

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КАМЕРЕ ВОЛОКНООСАЖДЕНИЯ

В условиях высокого экономического роста и большого энергопотребления Россия значительно уступает многим развитым странам в вопросах энергосбережения. Применение новых теплоизолирующих материалов ведет к значительному сокращению потребления тепла, как в производственной сфере, так и в сфере эксплуатации объектов промышленного и гражданского значения. Производство энергосберегающих материалов, по сравнению с другими строительными материалами, требует гораздо меньших затрат при тех же теплоизолирующих свойствах.

Один из наиболее перспективных строительных теплоизоляционных материалов представляет собой плиты из минеральной ваты. Их производство в настоящее время осваивается на ряде российских предприятий. Получение утеплителей из минеральной ваты является сложным высокотехнологическим процессом, включающим много этапов.

Данная работа посвящена одному из этапов производства минеральной ваты, а именно процессам осаждения первичного фетра на ленту транспортера в камере волокноосаждения (КВО) [1]. КВО — это замкнутая область, на одной из стенок которой размещается центрифуга, разбрызгивающая расплав базальта в потоке воздуха, а на противоположной стенке находится перфорированный конвейер, пропускающий поток воздуха и принимающий на себя волокна первичного фетра. Волокна фетра образуются в результате эволюции капель базальта в сдуваемом их потоке воздуха.

Оценки массы конденсированной фазы показывают, что ее массовая доля в поле течения пренебрежимо мала, даже непосредственно вблизи центрифуги. Из этого, а также в силу малого размера волокон ($d = 4.0 - 7.0$ мкм, $l \leq 70$ мм) и их значительного гидродинамического сопротивления, можно принять за основу физической модели процессов в КВО течение двухкомпонентной смеси идеальных сжимаемых газов. Первой компонентой будет являться чистый воздух, второй компонентой — воздух с волокнами. Эффекты гравитации не учитываются.

В качестве модельной расчетной области был взят куб с характерным для промышленного устройства размером порядка двух метров. Центрифуга, распыляющая волокна первичного фетра, моделировалась прямоугольным источником на стенке камеры при $z = 0$. Приемный конвейер находился в плоскости $z = 2$ м. Все остальные границы расчетной области представляют собой твердые стенки с условием «непроницаемости».

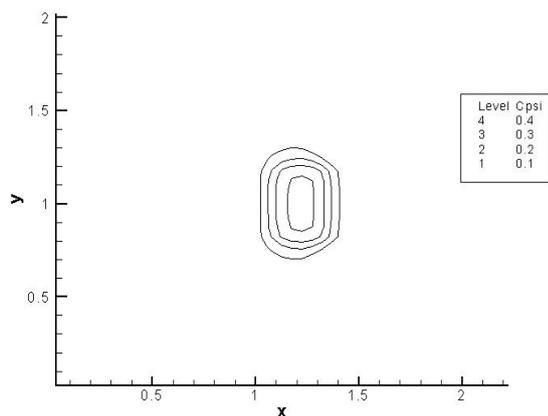


Рис. 1. Падающее на конвейер пятно в момент времени t'

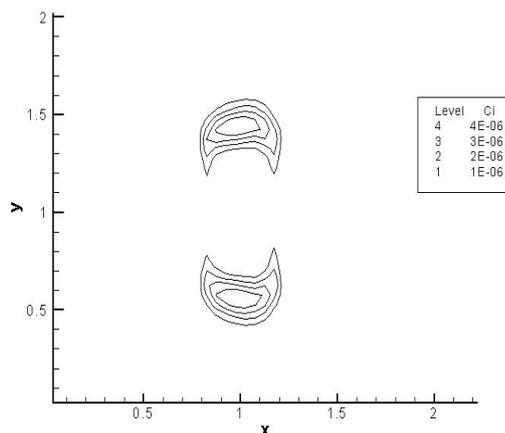


Рис. 2. Оставшееся на конвейере пятно к моменту времени t'

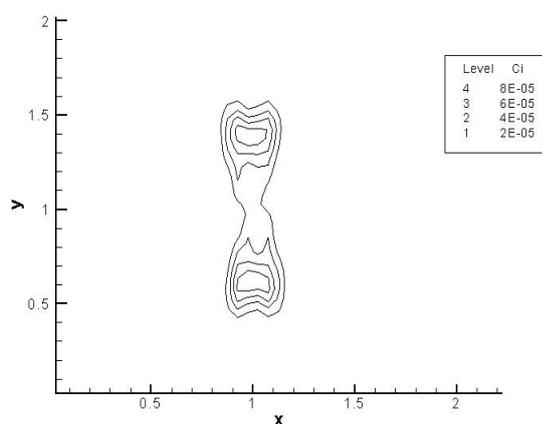


Рис. 3. Падающее на конвейер пятно в момент времени t''

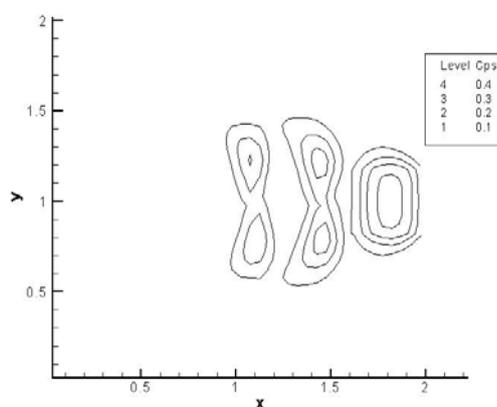


Рис. 4. Оставшееся на конвейере пятно к моменту времени t''

При расчетах использовалась схема предиктор-корректор Родионова второго порядка аппроксимации по пространству и времени, записанная для двухкомпонентной смеси невязких совершенных газов [2].

В результате выполненного моделирования получено распределение первичного фетра по поверхности приемного конвейера в различные моменты времени работы установки. Из источника в импульсном режиме выпускалась газовая компонента, моделирующая воздух с волокнами, чтобы проиллюстрировать оседание отдельных комков ваты на конвейер. На рис. 1 и рис. 3 показаны потоки газа с волокнами, оседающие на конвейер в последовательные моменты времени. На рис. 2 и рис. 4 представлены распределения массы осевшего волокна на конвейере к соответствующим моментам времени.

Из рисунков видно, как струя, несущая волокна, разбивается на две части из-за дополнительного сопротивления решетки транспортера в центральной области. Дополнительное сопротивление решетки обусловлено наличием на транспортере массы волокна, уже осевшей на транспортер к этому времени.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Техническая документация промышленной линии по производству плит минеральной ваты. Раздел 2 Технические данные. GAMMA MECCANICA S.p.A., 2001.
2. A.A.Fursenko, D.M.Sharov, E.V.Timofeev, P.A.Voinovich. In: Proceedings of the 19th International Symposium on Shock Waves, Marseille, France, 26-30 July 1993. Eds.: R.Brun, L.Z.Dumitrescu. Springer, 1995.