиями

• С кавитационой моделью, только парооой фазы может быть сжимаемая; первичная фаза должна быть несжимаемая.

Уравнение неразрывности для Смеси

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_m) + \nabla\left(\rho_m \vec{v}_m\right) = \dot{m} \tag{1}$$

где $\vec{v}_m$ - усредненная массой скорость и ρ_m - плотность смеси:

$$\vec{v}_m = \frac{\sum_{k=1}^{n} \alpha_k \rho_k \vec{v}_k}{\rho_m}, \quad \rho_m = \sum_{k=1}^{n} \alpha_k \rho_k$$

α_k объемное паросодежание фаза k.

$\dot{m}$ Представляет массу, переходят из-за кавитация и описывает позже в этой секции.

Уравнение Импульса для Смеси

Уравнение импульса для смеси может быть получено, подводя итог индивидуальных уравнений импульса для всех фазы. Это может быть выражено как:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\rho_m \vec{v}_m\right) + \nabla\left(\rho_m \vec{v}_m \vec{v}_m\right) = -\nabla p + \nabla\left[\mu_m\left(\nabla \vec{v}_m + \vec{v}_m{}^T\right)\right] + \rho_m \vec{g} + \vec{F} + \nabla\left(\sum_{k=1}^{n} \alpha_k \rho_k \vec{v}_{dr,k} \vec{v}_{dr,k}\right) \tag{2}$$

где n - число фазы, $\vec{F}$ - сила тела, и μ_m - вязкость смеси:

$$\mu_m = \sum_{k=1}^{n} \alpha_k \mu_k$$

$\vec{v}_{dr,k} = \vec{v}_k - \vec{v}_m$ Является скоростью дрейфа для вторичной фазой

Список использованной литературы:

1. Мисбахов Р.Ш., Мизонов В.Е. Моделирование кинетики застывания жидкой капли при охлаждении. // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. – 2016.- №6 (76). – С. 72-74.
2. Москаленко Н.И., Мисбахов Р.Ш., Ермаков А.М., Гуреев В.М. Моделирование процессов теплообмена и гидродинамики в кожухотрубном теплообменном аппарате. // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. - 2014. - № 11-12. - С. 75-80.
3. Misbakhov R.Sh., Moskalenko N.I., Gureev V.M., Ermakov A.M. Heat transfer intensifiers efficiency research by numerical methods. // Life Science Journal. - 2015. - Т. 12. № 1S. - С. 9-14.

© Кувшинов Н.Е., Багаутдинов И.З., 2016

УДК 621.432.3

Н.Е. Кувшинов
инженер научно-исслед. лаборатории «ФХПЭ»
И.З. Багаутдинов
младший научный сотрудник научно-исслед. лаборатории госбюджетных НИР
Казанский государственный энергетический университет
г. Казань, Российская Федерация

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АДИАБАТНОГО ТЕЧЕНИЯ ВСКИПАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

Аннотация

В данной статье рассматривается критическое течение вскипающей жидкости в канале переменного сечения.

Ключевые слова

Гетерофазный поток, адиабатности процесса, дисперсный поток, жидкость-пар, паросодержания жидкости

На входе в канал жидкость всегда находится в капельном состоянии, т.е. процесс расширения начинается из однофазной области. При описании движения вскипающей жидкости в канале переменного сечения приняты следующие допущения.

Процесс расширения жидкости происходит без теплообмена с окружающей средой (адиабатный процесс).

Течение одномерное.

Фазовые переходы жидкость-пар начинаются в метастабильной области состояний.

Жидкая фаза в гетерофазном потоке находится в перегретом состоянии.

Паровая фаза в гетерофазном потоке находится в насыщенном состоянии.

Фазы движутся с одинаковыми скоростями.

Учитывается трение только жидкой фазы о стенку канала.

Обоснование допущений. Допущение об одномерности течения не оказывает существенного влияния на энергетические характеристики потока. Расчетные значения скорости, будут отличаться на 1-3 % от истинных в меньшую сторону на периферии потока и в большую - в центре струи. Основной недостаток одномерной схемы течения в том, что она не отражает структурной неоднородности гетерофазного потока.